



Pathophysiology-Introduction ✓

Faculty of Pharmaceutical Sciences

Dr. Amjaad Zuhier Alrosan, Dr. Abdelrahim Alqudah

قبل أن نفهم الأمراض، يجب أن نفهم الطبية.
لماذا؟
لأن:
جسم الإنسان كله مكون من خلايا.
«الأنسجة» = مجموعة خلايا
«الأعضاء» = مجموعة الأنسجة
«الأجهزة» = مجموعة أعضاء
بني التشكل:
خلية — نسيج — عضو — جهاز — جسم الإنسان

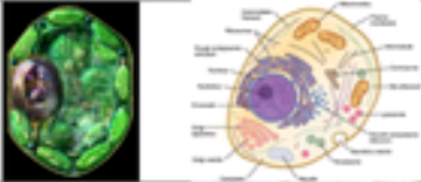
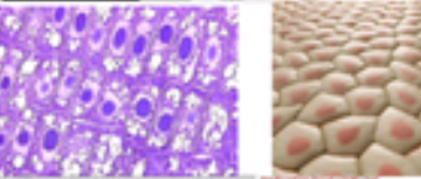
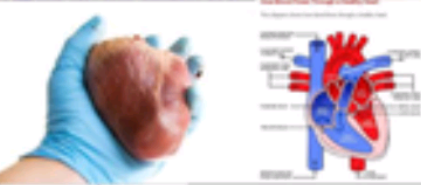
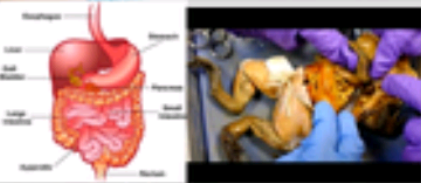
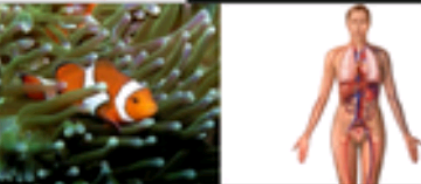
Understanding
pathophysiology
begins with
understanding the
body's basic building
block: the cell.

تفهم البنية الأساسية للجسم ← الخلية



Pathophysiology made incredibly easy!.—5th ed

صنوبريات. مياه الجسم

<p>خلية Cell</p>	<p>Basic structural and functional unit of a living organism</p> <p>هي أصغر وحدة حية في الجسم</p>	
<p>نسيج Tissue</p>	<p>Group of cells with similar structures, working together to perform a shared function</p> <p>النسيج = مجموعة خلايا متشابهة تعمل معًا لتؤدي الوظيفة</p>	
<p>عضو Organ</p>	<p>Structure made up of a group of tissues, working together to perform specific functions</p> <p>العضو = مجموعة الأنسجة تعمل معًا لأداء وظيفة محددة</p>	
<p>جهاز Organ System</p>	<p>Group of organs with related functions, working together to perform body functions</p> <p>مجموعة أعضاء العمل معًا لأداء وظيفة محددة</p>	
<p>الكائن الحي Organism</p>	<p>Living thing performing all seven life processes</p> <p>عندما تعمل كل الأجهزة معًا تحصل على الإنسان الكامل (الكائن الحي).</p>	

Just your average cell

الخلية ليست شيء بسيط بل مصنع كامل يحتوي على أجزاء كثيرة وكل جزء له وظيفة محددة. إذا حدث خلل في أي جزء ... قد يحدث مرض.

الصورة التالية توضح مكونات الخلية وتركيبها، وكل جزء منها له وظيفة للحفاظ على حياة الخلية والتوازن الداخلي (Homeostasis).

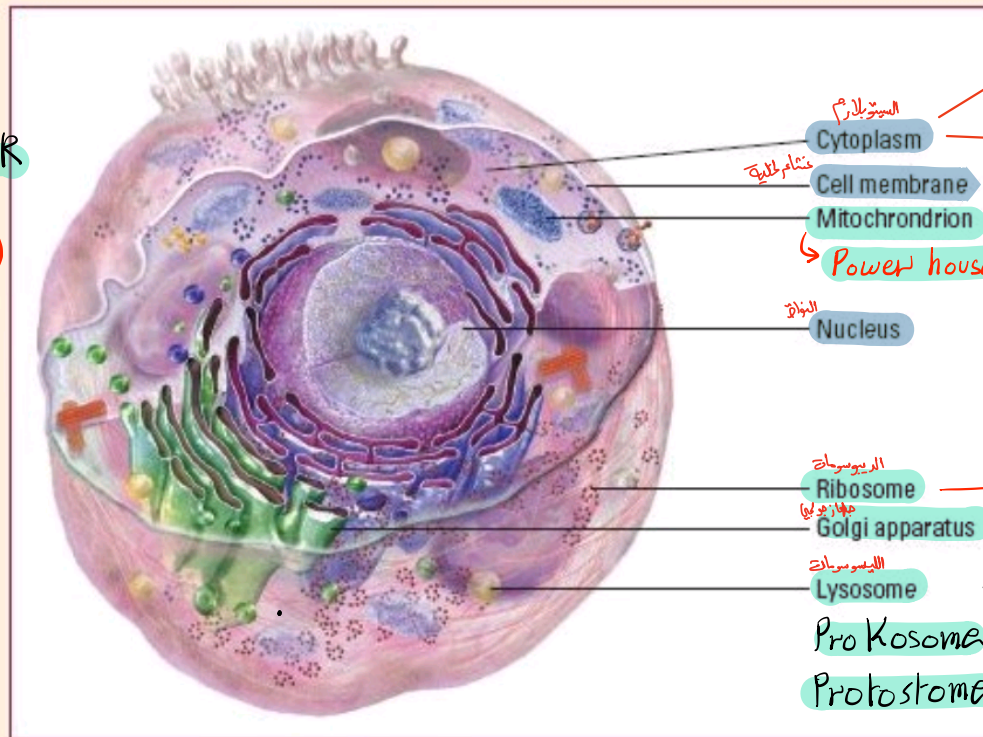
The illustration below shows cell components and structures. Each part has a function in maintaining the cell's life and homeostasis.

main structures:

E.R + Ribosomes = Rough E.R

E.R - // = smooth E.R

تصنع الليبات وتخزن Ca^{+2}



organelles

Cytosol (90% Water)

Power house, تصنع البروتين

Centrosoma: انقسام الخلية

Cilia + Flagella: الحركة

تصنع البروتينات

lyso organelles.

Replicate and divide

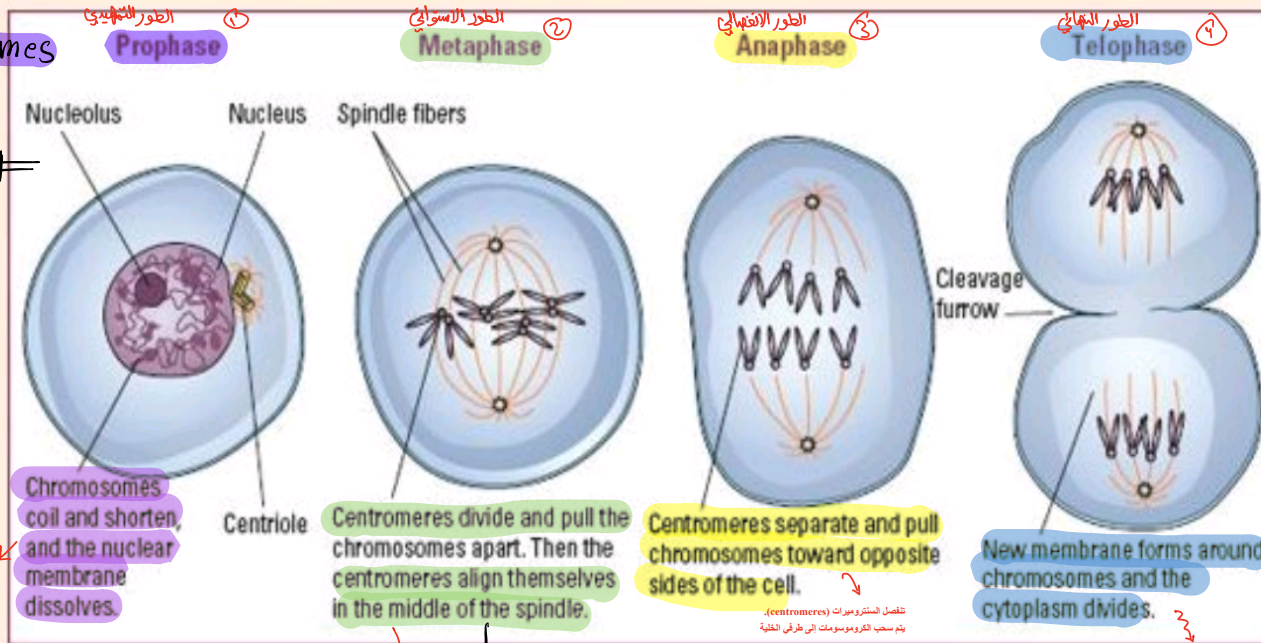
المتضاعف والانقسام

These illustrations show the different phases of cell reproduction, or **mitosis**.

توضح هذه الرسومات المراحل المختلفة لتكاثر الخلية أو الانقسام المتساوي (Mitosis).

تتحول الخلية إلى خليتين متطابقتين متماثلتين في المادة الوراثية (DNA).

all the chromosomes + spindle fibers + centromeres are disordered. disorganisation.



Organisation

* كل كروموسوم عبارة عن كروماتيدين.

Pathophysiology made incredibly easy!—5th ed

Pathophysiologic concepts

الضغوط أو التغيرات في صحة الجسم أو الأمراض أو العوامل الخارجية والداخلية يمكن أن تغير الوظيفة الطبيعية للخلايا.

Stressors, changes in the body's health, disease, and other extrinsic and intrinsic factors can alter the cells' normal functioning.

الخلايا عادة تستمر في أداء وظائفها رغم الظروف الصعبة أو الضغوط، ولكن إذا كان الضغط شديداً أو استمر لفترة طويلة فقد يؤدي إلى إصابة الخلايا أو تدميرها، وعندما تتعرض سلامة الخلية للخطر لتظهر لديها تحركات الاستمرار في العمل من خلال استخدام احتياطياتها الداخلية أو من خلال أحداث تغيرات تلافية أو حدوث خلل في وظائفها، وإذا كان الاحتياطيات الخلوية غير كافية فإن الخلية تموت (موت الخلية)، ويكون هذا الموت عادةً موضعياً ويمكن التعرف عليه بسهولة، أما إذا كان الاحتياطيات كافية ولم يتشرف الجسم أي خلل كبير، فإن الخلية تتكيف عن طريق الضمور أو التضخم أو زيادة عدد الخلايا أو التحول التام أو خلل التنسج.

Cells generally continue functioning despite challenging conditions or stressors. However, severe or prolonged stress or changes may injure or destroy cells. When cell integrity is threatened, the cell reacts by drawing in its reserves to keep functioning, by adaptive changes or by cellular dysfunction. If the cellular reserve is insufficient, the cell dies (cell death (necrosis, is usually localized and easily identifiable, occurs). If enough reserve is available and the body doesn't detect abnormalities, the cell adapts by atrophy, hypertrophy, hyperplasia, metaplasia, or dysplasia.

Pathophysiology made incredibly easy!.—5th ed

الضغوط

ممكن تؤثر

سلامة الخلية مهددة

تستمر بالعمل

احتياطياتها

بالنقص

و اما اذا كان ال stress كثير وتدي و ال reserve جوا الخلية ينركاني هذا يؤدي الى موت الخلية (Necrosis).
له حرة الخلية الغير صحيح
Apoptosis ← الخلية المبرح / سرطان

* أي خلية يواجه stress يكون عنده reserve ← من ال ATP ...
شأنه، قد تظهر cellular processes ، اذا كان ال stress التي تعرضت ال الخلية مشوط / الخلية بقية تستمر في هذه الحالة الخلية بتتميز وتكمل ، لكنها بتقل بعد ال Adapts

Adapts ضمان تزيح حالة ال imbalance ال حالة ال balance عن طريق ال feedback system

normal

upnormal

Adaptive cell changes

التغيرات التكيفية في الخلايا

خلايا طبيعية Normal cells



Atrophy



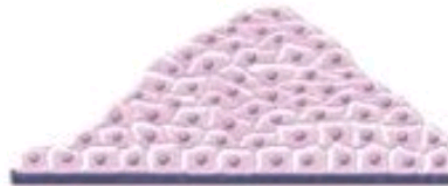
Hypertrophy



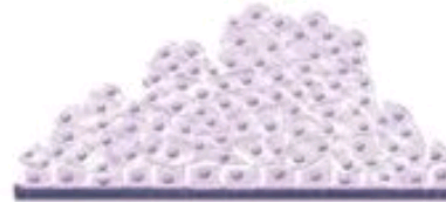
Hyperplasia



Metaplasia



Dysplasia



Abnormal / Adaptive changes → خلايا حدث لها تكيف أو تغير

Pathophysiology made incredibly easy!.—5th ed

Atrophy / Decrease size ↓

التنحور

Atrophy

الضمور هو نقصان قابل للعكس في حجم الخلية. ويحدث بسبب عدم الاستخدام، أو نقص تدفق الدم، أو سوء التغذية، أو فقدان التعصيب، أو انخفاض التحفيز الهرموني.

Atrophy is a **reversible reduction** in the size of the cell. It results from disuse, insufficient blood flow, malnutrition, denervation, or reduced endocrine stimulation.

↑ size

التضخم

Hypertrophy

التضخم هو زيادة في حجم الخلية بسبب زيادة العمل أو الجهد عليها. وقد يحدث في حالات فسيولوجية طبيعية أو في حالات مرضية غير طبيعية.

Hypertrophy is an increase in the size of a cell due to an increased workload. It can result from normal physiologic conditions or abnormal pathologic conditions.

↑ number

زيادة التمثيل

Hyperplasia

فرط التمثيل هو زيادة في عدد الخلايا، ويحدث بسبب زيادة العمل على التمثيل، أو التحفيز الهرموني، أو نقص في التمثيل.

Hyperplasia, an increase in the number of cells, is caused by increased workload, hormonal stimulation, or decreased tissue.

change type

التحول التام هو استبدال نوع من الخلايا البنية بنوع آخر من الخلايا البنية لفترة على تحمل التغير أو الضغط بشكل أفضل وغالباً ما يحدث كاستجابة للتهاب المزمن أو التهييج.

Metaplasia

Smoking → Epithelial (→ Squamous.

Metaplasia is the replacement of one adult cell with another adult cell that can better endure the change or stress. It's usually a response to chronic inflammation or irritation.

↓ size

قلة التمثيل

Dysplasia

في خلل التمثيل يحدث اضطراب في نمو الخلايا في نسيج معين مما يؤدي إلى تغير غير طبيعي في الحجم والشكل والمظهر. وعلى الرغم من أن هذه التغيرات قد تكون قابلة للعكس، إلا أنها قد تسبق حدوث السرطان.

→ Cancer Abnormal cells.

In dysplasia, deranged cell growth of specific tissue results in abnormal size, shape, and appearance. Although dysplastic cell changes are adaptive and potentially reversible, they can precede cancerous changes.

ir reversible

	التضخم Atrophy	التضخم Hyber Atrophy	جزء التضخم Hyperplasia	التحول (استحيوي) Meta plasia	خلل التضخم Dysplasia
Cause	↓ Size	↑ Size	↑ number of Cells	Replacment of one Adult Cell with Another Adult Cell	change in Size, number of Cells, chartrastia ...
Normall Case	Ageing, الكبر	Body bulding, Growth	Growth, Pregnant Women.	Smoking Cause Converting Epithelial Cells to Squames Cells.	دائماً غير طبيعي
Up Normall Case	shock, Dehydration	Edema, <small>هذا، لعلنا نضخمها يكون في القلب و ventricles، وما قدر التضخم في يتوسع</small>	Bengin Tumor, Hyper Thyroidism <small>الاورام الحميدة</small>		Cancer
Reversible / Irreversible	R	R	R	R	IR <small>يعقر الخلية</small>



مساعدة للتذكر

Memory jogger

لدى تذكر الأسباب الأربعة لإصابة الخلية، فكر في كلمة (TIPD) التي تشير إلى الخلل التوازن الداخلي في الخلية (Homeostasis).

To remember the four causes of cell injury, think of how the injury tipped (or **TIPD**) the scale of homeostasis:

الاسباب الأربعة
لإصابة الخلية

Toxin or other lethal (cytotoxic) substance

السموم أو أي مادة سامة للخلايا قد تسبب تلف الخلايا.

مادة قاتلة أخرى

Infection (العدوى)

Physical insult or injury

إصابة أو ضرر جسدي

Deficit, or lack of water, oxygen, or nutrients.

↓
الجوع

↓
نقصها للماء أو الأكسجين
أو المواد المغذية

نقصها الأكسجين أو الماء
↓
عدوى
↓
إصابة

التنكس (Degeneration) يحدث في السيتوبلازم داخل الخلية، بينما تبقى النواة غير متأثرة.

Degeneration occurs in the cytoplasm of the cell; the nucleus remains unaffected.



قاتل غير
A type of nonlethal
cell damage known
as degeneration ~

_نوع من تلف الخلايا غير القاتل يُعرف باسم التنكس (Degeneration)

Pathophysiology made incredibly easy!.—5th ed

← يحصل طأ عدد الخلايا
المستقرّة ما تكون
كثيرة.
" injury "

" إعادة تأهيل "

Degeneration

مثال :-
هلاك Smoking يؤدي إلى
استبدال ال Epithelial Cells ب Squames Cells (Meta plasia)
دور Degeneration إنه يقتل ال
Squames Cells و بجيد تكون ال Epithelial Cells

When changes within cells are identified, degeneration may be slowed or cell death prevented through prompt treatment. An electron microscope makes the identification of changes within cells easier.

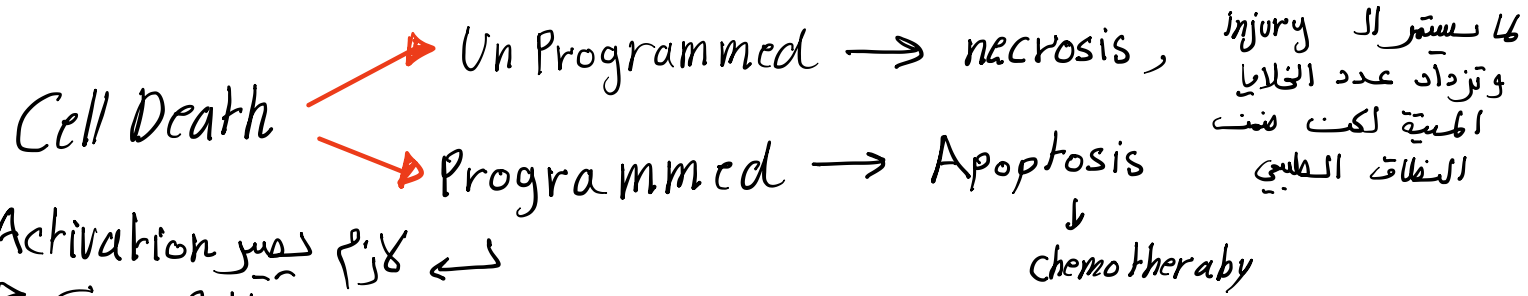
عندما يتم اكتشاف التغيرات داخل الخلايا، يمكن إبطاء التنكس أو منع موت الخلايا من خلال العلاج السريع.
المجهر الإلكتروني يجعل من السهل التعرف على التغيرات التي تحدث داخل الخلايا.

العلاج الفوري

When a disease is diagnosed before the patient complains of any symptoms, it's termed subclinical identification. Unfortunately, many cell changes remain unidentifiable even under a microscope, making early detection impossible.

عندما يتم تشخيص المرض قبل أن يشتكي المريض من أي أعراض، يسمى ذلك التشخيص تحت السريري (Subclinical identification).
للأسف، تبقى العديد من التغيرات الخلوية غير قابلة للاكتشاف حتى باستخدام المجهر، مما يجعل الاكتشاف المبكر مستحيلًا في بعض الحالات.

Pathophysiology made incredibly easy!.—5th ed



Activation لازم يحصل
 ↳ Pathway معين حتى
 يحصل

ال lyso organelles يتحلل الخلايا
 الميتة تحديدا lysosomes .
 ↓
 بلا فائدة

شيخوخة الخلايا

Cell aging

- During the normal process of cell aging, cells lose structure and function. Lost cell structure may cause a decrease in size or wasting away, a process called atrophy.

خلال العملية الطبيعية لشيخوخة الخلايا، تفقد الخلايا تركيبها ووظيفتها تدريجيًا. فقدان تركيب الخلية قد يؤدي إلى نقص في حجمها أو ضمورها، وهي عملية تسمى الضمور (Atrophy).

مع تقدم العمر:
• الخلايا تضعف
• تفقد التركيب والوظيفة
• قد تصغر في الحجم
وهذا يسمى Atrophy (الضمور).

In's and out's of cell aging

العوامل الداخلية والخارجية المؤثرة في شيخوخة الخلايا

العوامل التي تؤثر في شيخوخة الخلايا قد تكون داخلية (Intrinsic) أو خارجية (Extrinsic). Factors that affect cell aging may be intrinsic or extrinsic, as outlined here.

Intrinsic factors العوامل الداخلية

- Psychogenic مؤثر نفسي
- Inherited عوامل وراثية
- Congenital عوامل خلقية
- Metabolic عوامل أيضية (ارتبطة بعمليات الأيض)
- Degenerative أمراض تنكسية
- Neoplastic أورام
- Immunologic عوامل مناعية
- Nutritional عوامل غذائية

Extrinsic factors *Physical agents* العوامل الخارجية / العوامل الفيزيائية

- Force القوة (الضغوطات)
- Temperature الحرارة
- Humidity الرطوبة
- Radiation الإشعاع
- Electricity التيار الكهربائي
- Chemicals المواد الكيميائية

Infectious agents العوامل المعدية

- Viruses الفيروسات
- Bacteria البكتيريا
- Fungi الفطريات
- Protozoa الأوليات
- Insects الحشرات
- Worms الديدان

From upnormal
to normal ←

HOMEOSTASIS

«الاتزان»
يسعى

balances

يحاول الجسم باستمرار الحفاظ على حالة توازن داخلي ديناميكية ومستقرة تسمى الاتزان الداخلي (Homeostasis). كل خلية في الجسم تشارك في الحفاظ على الاتزان الداخلي، سواء على مستوى الخلية نفسها أو كجزء من الكائن الحي.

- The body is constantly **striving** to maintain a dynamic, **steady-state** of internal balance called homeostasis. Every cell in the body is involved in maintaining homeostasis, both on the cellular level and as part of an organism.

مستقر

اي تغير او ضرر يحدث على مستوى الخلية يمكن ان يؤثر على الجسم كله. عندما يسبب عامل ضغط خارجي اختلال الاتزان الداخلي، قد يحدث المرض. من امثلة العوامل الخارجية الضاغطة:

- Any change or damage at the cellular level can affect the entire body. When an external stressor disrupts homeostasis, illness may occur. **A few examples of external stressors include injury, lack of nutrients, and invasion by parasites or other organisms.** Throughout the course of a person's life, many external stressors affect the body's internal equilibrium.

• الإصابات ، نقص المواد الغذائية ، غزو الطفيليات او الكائنات الأخرى. خلال حياة الإنسان يتعرض الجسم للعديد من العوامل الخارجية التي تؤثر في توازنه الداخلي.

الطفيليات
غزو

ال homeostasis تجعل عن
 كلوتيف ال Feed Back system

كل خلية في الجسم تشارك في الحفاظ على الاتزان الداخلي، وهو حالة توازن داخلي ديناميكية ومستقرة

Every cell in the body is involved in maintaining homeostasis, a dynamic, steady state of internal balance.

مع اتجاه ال Variable
 عدده اقل بالجسم

Feedback system
 * عظم
 negative

(-)

(+)

- عكس اتجاه ال Variable
- عدد اكبر بكثير في الجسم
- الضغط مرتفع ← يقله

مثال:-
 حالة الولادة

حيث يحفز هرمون من ال Pituitary gland عضلات الحوض على الانقباض و ال + يحفز افراز هذا الهرمون حتى بعد خروج الجنين حيث يقل نسبياً الهرمون لكن لا يتوقف حتى تناول ابوة مصدر طبيعية




الحفاظ على التوازن

Maintaining the balance


Three structures in the brain are responsible for maintaining homeostasis:

هناك ثلاث تراكيب في الدماغ مسؤولة عن الحفاظ على التوازن الداخلي (Homeostasis):


الوظائف الحيوية

 **الدماغ المستطيل** ← **التنفس والدوران الدموية**
the medulla oblongata, the part of the brain stem that's associated with **vital functions**, such as respiration and circulation

هو جزء من جذع الدماغ (Brain stem) ويرتبط بالوظائف الحيوية مثل:
التنفس، الدورة الدموية

 **الغدة النخامية** ← **تنظيم الهرمونات والغدد**
the pituitary gland, which regulates the function of other glands and thereby a person's growth, maturation, and reproduction

تنظم عمل الغدد الأخرى
موتنمك في: النمو، الشيخوخة، التكاثر

 **التحكم في المنعكسات الحيوية**
the reticular formation, a group of nerve cells or nuclei that form a large network of connected tissues that help control **vital reflexes**, such as cardiovascular function and respiration.

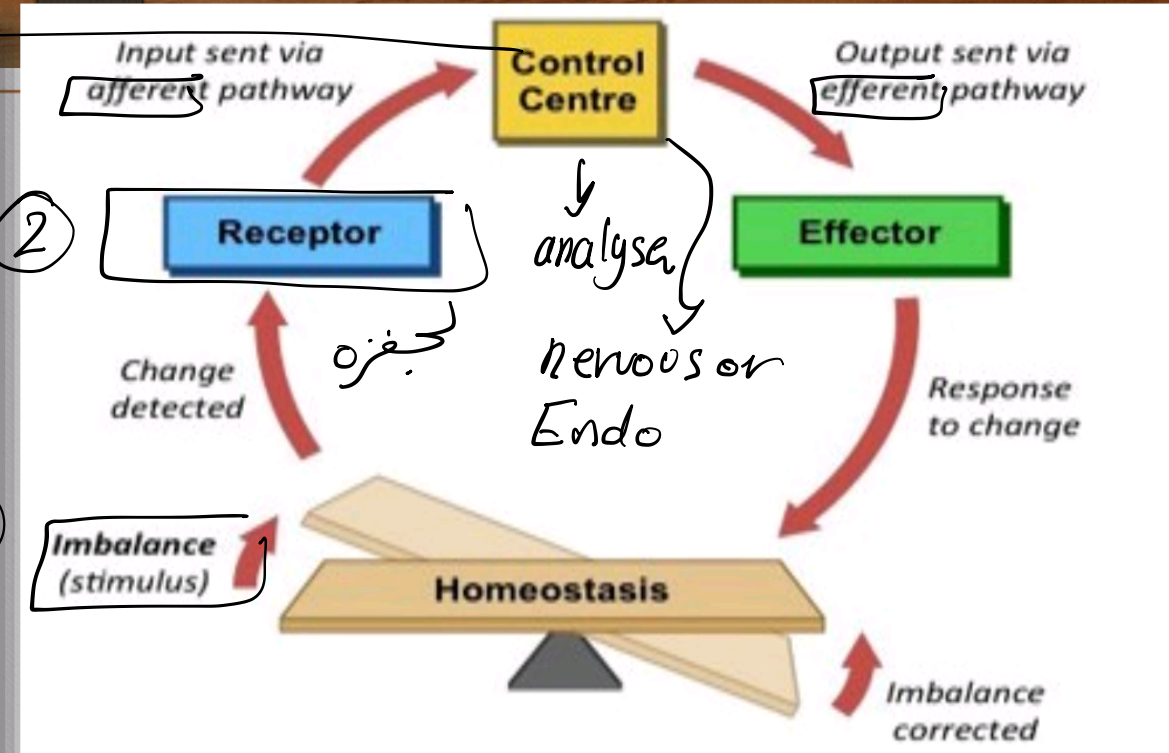
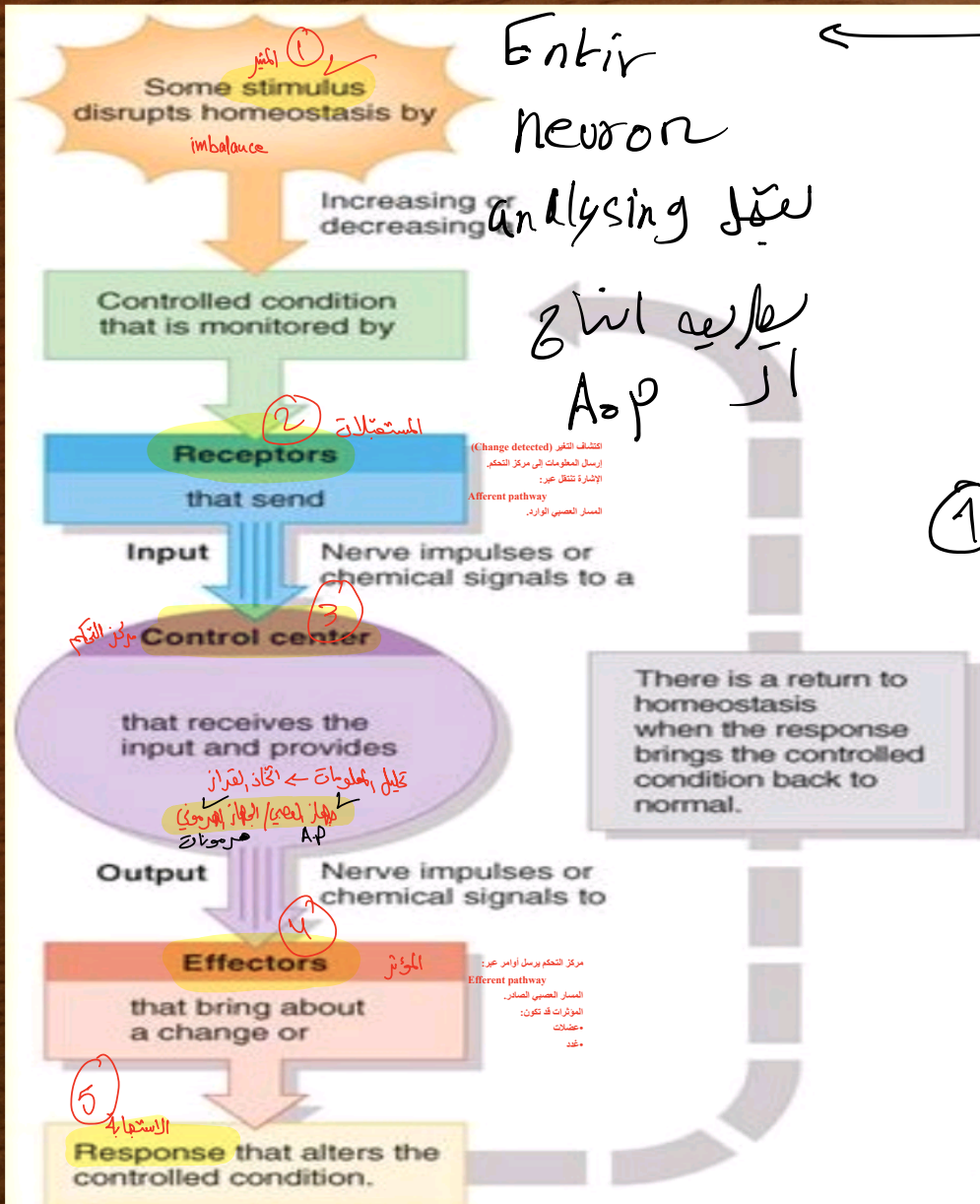
وهي مجموعة من الخلايا العصبية التي تشكل شبكة كبيرة من الأنسجة العصبية وتساعد في:
التحكم في المنعكسات الحيوية
مثل: وظائف القلب والأوعية الدموية، التنفس

التحكم في المنعكسات الحيوية

Pathophysiology made incredibly easy!.—5th ed

(Feedback system in Homeostasis)

مجموعة المستقبلات (Receptors) والمؤثرات (Effectors) التي تتواصل مع مركز التحكم تشكل نظام التغذية الراجعة (Feedback system).



Group of receptors and effectors communicating with their control center forms a feedback system

الموضوع يبدأ من عند ال stimulus حيث يولد بتتح A.P قدرة تنقل لل effector .

Dendrite of neuron الموجود في Receptor لل activation جعل stimulus له في ال afferent

Pathway
تكون

Sensory
Neuron.

على شكل A.P
بنتقل المعلومات
التي وملتقار

Control Center
Endocrine → CNS

بصير في Analysing

للمعلومات عن
لكيف ال

Entire neuron
الموجودة

بطلع اوامر جديت

→ لل effector

Depolarization = Activation
Resting membrane لأنه يطلع عن

Repolarization = Inhibition
Resting membrane لأنه يعود لـ

receptor Activation لا
يسير عن طريق

ionotropic receptor

القناة مباشرة للمستقبل

مجرد ما يسير activation

لا receptor ينتج بروتين
Secondary messenger
بفتح قنوات

الأيونات ويسير في

Depolarization

metatropic receptor

↓
العكس تماماً

ال A.P ينتقل إلى ال Axon terminals التي تحتوي
على Synaptic End bulbs التي تحتوي على neurotransmitter
حيث ينتقل العصب الـ Receptor في

Dendrites
for 2nd
neuron

تنظيم دوية در الأحياء
تنظيم السكر الدم.

التغذية الراجعة السلبية (Negative feedback)
تقوم بإلغاء أو تقليل الاستجابة الأصلية وإعادة الجسم إلى الحالة الطبيعية.

التغذية الراجعة الإيجابية (Positive feedback)
تقوم بزيادة أو تضخيم الاستجابة.
المادة الطبيعية

Negative feedback
cancels out the
original response.
Positive feedback
exaggerates it.

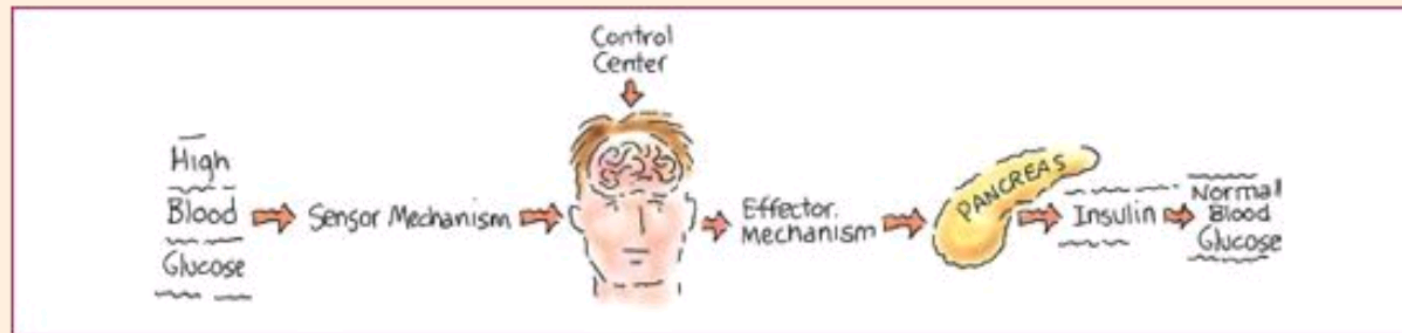


التغذية الراجعة السلبية – نتيجة إيجابية

Negative feedback, positive result

يوضح هذا المخطط كيف تعمل آلية التغذية الراجعة السلبية لإعادة الاتزان الداخلي (Homeostasis) عند مريض لديه ارتفاع في مستوى سكر الدم.

This flowchart shows how a negative feedback mechanism works to restore homeostasis in a patient with a high blood glucose level.



1 ارتفاع سكر الدم High blood glucose.

2 آلية الاستشعار تكشف الارتفاع Sensor mechanism.

3 مركز التحكم (غالبًا الدماغ أو البنكرياس) يحل المشكلة Control center.

4 المؤثر هو البنكرياس Effector mechanism – Pancreas.

5 يتم إفراز هرمون الأنسولين Insulin.

6 يعود سكر الدم إلى المستوى الطبيعي Normal blood glucose.

ارتفاع السكر → البنكرياس يفرز الأنسولين → ينخفض السكر → يعود الجسم إلى Homeostasis.
وهذا مثال على Negative feedback لأن الجسم يقلل التغير ويعيد التوازن.

Pathophysiology made incredibly easy!.—5th ed

POSITIVE FEEDBACK SYSTEM

نظام التغذية الراجعة الايجابية

stretching for cervix ← الولادة
 ↳ انتقال A-P لا فتح العنق
 ↳ The hypothalamus transmits nerve signals to the posterior pituitary gland
 ↳ نقل على اعزاز هرمون oxytocin
 ↳ The oxytocin causes contraction of the uterine muscles.
 ↳ ينقل ليعمل contraction لير ما يطول ل baby

الزئول ← يعبر vasoconstriction
 يتعدى تكثيف بالخلار؟
 (بمعنى) اصحاح اهرج اهد له عن عسان
 يكونا فترة تغلب التريف الطوهور

Positive feedback may threaten life if it continues without stopping.

آلية التغذية الراجعة الايجابية ليست ايجابية بالمعنى الحرفي، بل تقوم بتضخيم او زيادة الاستجابة الاصلية. تسمى ايجابية لان التغيير الذي يحدث يستمر في نفس اتجاه الاضطراب الاولي. مما يؤدي الى ابتعاد اكبر عن الاتزان الداخلي (Homeostasis).

نظام التغذية الراجعة الايجابية مسؤول عن زيادة شدة انقباضات الرحم اثناء الولادة.
 من الولادة
 انقباضات الرحم → تزيد → تزيد أكثر → حتى يخرج الجنين

...and the positive

The positive feedback mechanism is far from positive. It takes the original response and exaggerates it. It's said to be positive because the change that occurs proceeds in the same direction as the initial disturbance, causing a further deviation from homeostasis. A positive feedback mechanism is responsible for intensifying labor contractions during childbirth.

الاضطراب الاولي

تقلصات الرحم تكثيف

المرض والاعتلال

DISEASE AND ILLNESS

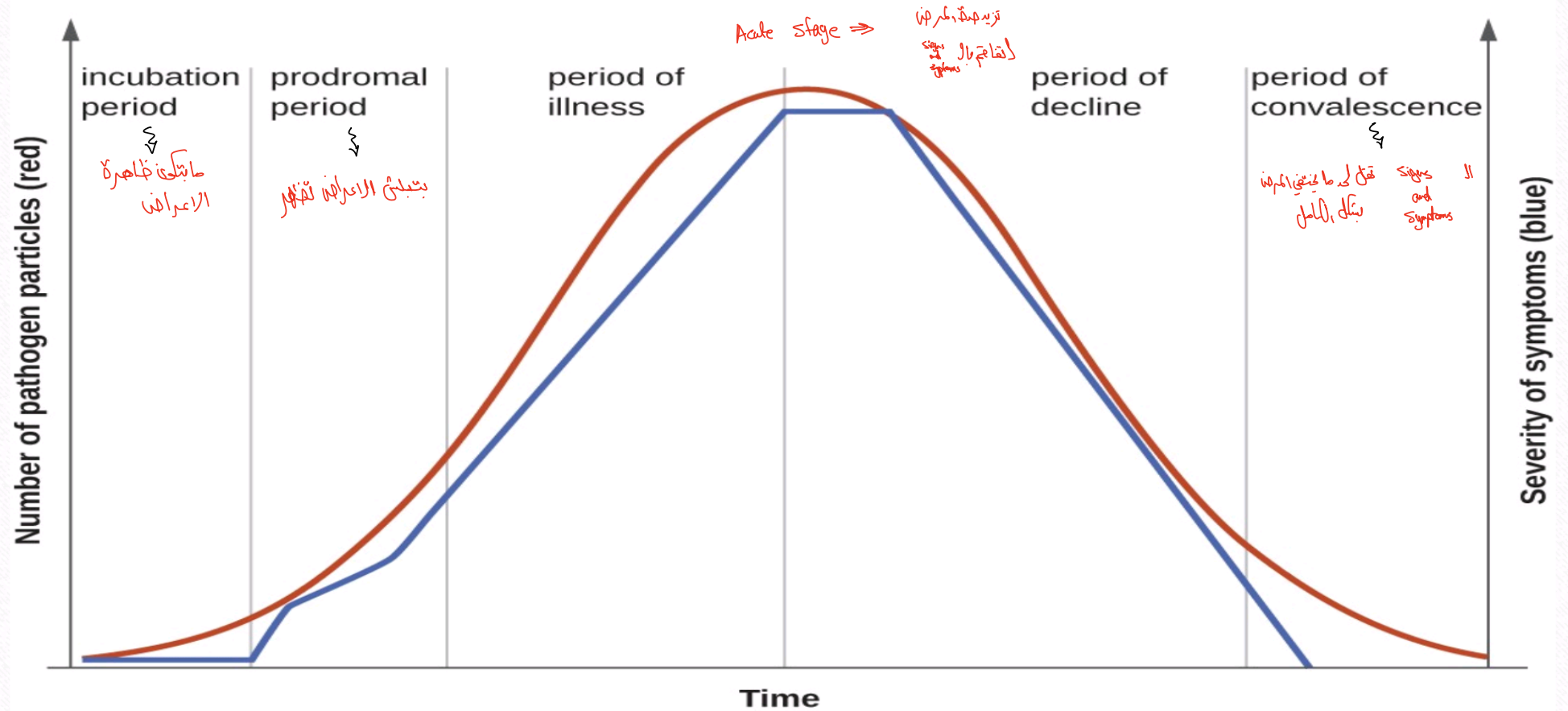
← imbalance
طفا لمدة كبير ت
والجسم مؤقتا يرجع imbalance إلى balance

يحدث المرض عندما لا يتم الحفاظ على الاتزان الداخلي (Homeostasis).

- Disease occurs when homeostasis isn't maintained.
- One aspect of the disease is its cause (the fancy term is **etiology**).
أحد جوانب المرض هو معرفة سببه، ويسمى المصطلح العلمي للسبب (Etiology).
- Diseases with **no known** cause are called **idiopathic**.
(الأمراض التي لا يعرف سببها تسمى (Idiopathic) مريضا مجهولا)
- A disease's development is called its **pathogenesis**.
تطور المرض أو كيفية حدوثه يسمى (Pathogenesis) التطور أو اليه للدور المرضي

Hypertension can be **primary** or **secondary**. Secondary hypertension is caused by medications or underlying diseases.

Periods of Disease



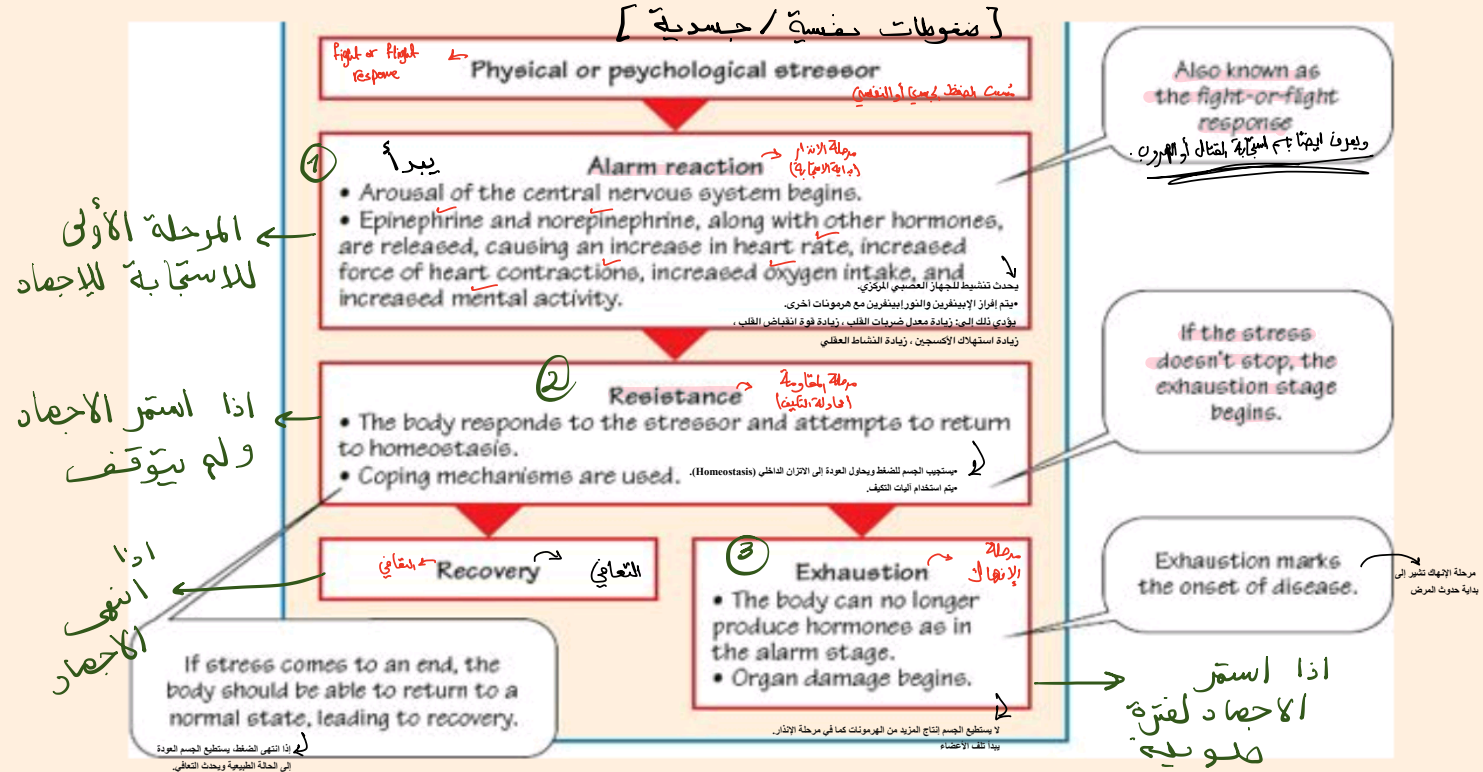
<https://courses.lumenlearning.com/microbiology/chapter/characteristics-of-infectious-disease/>

When stress strikes

عندما يحدث الضغط

وفقاً للنموذج التكيف العام لهانس سيلبي (Hans Selye)، يستجيب الجسم للضغط عبر المراحل الموضحة أدناه.

According to Hans Selye's General Adaptation Model, the body reacts to stress in the stages depicted below.





Quick quiz

Pathophysiology made incredibly easy!.—5th ed

1. The organelle that contains the cell's DNA is the:

- A. mitochondria.
- B. Golgi apparatus.
- C. ribosome.
- D. nucleus. ✓

2. When a cell gets injured, the first sign is:

- A. a biochemical lesion.
- B. an area of hyperplasia.
- C. a chromatid.
- D. cellular necrosis. ✓

biochemical changing
functional changing
structural changing

3. An extrinsic factor that can cause cell aging and death is:

- A. Down syndrome.
- B. sickle cell anemia.
- C. ultraviolet radiation.
- D. person's advanced age. ✓

4. Homeostasis can be defined as:

- A. a steady, dynamic state. ✓
- B. a state of flux.
- C. an unbalanced state.
- D. an exaggeration of an original response.

* Homeostasis يعني Equilibrium ؟

لا

Equilibrium يعني الاتزان متساوية

homeostasis على مستوى الحياة وعلى مستوى الجسم

Balance بين ICF و ECF
interstitial fluid / من كل اى الخلية ما در large protein
plasma / يتكون كل اى ماعدا cells ولا proteins

Pathophysiology made incredibly easy!—5th ed

* كمان يهين انتقال المواد من ال interstitial fluid لل ICF الغشاء عبارة عن lipid bilayer

os / عصب / هورمونات / سموم / امينيات / حمضه / حمضه / بتعمل

اما المواد المذابة والغير مستحبة / الايونات / املاح / البروتينات / دهني channels

المحتسب هانه كله بي دخله بال Equilibrium والحال الغرق ؟ عدد اونات المذوق والمواد المذابة يساوى عدد اونات الملح معقروا بال

