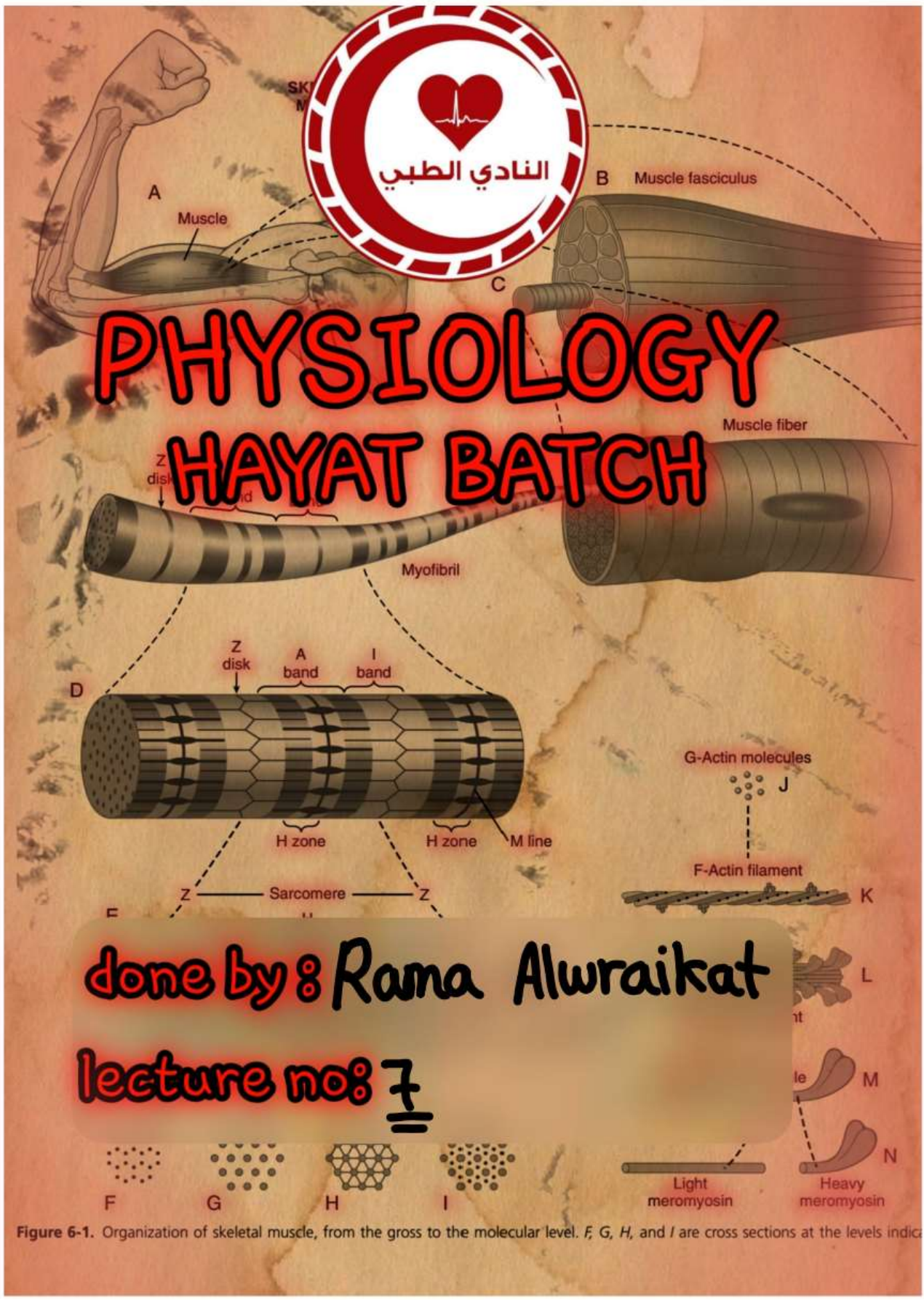




# PHYSIOLOGY HAYAT BATCH



done by: Rama Alwraikat  
lecture no: 7

Figure 6-1. Organization of skeletal muscle, from the gross to the molecular level. F, G, H, and I are cross sections at the levels indicated.

# Physiology Lecture 7

# Osmotic Equilibrium

**Dr. Waleed R. Ezzat**

## Lecture Objectives:

- ⦿ Define osmotic equilibrium between intracellular and extracellular fluids.
- ⦿ Differentiate between isotonic, hypertonic, and hypotonic solutions.
- ⦿ Compare the principle of tonicity versus osmolarity.
- ⦿ Be familiar with the calculation of plasma tonicity; and understand the calculation of osmolar gap and their clinical application.

## Osmotic equilibrium between ICF and ECF

يتطلع الماء  
اتجاه المادة الأذابة (الملح) →

- The osmotic pressure of a solution is calculated by the **van't Hoff law**:

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

(mmHg) constant ثابت

- From the law, one milliosmole increase in the concentration gradient generates an increase of 19.3 mmHg of osmotic pressure across the cell membrane.

تنتفخ

- Therefore, a relatively small changes in the concentration of *impermeant solutes* in the extracellular fluid can cause large changes in cell volume.

\* إذا زادت طفيفة ربح تعمل تغير لأنه إذا زادت Osmolarity داخل الخلية ربح تخرج الماء الخارج وتنكمش الخلية وإذا قلت Osmolarity داخل الخلية ربح تخرج الماء لداخل الخلية والخلية ربح تنتفخ

\* Impermeant → مادة لا تستطيع اختراق  
cell membrane

\* Osmotic pressure  
↓  
يتأثر بدرجة الحرارة لكن  
لأن درجة حرارة الجسم الداخلية  
Core Body Temperature  
ثابتة فلغوا العمل من  
القانون

\* مريض السكرية يتبول بكثرة لأن البول عنده فيه سكر Glucose

← الموزون إنه البول ما يكون فيه ولا واحد molecule of glucose →

وجود Glucose في البول يسوي Osmotic Pressure فيجر الماء فينقل  
المريض الكثير من الماء ويشرب الكثير ليعوض المفقود

يجر المي ويسحب من ECF إلى Osmotic Pressure inside capillaries  
داخل capillary

فيذا حدث خلل في عملية سحب الماء تصير ظاهرة edema ينتجع الماء من ECF  
انتفاخ



Edema

\* إذا كان في عناء ورتينات في ECF (خارج الخلية) ولا تستطيع اختراقه cell membrane  
فتكون Osmolarity خارج الخلية أعلى من داخلها وهذا يجر الماء للخارج وتنكمش  
الخلية

# Osmotic equilibrium between ICF and ECF

- تتكيف

no osmosis

تتكيف

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. (normal saline)
- 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.

\* الماء ينتقل بسرعة بسبب aquaporines

\* شركات الأدوية غالباً تستخدم isotonic

← في الكتاب Osmolarity = 300 mOsm/L لكن الحقيقية 282 mOsm/L (real)  
↓ (calculated)

في المختبر

نجز الماء ونحسب  
وزن molecules  
ونقسمه على  
molecular weight  
لكن مادة

\* الفرق بينهم  
osmolar gap

يعتمدوا على ظاهرة فيزيائية  
بعيبت درجة الانجماد للماء  
تساوية صفر وأن هناك  
علاقة طردية بين كمية مايزاب  
ومقدار الانخفاض في درجة  
الانجماد

في المختبر يطلعوا درجة  
انجماد plasma ومن مقدار  
انخفاضها يعرفوا كمية المواد الزائدة فيه

**Isotonic**  $\Rightarrow$  \* Osmolarity in ECF = Osmolarity in ICF

\* No osmosis

\* Osmolarity = 282 mOsm/L

\* الخلايا لا بتنكمش ولا بتنتفخ

\* example: NaCl (normal saline) 0.09%

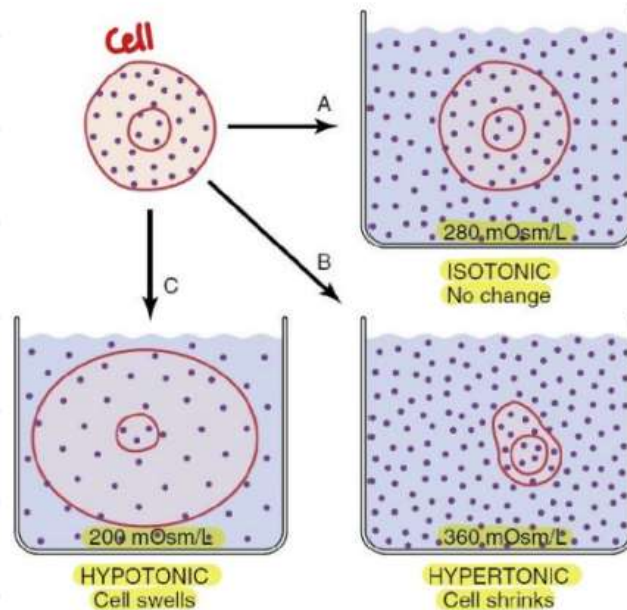
لواقتت 100 ml أما 1 Leter = 1000 ml  $\Rightarrow$  يكون التركيز 0.9%

**Hypotonic**  $\Rightarrow$  \* Osmolarity in ECF < Osmolarity in ICF

\* Cell will swell تنفخ الخلية

**Hypertonic**  $\Rightarrow$  \* Osmolarity in ECF > Osmolarity in ICF

\* Cell will shrink تنكمش الخلية



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

## Osmotic equilibrium between ICF and ECF (cont.)

### Note:

- ⊙ If the solute can permeate the cell membrane (such as urea) the solutions will be termed isosmotic, hypo-osmotic, and hyperosmotic respectively. Such solutions have transient effect on intracellular and extracellular fluids. تغزبه
- ⊙ If a difference in osmolarity occurs between intracellular and extracellular fluids, osmotic equilibrium is achieved within seconds or, at the most, minutes. This is because of the rapid movement of water across the cell membrane. However, 30 minutes are needed to achieve osmotic equilibrium everywhere in the body after drinking water. من الحظرات الأولى why?

← لو شربت 300ml من الماء ؟  
one third → 100ml → ECF  
two thirds → 200ml → ICF

\* لو جيت Urea على ECF  
↓  
يزداد التركيز خارج الخلية وشوية مية  
يطلع برا و اليوريا تدخل لداخل  
الخلية و كانه لم يحصل Osmosis  
ويصح التركيز خارج الخلية يساوي لداخل  
إذا صو تغبير لحظي

## Changes in volumes and osmolality (fluid therapy)

Factors that can cause changes in the extracellular and intracellular volumes are:

- Excess ingestion or renal retention of water <sup>ابتلاع زائد</sup>
- Intravenous infusion of different types of solutions <sup>الحقن بالوريد ↑</sup>
- Loss of large amounts of fluid from the gastrointestinal tract, by sweating, or through the kidneys. <sup>cause dehydration</sup> تقيء و Vomiting  
إسهال و Diarrhea

GIT ←

\* من حالة شرب الماء سوف يقل التركيز في ECF وبعدين Osmosis تنتقل الماء من داخل الخلية خارجها بنسبة 2:1 وتقل Osmolarity و kidney ربح تطلع Urine بكمية كبيرة ← Normal ← هنا في حالة Excess Water

\* من حالة Renal Retention تمنع الخلية ويزداد حجم ECF و ICF و ما تطلع اليه و تقل Osmolarity ← Abnormal

\* Kidney <sup>فيها</sup> → Control System

\* إذا ستر بنا هي تركيز البول يقل

\* في الصيام و ما ستر بنا هي تركيز البول

يزداد حتى تعقل فقدان الماء من الجسم

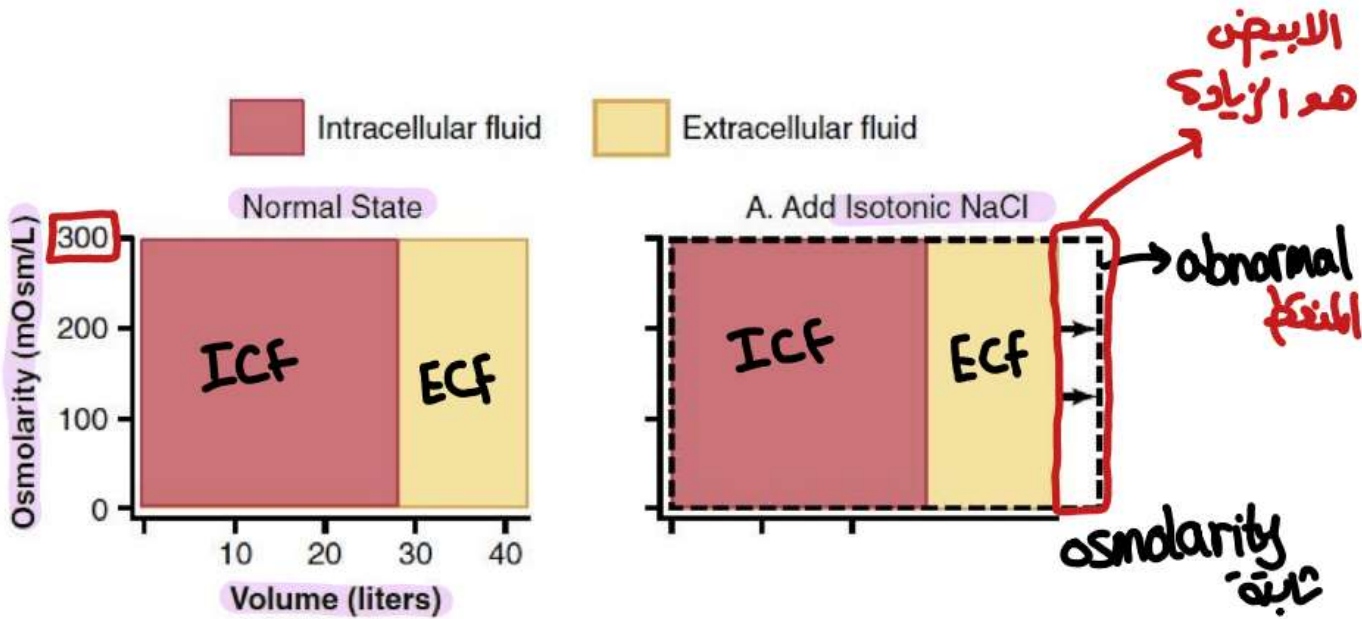


## Principles: قواعد

1. Water administration does not create a change in osmolalities between the intracellular and extracellular compartments. → تنظيم لنسبة الماء  
تبقى النسبة 2:1
2. Adding or removing impermeable solute from the extracellular compartment (such as NaCl) will cause fluid shift between the intracellular and extracellular compartment. لا تتغزوه cell membrane  
تختلف النسبة ←

## Effect of adding saline solution to the extracellular fluid:

1. Isotonic solution → ↑ in extracellular fluid volume with no osmosis. no change with osmolarity
2. Hypertonic solution → osmosis out of cells into the extracellular compartment → ↑ in extracellular volume and ↓ in intracellular volume. (osmolarity ↑)
3. Hypotonic solution → osmosis into the cells → both compartments increase in size, although the intracellular volume increases to a greater extent. ← النسيج حجمهم يزداد لكن ICF أكثر



**Total Osmolarity ↓**  
 قلت (مختصيف)

**Total Osmolarity ↑**  
 تزداد بسبب زيادة تركيز الملح (المادة المذابة)

→ **Osmolarity ECF**  
**Osmolarity ICF**  
 دائماً أو اماً حدت  
 تكبير و صغنا أو صغنا  
 مواد

**Normal Saline (NaCl)**  
 ↓  
 يبتز في ECF  
 نعمله نستعمل مع ايسهال  
 أو نكتر  
 ما نعمله في رونه نكت  
 رح يمتل في ECF و نكت  
 في ICF

## Effect of administering glucose (or nutritive) solution:

- ◉ Almost always these solutions are usually adjusted nearly to isotonicity.
- ◉ Normally after the glucose or other nutrients are metabolized, the kidneys excrete excess of water in the form of dilute urine.
- ◉ A 5% glucose solution is often used to treat dehydration. After the glucose being metabolized, the remaining water helps correct the increase in extracellular fluid osmolarity associated with dehydration.

### \* Glucose Water



الجلوكوز يعبر جدار الخلية

ويصير له metabolism

ويبقى الماء في ICF

فهو الحل للمريض

الذي ما يقدر يشرب

(معها غيبوبة)

## Test Question:

- Q. In a hospital error, a 60-year-old woman is infused with large volumes of a solution that causes swelling of her red blood cells (RBCs). The solution was most likely:
- A. 150 mM NaCl.
  - B. 300 mM mannitol.
  - C. 350 mM mannitol.
  - D. 300 mM urea.
  - E. 150 mM CaCl<sub>2</sub>.

قليلًا من التفاؤل يصنع ألف طريق نحو السعادة..

بالتوفيق



#النادي\_الطبي

#معكم\_خطوة\_بخطوة