تفريغ كلينكال

المحاضرة:

WATER AND ELECTROLYTES p1

الصيدلاني/ة: ياسمين خليل

Soul Academy

لجان الدفعات

WATER AND ELECTROLYTES

Dr. Iman Mansi

اللهمَّ انفعْني بما علّمتني وعلّمْني ما يَنفعُني وزِدْنِي علمًا والحمدُ للهِ على كلِّ حالٍ وأعوذُ باللهِ من عذابِ النارِ

ELECTROLYTES

عنا هم مشحونة

- Are ions capable of carrying an electric charge (cations (+) or anions (−))

تحتوي أحد هاي الأيونات

- The dietary requirements for electrolytes vary widely; some need to be Consumed only in small amounts. Others, such as calcium, potassium and Phosphorus, are excreted continuously and must be ingested regularly to Prevent deficiency

يختلف عن غيره
وحجم المخزون منها غني
عن أيونات ثانية ومنهم بحتاج جسمنا
نأخذهم بكمية صغيرة وغيرهم بكمية كبيرة

بفضل الجسم يطلعهم فكارتم
نفضل نعوضهم قبل نقصهم من الأكل

- They are involved in many processes:
  - Volume and osmotic pressure (Na, K, Cl) → زي ما شفنا بأدوية الوذمة
  - Myocardial rhythm and contractility (K, Mg, Ca) → أدوية انقباض القلب
  - Cofactors in enzyme activation (Mg, Ca, Zn) ← As ACE
  - Regulation of ATPase ion pump (Mg) → بتدخل $2H^+$ وتخرج $3Na^+$
  - Acid-base balance (HCO_3^-, K^+, Cl^-) ← زي لما حكينا في أول محاضرة بالفحص إذا كان Cl^- مرتفع بيكون H^+ منخفض والعكس صحيح مثلاً pH
  - Blood coagulation (Ca, Mg)
  - Neuromuscular excitability (K, Ca, Mg) → مؤثرات على السيالة العصبي
  - Production and use of ATP from glucose (Mg, PO_4)

هدول هم حاجتنا لتكسير glucose وإنتاج ATP

WATER

ICF (28L) ECF (14) [3.5L plasma / 10.5L interstitial

- In a 70-kg man, the total body water is about 42L (60%), ICF(28L) and ECF (14 L, plasma (3.5 L) and interstitial fluid (10.5L))
- Daily water intake is 1.5-2L → أي ml أو L من السوائل والماء إلي رح يدخل الجسم، الجسم رح يخرج 2L water رح يطلع بالبول، لازم ندخل اليوم 2L
- Women have lower water content than men (more fat) ← السبب وراء إنه جلد الإناث أنعم من الذكور
- Importance of water in human body:
  - Transport nutrient to the cells الماء حامل للمواد المغذية مثل electrolyte, O_2
  - Determine cell volume by its transport into and out of cells → حسب المضاعفة الاسموزية
  - Remove waste products (urine)
  - Body coolant (sweating) عشان حرارة الجسم ترجع طبيعية

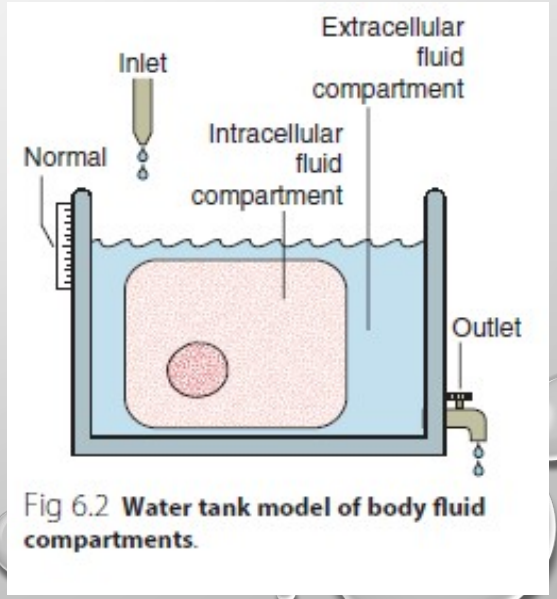


Fig 6.2 **Water tank model of body fluid compartments.**

سبحان الله وبحمده
سبحان الله العظيم

WATER

- The concentration of ions inside the cells and in plasma is maintained by passive diffusion and active transport through ATPase-dependent ion pump
  (1) [No ATP is needed, so with conc gradient]
  (2) [ATP, against conc gradient]
- Most biological membranes are permeable to water but not ions
  عشان هي الخضخات موجودة بسبحان الله
- Water and sodium output
  - Kidneys and gastrointestinal tract [Faeces + Urin]
  - Sweat and expired air: about 1L daily [sweat + exhalation]
- Factors that affect the flow of water across the membrane
  - Ions and proteins at one side of the membrane → أي مكان موجود فيه أيونات راح تروح عندها الماء
  - Blood pressure → الأوعية الدموية إلي فيها ضغط راح تزيد شدة دفعة الدم للخلايا وداخلها

CLINICAL FEATURES OF HYDRATION PROBLEMS

Table 6.1 **The principal clinical features of severe hydration disorders**

Feature	Dehydration	Overhydration
Pulse	Increased	Normal
Blood pressure	Decreased	Normal or increased
Skin turgor	Decreased	Increased
Eyeballs	Soft/sunken	Normal
Mucous membranes	Dry	Normal
Urine output	Decreased	May be normal or decreased
Consciousness	Decreased	Decreased

CONTROL OF WATER BALANCE

- Both intake and loss of water are controlled by osmotic gradient across cell membrane in the brain hypothalamic osmoreceptor centre
- These centres control thirst and secretion of antidiuretic hormone (ADH)=AVP (arginine vasopressin hormone)
- Thirst is the major defense mechanism against hyperosmolality and hypernatremia
- Antidiuretic hormone:
  - Is polypeptide with $t_{1/2}$ of 20 min
  - Synthesized by the hypothalamus and secreted by the posterior pituitary
  - 2% increase in osmolality lead to 4 times increase in ADH
  - Low blood pressure and severe hypovolemia stimulate ADH release
  - Stress due to vomiting, nausea and pain may increase ADH secretion
  - ADH act by increasing the reabsorption of water in cortical and medullary collecting tubules

تركيز Na^+ في الدم = كمية Na^+ / كمية H_2O

CONTROL OF WATER BALANCE

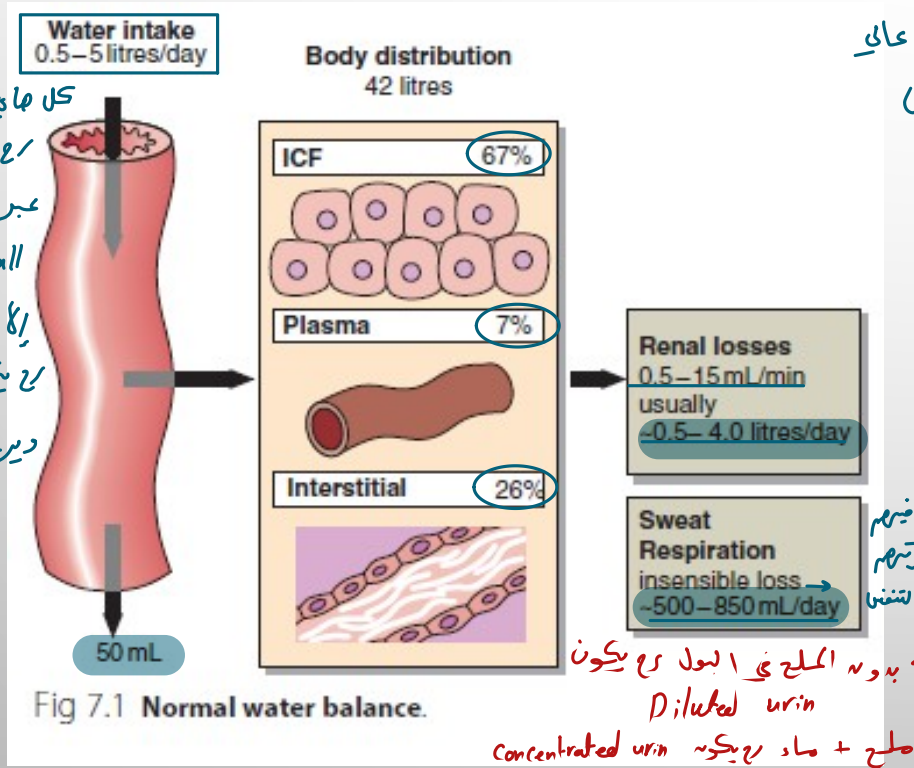


Fig 7.1 **Normal water balance.**

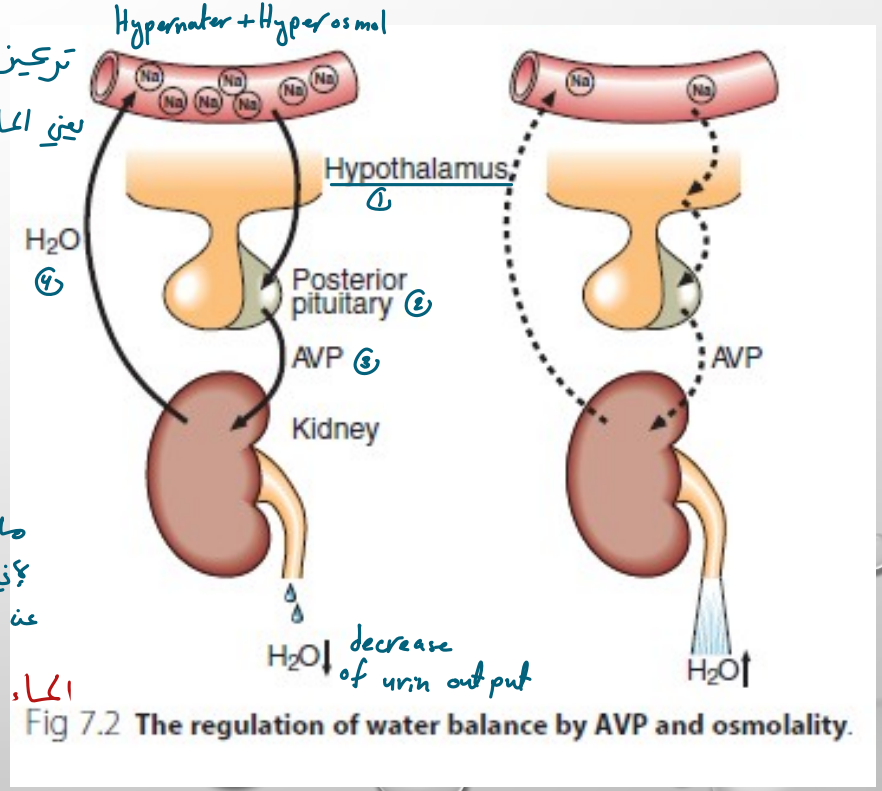


Fig 7.2 **The regulation of water balance by AVP and osmolality.**

CONTROL OF WATER BALANCE

اللهم أعز الإسلام والمسلمين
وأذل الشرك والمشركين

كأنه مباشرة مجرد ما دخل على GI اشي مالح
وأكل مالح مباشرة رح يشتغل مركز العطش

- Hypernatremia rarely occurs in a person with a normal thirst mechanism and access to water, it becomes a concern in:
  - Infants (الأطفال إلي لسا ما بحكوا)
  - Unconscious patients
  - Anyone who is unable to drink or ask for water.
  - People who are older than 60 where osmotic stimulation of thirst progressively diminished
  - In the older patient with illness and diminished mental status, dehydration becomes increasingly likely example of the effectiveness of thirst in preventing dehydration

ولكن عند الناس إلي عندهم مركز العطش شغال
بس صار يطلبوا هدول بدنا ننتبه إلهم: ←

مع تقدم العمر وظائف الجسم تتراجع ←

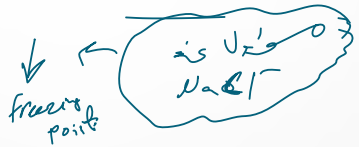
صار بعطشوا رغم إنه ممكن يكونوا عندهم Hypernatre →

- A patient with diabetes insipidus (no ADH) may excrete 10 L of urine daily, but as water intake matches output, plasma sodium remains normal

السكري الكاذب، كاذب لأنه الكليتين عنده عكس طبيعي من أعراضه
السكري ولكنه مش مريضها سكري فعلياً: يتبول باستمرار
يعطش باستمرار

Hypernatre الهرمون عنده طبيعي زيما عنده ← كأنه جاد الشخص ما عنده ADH المانع لإدرار البول

OSMOLALITY



- Physical property based on the conc. of solutes (in mmol) per kg of solvent (w/w). This affect different properties of solution as:
  - ↓ Freezing point depression
  - ↓ Vapor pressure decrease
- Increase in osmolality will induce secretion of ADH enzyme while decrease in osmolality will lead to turning off ADH secretion
- Osmolal gap is the difference between the measured osmolality and the calculated osmolality
- Osmolal gap indirectly indicates the presence of osmotically active substances other than sodium, urea, or glucose, such as ethanol, methanol, ethylene glycol, lactate, or β-hydroxybutyrate.

الفرق بين measured و calculated osmolal لـ مختلفة بأنها تحسب الـ osmolal الكلية من 3 أشياء: urea, glucose, Na^+ و لأنهم أهم المساهمين الأكثر في الدم osmolal

نأخذ عينة دم من مريض ونعمل عليه جهاز osmometer وهاد الجهاز رح يقيس osmolality والمساهم فيها كل solute الموجودة في الدم glu/lactate/ethanol/urea/...

طيب ليه calculated بس عنا هي صدول الـ 2 ؟ لأنهم كالهم مساهمين في 95% من blood osmolality

SIGNIFICANCE OF OSMOLALITY

أما الفرق الناتج من طرحهم هو osmolal gap

osmolal gap = measured − calculated

دايمًا أكبر

- Because it is the parameter by which the hypothalamus responds

رح تحفز ↑ إذا كانت osmo عالية إما إذا طبيعية ↓ ما رح تحفز

- It affects Na concentration as it represents 90% of osmotic activity in Plasma

- Na concentration is also affected by blood volume

لأنه ممكن تركيز Na طبيعي $\frac{\text{كمية Na}}{\text{كمية } H_2O}$ = تركيز Na ← هادين التركيز ممكن يرتفع فقط إذا ارتفعت كمية Na ؛ بل كمان إذا قلّت كمية H_2O ← إذا تتأثر بـ blood volume

لا إله إلا أنت سبحانك إني كنت من الظالمين

العينات إلي بيستخدموها عشان أقيس الـ osmolality فيهم ؟

DETERMINATION OF OSMOLALITY

- Osmolality may be measured in serum or urine. → لكن صنوفي البلازما كإنها مضيف عليها anticoagulants خارج يزيدوا osmotic activity وتؤدي إلى زيادة القراءة خطأ.
- Plasma use is not recommended because osmotically active substances may be introduced into the specimen from the anticoagulant.
- Samples must be free of particulate matter to obtain accurate results.
- Turbid serum and urine samples should be centrifuged before analysis → أي إنه ما لازم يكون معكّر أو turbid

سؤال امتحان على هذا القانون

DETERMINATION OF OSMOLALITY

The normal gap is : 5-10

① بعمل محلول standard ويكون عارف كل معلوماته بعدين بقيس freezing point

② بقيس F.P لعينتي وبقارنهم ونسبة وتناسب ودرجتها بروح اعمله لعينتي

يعتمد في قياسه على freezing point

- Osmometers are standardized by NaCl solution, then the freezing point of the sample is measured and this is compared to the calculated value as double of serum sodium or according to the following 2 formulas:

$$2\,Na + \frac{glucose\,(mg/dL)}{20} + \frac{BUN\,(mg/dL)}{3}$$

urea

اليوريا فيها 2N = 28 MW = 2 * 14

ورقة قراءات الكيميا تكون بوحدة (mg/dl) ولكن osmol تُحسب بوحدة (mmol/L) (نقسم على MW)

أما لو كانت بالامتحان الوحدات mmol/L بجمعهم مباشرة بدون قسمة

$$or$$

هاي المستخدمة في الامتحان

$$1.86\,Na + \frac{glucose}{18} + \frac{BUN}{2.8} + 9$$

طيب لو glucose ← mmol/L و BUN ← mg/dl بس بقسم BUN على 2.8

يعني الارقام جاهزة في القانون ما د مباشرة لو كانت الوحدات في السؤال الـ mg/dl بنظبطه عليه والناتج mmol/L

سؤال من الدكتورة ←

measured = 310
glucose = 5.5 mmol/L
Na^+ = 145 mmol/L
BUN = 14 mg/dl

شوفوا الوحدات كلهم تمام mmol/L
→ BUN عادي بس هي نقسمها ع 2.8 عشان تحولها لـ mmol/L

$= 1.86 * 145 + 5.5 + \frac{14}{2.8} + 9$

$= 289.2$ mmol

gap = 310 − 289.2

= 20.8 → جداً عالي مقارنة مع الطبيعي

NORMAL RANGES

TABLE 15-1 REFERENCE RANGES FOR OSMOLALITY

Serum	275–295 mOsm/kg
Urine (24-h)	300–900 mOsm/kg
Urine:Serum ratio	1.0–3.0
Random urine	50–1200 mOsm/kg
Osmolal gap	5–10 mOsm/kg

يا مي يا ميوم بروفك أستمين، أمهلي شأي كله ولا تكلي لي نفسي هالرفة عين

Electrolytes, Sodium (Na)

أغلب Na^+ في البلازما و Cl^- تعادل الموجب تبعاً Na^+

- Body contains about 3000 mmol of sodium mainly in ECF
  ≃ 135-145 mmol/L of plasma

أما داخل الخلايا أغلب K^+ موجود ويعادل جزيئاتها البروتينات

- Sodium daily intake is about 60-150 mmol

- Sodium balance is regulated by blood flow and aldosterone (hormone secreted by adrenal cortex)

بكونه وبين ما يرجع الصادر تحتها electrolytes

بالذات Na^+ بكونه 90٪ منه في الدم

يفرزها adrenal gland

يعمل حبس أو retention للصوديوم

يطلع K^+ عبر urin

أستغفر الله العظيم وأتوب إليه

Electrolytes, Sodium (Na)

- Sodium is the most abundant cation in the ECF (90% of all extracellular cations) and largely determines the osmolality of the plasma.

extra cellular

- Sodium concentration in the ECF is much larger than inside the cells, because a small amount of sodium can diffuse through the cell membrane.

- To prevent equilibrium from occurring, active transport systems, such as ATPase-dependent ion pumps (moves 3 Na out of cell for each 2 K moving into the cell) are present in all cells

equilibrium صاي الصفحة عشان إنه الايتن اله إنه يصير ويصير كميه Na^+ خارج و داخل الخلايا تضل بعض

الحمد لله ربّ العالمين

REGULATION OF SODIUM

تحبة الصوديوم معقدة على تحبة الماء ؛ إذا الجسم حبس ماء كثير ← رح يحبس Na^+ برضو كثير والعكس (في الحالة الطبيعية)

- The plasma sodium concentration depends on: the intake and excretion of water and the renal regulation of sodium

- Three processes are of primary importance:

(1) The intake of water in response to thirst, as stimulated or suppressed by plasma osmolality (2)the excretion of water, largely affected by ADH release in response to changes in either blood volume or osmolality

(3) the blood volume status, which affects sodium excretion through aldosterone- angiotensin II and ANP (atrial natriuretic peptide)

من القلب ← بيشتغل لما يكون ضغط الدم عالي ؛ يعني $Na^+ + H_2O$ بكمية عالية عشان يطلعوا

بيشتغلوا في حال ضغط الدم نازل ← retention ← $Na^+ + H_2O$

Hypokalemia ← ويكون هكذا بسبب K^+ بالبول كانهم بخرجوا

- The kidneys have the ability to conserve or excrete large amounts of sodium, depending on the sodium content of the ECF and the blood volume, normally, 60-75% of filtered sodium is reabsorbed in the proximal tubule

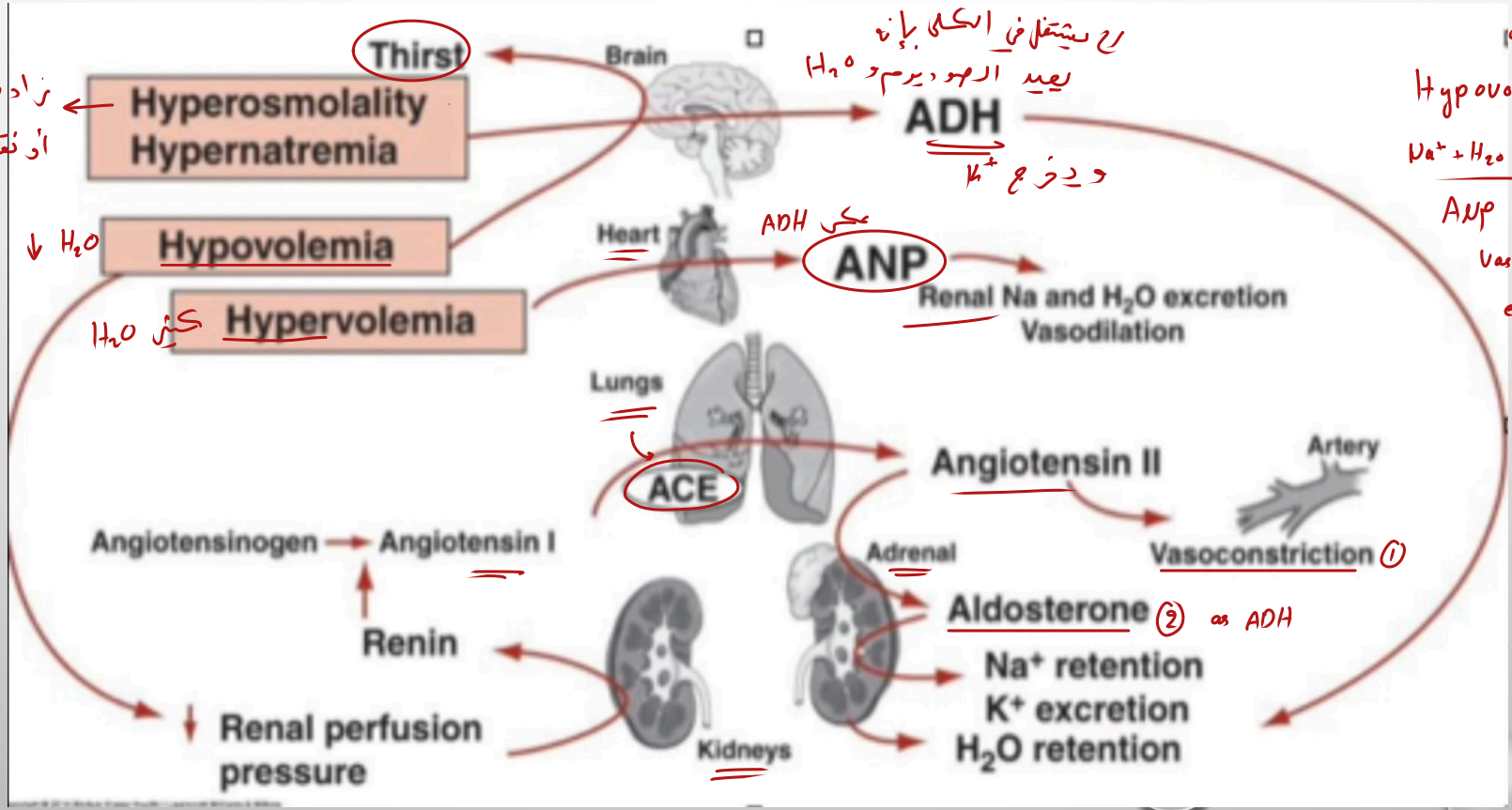
بسبب تأثير الدوستيرون إلي بعمل reabsorption لل Na^+ و الماء

- some sodium is reabsorbed in the loop and distal tubules (controlled by aldosterone) exchanged for K in the connecting segment and cortical collecting tubule.

$\uparrow Na^+$ $\downarrow K^+$

اللهم اغفر لي ولوالدي
وللمسلمين والمسلمات
والمؤمنين والمؤمنات
الأحياء والأموات

REGULATION OF SODIUM



زادت تركيز Na^+ أو Solute
أو نقصت تركيز H_2O في الدم

↓ H_2O

H_2O كثير

رح يشتغل في الكلى بإنه
يعيد الهرمون H_2O

وبخرج K^+

ADH مثل

كلهم شغالين
في حالة Hypovolemia
بصلوا $Na^+ + H_2O$ retention

ANP عكسهم كلهم
بعمل Vasodilation
+ excretion of Na^+ and H_2O
في حالة Hypervolemia
وبنزل الضغط

اللهم اختم أعمالنا بالصالحات آمين

CAUSES OF HYPERNATREMIA

حتى يحدث البول مدرّخن وحتى مخفف

↑ Conc of Na^+ = ↑ amount of Na^+ / ↓ Volume of H_2O

- Excess water loss
  - Diabetes insipidus
  - Renal tubular disorder
  - Prolonged diarrhea → Na^+ أكثر من H_2O خرج
  - Profuse sweating → as diarrhea
  - Severe burns
- Decreased water intake
  - Older persons
  - Infants
  - Mental impairment
- Increased intake or retention
  - Hyperaldosteronism → كمية هكذا يصير إحتباس H_2O بكثير أكثر من Na^+
  - Sodium bicarbonate excess (زي أدوية حموضة المعدة)
  - Dialysis fluid excess → السوائل المستخدمة في غسل الكلى عندها Na^+ في

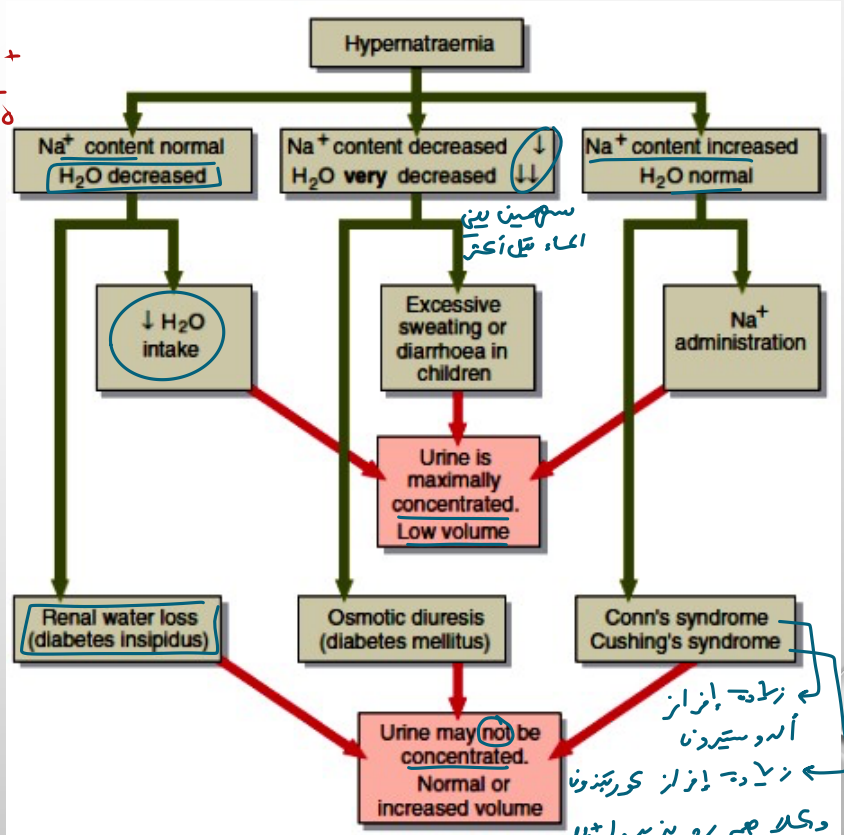


Fig 10.1 **The causes of hypernatraemia.**