

PHYSIOLOGY



Lec: 2

Done by: *Selena Omari*

PHYSIOLOGY LECTURE 2

**CONTROL SYSTEMS OF
THE BODY**

Dr. Waleed R. Ezzat

Lecture Objectives:

- ① Define and describe the components of homeostatic **control system**.
- ① List the **factors** that are homeostatically regulated.
- ① Compare and contrast **negative and positive feedback** and explain the importance of these processes to homeostasis.
- ① Understand the **gain** of the control system and its physiological significance.
- ① Explain the **feed forward** concept and its importance for initiation of responses in anticipation of a change in internal environment.

* العوامل التي يجب المحافظة عليها في الـ internal environment

Factors homeostatically regulated:

الأهداف

Factors of the internal environment that must be homeostatically maintained are:

1. Concentration of nutrient molecules.
2. Concentration of oxygen and carbon dioxide.
3. Concentration of waste products.
4. pH (hydrogen ion concentration).
5. Water volume and osmolality (essential electrolyte concentrations).
6. Plasma volume and pressure.
7. Core body temperature.

الوسيلة تغيير لثبات
الأهداف ثابتة

glucose / Fatty Acid / Amino Acid

مثلا سرعة تنفسنا هي وسيلة للتكيف وليست عامل العامل هو انخفاض O_2

الفضلات والسموم
مثل: اليوريا والكرياتينين

عامل خطير لان كل انزيم يعمل عند درجة pH محددة وانا اختلف الـ pH انزيمات مختلفة وحسب

مثل: الصوديوم ، الكالسيوم ، البوتاسيوم ، حجم الماء في الدم

حجم الدم في الأوعية الدموية

الحرارة الداخلية في جسم الانسان 37.5

مهم

عدها بالآلاف والالاف → على مستوى Organ / tissue / cell → اية منظومة في الجسم تحادك تصحيح خطأ

Control systems of the body

Control systems of the body are in thousands. Starting from the cellular level and ending in throughout the entire body control systems.

To maintain homeostasis, the control system must be able to:

كشف الخطأ

شروط حتى تستغل ال Control system

1) **Detect** deviations from normal in the internal environmental factor that needs to be held within narrow limits.

التعاون والتنسيق مع ال systems الأخرى ويتوفى المعلومات الأخرى ويجريه يشتغلو بشكل تناسقي

2) **Integrate** this information with any other relevant information.

3) Make appropriate **adjustments** in the activity of the body parts responsible for restoring this factor to its desired value

القدرة على التصحيح

على ال Control system

Examples are **Na⁺-K⁺ pump**, **genetic control**, **pH regulation**, and **thermal regulation** of the body.

في cell membrane

Homeostatic regulation of a **single** physiologic factor often involves several cooperating control systems (mechanisms) activated at the same time or in succession.

في حال صار عدي في حال بايدي العوامل الـ 7 ليس شرمًا أنه
مكافحة Control system واحد ← (صينا بهير تعاون

مثلاً:

حموضة الدم ↑ (يعني زاد تركيز H^+):

First control system → Hemoglobin

* الله خالق الـ Hemoglobin حامل للشحنة السالبة وايون الميروجين موجب
والـ Hemoglobin يوجد في RBC فاذا تولد H^+ تسجل عالي مباشرة يبدأ الـ Hemoglobin
بالالتصاق بـ H^+ حتى يقل منه في الجسم.

Second control system → Phosphate

* رينا خالق داخل الخلية PO_4^{3-} واصنا عنا H_2PO_4 و HPO_4 في H_2O
فاذا زاد H^+ رح يتحد مع HPO_4 ويصير H_2PO_4

third control system → lungs

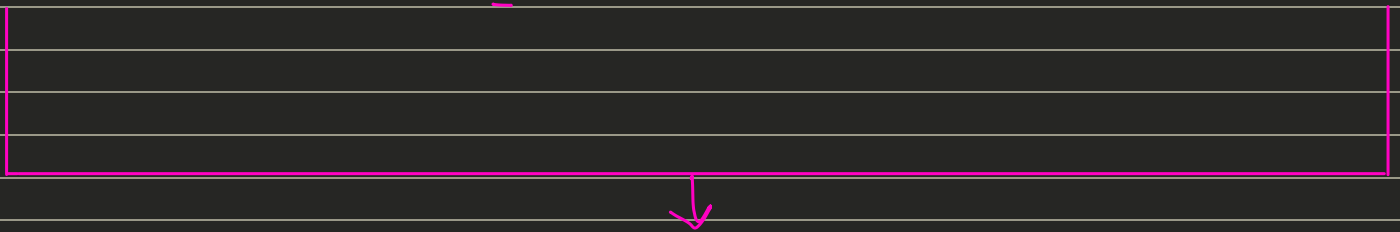
* الرئتين تبدأ بزيادة سرعة النفس تسمى هذه اكلة انفس حامضية
Acidotic breathing

زيادة طرح CO_2 خارج الجسم تؤدي إلى انخفاض H^+

Fourth control system → Kidneys

* Urine PH ≈ 6

تفريد حموضة البول ← تطرح H^+ في البول



تعاون أكثر من Control system لتحقيق

نفس الهدف

Control systems of the body (Cont.)

كل ما كان العامل اعمم كل ما شاركه *control systems* اكثر

⊙ The more important a variable, the more numerous and complicated are the mechanisms that operate to maintain the steady-state at the desired value. ↑

⊙ The efficiency of the homeostatic mechanisms **varies over a person's lifetime**, with some homeostatic mechanisms not being fully developed at birth and others declining with age.

← يمكن تفسير نمو الامنة و يمكن نمو الاضواء

حديثي الولادة الكلى لا تستطيع تركيز البول
وكما كبر كل ما زادت قدرة الكلى على تركيزه
عنان صهيته البالغ يتعمل dehydration او newborn لا يتعمل الصغير لك stress اكثر منه الكبير مثل cold stress

⊙ For example, a newborn infant cannot concentrate urine as an adult. Older adults are less able to tolerate stresses, such as exercise or changing weather, than are younger adults.

⊙ The control systems are characterized by their:

1. **Negative feedback nature (the majority)** 95-98%
2. **Positive feedback nature**

تغير في احد العوامل ال 7

هونه ال control system يستغل بشكل عكسي
يعني لو زاد عنده فهو ينقصه ليرجع طبيعي
والعكس .

Negative feedback:

When some factors becomes **excessive or deficient**, series of changes occur that move the factor in the **opposite direction** of its initial change. That is, a corrective adjustment opposes the original deviation from the homeostatic steady-state.

The components of a simple negative-feedback control system include:

التحكم التي يجب توفرها باي control system يستغل negative feedback

✓ Regulated variable

واحد من العوامل ال 7

✓ The receptor (sensor or detector)

يرسل معلومات بشكل مستمر وبدون توقف
→ مجس بحس بالتغير

✓ The control center (comparator or integrator)

تتار افرى

✓ The effector (acts to oppose change)

قسي التنفيذ

.. muscle / gland ..
ممكنه يكونه

Example: Exercise → ↑ body temperature → stimulation of temperature-monitoring nerve cells in the hypothalamus → activation of cooling mechanisms (sweating) → ↓ body temperature.

يشعر receptor بالتغير فيرسل معلوماته بشكل مستمر لـ control center التي رح يعرض اذا المعلوماته لذي/اقل منه ال set point
وبعدن بعطيه اوامر ويرسلها لـ effector حتى ينفذها ولما يستغل ال effector بيأديه لتغير عكسي

يستغل المعلومات
مخزنه point اتمه
تستوفت حاجه المعلومات
دقل لذي من point اتمه
وبعدن بعطيه اوامر
ويرسلها لـ

شرح للمثال

* كل تفاعلات metabolism في جسمنا (99%) تفاعلات حرارة (تولد حرارة)

The greater level of metabolism the greater degree of heat production.

فإن skeletal muscle لما تدخل بال exercise ربح يزيد عنها metabolic rate
فربح يزداد Heat production وسبب ارتفاع درجة حرارة الجسم.

لا تنسى هونك بحكي عن ال Core body temperature

→ ربح يحس ال sensor بارتفاع الحرارة (الموجود في Hypothalamus)



في Neurons شغلها (Detect) تحس بدرجة الدم

فربح تطبع أوامر Hypothalamus in

والتي هي Cooling mechanisms



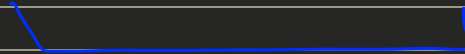
Sweating

تبأ الغدد العرقية بافراز العرق حتى يتبخر مسبباً Cooling

وربح تروح أوامر للرئتين ← تأخذ هواء بارد يتدفق داخل الرئتين

ويطلع هواء ساخن ففيلك فقدت حرارة وسببها الهواء اليه

ربح يطلع ربح يبخر من الدم الموجودة بالقصبة الهوائية وفروعها



more than one control system.

Gain of a Control System:

- The gain is degree of **effectiveness** with which a control system maintains constant conditions.
- The gain of the control system is calculated by the following formula:

دائما

$$\text{The } \mathbf{Gain} \text{ of a control system} = \frac{\text{Correction}}{\text{Error}}$$

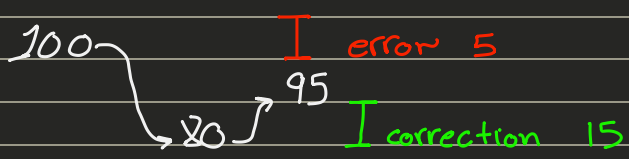
ما لم يصحح ←

Where the *Error* is the remaining uncorrected change from normality. The gain of baroreceptors is about -2, whereas the gain of temperature control system is about -33.

مستقبلات الضغط

لتنظيم ضغط الدم كان 100 حمار تنريف و ضغط الدم تغير وصار 80 ، استغل control system لتصحيح ضغط الدم فوصل الضغط 95 .

* لا يمكن لأي Control system - تكونه كفاءته 100% ، يجعله لا قريب ما كان عليه



$$\text{Gain} = \frac{+15}{-5} = -3$$

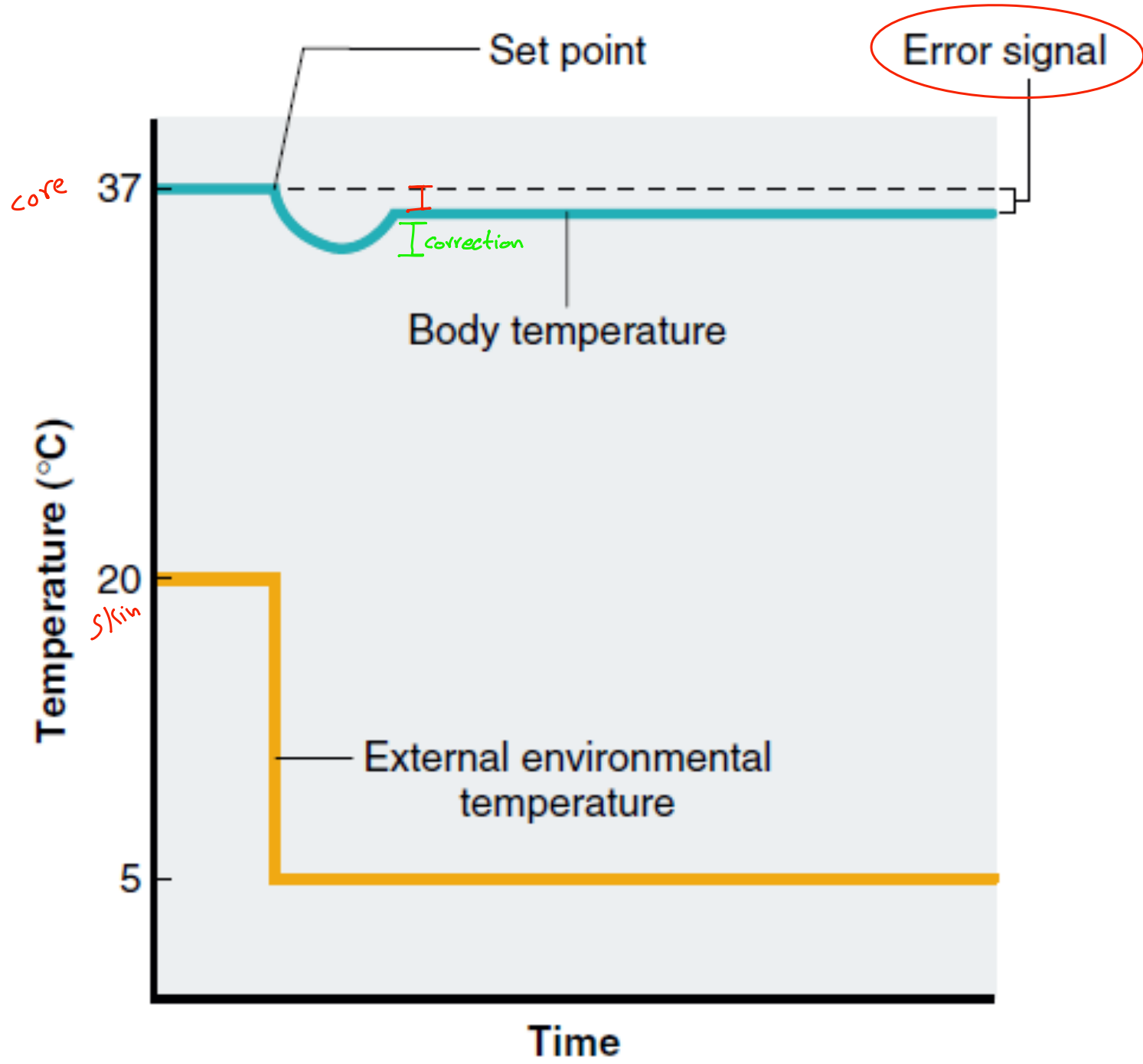
لأنه نقص بمقدار 5

* gain دائماً سالب

* The higher value the higher effectiveness.

← باعمال الإشارة السالبة

* كلما المقام يكبر (error) يقل الناتج



استجابة قبل تغير المراد
العوامل المنبهة } → Anticipation

Feedforward Regulation:

- Is another type of regulatory process usually acts in combination with negative-feedback systems
- The feedforward regulation **anticipates** changes in a regulated variable, improves the speed of the body's homeostatic responses, and minimizes fluctuations in the level of the variable being regulated - that is, it reduces the amount of deviation from the set point
- The operation of the controller is “**open loop**”; that is, the regulated variable itself is not sensed
- **Example**; When outside temperature falls, skin nerve cells immediately detect the change and relay this information to the brain, which then sends out signals to the blood vessels and muscles, resulting in heat conservation and increased heat production even before the internal body temperature falls

مثال: لما قطع على مكان بارد جلدك بهي شاحب بسبب تضيق blood vessels
لكي بالجلد كمية الدم الي بالجلد قلت عشان (أخافنا على درجة حرارة الجسم
الداخية (حرارة الدم).

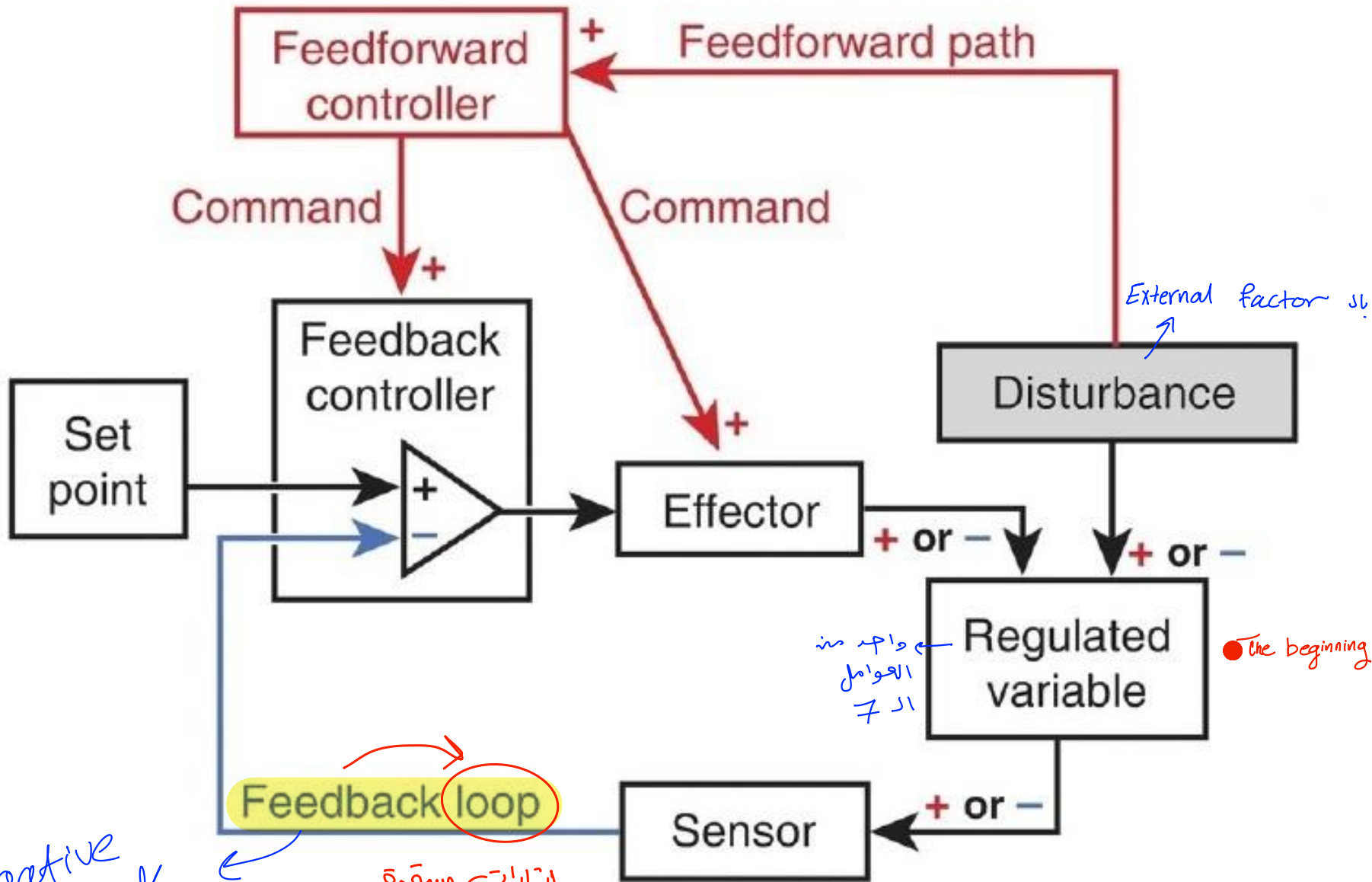
مثال: لما تمشي بمنطقة غير مستوية رح تكون رجل بكاه مرتفع والاخرى في
المكان المنخفض فشان ما يوقع الجسم عطلات الرجل المنخفضة تنشد وتتقلص
فتعمل كوة يشبه الجسم.

مهاد هو ال Anticipation ما بتظهر تهيئ المشكالة والاقبلها حل

مثال: اذا تناولنا جلوكوز ووصل الامعاء وامتصه الدم رح يحس البنكرياس المسؤول عنه
افراز هرمون الانسولين حتى السكر ينخفض فكيف حس البنكرياس؟

بيجيب Blood vessel للبنكرياس وال Beta cells (لي البنكرياس تحس بحسوب
السكر بالدم فتجده عالي فيبدأ البنكرياس بافراز الانسولين
وحتى عند وضع اللعنة بالخلقة دون بلعها بفرز البنكرياس انولين وههاد هو
ال Anticipation.

مثال: عند ارضاع الطفل في اثناء الرضاعة يبدأ بالتبول والافراج لان
المعدة عملت Anticipation فحضرت حالها للحبيب الجديد الي جاي مع انه
الحبيب لسا بالمعدة ما وصل للجهاز البولي.



External factor is

في اول
العوامل
في

the beginning

negative
feedback

اشارات مستقرة

Feedback loop

كلون بس يبي تقي بدل ما الجسم يعكسه زيده
going down hill
سيارة نازلة عند جبل سرعتها
روح تضل تزيده

Positive feedback:

مثل ← action potential / child birth / blood clotting

- The change induces further change leading to an amplified effect that ends in **vicious cycle**. It can be useful in some cases; e.g. blood clotting, childbirth (initiation of uterine contraction), generation of action potential in membrane of nerve cell when Na^+ ion influx begins, ovarian ovulation, etc.
- The positive feedback may be considered as a part of an overall negative feedback process.
- **Example:** blood clotting, the positive feedback clotting process is a negative feedback process for the maintenance of normal blood volume.

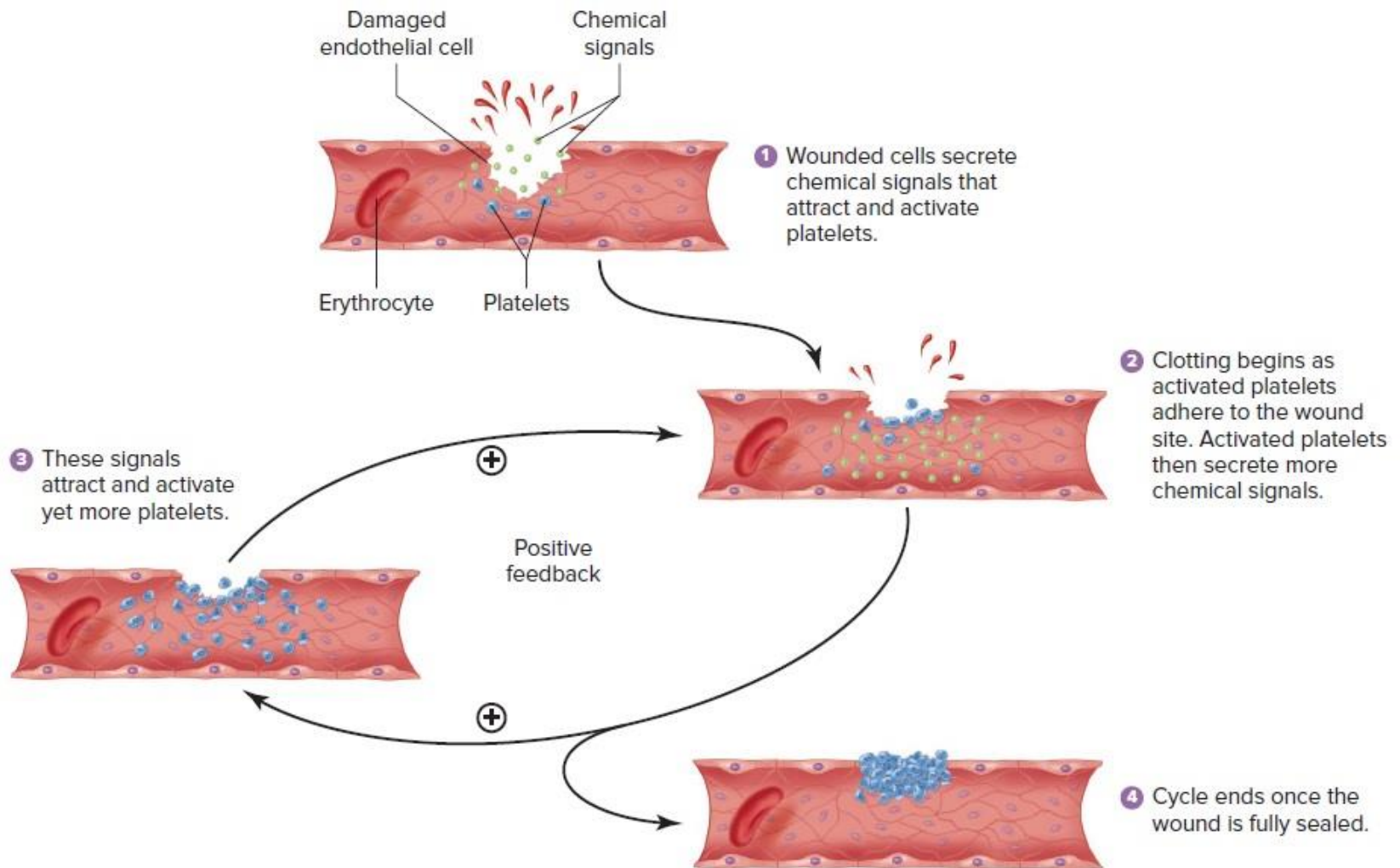
لانه مثلاً لو ما توقف النزيف حجم الدم رح يقل وحجم الدم منه العوامل التي يجب الاحتفاظ عليها.

Blood clotting

الدم بالوضع الطبيعي يكون سائل اذا الانسان انجح وانقطع ال blood vessel رح يبدأ الدم بمنطقة الجرح يتخثر (يتحول من الحالة السائلة الى الصلبة) وهو لو نشغل Negative feedback رح تعاكس الخثرة ونرجعها سائلة وهيك رح يستمر النزيف حتى الوقوف الحين بهاي الحالة يكونه positive feedback بمجرد تكونه خثرة صغيرة رح تساعد على تكونه خثرة أكبر فتبدأ الخثرة صغيرة بالمياه مرات وقد تصل الى خثرة كبيرة بالماشي مرات بعملية تسارعية الهدف منها غلق الجرح

Child birth

ربنا لما خلق الجنين في بطن أمه يخليه قاعد بالمقلوب (راسه لحتت ورجليه لفتوق) والرحم شكله كمثري زي المنطاد وجوا عنقه الرحم تحيله كحلقة ورأس الطفل فوق هذه الحلقة وما يكمل حجم الطفل يعطيه اشارة لأمه عنان يطلع ووزن الراس وحجمه يدفع على الحلقة فتبلس تتوسع وأول ما تحس الامهان بتعالي اشارة لـ hypothalamus وهاي اشارة تؤدي الى افراز هرمون اسمه Oxytocin وظيفته انه يؤدي الى تقاصر الرحم ولما يتقاصر الرحم الطفل بهير يدفع أكثر وبالتالي يتوسع الرحم أكثر وتكرر نفس الشئ لـ hypothalamus هرمون الاكستوسين ← تقاصر الرحم ← دفع أكثر حتى تتم الولادة مع العلم كل اشارة تكون أقوى من احي قبلها وهاد سبب انه الطلق او اشي يكون بينه فترات متباعدة بعدين بهير قوي ومتكرر بمدة قصيرة



Positive feedback as illustrated by the clotting process in blood. Damaged endothelial cells in the lining of a blood vessel secrete chemical signals that attract and activate platelets. As clotting begins, the activated platelets produce chemical signals of their own, attracting and activating **more** platelets to the wound site, which then produce yet **more** chemical signals, and so on. The cycle ends when the wound is fully sealed.

Test Question:

Q. Which statement about feedback control systems is incorrect?

- A. Most control systems of the body act by negative feedback.
- B. Positive feedback usually promotes stability in a system.
- C. Generation of nerve actions potentials involves positive feedback.
- D. Feed-forward control is important in regulating muscle activity.
- E. A feedback gain of -3.0 can correct $3/4$ of the initial error.