PHYSIOLOGY

Lec: 4+5

Done by: Maram Al-Wraikat

Physiology Lecture 4 & 5

Transport of substances through cell membranes

Dr. Waleed R. Ezzat

Physiology Lecture 4 & 5

Transport of substances through cell membranes

Structure (التركيب) → Function
يفيدنا لنتكلم عن

1- cell membrane ← selective (انتقائي) [كيف تستطيع المواد الدخول أو الخروج من الخلية عبر membrane ؟ يسمح لأي مادة ؟ لا هو selective + هذه مشروطة الحاجة

*2 داخل الخلية يختلف عن خارج الخلية

Dr. Waleed R. Ezzat

Lecture Objectives:

- Define diffusion and describe the factors that affect the rate of diffusion of substances across cell membranes.
- Describe facilitated diffusion.
- Compare and contrast facilitated diffusion and simple diffusion.
- Explain characteristics of carrier mediate transport, (specificity, saturation, and competition).
- Define and explain primary active transport, using the Na^+-K^+ pump, and proton pump as examples of primary active transport.
- Discuss the characteristics of primary active transport.
- Define and explain the mechanism of secondary active transport.
- Explain how glucose is transported across epithelial cells in the kidney and the gut by secondary active transport.
- Define vesicular transport, transcellular transport, and their functions.
- Define osmosis and explain how osmosis takes place.
- Define osmotic pressure and explain the determinants of osmotic pressure.
- Understand how to calculate osmotic pressure.
- Describe water movement across the plasma membrane and explain the role of water channels.

Diffusion

- It is the random movement of substances molecules, ions, or suspended colloid particles either through membrane openings or through intermolecular spaces in the membrane, or in combination with a carrier protein.
- Diffusion through cell membrane is either *simple* or *facilitated*.
- **Simple diffusion** is passive process (no energy is required) by which particles in solution flow down a concentration gradient. Diffusion rate is determined by the (1) concentration gradient, (2) electrical gradient, and by (3) membrane permeability. It is the only form of transport that is **not carrier-mediated**.
- Lipid-soluble particles can diffuse easily, their permeability is proportional to (1) their lipid solubility and (2) the size of the particle.
- The **selective** rapid passage of water through the membrane is achieved through *aquaporins*, which are channels used for the passage of water.

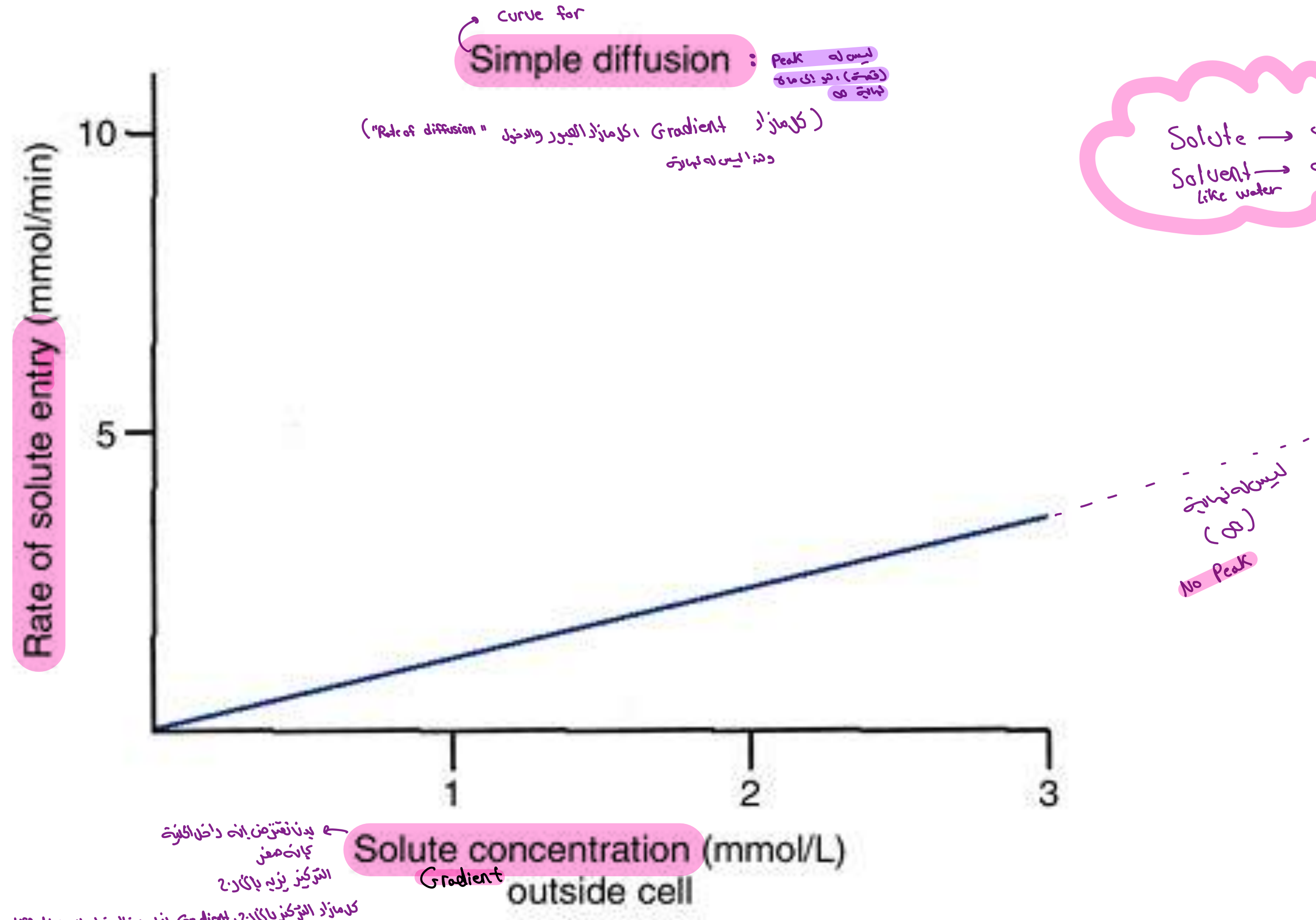
Aquaporins

لـ لما تفحص Cell membrane
↲ For Renal cupule (الكلية)
بشوفوا إنه مافيه Aquaporins "يعني ماخلي الماء يمر"
لكن في دفع آخر Cell membrane لنفس الخلية مليان Aquaporins والماء يمر

العلماء في وقتها حواكيف صار هيك فتبين إنه في هرمون اسمه "Antidiuretic Hormone"

* Aquaporins "في بروتينات قاعدة في السيتوبلازم" ← فـ هاد الهرمون بيحول الخلية (كل Aquaporine قاعد بالسيتوبلازم ودي لـ Cell membrane "يوي الماء يفوت"

* بوجود هاد الهرمون بيدخل Aquaporins لـ Cell membrane
ما في هذا الهرمون رجع البروتين ينزل للسيتوبلازم واختفى من Cell membrane
Cell membrane ما بيعبر ماء



Solute → مذاب
Solvent → مذيب
like water

A graph of solute transport across a plasma membrane by simple diffusion

Diffusion (cont.)

- ***Permeability*** describes the ease with which a solute diffuses through a membrane. It depends on the characteristics of the solute and the membrane.
- The permeability increases if:
  1. Solute is lipid soluble
  2. The radius of the solute is small
  3. The membrane thickness is small
- Uncharged or nonpolar molecules such as O_2, N_2, CO_2, fatty acids, and alcohols can diffuse through lipid membrane because of their high lipid solubility.
- Water-soluble ions less than 0.8 nm in diameter diffuse through protein pore channels. Their permeability is proportional to their size, shape, and charge; as well as the number of channels through which they can diffuse.

← channels أشكال، لكن بالغالب هي مسكّرة تنفتح بشروط، لكن إذا انفتحت channel وقطرها أقل من 0.8، الأيون المعين لهذه channel يعتبرها فرصة "فتحها الباب" فيندفع بسرعة

مثلاً: أيون الصوديوم كان متأكد س يلي الصوديوم channel مسكّرة، الصوديوم قطره أقل من 0.8، أول ما تنفتح No channel، الصوديوم رح يدخل ← دخوله من أي نوع Diffution ← Simple Diffution
(لم يحتج لطاقة، ولم يستخدم " Carrier

O_2 ← simple diffution ودخل من غير channel why? لأنه lipid soluble

عوامل تؤثر: Size ↑ Permeability ↓
shape (تختلف)
هام:
- charge ← أيهما أسهل دخولاً الموجب أم السالب؟ الموجب
- لأنه cell membrane ← Negatively charged ← تجذب الأيونات الموجبة ويسهل دخولها ويعيق الأيونات السالبة

كل ما كان عدد channels في membrane أكثر (بوابات أكثر) ← فمقدار إلي ممكن ينتشر بكون أكثر ↑

Diffusion (cont.)

- Some lipid-insoluble molecules (such as urea) can use less selective water channels to pass.
- In **facilitated diffusion** carrier protein aids passage of too large molecules or ions by binding chemically with the molecule or ion and shuttling them through the membrane in this form down an electrochemical gradient (e.g. *glucose* and *amino acids*). It does not require metabolic energy (i.e. *passive*) and is more rapid than simple diffusion.
- As facilitated diffusion is carrier-mediated, therefore, it displays three important characteristics that determine the kind and amount of material that can be transferred across the membrane: ***stereospecificity***, ***saturation***, and ***competition***.
- **Stereospecificity:** Each carrier protein is specialized to transport a specific substance or, at most, a few closely related chemical compounds. Example, amino acids cannot bind to glucose carriers.

Sterospecificity ← هل يمكن أن يدخل شيء آخر؟ نعم، وبشكل بسيط متى؟

↓

إذا "الشيء" مركب شبيه جدًا بالمركب الأصلي إلي البروتين له مصمم

مثلاً: أيون الكالسيوم (حجمه كبير) في بروتين له Carrier

لكن قد يخترق هذا البروتين Carrier بالمغنيسيوم (Mg)

(Ca / Mg)

بالجدول الدوري هم من نفس النوع

في جانب تكوينهم بالذرات "فيه شبه"

في قد يخترق protein carrier

← لكن على ذلك المفروض ينقل بس مادة واحدة

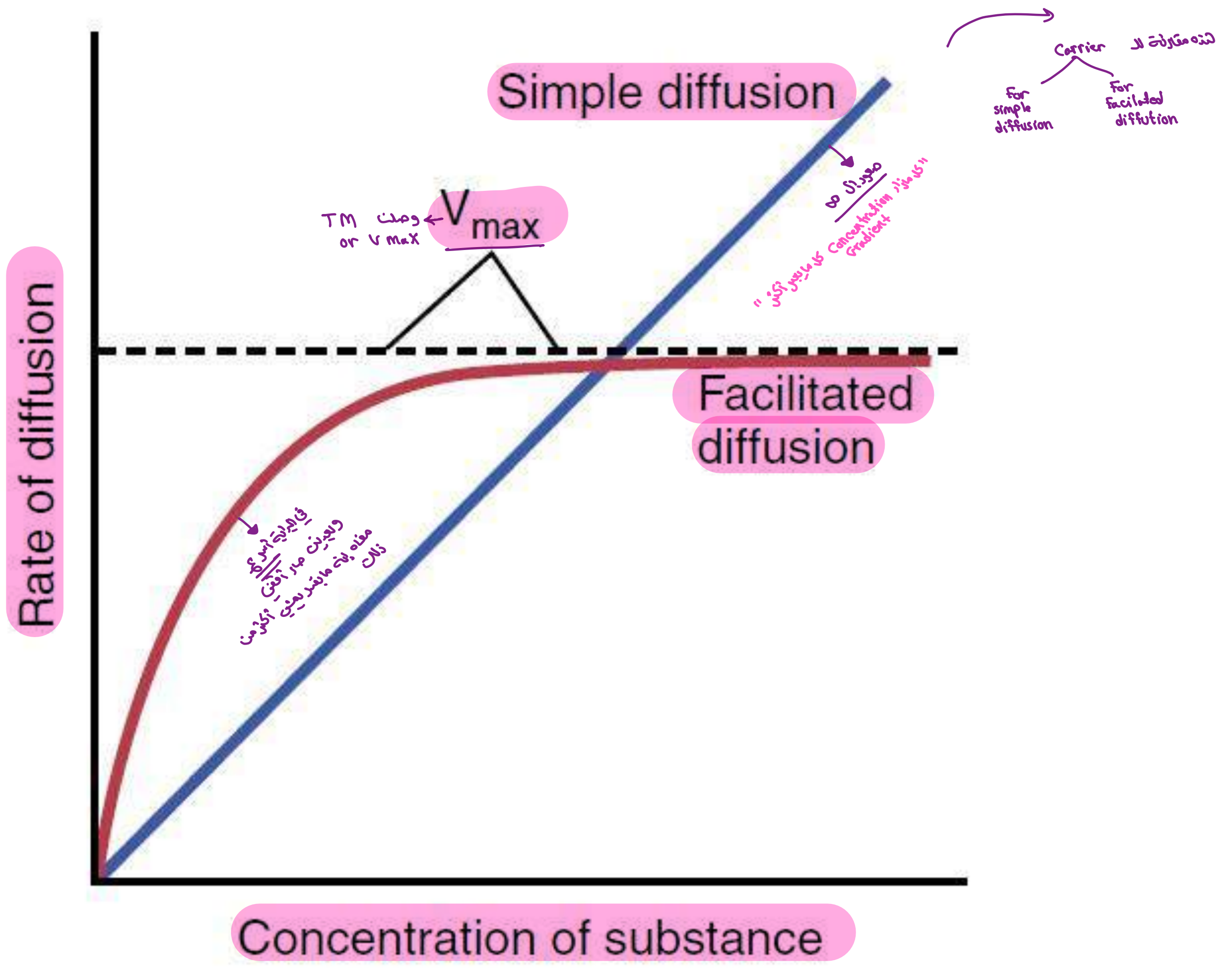
صفة ← stereospecificity ← protien carrier (ربنا خالقه حتى ينقل شيء. ولا ينقل غيره) ← هذه القاعدة 99%

Diffusion (cont.)

- **Saturation:** A limited number of carrier binding sites are available within a particular plasma membrane for a specific substance. Therefore, there is a limit to the amount of a substance a carrier can transport across the membrane in a given time. This limit is known as the **transport maximum** (***Tm*** or ***Vmax***).

  This means that initially facilitated diffusion depends on the concentration gradient until all binding sites are filled (saturated); at this point, the rate of diffusion can no longer rise with increasing the concentration gradient.

- **Competition:** Closely related compounds may compete for a ride across the membrane on the same carrier. Example the amino acid ***glycine*** can compete with ***alanine*** for the same carrier. The rate of transport of each amino acid is less when both amino acid molecules are present than when either is present by itself.



Effect of concentration of a substance on the rate of diffusion through a membrane by simple diffusion and facilitated diffusion. This graph shows that facilitated diffusion approaches a maximum rate, called the V_{max}.

Active Transport

تذكري : Facilitated diffusion يشتغل مع Gradient "It is passive"

هلا ما يصل في حسب دائماً هكذا ؟ لا

أحياناً في أمور بجسمنا بتصير عكس Gradient

E.X : 1- لما نتناول الطعام، الطعام بنزل للأمعاء، ← بيصير عليه Digestion ← بتتحول إلى غلوكوز ← الغلوكوز رح يبدأ الآن امتصاصه ← (الدم دائماً موجود فيه غلوكوز) "فرضاً تركيزه 100" لكن إلي أجا من الأمعاء "بيكون 1000" "لأنه متناول كمية كبيرة من الطعام، وحتماً بتصير (انتقال بسيط) ← لأنه تحتاج Energy كأنه من عالي لتقليل، لكن مش كل الغلوكوز نفقده من الأمعاء الغليظة (بضل ينزل ينزل حتى يصل لـ 100 وبعدين يصير في امتصاص فيزوح ويضيع) "لو تفحص الأمعاء الغليظة بتلاقي جزيئات الغلوكوز = صفر" ← **كيف ؟** انتقل الغلوكوز من تركيز قليل إلى عالي

2- مين ؟ عمل Kidney :

نفس الشي، Kidney (الكلية) ← بيصير فيها تصفية ← بالبداية كل المواد تنزل (فضلات / Amino Acids / الغلوكوز -----). إلى الكلية، ثم Renal tubule بطلع من المواد ← أنت مفيدة : ارجعي / أنت فضلات : خليكي اعملي دورك

ذ عند فحص البول ← البول ما فيه غلوكوز why ؟ كله نزل إلى الكلية بالبداية طب كيف وله جزيئة غلوكوز في Urea ؟ معناها نقلنا الغلوكوز من تركيز قليل إلى عالي (حتى صار صفر بالبول)

* فنحتاج تنقل أحياناً مادة من جدار الخلية "من تركيز قليل إلى تركيز أعلى" (مثل دفع الحجر من الأرض لقمة الجبل "عكس الجاذبية")

Active transport

It is the movement of molecules or ions by a cell membrane (or intracellular membranes) uphill against a concentration or electrical gradient.

Ions actively transported are Na^{+}, K^{+}, Ca^{2+}, iron, H^{+}, I^{-}, and urate ions.

Molecules that are actively transported are different ***sugars*** and most of the ***amino acids***.

Transport depends on carrier proteins in cell membrane.

Types of active transport

شكلين من Active transport

شكلين :

Secondary active transport

يحصل على الطاقة من غيره

طفيلي

Primary active transport

يعني البروتين (protien carrier) هو الذي ينتج ATP لنفسه

or

Protien is ATPase (protien carrier) نفسه Enzyme بإمكانه يكسر ATP ويحوله لـ ADP ويأخذ مباشرة من ATP وينقل

Primary active transport

Uses the hydrolysis of ATP as source of energy. Ions transported by this mechanism are Na^+, K^+, Ca^{2+}, H^+, Cl^-, and few other ions. Examples are;

A. **Na^+- K^+ pump** (Na^+- K^+ ATPase) is a clear example of this mechanism. Both Na^+ and K^+ are transported against their electrochemical gradients. Each cycle of the pump uses 1 molecule of ATP to remove 3 Na^+ ions from the ICF and transport 2 K^+ ions into the ICF. The Na^+-K^+ pump controls ***cell volume*** and creates ***electrical potential*** across the cell membrane as it pumps.

This pump is inhibited by **digitalis**, a drug used in the treatment of heart failure. Also this pump stops functioning if no Na^+, K^+, or ATP is available.

B. **Ca^{2+} pump** on the sarcoplasmic reticulum (SR) of muscle cells, which maintains the intracellular ionic Ca^{2+} concentration below 0.1 µmol/L.

C. **H^+-K^+ ATPase or proton pump**. This pump is found in (1) the gastric glands of the stomach and in (2) the late distal tubules and cortical collecting ducts of the kidneys.

Na^+/K^+ Pump

* حقيقة: 70% من طاقة الخلية تروح للصوديوم والبوتاسيوم Pump

* علم pharmacology (علم الأدوية) مرتبط "جداً" بالـ physiology
لأن لن نعرف الدواء كيف يعمل، إلا لما نفهم functions for physiology "تفهم mechanism من physiology، ومن pharmacology تفهم
ثم يسير بعدين"

* Pharmacology (لن ندرس دواء دواء) "رح ندرس عوائل" (كل مجموعة أدوية بيجمعهم عوائل) مثلاً: ← * Analgesics
(مسكنات الألام)
like: Paracetamol

* Nonsteroidal anti-inflammatory drugs
لـ هي الأدوية اللي تتحكم للروماتيزم
مثلاً: Ibuprofen And Voltarin ...

* Pharmacology رح ندرسها على شكل Groups (عوائل)

* في عائلة من الأدوية اسمها نتحدث Glycoside = Digitalis

* الطب القديم (قبل سنين كثيرة) كأيام ابن سينا ---
كان طب أعشاب، ماكان مستخدم الأطباء مثل الآن (Injections or Capsule or Tablets)
حقن
كلها صارت في الوقت الحديث
في 100 سنة الأخيرة

كانوا يستخدموا أعشاب

الطب الحديث: يقول إنه العشبة إلي رح تأخذها كم فيها مادة كيماوية؟ يمكن فيها 100 مادة كيماوية
لكن أحد هذه المواد الكيماوية هي اللي تؤدي العمل الطبي
فالطب بقول ليه يكون عندي 99 مادة لا تفيدني، وواحدة تفيدني
فـ يستخلص المادة اللي بتفيدني وبعد استخلاصها إما يعملوها حبة / Capsule حسب نوع الدواء
فـ اكتشفوا الأطباء اعتزام عشبة Digitalis، لما يعطوها لشخص معه عجز في عضلة القلب ← يتحسن

فـ استخدموها لعلاج عجزة القلب (لكن ماكانوا يعرفوا كيف تعمل)
← بالتجربة (الطب القديم كله تجربة وأعشاب)

الآن استخلصوا Digitalis (كحبة (دواء) وليس كعشبة) اسمها: Digoxin
↓
Inhibit (تعطيل) Na&K pump
يعني يزيد Na داخل الخلية (سيقل الطرد)
why? ↷

Ca^{+2} Pump

→ In skeletal muscle
(there is no Ca into cytoblasm) ≈ 0
لكن تقلص العضلة لا يتم إلا بوجود الكالسيوم
طب كيف؟ هو السيتوبلازم خالي من Ca ؟

اكتشفوا إنه بالخلية العضلية في مجموعة أنابيب نفس فكرة Endoplasmic Reticulum
لكن بالخلية العضلية غيروا الاسم إلى Sarcoplasmic reticulum
Endoplasmic Reticulum = Sarcoplasmic reticulum → لكن هاي في الخلية العضلية

"هذه الأنابيب مليانة Loaded (مخزن) كاتيون الكالسيوم داخل الخلية"

كيف السيتوبلازم فاضي، والأنبوب إلي داخل السيتوبلازم مليان؟ اكتشفوا إنه في جدار Sarcoplasmic Reticulum في بروتين يعمل كـ
pump، بأخذ Ca من السيتوبلازم ويحطه داخل الأنبوب

(يدخل أيونات الكالسيوم من منطقة Ca ≈ 0 إلى منطقة تحتوي على كميات كبيرة من الكالسيوم، وفيها شحنات (+) وتنافر)
فتشتغل عكس Chemical And Electrical
(Gradient)

H^+-K^+ ATP Ase = proton pump

ليه المعدة فيها حموضة عالية ← وذلك بسبب إفراز حمض Hydrocloric :(HCl)

من وين جاء أيون الهيدروجين؟ انسحب H^+ من الدم ثم رُمي في تجويف المعدة

تركيز الهيدروجين في الدم ← قليل

plasma → Alkaline (pH>7) ≈ 7.3

كيف الدم (بما إنه Alkaline فعنده أيون هيدروجين قليل، فكيف بدي أسحب منه هيدروجين وأحطه بالمعدة؟)

↓

pH ≈ ١٫٥-2 قبل الأكل

↑ بعد إفراز العصارة واختلاطها بالطعام

تخفف pH=3

التركيز ← ١٠^{-7} ، ١٠^{-3} ← التركيز كبر بمقدار $١٠^{٤}$

Pump
سحب من جهة تخزن
وصار فرق التركيز عشرة آلاف مرة
"سبحان الله"

← ليه H^+ يذهب للمعدة؟ حتى يعمل HCl ($H^+ + Cl^-$ → HCl)

ما الفائدة إنه المعدة تكون ذات حامضية عالية؟

← يساعد على الهضم، لو بلعت عظمة سمك بتذوب؟ لو وضعنا العظم داخل HCl ← أملاح الكالسيوم (في العظم) تتحد مع HCl (وتعمل كلوريد الكالسيوم (ملح ذائب)) والملح الذائب رح يروح، وسيبقى فقط البروتين، البروتين يصبح كأنه بروتين مطاط (مطوّي)، والباقي بروتين سيتهضم بإنزيم البيبسين

فبلع عظم السمك ما يخوف

← 2- تتناول الطعام بأنواع البكتيريا والفطريات

← ملايين البكتيريا والفطريات تدخل مع الطعام ← حتى Hygienic معقمة

لكن مجرد طلعت من المعدة ووصلت للأمعاء لمنطقة الاثنا عشر (البكتيريا إلي بتستطيع تتجاوز المعدة وتعمل أمراض عددها قليل")

آلاف شكل للبكتيريا والفطريات "كلها تقتل"

Secondary active transport

- Metabolic energy is not provided directly, but indirectly from the ***Na^+ gradient*** that is maintained across cell membranes (potential energy).
- Two or more solutes are coupled to the carrier protein; one of the solutes (Na^+) is transported ***downhill*** and provides the energy for the uphill transport of the other solute(s). Thus, inhibition of Na^+-K^+ pump eventually inhibits secondary active transport.
- If Na^+ ions pull other substances along with them while diffusing to the interior (solutes move in the same direction), the phenomenon is called ***co-transport***. **Glucose** and many **amino acids** are transported by this mechanism (such as in intestinal epithelial cells and in the renal proximal tubules of the kidney).

Secondary

← عن طريق (Na,K pump) صار Na (داخل الخلية تركيز قليل)
(خارج " " عالي)
فـ الصوديوم حابب يدخل بس ليس مسموح
* الصوديوم يدخل عن طريق channel "إذا" في channel مفتوحة " بنسبة قليلة أقل من 0.8
* " " " " Carrier كيف ؟

ربنا سبحانه وتعالى خالق في cell membrane ← protien carrier ← بيجي الصوديوم يرتبط بال protien carrier من برا ، وسترتبط معه جزيئة أخرى مثل : الجلوكوز

فـ protien carrier ارتبط بالجلوكوز والصوديوم ← الصوديوم من دونه (بده يدخل جوا) فيتمسك بالبروتين ويدخل من وين القوة ؟ من Na,K pump كل طلعه صار فيه طاقة ومنع (لما بده يدخل يولد طاقة الوقع حركة)

لما انفك عن البروتين ← يدخل مع Gradient (Na)
← الجلوكوز يدخل عكس Gradient (بداخل وجوا عالي)

Na دخل مع Gradient (بقوة دخوله) دخل معه الجلوكوز

→ هل كل دخول بنفس الاتجاه ؟ لا
دون بنفس الاتجاه (co-transport)

الفرق:
Primary ← هو ATPase فهو انتج الطاقة
Secondary ← protein لم ينتج الطاقة بنفسه، أخذها من أيون الصوديوم المخزون بطاقة وضع (potential Energy)

الأكثر في الجسم هو Secondary

→ إذا protien carrier من برا ربط بال Na
ولكن من داخل الخلية ربط مادة أخرى
Na ← دخل مع Gradient
الثانية: أي داخل الخلية خرجت عكس Gradient
Counter-transport or Exchange or Antiport

Secondary active transport (cont.)

- Other form of secondary active transport is the ***counter-transport*** or **exchange** phenomenon. Here Na^+ ions diffuse in replacement for intracellular substances that must be transported to the outside.
- Two counter-transport mechanisms are especially important; they are:

بطلع الكالسيوم من داخل الخلية لبرا

* The **Na^+-Ca^{2+} exchanger** (responsible for the removal of calcium from the cytoplasm of myocardial cells)

مثلاً: الجسم بده يطلع H^+ من البول ويدخل Na^+ مكانه

* The **Na^+-H^+ counter-transport**. This latter mechanism is responsible for the removal of H^+ ions produced by cellular metabolism to the ECF. The same mechanism is also responsible for the reabsorption of bicarbonate ions in the proximal tubule of the kidney.

Na^{+}, Ca^{+2}

خلية ماينه Sarcoplasmic ، و Ca موجود داخل السيتوبلازم، فبدي أطلعه (في كالسيوم خارج الخلية)

↓

من داخل الخلية حتى يصير عنا فرق درج

(Gradient فنعمل عكس)

← ذهون صوديوم دخل وطلع كالسيوم

← كيف بيعمل Digitalis ؟

ليه مرضى عجز القلب لي بيعطوهم Digitalis ← بتحسنوا ؟

قوة تقلص عضلة القلب ، تزداد مع وجود الكالسيوم في السيتوبلازم

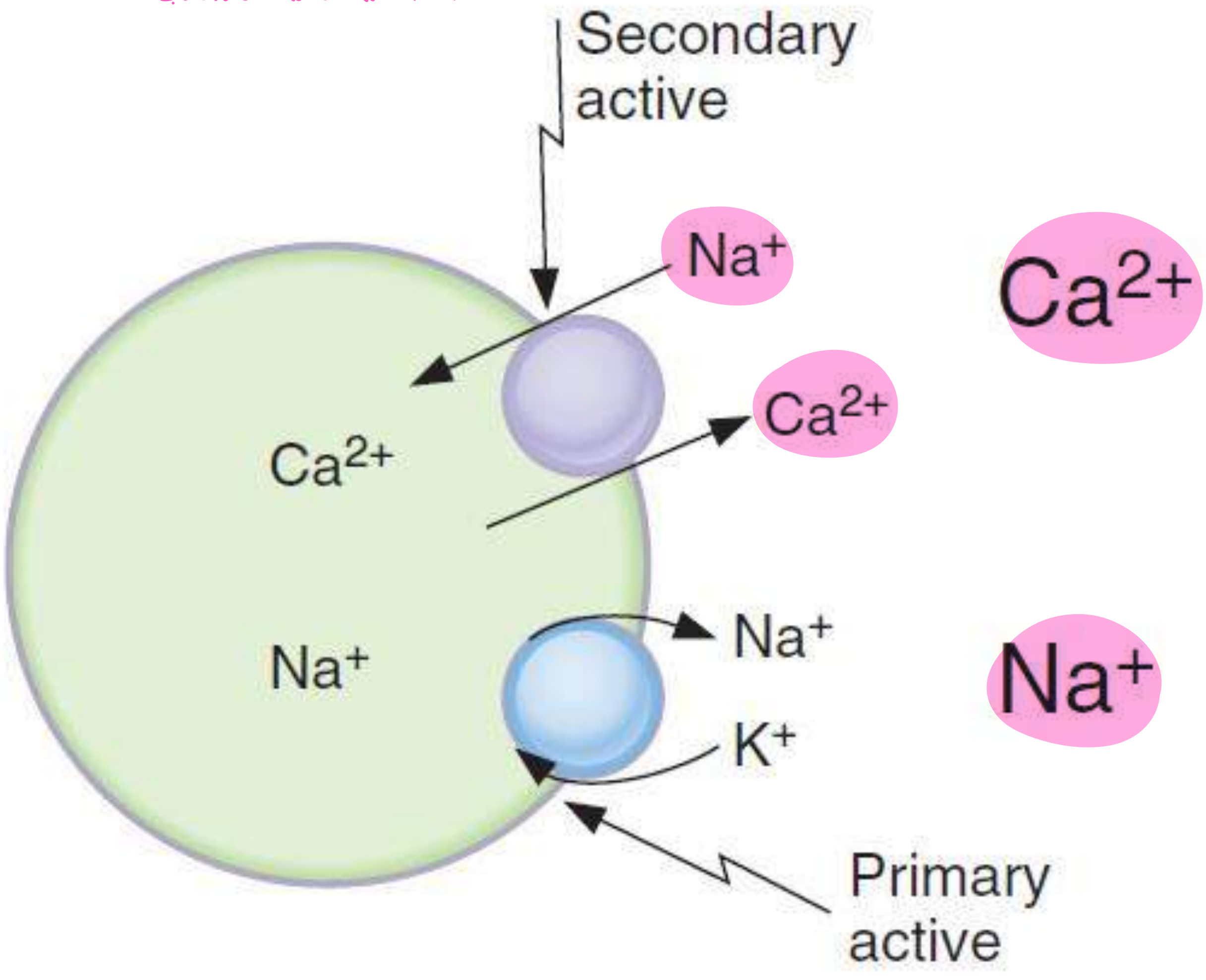
فمرضى عجز القلب كان عنده ضعف (K و Na) pump ← رفع Ca داخل الخلية

Digitalis ← هذا العلاج صار من التاريخ (قريبم)

Digoxin And Digitalis ← يستخدموا لعجز القلب

* هذا: Exchanger ← صوديوم يدخل، كالسيوم يطلع
هذه Mechanism (لا تعمل إلا بوجود Na, K pump)
Na برا: أي استفاد منه: Mechanism

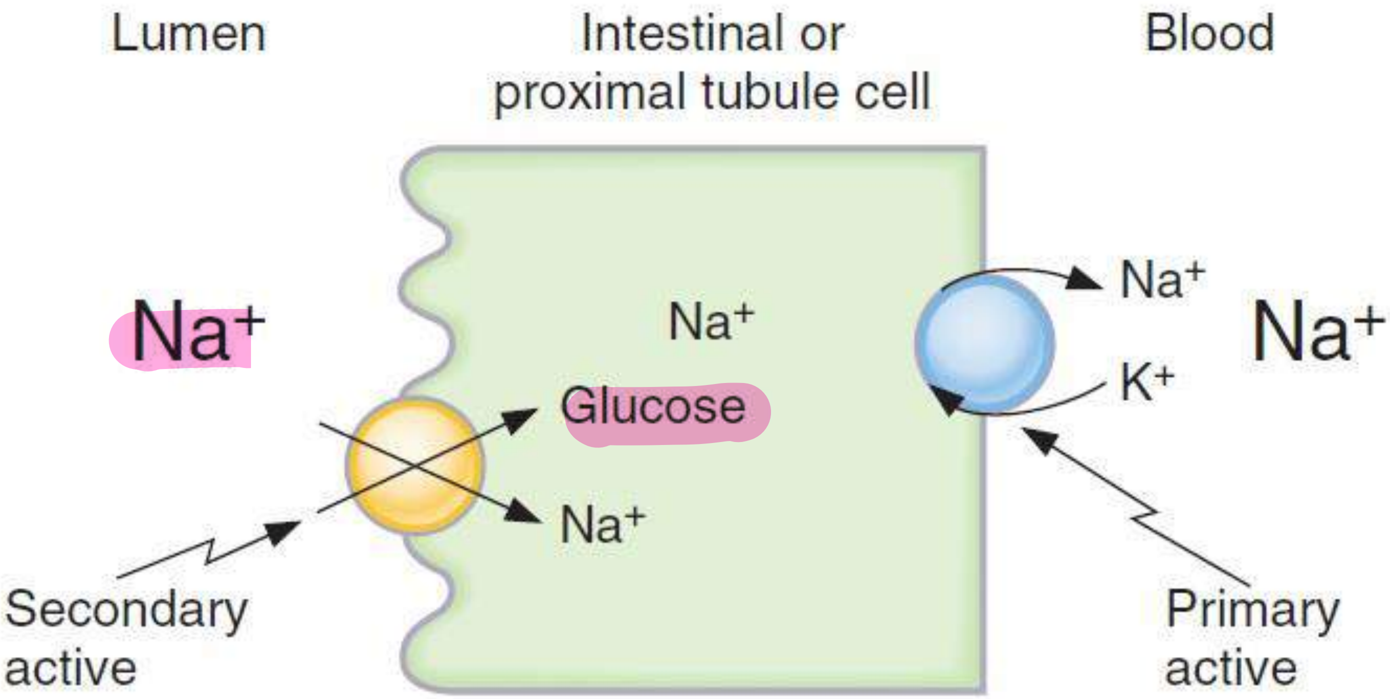
← كلما كان Na (برا كثير) فهجوم الصوديوم يكون أقوى كلما يطلع Ca أكثر
← إذا كان Na ↑ هجوم الصوديوم سيكون ضعيف في الخارج؟ تقلل الـ Ca ← يزيد داخل السيتوبلازم ← وزيادته تؤدي إلى زيادة تقلص عضلات القلب



Na^{+}–Ca^{2+} countertransport (antiport)

Co-transport

← صوديوم دخل، دخل معه بنفس الاتجاه مادة أخرى مثل الجلوكوز / Amino Acids



Na^+–glucose cotransport (symport) in intestinal or proximal tubule epithelial cell

Vesicular transport

This mechanism is applied for the transport of large polar molecules or even multimolecular materials that must ***leave*** or ***enter*** the cell- such as during secretion of protein hormones by endocrine cells, or during ingestion of invading bacteria by white blood cells.

Vesicular transport requires energy expenditure by the cell, so it is an active method of membrane transport. Energy is needed to accomplish ***vesicle formation*** and ***vesicle movement*** within the cell.

Vesicular transport includes **endocytosis** and **exocytosis**.

A. In **endocytosis** the material to be transported first binds to a receptor, and then the receptor-substance complex is surrounded by the plasma membrane substance forming endocytic vesicle to be ingested by endocytosis. Endocytosis is of three types;

1. Phagocytosis (cell eating), for bacteria, dead tissue, and bits of material. Few specialized cells (such as WBC) are capable of phagocytosis. A lysosome fused with the membrane of the internalized vesicle releases its hydrolytic enzymes into the vesicle, breaking down the engulfed material into reusable raw ingredients.

Vesicular Transport

→ Active
Requires Energy

← Particle (جسيم) مثل الأيون حجمه أقل من 0.8، ربنا سبحانه وتعالى خلق له Channels

← متوي كبير، ربنا خلق له Carrier

← إذا حجمه عملاق

مثلاً: جزيئة مثل جزيئة الانسولين يعتبر بروتين

البروتين هو سلسلة من Amino Acids

يعني آلاف الجزيئات والذرات

" الـ Amino Acid الواحد ليس جزيئة واحدة "

" حجم الجزيئة عملاقة جداً لا ينفع (carrier/channel) "

الجزيئات العملاقة بهذا الشكل، كيف تعبر الـ Cell membrane ؟

خلية البنكرياس صنعت هرمون الانسولين، انصنع داخل الخلية

في السيتوبلازم

كيف يطلع من السيتوبلازم لبرا ؟

عن طريق Vesicular transport

تكون vesicle ← جزء من جدار الخلية ← يعمل مثل الفقاعة Bubble، تحمل في داخلها المادة المطلوب نقلها

إما من الداخل للخارج To leave

أو من الخارج للداخل To Enter

(لا تظنون إنه كلشي بيدخل يعني لازم يمر في شي، "قد يكون traffic فقط")

Phagocytosis

له مثال: كريات الدم البيضاء (White Blood cells) "WBC"، هي بكتيريا عملاقة "حتى مشوفتها بال microscope"

في البداية (أي شي بده يدخل الخلية لازم يرتبط بـ Receptor أولاً) "البروتينات داخل الـ Cell membrane تعمل كـ Receptors، جزء من Receptors

هي " Reseptors for vesicals

← ترتبط WBC في Receptor

← Recepter يدخل للداخل، ويأخذ معه جزء من Cell membrane وتكون Vesicals

← ثم تنقطع من Cell membrane، وتدخل للداخل

* Vesicles ← جدارها فيه lysosome، يطلع الإنزيمات منه ويبدأ بـ Digestion

lysosome ← هو في العادة موجود في جدار الخلية، وقد يأتي من برا ويدخل.

البكتيريا لما يصير فيها Digestion ← البروتينات إلي فيها تتحول إلى Individual Amino Acids

Fat ← Fatty Acids

وتستخدمه الخلية كأي غذاء.

Vesicular transport (cont.)

2. Receptor-mediated endocytosis. is a highly selective process that enables cells to import specific large molecules that it needs from its environment. **Iron**, **cholesterol**, **vitamin B12**, and the **hormone insulin** are important examples.

3. Pinocytosis (cell drinking), the ingested substances are in solution and cannot be seen under the microscope. Pinocytosis provides a way to retrieve extra plasma membrane that has been added to the cell surface during exocytosis.

B. In exocytosis, intracellular material is trapped within vesicles, the vesicles fuse with the cell membrane and release the content to the ECF. ***Hormones***, ***digestive enzymes***, and ***synaptic transmitters*** are examples of materials transported by such mechanism.

Exocytosis enables the cell to add specific components to the membrane, such as selected carriers, channels, or receptors, depending on the cell's needs. Exocytosis is a process that requires Ca^{2+} and energy.

Notes: Exocytosis-endocytosis coupling maintains the surface area of the cell at its normal size.

Flu viruses and HIV, the virus that causes AIDS, gain entry to cells via receptor-mediated endocytosis.

Exocytosis

← البنكرياس طلع هرمون الانسولين، والهرمون الانسولين هو الآن بالدم، وصل لل Capillaries، كيف بده يطلع من Cappalries و يوصل للخلايا

ملاحظة ← أي البروتين عشان تقدر تعدي لازم تطلع من (Cappalires

فيه Pores

صغيرة جداً

بس بتطلع (ماء، يعني plasma و small Ions

Na, K

How

جدار Cappalary يتكون من خلية واحدة (one layer)

↓

one Endothelial cell

بما انه مكون من خلية واحدة، فعندي وجه يقابل الدم ووجه يقابل ECF / Interstitial Fluid

→ الخلية من جهة الدم تعمل Endosythosis

يعني آخذت جزيئة الانسولين ودخلت بـ vesicle ....

تمشي حتى توصل للطرف

وبالطرف تعمل لـ Exocythosis

→ حيث يتم نقل الجزيئات الكبيرة من داخل الدم وتصل إلى interstitial fluid

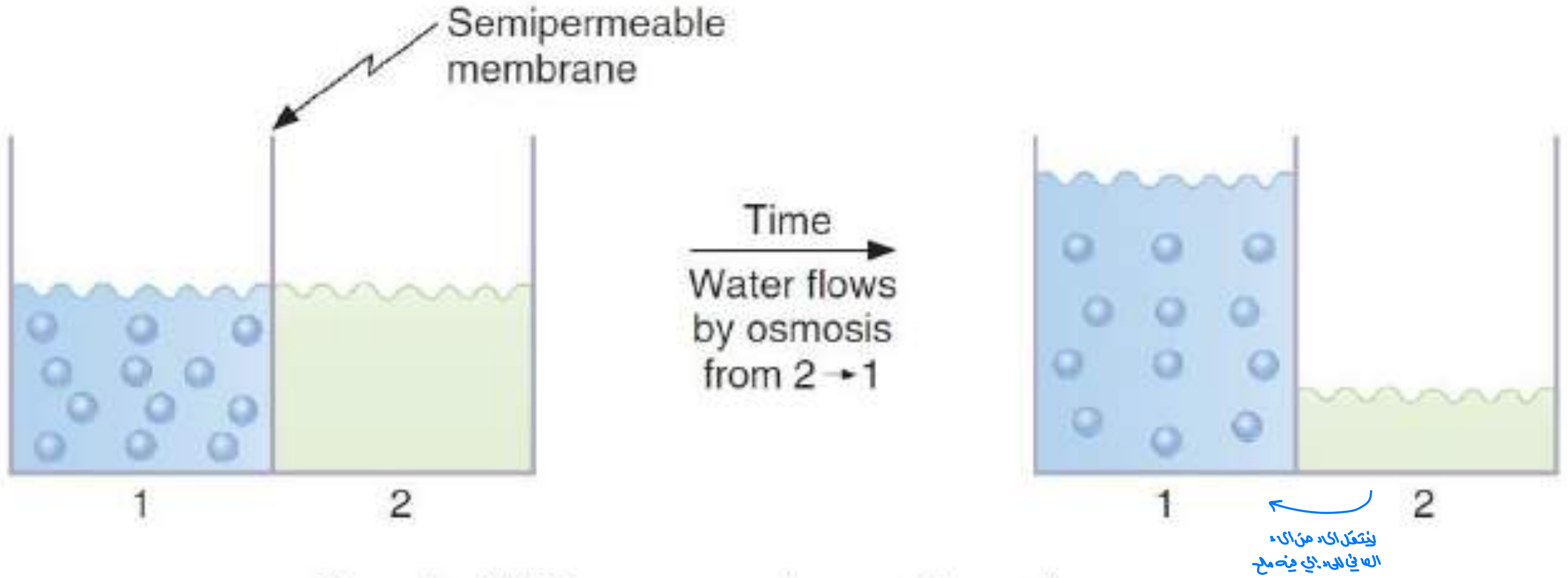
ثم تصل إلى بعض الانسجة ويرتبط الانسولين بالـ Receptor

والخلية تستجيب .. –

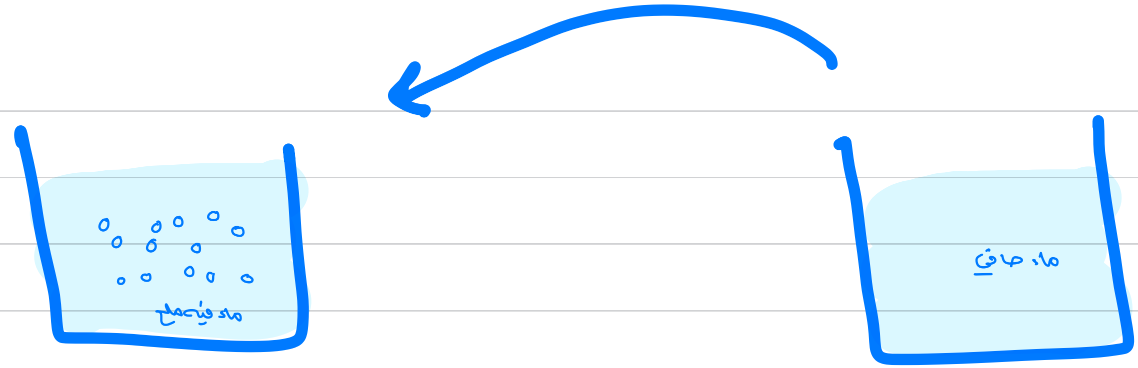
Osmosis

- It is the net ***passive*** flow of water across a selectively permeable membrane down an osmotic pressure gradient.
- The driving force for movement of water is the same as for any other diffusing molecule, i.e. from a region of high water concentration to one that has a lower water concentration.
- It is important to recognize, however, that adding a solute to pure water in effect decreases the water concentration.
- In general, adding one molecule of a solute displaces one molecule of water.
- Therefore, water flows from pure water to salty solution (i.e. ***water moves by osmosis to the area of higher solute concentration***).

← لو حطيت ماء صافي، وماء فيه ملح " ← الماء سينتقل من الصافي للي فيه ملح
(فائدة) الماء يلحق الملح / الحي، المذاب "شرط الشيء المذاب مايقدر يعبر Cell membrane "
إذاً الماء بيقدر يعبر من Cell membrane، فالماء لا ينتقل، الملح هو اللي ينتقل.



Osmosis of H_2O across a semipermeable membrane



* حطوا مول جلوكوز ← فالقوة الي بده ينتقل فيها الماء من ده الوضعات = 100 N

* حطوا " كلوريد الصوديوم ← قوة انتقال الماء صارت 200 N ← ليه صار مضاعف القوة؟ لأنه بتكسر وبيصير أيونين (Cl^- ، Na^+)

قوة الانتقال لا تعتمد على عدد المولات (molarity)

تعتمد على Osmolarity

فقوة انتقال الماء تعتمد على كم جزء موجود ← دقائق (جزيئة ، أيون)

← سؤال: لو مرة وضعنا مول ← جلوكوز
مول ← كلوريد الصوديوم NaCl (Na^+ ، Cl^-)
مول ← كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ (Ca^{+2} ، Cl_2) 3 أجزاء

قوة اندفاع الماء في كلوريد الكالسيوم 3 أضعاف لأنه $CaCl_2$
ليس مهم حجم الجزء المهم (جزء)
فنعتمد عدد الأجزاء

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.

  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.

  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.