

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

هذه النقطة يعرفها انه $fluids$ بالجملة
لازم حافظ على حجمها وتركيبها
وما تحتويه (نسبة طبيعية)

لأن $homeostasis$ تكون بنسبة 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. $input = output$

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.

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



فال metabolism تعطيك ماء زيه زي الطعام
هس المتحكم الرئيسي في ال output هو ال kidney بس مو معناها انه ما في طرق أخرى للخسائر زي ال sweating
و كمان في التبخر الغير محسوس في كل لحظة من اللحظات بس انت لما تلمس جلدك بتحسه جاف ، هذا الإشي اسمه insensible loss تطلع قطيرة ميكروسكوبية و تبخر 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 مغمى 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 للمغمى عليه نستخدم جهاز بيشبه الانبوب طرفه الأول بالمثانة و الطرف الثاني في كيس جامع للبول ، فلما اعطي fluid يشوف الكيس خلال 24 ساعة كم جمّع ، فأنا لو اشوف حجمه لتد و نص لازم اعطيه اكد من لتد و نص لانه في loss غير ال urine ، و هو غير محسوس الي يطلع عن طريق البخار insensible loss و الزفير برصنو ، فأنا بعطيه من نصف لتد إلى لتد زيادة على حجم ال urine ، و اذا كان المريض feverish يعني عنده حمى ، فرح اتوقع انه ال sweating عنده أعلى ، فمع كل درجة حرارة زيادة انا لازم ازيد ال fluid بنسبة معينة

* كثرة بنسبة الـ fat تجعل الماء ...
 * كثرة بنسبة الـ fat تجعل الماء ...
 * كثرة بنسبة الـ fat تجعل الماء ...

مثل المناطق التي بها
 (مستودعات) الـ fat تتجمع بأكثر

٨٠٪ من وزن
 الطفل هي ماء

Body fluid compartments

بال adult

من وزن الإنسان

نسبة الماء عندها أقل ولأنه عندها
 Subcutaneous أكثر

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 (2/3 of body fluid = 40% of total body wt.)

صندوق
 يمكن
 اصاحن

2. Extracellular fluid (1/3 of body fluid = 20% of total body wt.). ECF can be divided into subcompartments.

a. interstitial fluid (3/4 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 (1/4 extracellular fluid); It is the fluid portion of the blood.

* الكوزا هو سائل الدم
 وهو المائل الذي يتسبج
 فيه (RBCs) + (WBCs)

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. كل مكان في الجسم
 فيه ماء ولكن في مناطق
 كمجى الماء فيها قليل جدًا ما
 يتجاوز 1٪

هناي الموائل كلها لو
 جتمعناها ما تشكلت
 1٪

مثل القلب فانه كيس (pericardial) وهو الكيس عبارة عن fibrous tissue والقلب هو الكيس
 فمتان ما جئت فيه ويسوي اقلت من له فالقت ماء
 (سائل) بين القلب والكيس عنان يسوي (lubrication)
 ولكن في الدم كونه قيده جدًا

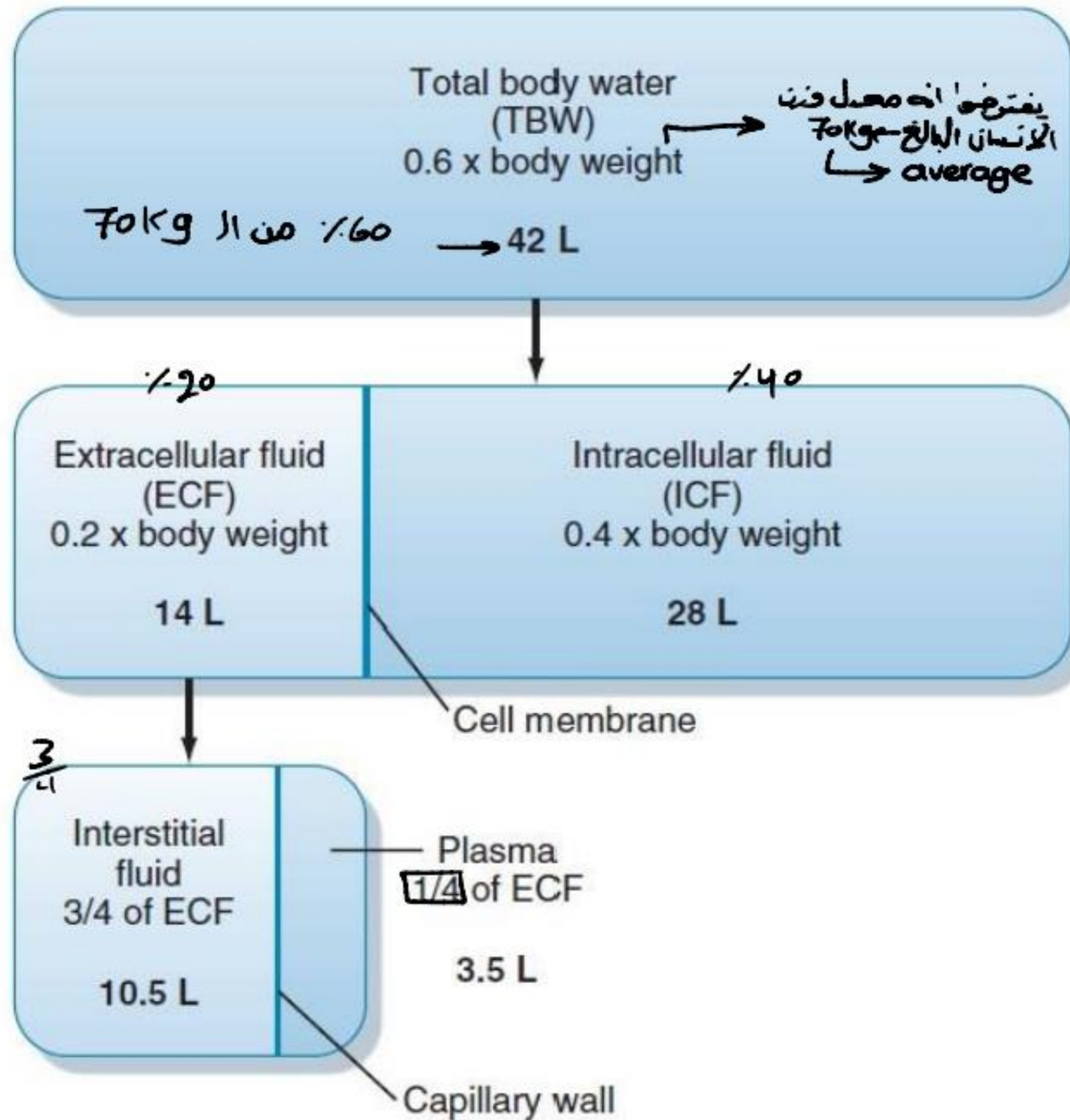
جوار العين

هس رح نحكي عن ال edema او الوذمة بالعربية، و هي بتحدث لما يزيد ال ECF في مكان معين فينتفخ عليها edema (هس الدكتور حكي انه بتحدث لما يزيد ال ECF بس السلايدات مخصصة انه لما يزيد ال interstitial fluid على وجه الخصوص) فمثلا اجلك واحد عنده عجز بالقلب و لاحظت انه رجوله (اقدمه باللهجة الخليجية) منتفخة ، فكيف رح اعرف انه هاي Edema؟ بدوح على المنطقة المنتفخة التي هي القدم و بمنفط على مكان يكون وراءه او فيه عظم زي بمنفط عند ال tibia مثلا (ما تكون المنطقة فيها طلاوة) فلما تصفط الجلد بصير بين ال tibia و بين اصبعك بعد عدة ثواني بتشيل اصبعك ، اذا كان فيه edema رح تلاحظ انه في حفرة مكان ما صنفطت اصبعك ، لسا في اند يعني هس ال edema في كل مكان بتصير مش بس أقدامك، هس انت لما تصير مذكوم و يصير انفك مسدود و صوتك يتغير ، رح يسألك الناس مال صوتك ؟ رح تحكيلهم مريش ، طب ليش تغير صوتك اصلا ؟ طب نبلش بسؤال كمان شو فائدة الجيوب الأنفية؟ و ليش راسك بكبره ما بتشعر بتقله ؟ لانه بيحتوي على فداغات air sinuses مملوثة بالهواء ، كل sinuse هو كهف او غرفة الها باب مفتوح ، فالرأس بيثبه العمارة التي فيها غرف أبوابها مفتوحة و فاصية ، فيصير صدى للصوت و يصير بدن ، فتحة ال sinuse زي بصمة الإصبع بتختلف من انسان لإنسان ، و شكل الكهف و الصدى كذلك التي يصير بال virus انه يزيد ال ECF فيسكرو الفتحات الخاصة بال air sinuses المطلة على التجويف الأنفي ، فبدوح أفلية الصدى هس ليش الأنف يسكرو بالكامل؟ لانه الفتحة الخاصة بالأنف مش إسطوانية، الأنف عبارة عن جدارين متوازيين ، فإذا صار edema بالجهتين يسكرو الأنف و ما بتقدر تتنفس و لا يطلع الك صدى ، و مشان ما تختلق 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 فيبتولد شعور الكحة ، اذا ال edema خفيفة بصير عندي dry cough و إذا شديدة و صار ال secretion عندي أعلى فيصير عندي productive cough كل هذا احنا كأطباء لازم نستنحه عن طريق سؤال المريض فقط

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 نأخذ بعضها كالتالي :

اولا : ال digestive secretions: السوائل في العصارات الهاضمة، الموجودة في الغدد التي في جدار الجهاز الهضمي قبل ما تطلع إلى تجويف المعدة او غيره و تتفاعل و تقوم بدورها ثانيا ال sweat او العرق التي برضو لسانه بالفرد و ما تطلع للجلد لسا ثالثا ال cerebrospinal fluid السائل التي حول الدماغ و الحبل الشوكي رابعا ال pleural او غشاء الجذع باللغة العربية هو غشاء يغطي الرئتين من الخارج كلها و بعد ما يغطي الرئتين بيلف و يبرجع يغطي جدار القفص الصدري من الداخل و الفراغ التي بين طبقة ال pleural التي مغطية الرئتين من الخارج و الطبقة التي مغطية القفص الصدري من الداخل بينهم سائل قليل جدا يساعد على الانزلاق و تقليل احتكاك الرئتين بالقفص الصدري أثناء الشهيق و الزفير خامسا ال synovial: السائل الموجود في المفاصل يساعد على الانزلاق الفصاري و تقليل الاحتكاك بينها سادسا ال intraocular السائل التي داخل كرة العين ال pericardial السائل الموجود في الكيس التي فيه القلب و هو قليل جدا و يمنع احتكاك القلب أثناء عمله ال bile ، كيس المرارة التي في الكبد (المرارة سائل) ال luminal fluid السائل التي في الأمعاء ، و الأمعاء فيها مياه و فقاعات هواء ، فلما يصير انقباضات في جدران الأمعاء يقوت الهواء بصورة سريعة من المنطقة التي فيها مياه و يطلع من الجهة الثانية ، و هذا سبب صوت القرقرة التي طالع من المعدة و هو طبيعي جدا نفس مبدأ الإرجيلة و ال thyroid فيها هدمونات و شوية مياه و ال cochlea القوقعة التي في الأذن الداخلية كمان فيها سائل ليمفاوي



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

Osmolar Substances in Extracellular and Intracellular Fluids

البروتين شحنته سالبة ، و البروتين الى داخل البلازما ما يطلع من ال *capillary* ، فشحنته سالبة بجذب شوي شحنت 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)

Substance	Plasma (mOsm/L H ₂ O)	Interstitial (mOsm/L H ₂ O)	Intracellular (mOsm/L H ₂ O)
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 ₂ PO 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

بالدرجة الاولى من المختبر

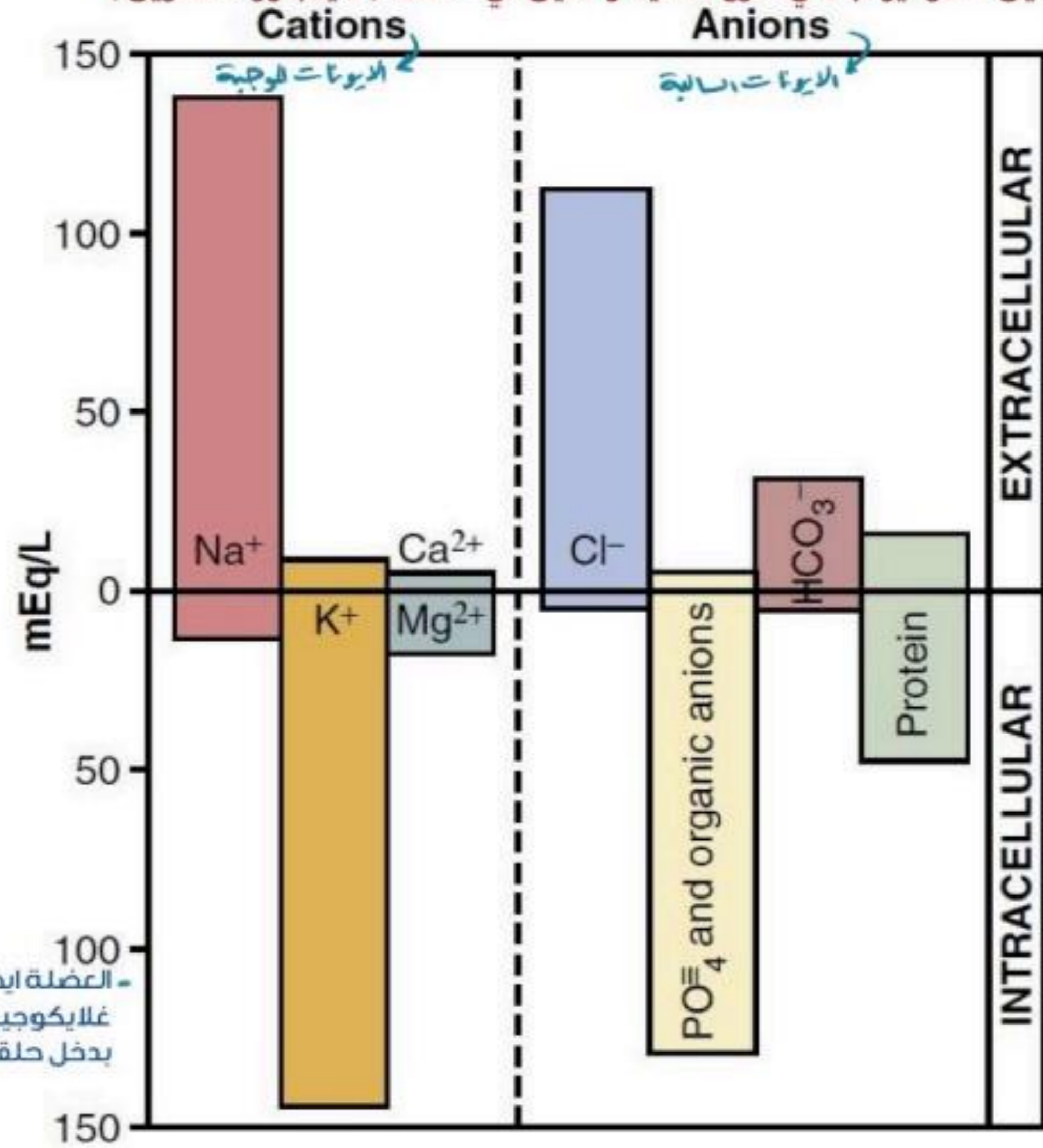
شوي أقل برا why?

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

لما ندخل الوديق بالحساب

الوهم المديقي بدل 300

هذا الرقم رافلو وطرح الكمية



Major cations and anions of the intracellular and extracellular fluids. The concentrations of Ca²⁺ and Mg²⁺ 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

تركيز الماء الزائج بال ECF بخلاف تركيزها بل ICF
Osmolar Substances in Extracellular and Intracellular Fluids

قد تركز K^+ (أيون موجب) بالخارج لا يكفى
 لأنه العالية بالأقل جداً عالية بحيث
 لو معضنا الأيونات الصوفية التي موجودة
 مثل K^+ - Na^+ ما يكفوا انهم يعدلوا
 الشحنة المائية داخل الخلية

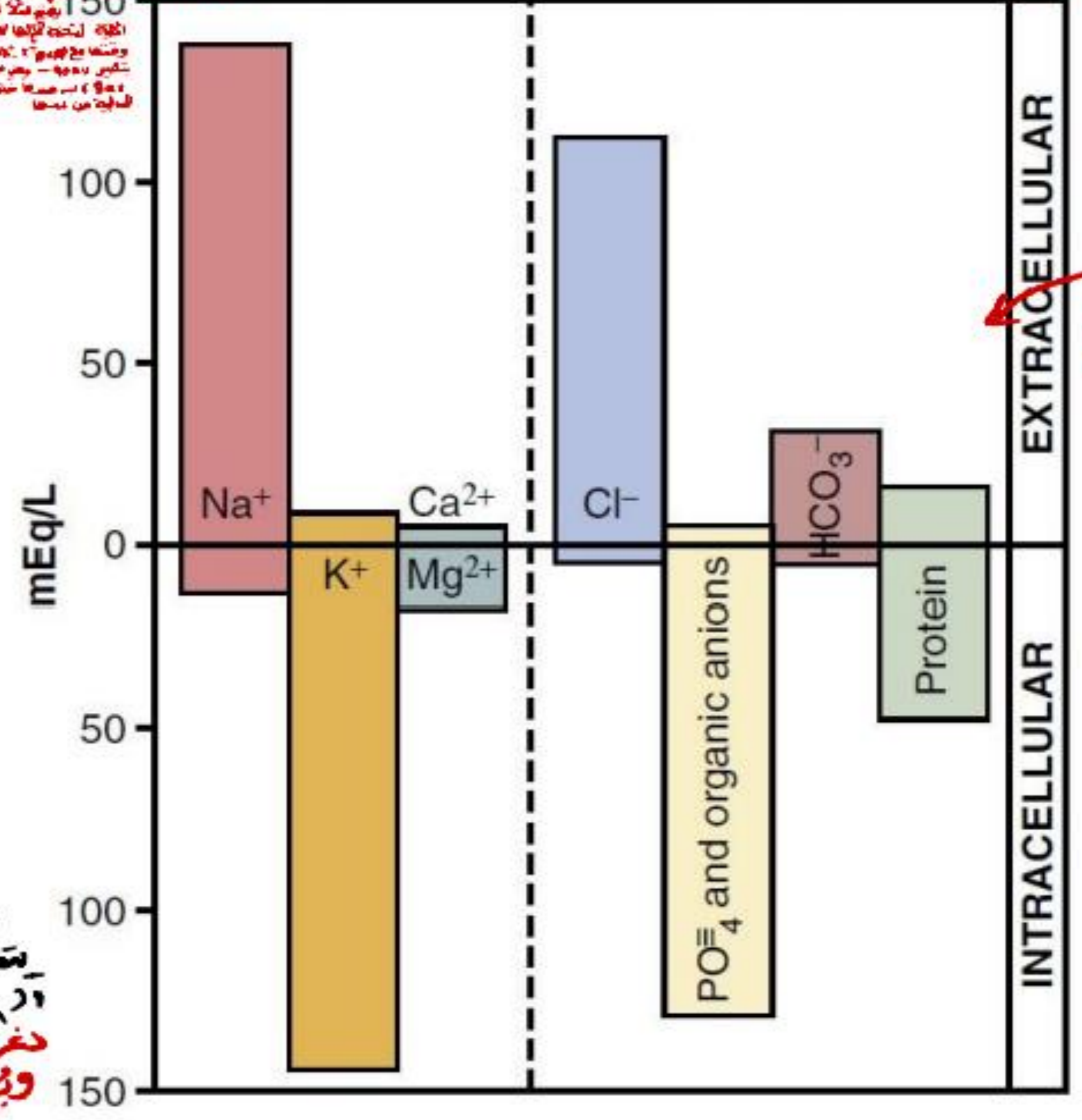
لماذا يتركز Na^+ داخل vessel لسهما
 وفارجه رغم انه في بلازما Ca^{++} ثقب ويكسر
 بجلع من خلاها ؟
 * هناك قاعدة تقول - اذا كان هناك ايون في خلية
 لا يستطيع الخروج منها سيقترن باقى الأيونات
 لكي البروتينات تحمل شحنة سالبة - ليترادخل الكيون سالبا
 لأن الخلية مليئة بروتينات (cytoplasm) واليونات شحنتها ملحة

لها نسج دم منسجه
 من الوريد (IV) فهوون اما
 سعيها من داخل vessel لسهما
 (Plasma) فالتركيز الذي يجذبها
 ياه المختبر (النتيجة) تكون نتيجة
 (Plasma)
 لم فينتجته انه الذي يجيبها من
 المختبر تقريباً 142

لا ارقامه وللحفظ
 ولكن لازم نفهمها

هذا الكيونات ما نذكر انه داخل الخلية سالبا
 سبب Na^+ - Ca^{++} - Mg^{++} - K^+ - Cl^- - HCO_3^-
 شاف تظنوا لبرا وتردفل K^+ لبرا فيكونا انهم Ca^{++} Mg^{++}
 هي في سلوت الخلية Negative فيصبح هو طراد سلوت
 و Negative سبب هو Negative لوجوده ايتا
 بضم مك لو كانت
 الخلية لانه لونها لونها
 ونسبة Na^+ Ca^{++} Mg^{++}
 تكسر بوجه - بمرسك
 Ca^{++} Mg^{++} Na^+
 الخلية من لونها

Cations **Anions**



نفس
 الجدول
 لب رسمه

Substance	Plasma (mOsm/L H ₂ O)	Interstitial (mOsm/L H ₂ O)	Intracellular (mOsm/L H ₂ O)
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 ₂ PO 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	4
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

هذا كله في كسر
 خارج الخلية

هذا الرقم الذي
 بيحسها من المختبر

براعاى
 وجوا قبل

K^+ كله في كسر
 داخل الخلية
 هنا بالماطها و
 يكون في ملح

براقبل
 وجوا قبل

هو خطياً موجود ولا يقدر
 امكيفهه ولكن يستعمل
 فوراً

داخل الخلية
 لانه (O)
 به مقصود طريقة
 metabolism
 نغري بروج mitochondria
 ويستخدم وينفق

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 بروثيات بار plasma مثل globulin و albumin ← وهاي سحنتها سالبة ، فهي كسحنة سالبة رح تجذب الايونات الموجبة ، رح تحبسها قسم من الايونات الموجبة ومارح تخليها يخرج ال Capillary ويطلع برا ، فحان هيك منشوف Na^+ خارج Capillary شوي اقل من Na^+ داخل Capillary

← ازّا ليه برا Capillary شوي اقل ؟

لانه البروتينات سالبة رح بست قسم من الايونات الموجبة
← الموجود داخل Capillary

← نفس المبدأ عاير K^+

← ولكن هي بتتفر من الأيونات سالبة ، مثل Cl^- ← برا Capillary اكر شوي من جوا (بار plasma) ← او كي هي بتطلع الايونات سالبة وبتتفر منها ولكن بنسبة بسيطة .

* اما المواد التيليه لها سحنة مثل urine + Glucose ← مواد متعادلة
مارح تأثر .

Note:-

هنا كل ما كبر السن بالبعد بتزيد نسبة الـ fats 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 بالـ plasma (أقل) (capillary) أكثر من (interstitial) (كأج) fluid

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

نستخدم طريقة الdilution

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,

Where V = volume (in ml or L)

A = the substance injected intravenously (in g,

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

Kg, or mEq)
 Equivalent weight
 الوزن المتكافئ
 وهمية قياسية
 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;

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

كيف العلماء عرفوا الحجم؟
يعني كيف عرفوا انه
1L هو 1.40 وهناك؟
فهون، نه نا تعرف كيف نعرف
حجم السائل

$1 \text{ Kg} = 1000 \text{ g}$
 $1 \text{ L} = 1000 \text{ mL}$

dilution method

:-

طريقة تستخدم بكميات كبيرة ، يعني منكم لها المهندسين

ينزل سد على نهر ويصيروا حكا انه هاد السد رح يجينا

كمية معينة متر مكعب من المي ← نهمن كيف عرفوا هالبحيرة

اريد فيها ماء؟ هل الها شكل منتظم؟ مكعب حتى يستخدوا

قانون حجم المكعب ويعرفوا؟ لا ، صالها شال منتظم

الطريقة كما تعتمد على (dilution method)

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

بالرياضيات اذا ضربنا الحجم بالتركيز هو يكون الناتج؟

$$V \times C$$

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

لـ يعني كم جرام موجود بهاد الحمول

فهمنا اللي بيعملوه كالاتي : في بحيرة كبيرة ، راحوا جابوا $1m^3$ ماء وحاطين فيه

مادة (اللي المفروض تكون موبلعة بحيث انها ما توذي الاسماك) وزوبوها تركيز عالي فيها $1m^3$ ماء
 فهون احنا منعرف الحجم $1m^3$ ومنعرف التركيز احنا قسناه ، منضبة بالبحيرة وهنركه
 يوم يومين ، اللي رح يهيرانه رح ينشر (diffusion) رح تتوزع المادة في كل مكان

فالنتيجة انه اذا انا بدي اقيس حجم
 بعضيه مادة تتوزع ، اولري يعرف
 تركزها الاماكن وحجتها ، حقيقت
 التركيز الجدي ويطبق على القانون
 فنعرف الحجم الجدي ، فحيك بيعرفوا
 انه منطقة معينة بالجسم ابيه يتاخذ

منرجع مناهه Sample (عينة) من م
 البحيرة هاي ومنقيت التركيز بعد
 الـ $V_A \times C_A = V_B \times C_B$

$$V_A \times C_A = V_B \times C_B$$

وهيك منطلع الحجم

Measurement of fluid volumes

(cont.)

Markers لازم يتوافق فيه
هول الشروط (4) :-

المادة اللي بدنا نخطيها الكمان
عشان تتوزع وهذا حلها
تخف الحجم الجدير

Markers; all markers share four qualities

1. They are measurable ← ان تكون منقدر
تقيسها

2. They remain in the compartment being measured →

ما يغير مادة
بنتج مع مادة
أخرى ويتغير
marker
ما يغير مادة مثل الخواص تتفاعل أو
داخل الجسم أو تدخل metabolism وتخرج
بعضها يغير مادة وتخرج
هنا المادة للكلى وتخرج
مع البول مثلاً تغير

3. They do not alter water distribution in compartment being measured

الماء ما يغير بعمل osmosis
لأنه لو عمل osmosis
الماء رح يتقلل من مكان لكان
والقياس ما رح يطلع صح

4. They are nontoxic → صا تكون المادة
toxic
وتأذي صحة الإنسان

Antipyrine * هي مادة ارضها من الماء الثقيل وعالية الذوبان في الدهون، فتخترق الـ cell mem بسهولة

Measurement of fluid volumes (cont.)

* صفة ربيته تستخدم الـ urea تعبر الـ cell membrane

For total body fluid measurement, the unstable radioactive water (tritium, $^3\text{H}_2\text{O}$) is the substance of choice. Heavy water (deuterium, $^2\text{H}_2\text{O}$) can also be used, however it is a stable isotope. Antipyrine, urea, and thiourea can also be used to measure total body fluid volume.

* الذي يجعله انه بحبيب قليلا (1L ماء ثقيل) يعني في الحجم فنعرفه و تركيزه 100%
 * ولتفهمه ياه (I) ومنغلقه يتوزع وجه نصف سامة تقريبيا يح يكون توزع في كل مكان (Ecf/Icf)
 منروج منافذ نموذج من البلازما وينشوف التركيز الجهد الالبي هو تركيز الماء الثقيل فمن الماء اللطيف الالبي كل هو

* For extracellular fluid volume measurement two types of substances are used;

سكريات وسكناشيد

1. Saccharides such as inulin, sucrose, raffinose, and mannitol.

له اتمه من الـ sucrose وهو الـ يستخدم في المختبرات

لوري اقيس Ecf فقط
 لازم اعطيه صاكة تقدر توصل الـ plasma وتقدر تطلع من الـ interstitial

الكلابا بتفهم الكاوكوز glucose (monosaccharides) ولكن اذا اعطيت (saccharide) مثل سكر الطعام (sucrose) صعبه وسخوله (D) هو فعليا موسم ولكن ولا خلاصه تبيح وصول الـ cell membrane * لازم نعلم الكاوكوز قبل الخفنا

2. Ions such as thiosulfate, thiocyanate, and radionuclides of iothalamate, sulphate $(\text{SO}_4)^{-2}$, 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.

الآن بدي اقيس الماء في الجسم الالبي ان كله ، يعني Ecf + Icf فهو لازم اعطيه مادة بتتوزع Icf + Ecf وما في مادة احسن من الالبي نفسه

لرب ما بقدر اعطيها عاري مكان افرق بينه وبين الالبي هو هو اولاً لازم اعطيها في فضلك وهو الماء الثقيل $\text{D}_2\text{O}/^2\text{H}_2\text{O}$

ويعد في الخلق القادون ولتفهم ابي حجم Icf والـ Ecf فيج تكتشف انه تقريبا 60%

نظير الاله الـ H العادي فيه proton فقط ، طار التغيير فيه $1n + 1p$ $1p + 2n$

Measurement of fluid volumes (cont.)

* لا يوجد marker يقاس
 ال ICF لأنه الماء ال يوجد في
 ال membrane ال معناها اطروري هي كانت بال
 (ECF)

* انا اوليقي قايمة ال total fluid
 وقت ال ECF ، بطرحهم من بعضه بطلع
 عندي (ICF)

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

عشان نقيسها
 لازم نطلع ال
 total
 +
 ECF

intracellular volume = Total body water – Extracellular volume

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

الآن اذا بيقي اقيمه حجم ال plasma
 فقط بيأخذ ال vessel في محوره استخدمه مانك
 ما بطلع من ال vessel

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

صبغة ال Evans blue
 ال Evans blue dye ال
 ال Evans dye ال
 ال Evans dye ال
 ال Evans dye ال

Evans dye
 ال Evans dye ال
 ال Evans dye ال
 ال Evans dye ال

1. Evans blue dye (T-1824), also has the advantage of being avidly bound to plasma proteins

ال Evans dye ال
 ال Evans dye ال
 ال Evans dye ال
 ال Evans dye ال

125I-albumin
 ال 125I-albumin ال
 ال 125I-albumin ال
 ال 125I-albumin ال

2. Radio-Iodinated Human Serum Albumin (RISA)

3. Radioiodinated human gama globulin and fibrinogen (preferable)

صبغة ال Evans blue
 ال Evans blue dye ال
 ال Evans dye ال
 ال Evans dye ال

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

Measurement of fluid volumes (cont.)

* هنا اولي قسنا Plasma Volume
وعرفنا حجم البلازما ووعنا حجم ECF
منظرهم من بعض بيظعلنا (interstitial fluid)

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

$$\text{Interstitial fluid volume} = \text{Extracellular fluid volume} - \text{Plasma volume}$$

لـ Interstitial + ECF = ما منقدر
نعرفه إلا بالطرح

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

كـ طبيب كيف بدى اعرف حجم الـ blood ؟
اذا لما نقيس البلازما هيك انا قسنا سائل الدم فقط

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

* الدم حجمه اكبر من البلازما
blood = plasma + RBCs + WBCs

* hematocrit = نسبة لا عمل (unit) نسبة حجم RBC الى
حجم الدم كله (RBCs Volume : Total blood volume)

فار
هينام
من
القانون
الفوق
لما قسنا

لـ النسبة الطبيعية لـ hematocrit
بالبشر هي (40-45%)

لنقدر صفا
انه انا
يا صفتخدم
القانون او
منستخدم التجربة

تجربة نطلع فيها Plasma Volume
لـ يعنى نونج نعمل تجربتين لـ تجربة نطلع فيها hematocrit

طريقة لمعرفة قيمة (hematocrit)

منتجيب Capillary tube و ياف قطرة دم من ابطخضه اللي بيده يقيس ال hematocrit
وخلي لهاد Capillary tube عليها لقطرة الدم

وقتفا قطرة الدم تنشف بالجافية الشعرية

وهيك بهير في عامود احمر داخل Capillary tube

منجيب Centrifuge و منعط ال tube بالجهاز، طبقاً Centrifuge سبع بيا

تقريباً بلف 5000 لفة بالقيمة

منتر ال tube رقيقين ثلاث وبعين هناف ال tube ومنتوف العامود اللي جوا

منك مانه العصور اللي كان كله احمر انقسم قسمين: - 1 قسم احمر. 2 قسم الهف

الهف ← Plasma احمر ← RBCs

ل مئة كان طول العامود كله 10cm ، والعصور الاحمر 4cm

ل نسبة RBCs : Total blood

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

ل 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 لا تتنقل ← osmotic pressure
لأنه إذا كان في osmotic pressure هو البرج يحركنا المي
من مكان لآخر ولكن شروط Pressure

- The osmotic pressure of a solution is calculated by the **van't Hoff law**: * كذا osmol (1) بترونا ال osmotic pressure (19.3)

$$\text{Osmotic pr. } (\pi) = \text{Osmolarity (mOsm/L)} \times 19.3 \frac{\text{mmHg}}{\text{mOsm}} / \text{L}$$

(19.3 mmHg/mOsm per(L))

- 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

ار solution اللوح اعظمه ، ما هو احتمال تأثيره على حجم الخلية يا

Def. – The tonicity of a solution is the **effect of the solution on cell volume.**

ار solution اللوح اعظمه ، كيف يفتح
تأثيره على cell volume

The tonicity 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.

كل جزيء ما يقدر يعبر cell membrane

بعض التطوير

مع المهم
تأثير

المهم
العدد
NaCl
Na⁺ Cl⁻
(2 particle)

Solute that can penetrate the plasma membrane quickly become equally distributed between the ECF and ICF, so they do not contribute to osmotic differences.

ار اذا المادة يقدر يعبر cell membrane

بين راحو الخلية وفارجها
* عنان هي هي اللوح تعبر
مو الماء

ل وقتها هي اللوح تعبر وروح تتوزع بالتساوي
على السطحين (diffusion) وعادة الماء ما بتأثر

اول شئ عشان يصير في tonicity

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

لكل ما زادت ال osmolality ممكن يصير في tonicity (ممكن)

يعني كد ما زاد التركيز بترية osmotic pressure ممكن وقتها تصير tonicity.

بس ممكن تنزير به ما يآثر في حجم الخلية

لكل به يكون احنا متعاين انه شرطنا انه يغير من حجم الخلية

* of non penetrating solutes

يعني ممكن يصير في تغير حجم الخلية لو solute عادة اللي ثابت في ال solution لا يستطيع عبور حذر الخلية ، يعني لما نعطيه محلول فيه مادة ثابتة ما بتقدر تعبر حذر الخلية في وقتها اذا صار هذا المحلول تركيزه اعلى من الخلية في الماء رح ينتقل من داخل الخلية ويطلع برا في حذر tonicity

لكل اذا اعطيت محلول كوالبرا حذر تركيزه اقل من تركيز الخلية في الماء اللي برا رح يدخل لحوال من حذر tonicity

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

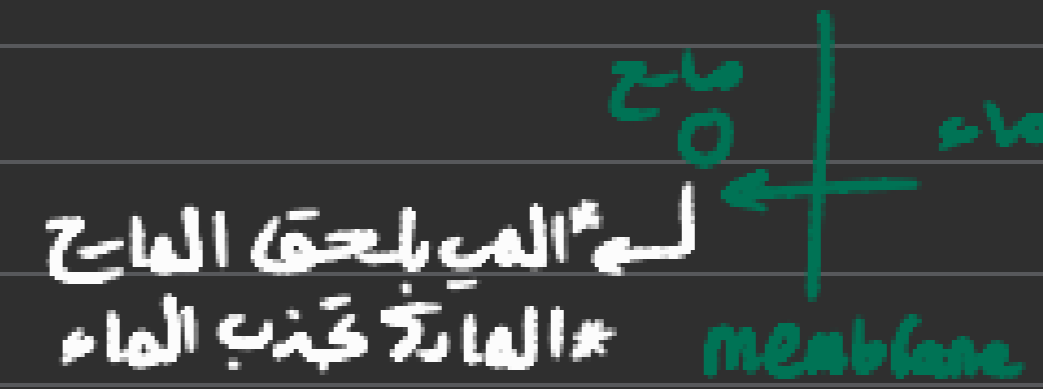
1 - osmolality

2 - ال solute ما بتقدر يجبر cell membrane

Each non-penetrating particle, large or small,

لكل كد جزء ما بتقدر يعبر الخلية في بعض النظر عن حجمه (large or small)

لكل اذا المادة ما بتقدر تعبر وقتها الماء هو اللي بدها



لكل هل بفرق اذا المادة جزيثقا كبيرة / صغيرة ؟

لا ، يعني particle of protein قاعد برا ، و particle of Na⁺ في التين بسول نفس قوة الجذب

لكل * هو المهم صجبه في المهم كم particle عندي

(عدد وليه 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

ما رام المحلول إذا فيه مادة ما تقدر تعبر Cell membrane وينض الوقت عم بأشعار حجم الخلية معناها وضع المحلول فهو واحد من حالات :-

هذا هو الرقم الحقيقي

osmolality of solution
نفس الخلية لا يتقبل ماء ولو تآنت الخلية بعاه اكله

Isotonic solution – a solution having an **osmolality 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. Normal Saline

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

osmolality للمحلول اقل من الخلية فالخلايا تنتفخ

Hypotonic solution – a solution that has an **osmolality 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 **osmolality 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.

ما في عننا بالطب cerebral edema (انتفاخ خلايا الدماغ)

لأنها تؤدي إلى الموت

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

لكن مناطق أخرى ما في مجال

ولهذا من الضروري جداً أنه تكون حجم الخلايا ثابتة وما يتغير.

* جميع المحاليل التي نستخدّمها بالمشفى هي عبارة عن (isotonic)

* مثال على (isotonic solution)

Normal saline (NaCl)

له تركيزه 0.9% → رقم مئة مس (حفظ)

0.9% يعني كل 100ml (عائلها %) من normal saline زائب فيها (0.9 غرام من الملح NaCl)

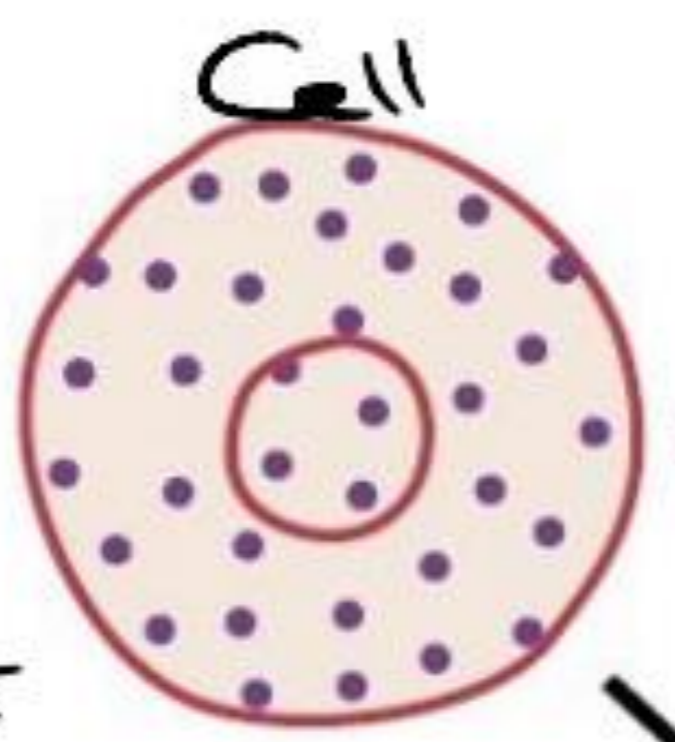
ليش ضروري جداً أننا نحافظ على ال osmolality وما نغيرها؟

لأنه الانتفاخ أو shrink في حجم بعض الخلايا هتقت

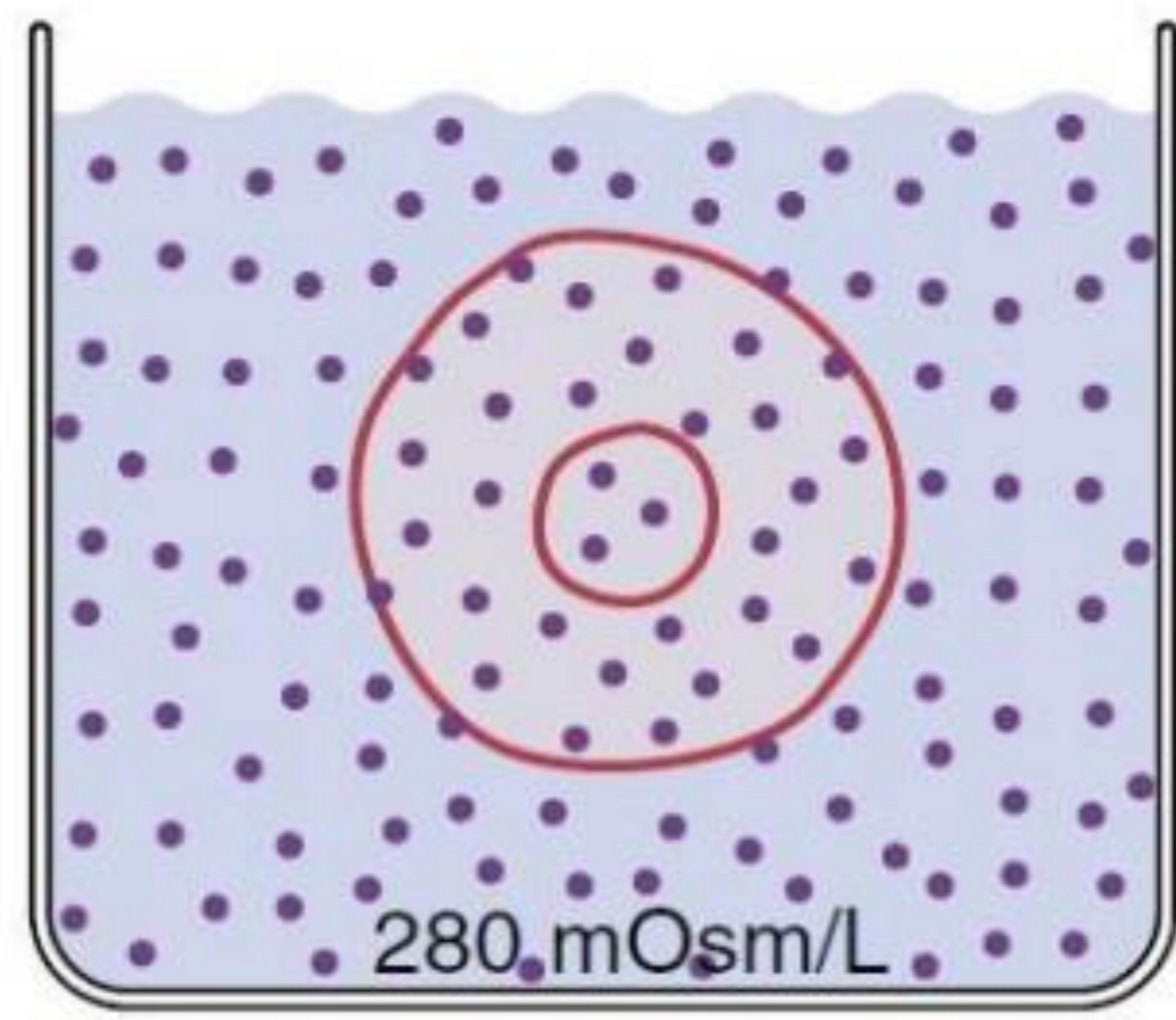
له مثلاً إذا انتفخت خلية داخل الأمعاء هتسبب لكفتا غير هسيحة لأنه البطن فارغ وفي جوف فارغ وإذا كبرت الخلية وتهدرت مارج يهرس

له لكن، مثال آخر: (الدماغ) في الدماغ قاع جوا الكهجة والكهجة من عظم (skull) فهتسبب هتقت انها تكبر له إذا ورتت الخلايا وقتها الخلايا التي على سطح الدماغ كاتها رج تنكس مع العظم وتهدت من المنقط

حطباها بيكيات
مخاليل
* عادة التجربة
بسووطا على RBC

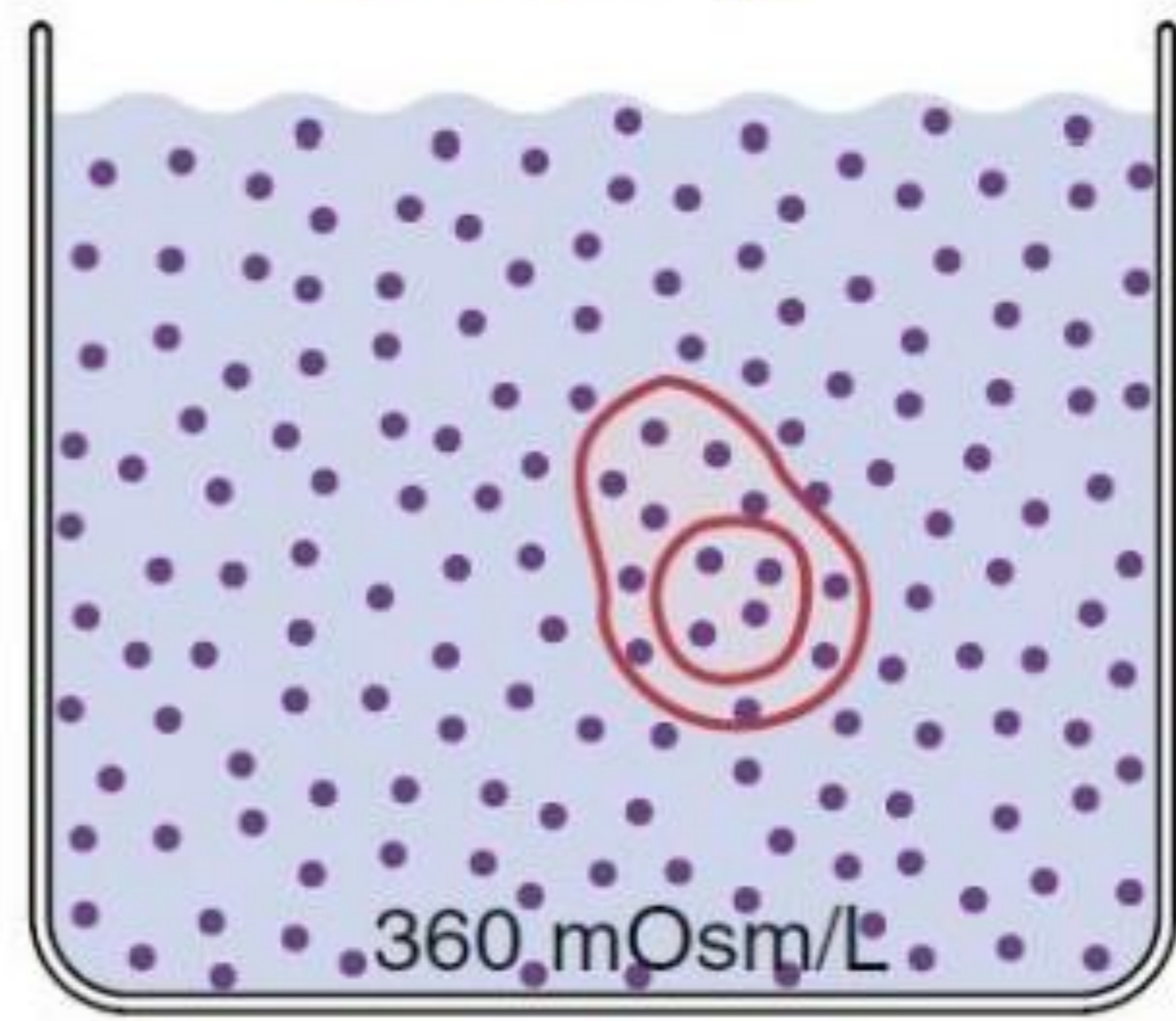


A



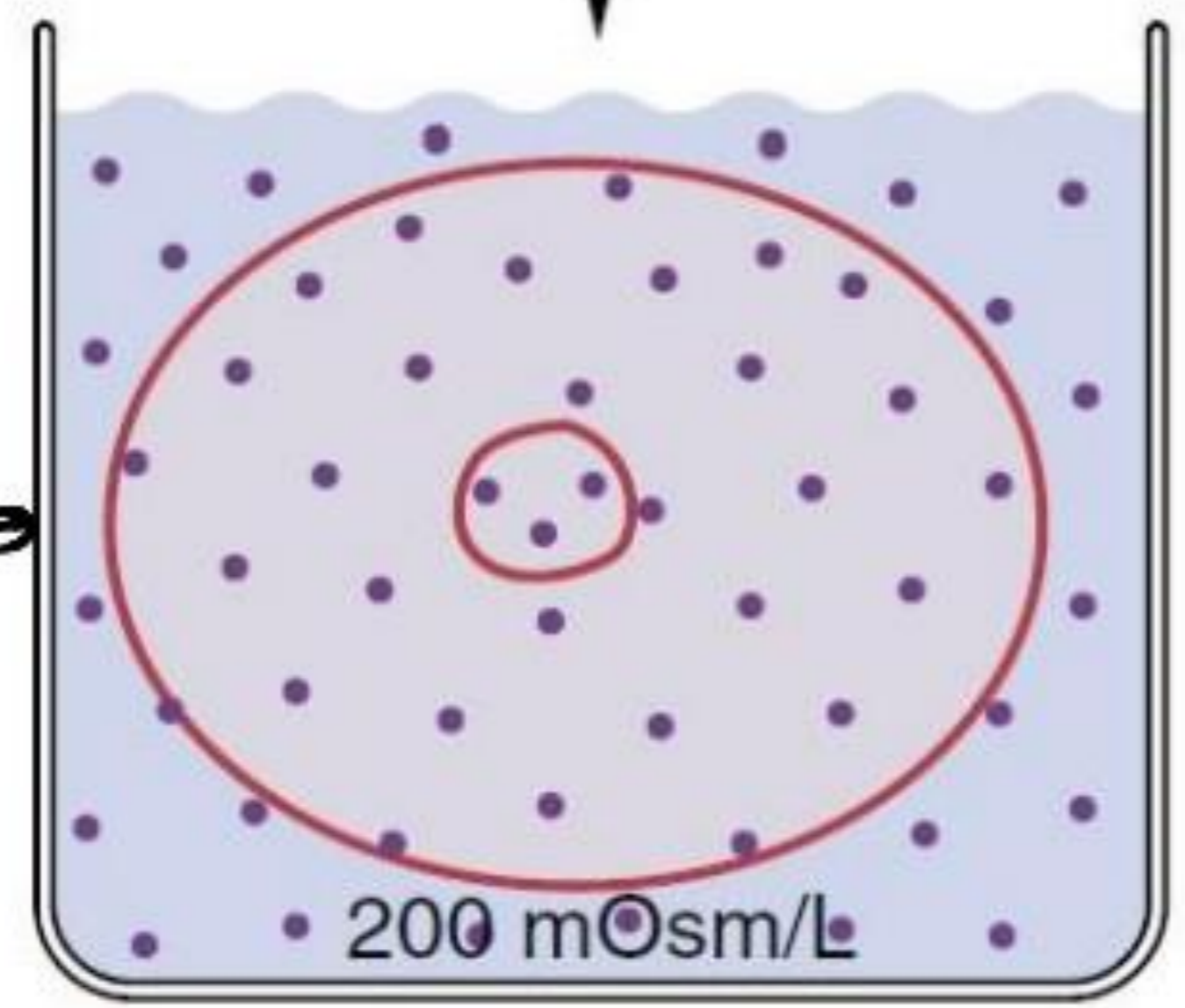
ISOTONIC
No change

B



HYPERTONIC
Cell shrinks

C



HYPOTONIC
Cell swells

هو الاظفر

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

Measurement of plasma osmolarity

كيف نقيس الـ osmolarity ونعرف أدوية بالترتيب ؟
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°
لماذا نويت فيه ملح؟ درجة الانجماد رح تنخفض
وقتاً ممكن يتجمد $(-1^{\circ}) / (-2^{\circ})$ = يبطل يتجمد على 0°

← كلما زاد تركيز المادة الذائبة = كلما درجة الانجماد تقل

← فالطباء جابوا ال plasma وهاووا بدعم يعرفوا شو درجة انجمادها
فمستنجوا انه ال plasma العادية تاغت البش تتجمد على درجة تقريباً (-0.54°)
يعني تقريباً نفس درجة اقل من الصفر بسبب المواد الذائبة

← كل ما ال Osmolarity تزيد، الرقم هاد (-0.54) رح يقل (ينزل لتحت) يعني كقيمة مطلقة بزيده
بذل ما هو (-0.54) رح يهيس مثلاً (-0.59) → انا منافده كقيمة مطلقة

← من خلال قيمة الانجماد بقدر اقيس ال Osmolarity

← وهاه في الطريقة accurate اللي طلعتنا الرقم 290/282

بالمثل لما نقيب osmolality الرقم رح نجيبه
 * هيب من وين جابوا رقم 300 ؟ عند طريقه قفا سهلة
 عند طريقه قفا سهلة

Measurement of plasma osmolarity (cont.)

هناك الطريقة بتعتمد على حقيقة بسيطة ، انه في 3 مواد بالاصح

بشكل 1.9% من osmolality ← urea / glucose / Na⁺ → هذه المواد بيحطون المختبر قيمتهم
 صافه هردول القيم وينطبق
 على القانون
 Serum osmolality can be **estimated** using the following equation:

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

طريقة
 Estimation

* 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).

وهناك بيجي ستخدمه مختم عليه وتكون
 المارة اللي نزلت ← mannitol / alcohol / acetone
 وبعض المواد الاخرى وهذه المواد جابوا القيمات غلط

في ازا زاد عندنا معناها في مارة موجودة بال plasma
 تنور osmolality وما دخلناها بالحساب ← فنتيجة الحساب نطلع
 غلط

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

↓
 Na^+ ضربناه بـ 2
 مة الفكة انه لما يكون
 في ايونات موجبة لازم
 يكون في قبالها ايونات
 سالبة
 *Plasma مؤستحوية
 نستخدمها (منى كيف مارن؟)
 لانه عدد الايونات الموجبة
 مطابق تماماً لعدد الايونات
 السالبة
 فعدد ما عدا ايونات موجبة من Na^+
 لازم يكون في قبالها نفس العدد
 من الايونات السالبة
 فمارح اعتبرها particles 1
 رح اعتبرها (2)
 لانه لتركيز الـ بيوتيني ايد المعصر
 لـ Na^+ رح اضربه بـ 2

↓
 نتيجة الفاوكوز
 من المختبر يتجيب
 mg/DL ما يتجيب
 بال (mol) فانا
 عشان اموله اى مول
 بقسمه عا، 18
 *مول من الفاوكوز
 هو نفسه osmole
 mol (glucose) = osmole
 لانه الفاوكوز ما يتكسر
 فإنا طلعت موثقة كائى
 طلعت osmole
 لانه انا بضر بـ بعد الـ
 osmoles فهو رح اضرب
 بواحد

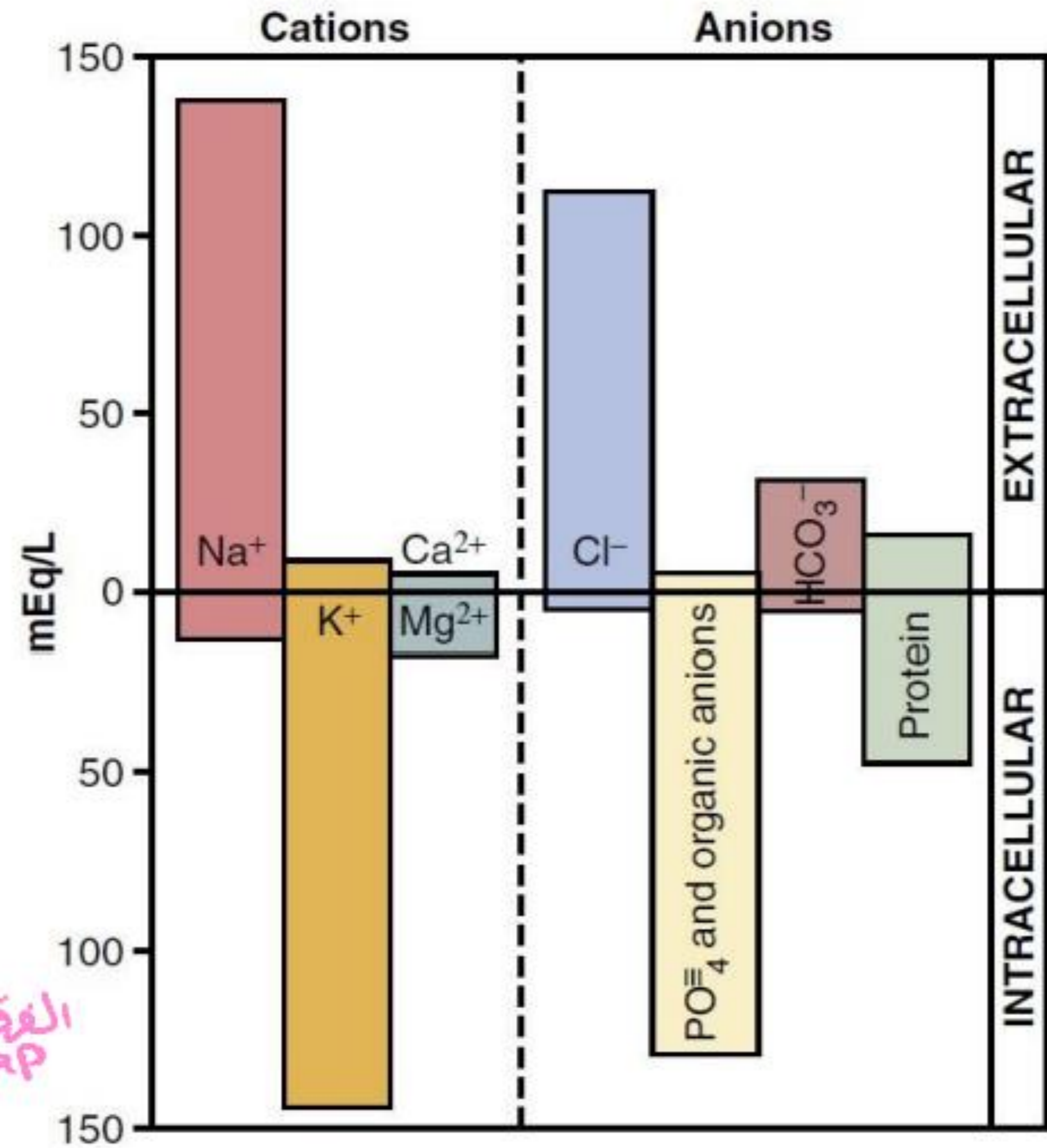
↓
 ارفها ما يتكسر
 بقسمها عا،
 الوزن الجزيئى
 لاولها (2.8)

هاد القانون لما نطبق عليه رح تطلع النتيجة 300
 ليتم في غلط / ختمه بسيد بالكميات بين له actual + estimated
 لانه الـ solution هو ideal يعني لما غكي Nacl وخبه 2
 يعني انا قاعد بنفرضه انه كل جزيئة Nacl انكسرت
 بعينه ازا عا مليون Nacl هارت مليون Na^+ + مليون Cl^-
 ليه ولكن في الحقيقة هيو هيك ، لو انكسروا رح يبنكروا 900 الف
 ويبنكروا 100 الف ما يتكسر

معنى في الواقع ما فيه طول ideal
 لازم تبقر جزء من الجزيئات جزيئات
 وما تنحول لايونات

Osmolar Substances in Extracellular and Intracellular Fluids

Substance	Plasma (mOsm/L H ₂ O)	Interstitial (mOsm/L H ₂ O)	Intracellular (mOsm/L H ₂ O)
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 ₂ PO 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 هتسميه
osmolar gap

تسويها عند طريق
المعادلة

تسويها عند طريق
freezing

Major cations and anions of the intracellular and extracellular fluids. The concentrations of Ca²⁺ and Mg²⁺ represent the sum of these two ions. The concentrations shown represent the total of free ions and complexed ions.