

PHYSIOLOGY



Lec: 2

Done by: *Shahed Zaytoon*

PHYSIOLOGY LECTURE 2

**CONTROL SYSTEMS OF
THE BODY**

Dr. Waleed R. Ezzat

Lecture Objectives:

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

عنا توالا ساء اللى الجسم لازم يحافظ عليها ثابتة بار ECF

Factors homeostatically regulated:

* يجب التفرقة بين Factors والوسائل

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

← يجب المحافظة عليهم فانه معين

1. Concentration of nutrient molecules. → glucose / fatty acids
2. Concentration of oxygen and carbon dioxide. → لازم يحافظ على نسبتهم ثابتة ومستقرة (urine / creatinine)
3. Concentration of waste products. → الفضلات والمواد السامة يجب انما لا تتجاوز له معين
4. pH (hydrogen ion concentration). → هذا العامل فغيره فاديه تركيزه pH (عامل الحموضة)
5. Water volume and osmolality (essential electrolyte concentrations). → تركيز الاملاح اديه لازم يكون تركيزه
6. Plasma volume and pressure. → حجم الدم اللى بيحب بالاعوية الدموية، هو سوائل الجسم ككل وضغط الدم لازم ما يقل عن حد معين
7. Core body temperature. → * حرارة الجسم الدافئة يجب ان تبقى ثابتة
 ← حرارة الدم المحررة (الاضحية) عليه

4 pH (hydrogen ion concentration) ~ (مهم جداً)

← هذا العامل خطير وقد يؤدي إلى الموت... ليه؟
← لأنه كل التريمر بالجسم بيشتغل ضمن pH معين
← فإن اقل أو ادم بالجسم معناها التريمرات كل الخلايا تناف

7 Core body temperature ~ مو قمتنا حرارة الجلد، لأنه حرارة الجلد

تتأثر بالعوامل الخارجية... عن هيك قمتنا كلمة
(Core) ← اللي ثابتة هي حرارة الدم

Core body temperature (الحرارة الداخلية في جسم الإنسان)

37.5 =

* جدول ال 7 factors همن اللي لازم يتم المحافظة عليهم... كيف؟
عن طريق وسائل... الوسيلة بتغير اه بي جدول ال factors ما بييس بتغيروا

كيف يعني؟! ~ يتبع

كيف يعني شوقك ؟

مثال :- هل من ضمن هاي العوامل كم مرة تنتفض بالحيعة ؟ لا

هل لجزء كمية النفس تكون ثابتة ولها تتغير ؟ لا

(عادي ممكن تزيد وممكن تنقص)

* إز" هي Just a method (وسيلة) للتفويض .

* يعني مثلاً :- لما تقل ال O_2 بالجسم، شوح يهيس ؟

رح يزيد معدل التنفس ... عن طريقاً شيء اسمه (hyperventilation)
(rapid or deep breathing)

فهاي وسيلة والوسيلة تتغير لتحقيق هدف والهدف هو الذي يبقى

ثابت .

يمكن ان
على مستوى cell ويمكن
tissue ويمكن على مستوى
organs كبير

يعني أي system به يسمح غلط

Control systems of the body

بعدة جساما كواحد وكذا اشين

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:

ال Control system لازم يتحقق فيه 3 شروط عشان يستعمل

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

كيف يهتج اذا ما يعرف بين الخلل يعني هناك الحرارة ارتفعت فلا بد ان وسيلة تكتشف انه الحرارة ارتفعت

2) Integrate this information with any other relevant information.

يعني ال system ما يستعمل جاله بالجسم هناك ال systems الاخرى ممكن يتعاون وينتج معهم ويجدين بيشتغلوا كلهم بشكل متناسق

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

بما انه عرف انه في خلل لازم يكون عنده القدرة على التصحيح مع موجود على cell mem.

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

liver هو الصوية
اللي هوا

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

يعني قد وتظل
بواحد من ال

يعني اكثر من Control system يتعاونوا سو لتحقيق هدف واحد.

الرئتين حثيثاً، ولما خسرنا رح تلبث تنزود من سرعة النفس عند طريقاً الى
(panting)

* التي عنده هو وضعية زائدة بالدم بهي عنده (acidotic breathing) تنفس

فالمريض
لهذا المريض لما نتطلع عليه من شوقه هو طبيعي $pH = 7.35 - 7.45$ نفكره كايين مسوي
exercises وتعبان، ولكن لما نوقفه قد اصاب وعالي طول عم بعمل panting
وهو كايين عامل أي exercises منعرف انه عنده acidity زائدة
ليه بهيس هيك؟

لأنه الرئتين تنزود من طرح غاز CO_2 ... كل ما نطرح CO_2 أكثر هذا الجسم
كل ما اختلفت أيون H بالجسم أكثر

ال Kidney برهنا System آخر ... البول فامضوي وال pH لا fine
تقريباً (6) و له هو acidic؟ لأنه ال Kidney لها القدرة على ارتها
تتخاضه وتطرح أيون ال H بالجسم، فإذا صار في زيادة بال H أيون ال
Kidney يتزود من ال urine acidity يعني بتطرح ايون ال أكثر بال urine

Control systems of the body (Cont.)

يمكن ما كانت الـ variable من عظمة الأهمية مثل Temp, PH

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

يعني كل ما تساهم - Control Sys أكثر

- 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.

يعني كفاءة الـ sys بتتغير مع العمر، فهناك للأنسواء وهنالك لتتحسن

- 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.

نستج ان الـ sys مع تقدم العمر ما يقدر كفاءة ثابتة

- The control systems are characterized by their:

يحصل بجمع اثنين

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

معظم الـ systems بتتعمل بال negative feedback

امثلة محدودة

* المثال الأول :-

الطفولة حيث الولادة ، الكلية عنده ما يتقدر تتركز البول كثير ، يعني البول
بفضله اخفف لونه اصفر باهت ، لما يتقدم الانسان بالعمر (Kidney)
رج تقدر تركز البول أكثر ويهر لونه اصفر أكثر
← لهيك البالغ بيحصل dehydration يعني قلة السوائل

* المثال الثاني :-

الطفولة الصغير بيحصل ال stress أكثر من الكبير ، يعني مثلاً ال
Cold stress ، الشباب بيحصلوا البرد أكثر من كبار السن

* ثانياً قاسية السن تنحف لما يتقدم الانسان
بالعمر

* قوة الهوت بالمرارة اعلى عشان ال
Frequency عندها اعلى

* الهوت اكثنا يكون ال Frequency فيه قليل

ال Stress هو بس نسبة
عظيمة ، اكبر ضلجان فيه
Stress / مثلاً هبوط ال
glucose بالجسم يعني
Stress

يعني اذا وانه من العوامل ال 7 الي افناهم نقص، يستغل system معين
 عشان يرفعه... يعني عمل عكسي (شي نقص و شي زاد)

Negative feedback: →

* عمل ال control system عكسي للتغيير الخارجي

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.

الهدف هو التصحيح
 التغيير الي مسار بالاصح
 يعاكس

The components of a simple negative-feedback control system include: كل Cont. Syst. يستغل بال negative لا يتم تسوية فيه هذول الشروط

- Regulated variable
 - The receptor (sensor or detector) *المعنى*
 - The control center (comparator or integrator) *موجود*
 - The effector (acts to oppose change) *هو قسم التنفيذ*
- * يعني ما يهيس في neg. feed. ال ال هذول ال حالات
 هذا ال ورج يععمل عكس التغيير الخارجي
 ال set point

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

هذا هو receptor
 المقصود فيها حركه الدم مو الحاله

* core temperature ~ 37.5

يعني ما محتاج Control system على التغيير بال Regulated variable →

heart / respiratory rate
كلا زمني ونا الاثر الذي تغير واحد من الـ 7

○ The receptor (sensor or detector) → لا بد من وجود receptor كالأثر كيف الجسم

بدون حس بالتغيير إذا ما كان في جسمه حس بهاد التغيير

* مثلًا لما تغير الـ pH ، كما يكون في receptor
* الحرارة كالأثر في الجسم receptor تعرف اياه حرارة الدم
* الـ osmolarity كالأثر في receptor بالجسم يعرف اياه تركيز Na⁺

طيب انا receptor شو وظيفة؟
كيف يرسل معلومات ويشكل مستمر وروني توقف
مايب المعلومات التي يرسلها علمين بربطها؟
control center

○ The control center (comparator or integrator) → هو قسم يستلم المعلومات، وهو الذي

عنده التي صخرت اسمه (set point) ... يعني مثلًا درجة حرارة الدم ، في اثنى بان Control center اثر بيحكيه شوف
المطوية التي رح تبعيك ، اكثر من 37.5 ولا أقل من 37.5 ، فالتالي الـ set point هو 37.5
لما حس انه في تغيير رح يات بعطي أوامر
طيب لمين رح يعطي أوامر؟
effector

○ The effector (acts to oppose change) → هو قسم التنفيذ ، ممكن ان effector يكون muscle

ممكن يكون gland ، ممكن يكون اي شيء
ان effector لما يشتغل رح يعطي تأثير عكسي (acts to oppose change) يعاكس التغيير الخارجي

Example: Exercise \rightarrow \uparrow body temperature \rightarrow stimulation of temperature-monitoring nerve cells in the hypothalamus \rightarrow activation of cooling mechanisms (sweating) \rightarrow \downarrow body temperature.

الوانه لما يلعب رياضة كتنزيد درجه الحرارة بس...
ليه؟ لأنه كلما تفاعلت ال metabolism بجهتها (99%) منها هي تفاعلات
طارية يعني تولد حرارة \leftarrow The greater level of metabolism, the greater degree of heat production.

فدا skeletal muscle لما تدخل بال exercise ربح يزيد فيها ال
metabolic rate فبح يزداد تكون ال heat فبالتالي ربح ترتفع ودا ال
طيب ارتفعت الحرارة و ربح كس ال (sensor) .. ال sensor ال ال ال
خالقه بجهتها ال ربح كس بتغير الحرارة موجود بال hypothalamus في
neurons موجودة بال hypothalamus سخلتها detect كس بحرارة الدم
لما حسست انه درجه الحرارة ارتفعت عن 37.5 داركت حسعتي اوامر بجهتها ال
يتحكم انها هي نفسها ال sensor وهي نفسها ال control center وبعدهم بيكوا neuron مجاور

* إذاً الأوامر بهذه الح تطلع من ال hypothalamus ... فإن effector الح يعمل
(activation of cooling mechanism)

sweating من رآ ح تطلع الأوامر hypothalamus وترجع للغدة
العرقية (sweat glands) بإكلد ما تباث هاي الغدة العرقية تفرز العرق
الهدف هو انه لما يجي الهواء يتبخر وتتبخر الهواء بسوي (cooling)

هيك وكأ انه control system واحد ولكنه في الحقيقه هو اكثر من واحد

صملاً ح تروح أوامر للرئتين من السخما اللي يلعب رايته بياهدك ليه!
لانه الرئتين ح تطلع هواء سخن وتاخذ هواء بارد فهيك فقت عردا وديته
الهوا اللي دخل لها يطلع ح يبخر من الماء اللي موجود بالقصبة الهوائية وفروعها
فبطلع بخار زياده عن طريق الرئتين وهذا (cooling)

ليه الحلاب تلهث بالحس عن طريقا انه يطلع لسانه حتى الماء اللي على لسانه يتبخر

(* كظاهرة بالحياة العاطرية كغيره)

عبارة عن قانون تقبيل فيه كفاءة

Gain of a Control System:

الـ on-sys- عشان تقارن بين
2 sys. وهما عشان

نحرف كفاءة. كفاءة واه بمرور الوقت

● 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:

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

يعني مقدار التصحيح الذي ستراه الـ Control sys. ←

Error ← ما لم يصححه الـ sys انما كان

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)

بالإهمال
الأشياء

هي المنتحسات لضغط الدم
(التصحيح لضغط الدم)

عالية جدًا كعني كفاءة الجسم للمحافظة على درجة الحرارة اعلى بكثير من كفاءة الجسم للمحافظة على ضغط الدم

* دائمًا نتيجة الـ Gain بالـ Negative feedback قيمته بالسالب

لتفترض انه منظم المرعه الجثمان كان 100 ، ومارعنه نزيه نزل منظمه
مارع 80 ، فاشغل Control system عشان يرجعه

بحر نتبعت لأي Control system انه تكون كفاءته 100% ، برتبع العالم
لأقرب ما كان عليه به هو 100%

فهون كان 100 ونزل لـ 80 ، اشغل Control system ومار يصلح كـ ما واصل
95 ... ان Correction (15)

ان Error هو ما تبقر ... ما له ، يصلح وهو (5)

Gain of control system = $(-)$

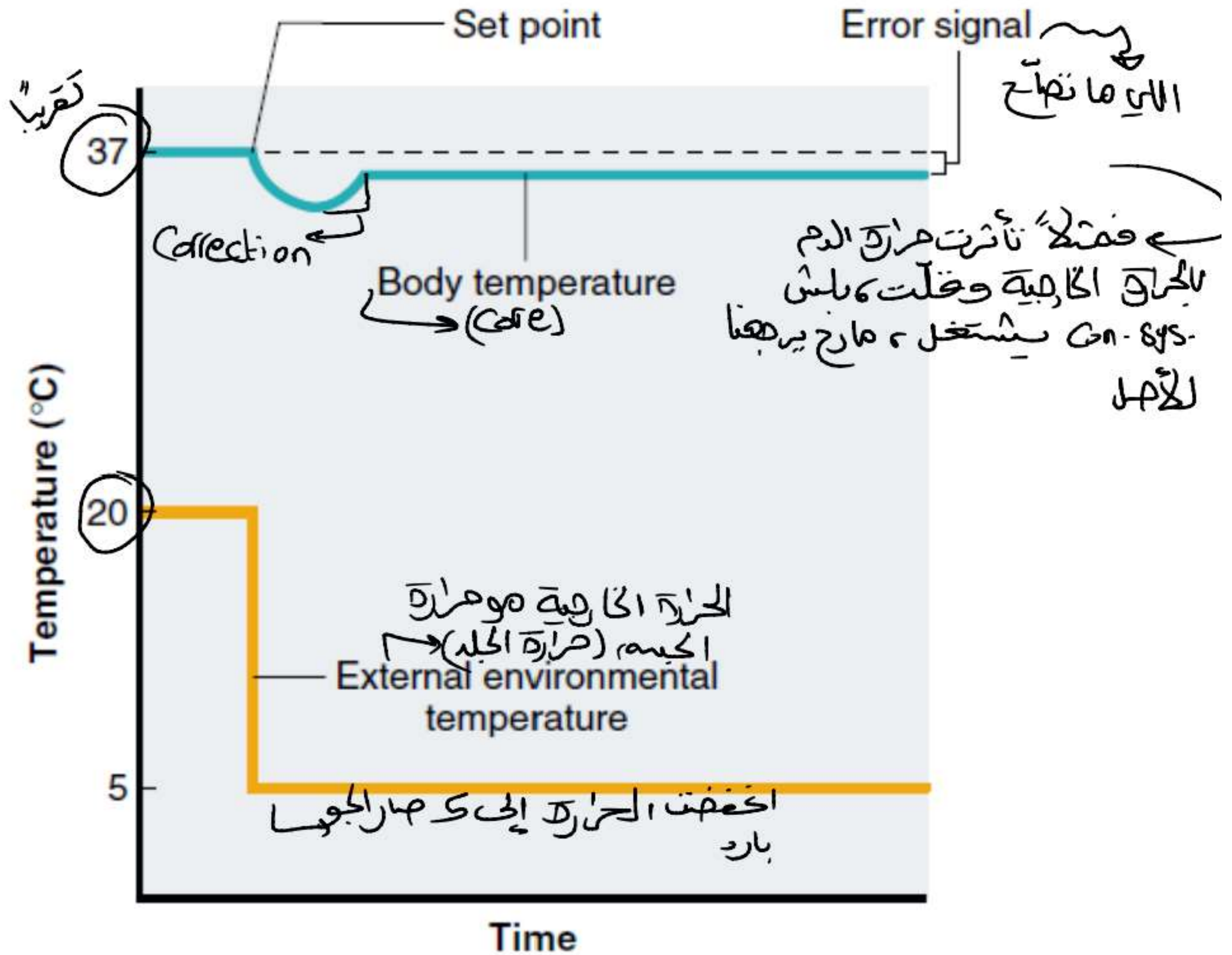
لأنه الاتجاه متعاكس ، لأنه لو

أفنا ان Correction من 80-95 هجوراً هذا زار

لكن ان Error من 95-100 نزولاً ... فبكون بالسالب لأنه الاتجاه متعاكس

* ان Gain دائماً سالب بال negative

* The higher the ^{number} value, the better the effectiveness
الرقم يكون قليل لما المقام يكبر ، بينما لما المقام يكون صغير يعني التصحيح هو الجبر الرقم يكو أكبر



لها امك neg. fee. بعد لهار في change بواله من العوامل ال 7 ، ولكن في كثير من الأحيان ، اكتم بيتنا بالاشي قبل حدوثه
 الصنف هو منع التغيير

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

توقع ← ما بيتنى تغير المشكلة حتى يلاقيها حل

بمعنى
 توقع
 يغير
 Change
 بواله من
 factors ال 7

feed forward regulation

مثلاً طاعت لسان الجوزي بارد و ربيكت

رح نشرف بلك همار لونه شاحب يعني ال blood vessels

باكله تذيقت فكمية الدم باكله قلت ، بيدك ما يكون لون اكله زهري بهير (pale)

شاحب ... شو الهدف ؟ عشان يقل الدم باكله عشان ما نفقد حرارة حتى اهلك

ما تنزل حرارة الدم ... فهون اهلك ما همار في تغير عا حرارة الجسم الداخلية

هاد اسمه (anticipation)

مثال آخر: مثلاً انت تبني شارع فيه مخور ، بعند الشارع هو هستوي ل...

في منطقة عالية ومنطقة واطية فيالاي رح بيلك رح بهيرو ومة منطقة عالية

وهو في منطقة واطية ، كنت أم آبيت جسمك رح بيدك ، ولما بيدك يمكن توقع

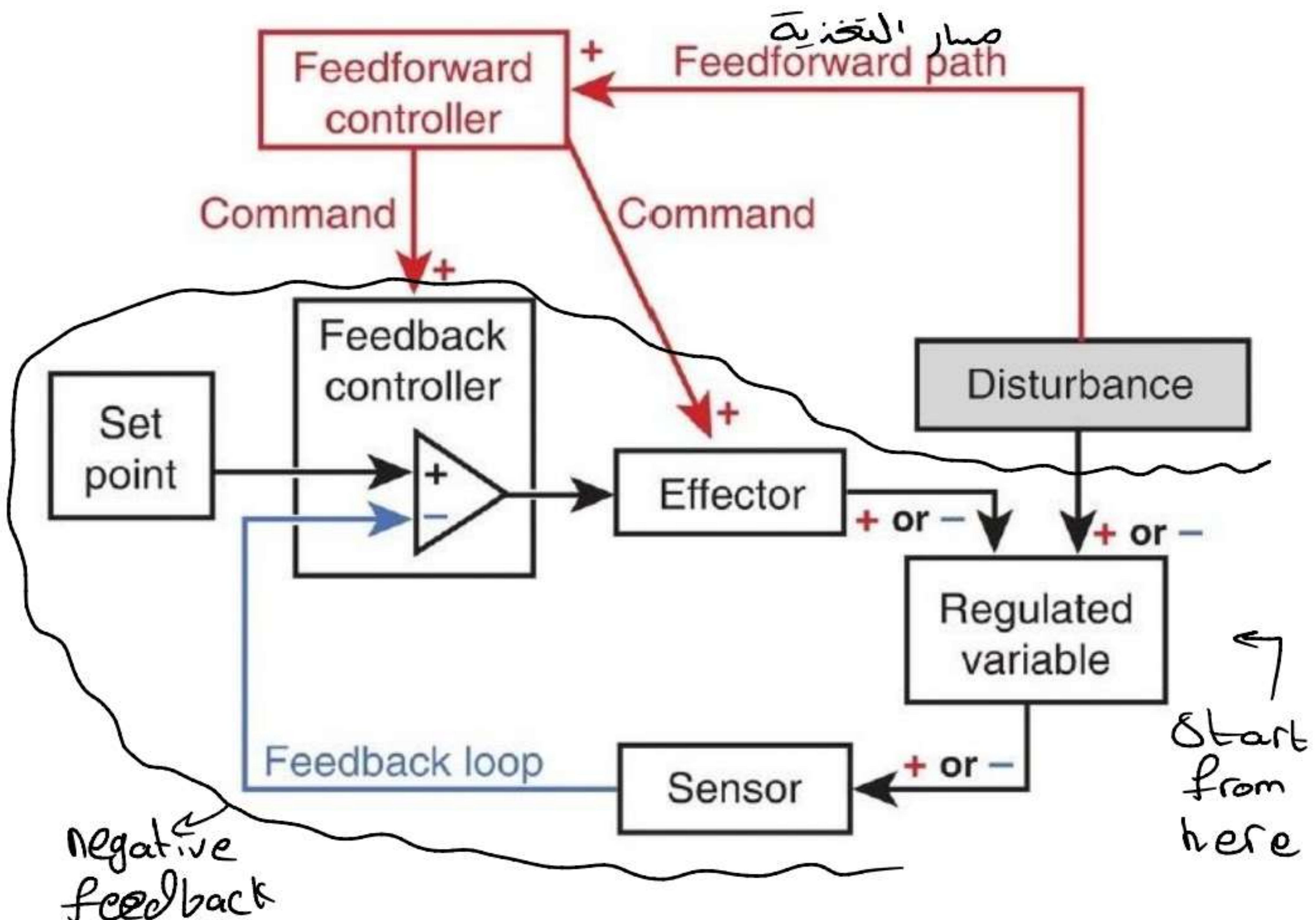
فرية فعلك رح تبهر ايه بذك زملح وقفتك فهون جسمك سوا

anticipate قلتم عنك اكثر من عطلات تانية حتى يحافظ على التوازن

* مثال آخر: - لما تناول الطعام والعلوكوز وهد للأعضاء ونهها بالدم رح جيس ال pancreas لأنه هو العضو المسؤول عن اخراز هرمون الانسولين حتى السكر ينخفض... كيف حس البنكرياس؟ لما زاد العلوكون بالدم، بيجي للبنكرياس vessel ليه فيه ذكيا اسمها كاله... وهقول الكليا بتخس ليهنوب السكر بالدم، بحيث لما ييجي الدم للبنكرياس، جيس انه السكر عالي بيأت يفزر انسولين. سه هاد negative feedback

ب، فنتك لما تخم لقمة الاكل بتتك عم تمضغ لسا ما بلعت اللقمة ولا نزلت بالدم ولا وصلت للمعدة... بيأت البنكرياس يفزر انسولين... ليه؟ (anticipation) انتوقع انه الاكل رح يوصل ووكا ما في داعي الاكل يوصل ويرتفع السكر ل 600 فاني الانسولين جاهز بحيث حتى لو زاد السكر فليه يوصل ل 150 ب صت 600!!

لما الخف ترتفع ايتها ك قبل حتى لياك يرفع يات الطفد يتبول ليه anticipation وكأته المعدة بتك القولون لهرزي فالك في اكل جاي بالطريق فرعك وهرزي على ييجي مكانه شي ليه



يعني لما يصير في تخيير فاصريه الجيم نزوده
(ولكن هنا فقط في حالات محددة)

Positive feedback:

(Going down hill) يعني مثل سياره نازل على جبل وخراب بريكادتها، فكل ما تنزل اكثر سرعتها بتزيد
→ هلقه

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.

يعني لو ما وقفنا النزيف ال volume عن ما يقل.. فمنعنا الهبوط
← اما ما وظيفتنا عارر ال volume عن ما يقل.. فمنعنا الهبوط

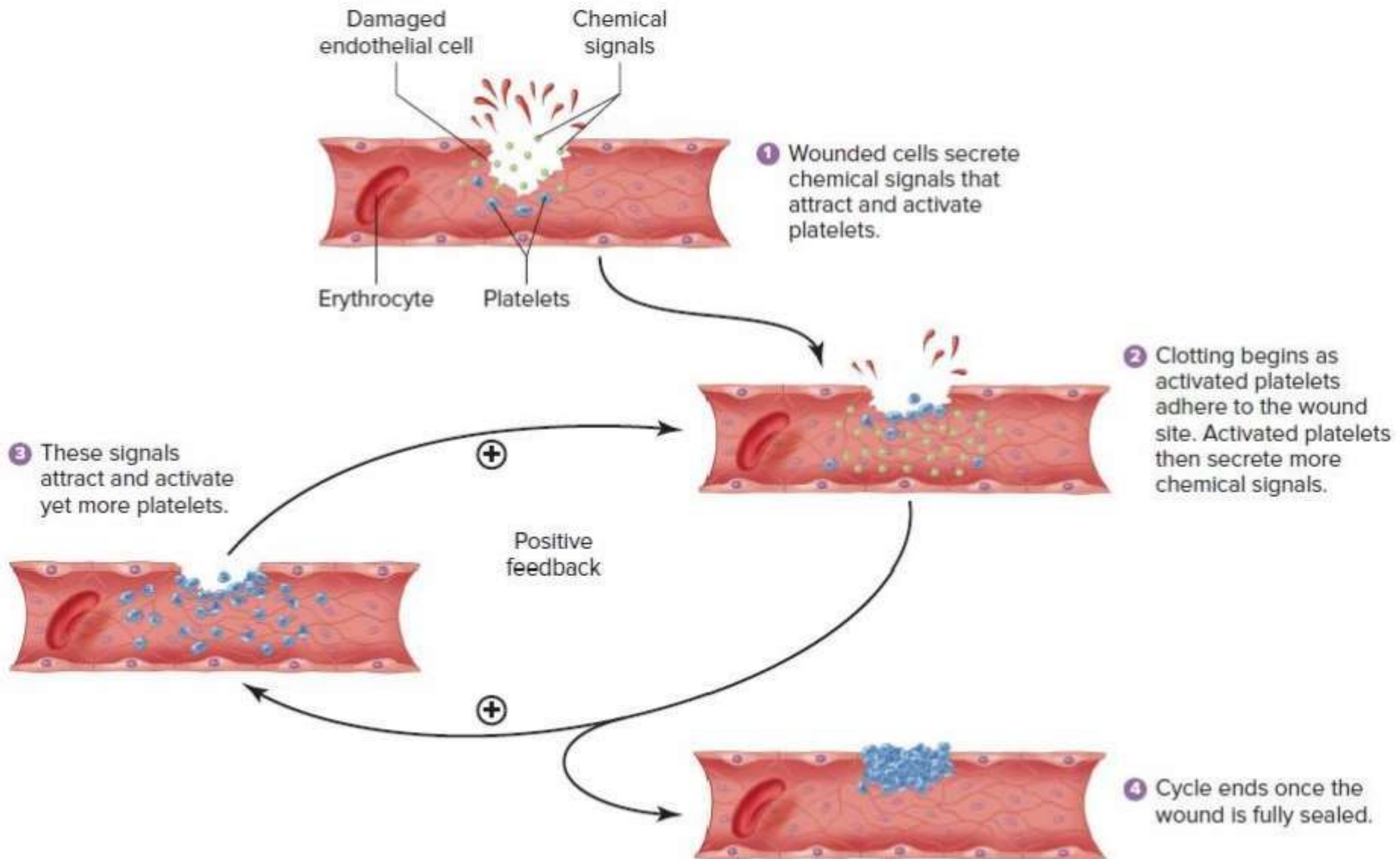
Example: blood clotting, the positive feedback clotting process is a negative feedback process for the maintenance of normal blood volume

← الدم في الوعاء الطبيعي يكون ساكناً إذا الإنسان انخرج وانقلعت ال vessel blood رح ييات الدم في منطقة الجرح يتخثر (يعني رح ييات يتحول من اكله المسائله الى اكله الصليه) --> إذا بنا نعمل negative feedback لازم نعاكس يعني لما تتكون خثرة لازم نرجعها سائله ولكن اذا رجعناها سائله مارح يتوقف التنظيف رح رقه تنزف ، لكن الـ هو موجود هو به مجرد تكون خثرة مبعيره تساعدها تكون خثرة اكبر فتبات الخثرة المبعيره ممكن توصل لحجم 1cm^3 بعملية تسارعه كالهف منها هو عناق الفتحة وتوقف نزف الدم .

مثال آخر : Childbirth (عملية الولادة) ← الجنين في بطن الأم طاي بالمفاوب يعني راسه كت ورجليه فوق ، وبق جوا عنق الرحم ، والطرفه قاعه فوق عنق الرحم (cervix) ولما الطفل يهبر حجه كامل يهبر يحكي لأمه ريك بهي اطلع ، وزن الراس وحجمه ينزل يهبط عابر (cervix) فيهبر يتوسع سووي ، وفي الحلقه/العنق اعصاب يتحس

ولها كس الجهاز دايكت يعطي إشارة hypothalamus والـ pituitary glands
هنا الإشارة لما تم بعد توجي إلى إفراز هرمون اسمه (oxytocin)
وظيفة انه يوجي إلى تقاها الرحم ← لما يتقلها يدفع رأسها الأقد أكثر
ولما يدفعه أكثر يوسع حنق الرحم، ولما يتوسع أكثر يعطي إشارة أكثر
وهكذا وتصل العملية تسمى أكثر فأكثر إلى أن تتم الولادة .
ولها المسيرة عند الولادة يسببها الطلق كل وادقة .

★ إن عملية الولادة ← positive feedback



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.