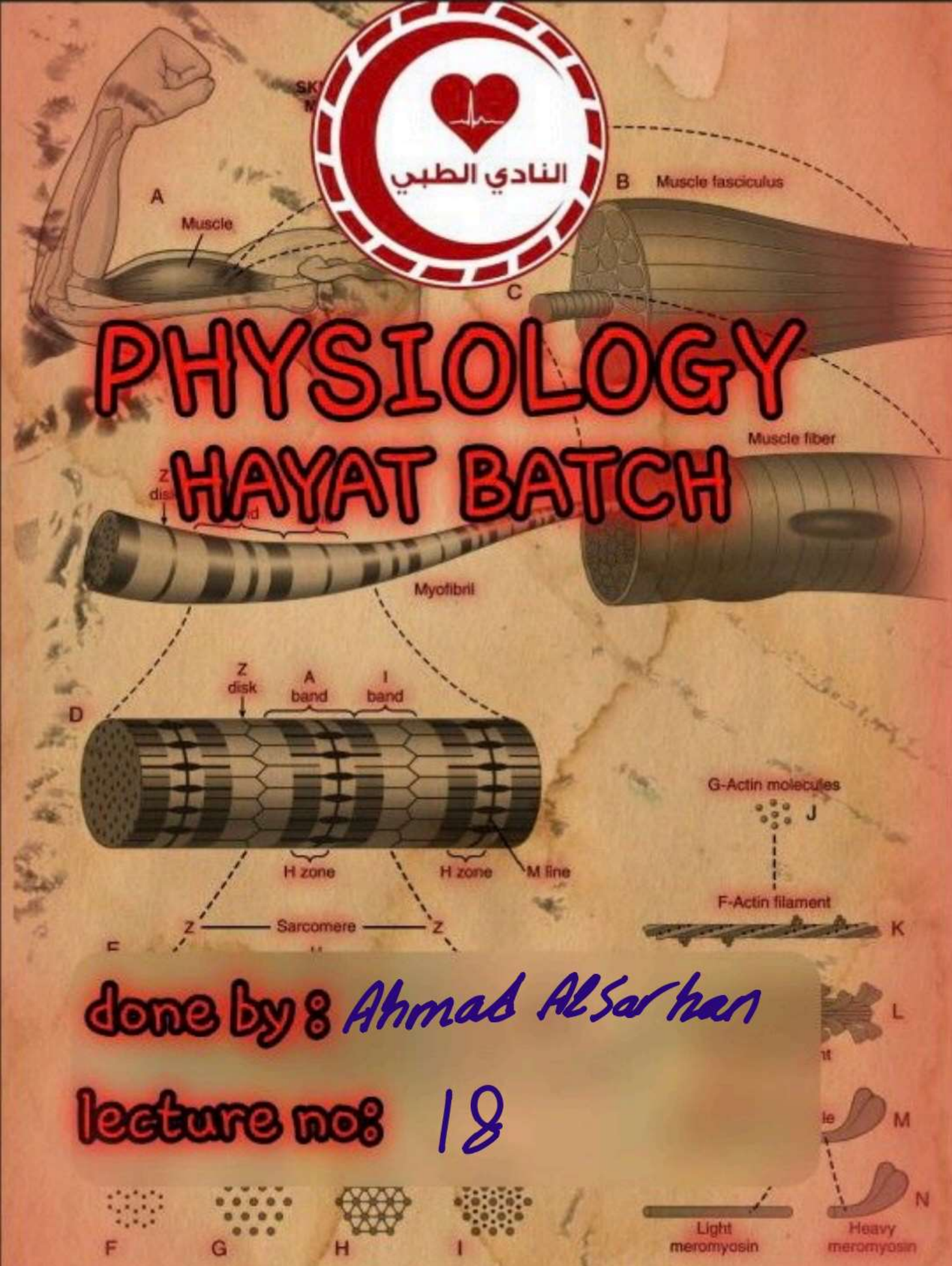


PHYSIOLOGY

HAYAT BATCH

done by : Ahmad Alsarhan

lecture no: 18

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 indic

Receptor adaptation & Neural circuits

Physiology lecture 18

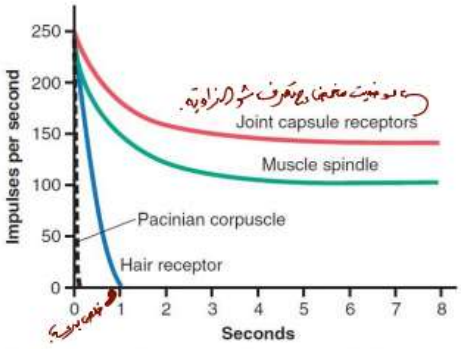
Dr. Waleed R. Ezzat

Lecture Objectives:

* Define adaptation of receptors.
* Explain the differences between tonic and phasic receptors.
* Describe the relationship between nerve fiber diameter and conduction velocity.
* Describe a method used to classify nerve fibers.
* Differentiate between spatial and temporal summation.
* Recognize neural circuits, divergence, convergence, reverberating cycles and feedback circuits.

Adaptation of Receptors:

* **Adaptation** is the decline of the electric responses of a receptor neuron over time in spite of the continued presence of an appropriated stimulus of constant strength.
* All sensory receptors adapt either partially or completely to any constant stimulus after a period of time.
* When a continuous sensory stimulus is applied, the receptor responds at a high impulse rate at first and then at a progressively slower rate until finally the rate of action potentials decreases to very few or often to none at all.
* Some sensory receptors adapt to a far greater extent than do others. Example; the **Pacinian corpuscles** adapt to "extinction" within a few hundredths of a second. Whereas, some require hours or days to do so, for which reason they are called "nonadapting" receptors.
* A **mechanoreceptor** (such as carotid and aortic baroreceptors) adapts in about 2 days. Some of the non-mechanoreceptors (the chemoreceptors and pain receptors) probably **never adapt completely**.



Adaptation of different types of receptors showing rapid adaptation of some receptors and slow adaptation of others.

- المقصود بكلمة adaptation ؟ مثال :- كلنا لما اجينا الجامعة لما الحنا بدنا نلبس ملابس أول ما حطيناها على جسمك رح تحس فيها بعدين ما رح تحس ولا تفكر فيها.

هذا هو الـ adaptation والمقصود فيها في receptor ال physiology انه رغم استمرار وجود stimulus يتوقف عن ارسال action potential .

- هل كل receptors يحصل فيها adaptation ؟ نظريًا نعم لكن ليس بنفس السرعة ، يعني في هذا القرا اللي اخذناه من كتاب ڤايتن يوضح

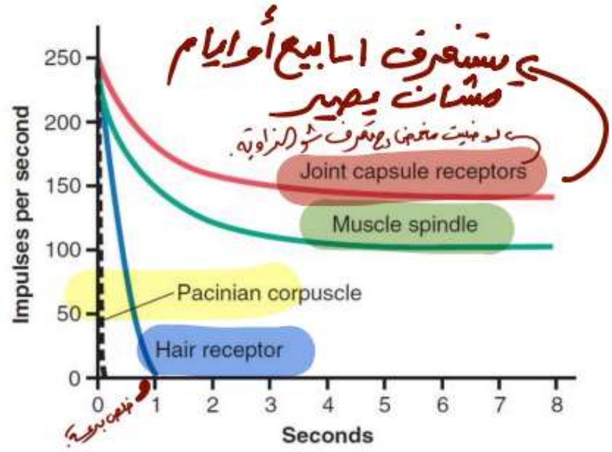
- اربع أنواع من receptors

- معظم بدأ من تهييج حوالي 250 action potential بالثانية

y

الخط الاسود المنقط يكاد يمشي مع محور Y وانتهت ... المقصود pacinian corpuscle ، سريع جدًا أقل من ثانية

urs



Adaptation of different types of receptors showing rapid adaptation of some receptors and slow adaptation of others.

مثال أمر receptor موجود بالجلد ، خلص بعد مرور ثانية وحدة وصار فيه adaptation .

- pain receptor تعرفين ان pain يمكن تنتظر خمس ايام حتى يخف شوية .

Mechanism of Receptor Adaptation:

* The mechanism of receptor adaptation is different for each type of receptor.
* Mechanoreceptors, for example, adapt because of **readjustments in the structure** of the receptor. Others, such as the rods and cones in the eye adapt by changing the concentrations of their light-sensitive chemicals.
* One of the adaptation mechanisms that is shared between receptors is the **accommodation**. Accommodation probably results from progressive "inactivation" of the sodium channels in the nerve fiber membrane.

يختلف الية الـ receptor إلى adaptation لكن بالاخير كلها تصب بشيء واحد وهو Na^+ channel ، بانه وع تسكير الي :-

adaptation سريع ← تسكير Na^+ channel يكون سريع.

فمثلاً هذا الي احنا قلنا عليه بدل ما تنفتح بالبداية Na^+ channels كثيرة ويدخل Na^+ تبدأ تتقلص مع الوقت ثم تغلق وما يدخل اي صوديوم وقفت، والي تتأخر تفتح Na^+ channels غالبة. هذا إلي سميناه بال accommodation.

The Tonic Receptors (Slowly Adapting Receptors):

* The slowly adapting receptors continue to transmit impulses to the brain as long as the stimulus is present. So, these receptors inform the brain about the **duration** of the stimulus.
* Therefore, they keep the brain aware about the status of the body and its relation to its surroundings. Example of tonic receptors are;
  1. Muscle spindles, Golgi tendon apparatuses, and joint capsule receptors.
  2. Receptors of the macula in the vestibular apparatus.
  3. Pain receptors.
  4. Baroreceptors of the arterial tree.
  5. Chemoreceptors of the carotid and aortic bodies.
  6. Skin mechanoreceptors such as Merkel's discs (detect pressure) and Ruffini corpuscles (detect skin stretch).
* Tonic receptors are given this name because they can continue to transmit information for many hours, or even days.

The Tonic Receptors (Slowly Adapting Receptors):

the **duration** of the stimulus.

* Therefore, they keep the brain aware about the status of the body and its relation to its surroundings. Example of tonic receptors are;
  1. Muscle spindles, Golgi tendon apparatuses, and joint capsule receptors.
  2. Receptors of the macula in the vestibular apparatus.
  3. Pain receptors.
  4. Baroreceptors of the arterial tree.
  5. Chemoreceptors of the carotid and aortic bodies.
  6. Skin mechanoreceptors such as Merkel's discs (detect pressure) and Ruffini corpuscles (detect skin stretch).
* Tonic receptors are given this name because they can continue to transmit information for many hours, or even days.

The Phasic Receptors (Rapidly Adapting Receptors, Rate Receptors, or Movement Receptors):

* These receptors react strongly while a change is actually taking place. Therefore, they inform the CNS about rapid changes in stimulus **intensity** and **rate**.
* Phasic receptors (such as the Pacinian corpuscle and Meissner's corpuscles) are important in informing the nervous system of rapid tissue deformations, but it is useless for transmitting information about constant conditions in the body.

Note:

Many sensory neurons may unify both response properties and are called **phasic-tonic receptors**. They usually show a phasic response at stimulus onset, followed by a long-lasting, but lower tonic response. Example; **thermoreceptors**.

مرحلة / لحظة

The Phasic Receptors (Rapidly Adapting Receptors, Rate Receptors, or Movement Receptors):

- لو الواحد يضل يحس في اشي حاليه مثل السلسلة لما تضل تلف حولك رح تزعجك مشان هيك الله خلى adaptation سريع.

- تخليك تحس بالشي وتحس intensity تبعته بس في نفس الوقت لانها تخليك تقدر تحس بالتكرار هذا انسميه rate.

- يعني انا مني اشي رح تعرف لو كان receptor مستمر بالشعور واجت الحالة الثانية مارح تحس بالهزة لكن اختفاء الشعور بخليك تحس بالحديدة في الاهتزاز مارح تحس فيه الا اذا كان receptor اصلا من نوع الي بصير فيه adaptation وسريع.

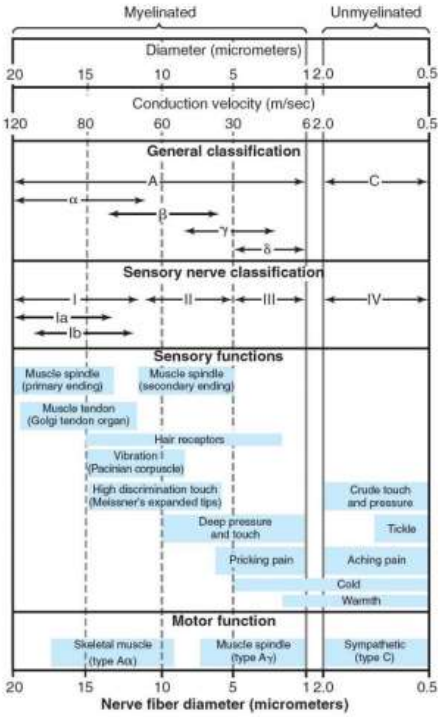
Note

- بعض receptors تحمل الصنفين تبدأ phasic وتتحول الى tonic

مثلا :- receptors الي تحس بالحرارة مثلا انت لو دخلت الحمام وبدك تتحمم وفتحت الماء وفرضنا حرارة الماء شوية اعلى من حرارة الجسم يعني (40 - 35) مثلاً اول ما يلمس جسمك رح تحكي حامي (حار) لانه احمى من جسمك لكن لو صمدت رح تشوف انه بديت تتحمله صار شوي أقل هو بالحقيقة نفس الماء ونفس الحرارة بس كل الي صار adaptation بسيط الي هو مثل phasic وبعدين صار وراها استقر بعدين تحول الى tonic.

The Physiological Classification of Nerve Fibers:

* Nerve fibers have different sizes ranging between 0.5 and 20 micrometers in diameter.
* The larger the diameter, the greater the conducting velocity. The range of conducting velocities is between 0.5 and 120 m/sec.
* There is a "**general classification**" and a "**sensory nerve classification**" of the different types of nerve fibers.
* In the general classification, the fibers are divided into types A and C, and the type A fibers are further subdivided into α, β, γ, and δ fibers.
* Type A fibers are the typical large and **medium-sized myelinated** fibers of spinal nerves.
* Type C fibers are the **small unmyelinated** nerve fibers that conduct impulses at low velocities.
* The C fibers constitute <u>more than one half of the sensory fibers</u> in most peripheral nerves, as well as all the <u>postganglionic autonomic fibers</u>.



Physiological classifications and functions of nerve fibers.

- هاي تكملة منها سابقاً ما رح احكي كثير حكيت انه الاعصاب في جسمنا نقسمهم الى A,B,C

A ← myelinated
B ← myelinated ← لكن رح نوخدها بعدين.
C ← unmyelinated

ميزة الـ A أنه شوي خفيفة بعني Diameter تبعها كبير تبدأ من قد يصل الى 20 micrometer وسرعتها ممكن تصل الى 120 m/s وفي A ← α, β, γ, δ تنزل لما تنزل الى C.

C ← عادة صغيرة قطرها 1 micrometer وانزل معناها السرعة فيها قليلة 1 meter/s وانزل.

- يمكن أنت بتحكي لان الـ c هيك قيمتها قليلة بالجسم لأ.

* The C fibers constitute more than one half of the sensory fibers in most peripheral nerves, as well as all the postganglionic autonomic fibers.

نص الاعصاب sensory الي ماخذة action potential طالعة إلى الدماغ نصها (C) fibers.

- أما الـ motor الي تنزل الي الاعضاء للتنفيذ نقسمها قسمين:

لا أرادي motor
sympathetic and parasympathetic

أرادي motor
← somatic
مثلاً: انا اعطيت أمر لأ يدي وتقلصت استخدمت A α

- منها كثيرة جداً مثل ضبط حرارة الاعضاء.... إلخ..

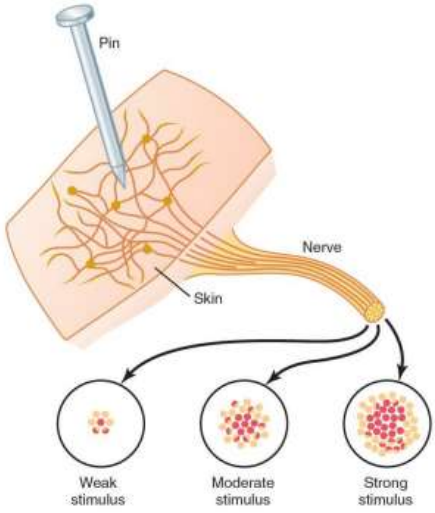
الارادي عادة تكون myelinated

رح يعطينا ياه دكتور زهير 🫠😔☹️
جهزوا حالكم 🤓😁😁

طبعا هذا السلايد الدكتور حكى ما رح احكي كثير عليه وكتبت صفحة كاملة كيف لو مارشرحه قبل هالمره 😂😂

Spatial Summation of Sensory Signal Transmission:

* Spatial summation is the increasing signal strength transmitted by using progressively **greater numbers of fibers**.
* The area of skin from which the entire cluster of fibers from one sensory fiber frequently covers is called the receptor field of that fiber.
* The **receptive field** is a portion of sensory space that can elicit neuronal responses when stimulated.
* The number of sensory endings is large in the center of the receptor field but diminishes toward the periphery.
* The arborizing fibrils of one sensory fibers **overlap** those from other fibers. Therefore, a pinprick of the skin usually stimulates endings from many different pain or tactile fibers simultaneously.



Pattern of stimulation of pain fibers in a nerve leading from an area of skin pricked by a pin. This pattern of stimulation is an example of *spatial summation*.

تكلمت بالمحاضرة الماضية كيف الدماغ بعرف عن طريق عدد intensity
الـ action potential الي توصله.

- هناك طريقتين لزيادة عدد action potential ←

(1) Spatial Summation of Sensory Signal Transmission:

من space ← يعني مساحة كبيرة

(2) Temporal Summation of Sensory Signal Transmission:

(1) مثلا sensory nerve جاي الى ايدي لا تتصوروا انه axon واحد وجاي لنقطة و receptor واحد، الي بصير انه sensory nerve قبل ما يوصل للهدف الجلد مثلا راسه يتفرع الى خمسين فرع والـ 50 فرع نزلوا منطقة مساحة دائرية كل فرع براسه receptor ويطلع من كل واحد action potential رح يمشي بنفس الفرع.

- المساحة المعينة الي باخذ منها احساس نسميها receptive field.

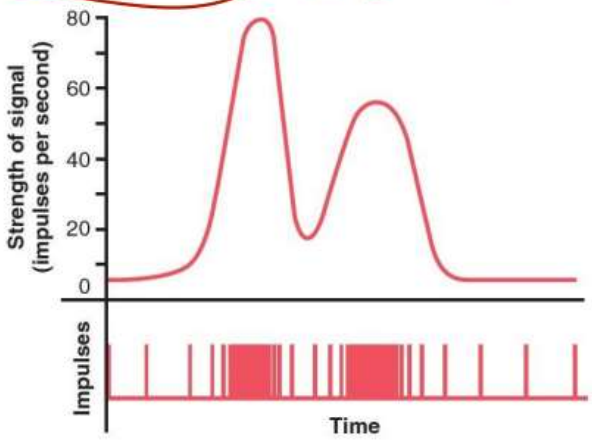
- الخمسين فرع الموجودين في receptive field متركزة بالمركز، كل ما تروح على المحيط تقل.

- الـ receptive field تتداخل ومنطقة التداخل اذا عملت فيها stimulation بهاي المنطقة الـ action potential رح يصعد اثنين.

- كل ما تزيد intensity بزيد عدد receptive field receptor المساهمة وكل واحد يرسل من جهته action potential والي توصل الدماغ رح تبين عدد كبير.
يعني الدماغ بحكي شدة عالية من مساحة كبيرة.

Temporal Summation of Sensory Signal Transmission:

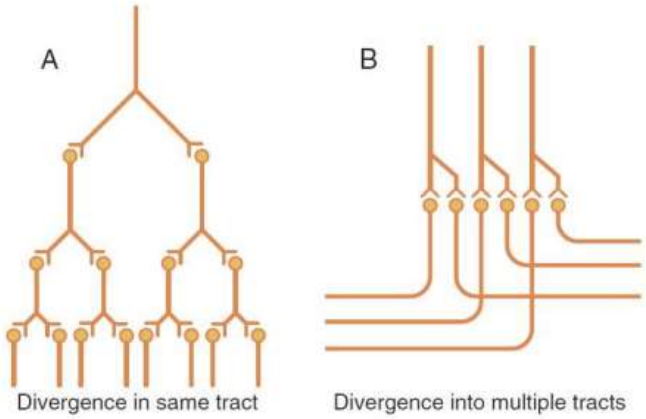
Temporal summation is a mean for transmitting signals of increasing strength by increasing the frequency of nerve impulses in each fiber.



Translation of signal strength into a frequency-modulated series of nerve impulses, showing the strength of signal (*above*) and the separate nerve impulses (*below*). This illustration is an example of *temporal summation*.

Divergence of Neural Signals:

* A signal from a **single** presynaptic neuron may excite several postsynaptic neurons (or several muscle fibers or gland cells).
* It is the **amplification** of an input signal by exciting greater numbers of neurons as it passes through successive orders of neurons in its path.
* The divergence of the signal could run in a single tract or into multiple tracts.



"Divergence" in neuronal pathways. *A*, Divergence within a pathway to cause "amplification" of the signal. *B*, Divergence into multiple tracts to transmit the signal to separate areas.

مهم جدا تفهم neural circles ع كيف الله خالق neurons بالدماغ

- شبكات الدماغ معقدة جداً جداً رح تعطيكم ثلاث بس :-

واحد impulse
مجمع يصير الف عشر آلاف impulse

1 Divergence of Neural Signals:

- رح يصير في تضخيم . amplification .

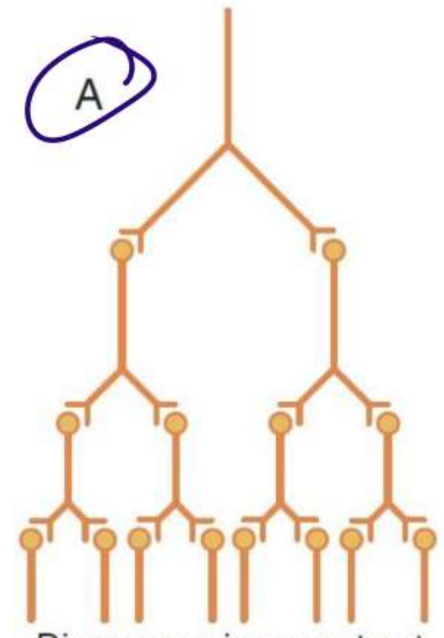
- impuls واحد رح يولد عندي الف أو عشر الاف impuls .

- فاتين يعطيكم نموذجين للتضخيم :-

جو نموذج الخط الواحد ، المقصود هذا الخط يعني axon وفي neuron .

- axon قبل ما يصل للهدف يتفرع بالبداية مخطوط فرعين ممكن ينفرع لمية وكل فرع بيسوي impuls ويضلو هيك ...

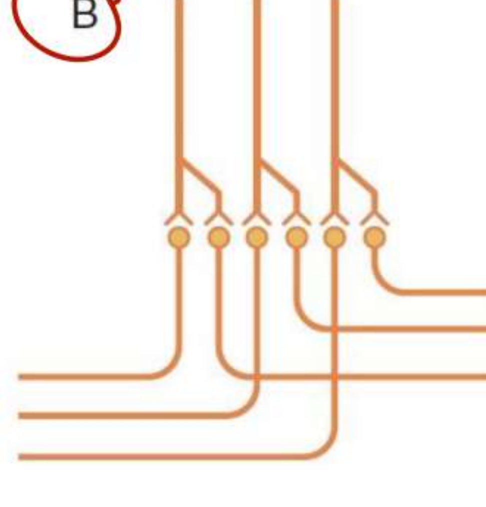
- لو كلهم مشوا باتجاه الـ A معناها باتجاه system واحد وخط واحد بس ممكن تتوزع على أكثر من system اللي رح يكون بنموذج B



Divergence in same tract

مجموعة راحوا للتضخيم باتجاه و تضخيم باتجاه ثاني

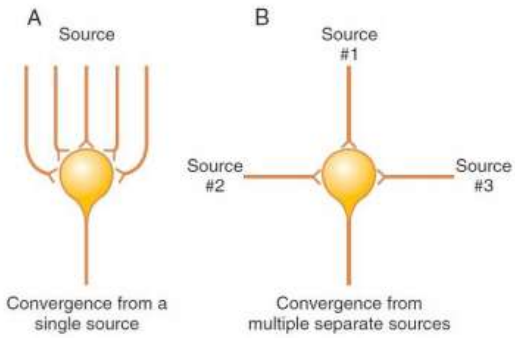
- نفس الامر بس بتوزع و تضخم بحيث يغذي كل الشرايين بالجسم ويصير في تغير بالقلب و هيك يعني تفرع و اكثر من خط .



Divergence into multiple tracts

Convergence of Neural Signals:

* Convergence means signals from multiple inputs uniting to excite a single neuron.
* Convergence could be from a single source to provide enough spatial summation to bring the neuron to the threshold required for discharge.
* Or, Convergence can result from input signals (excitatory or inhibitory) from multiple sources. Such convergence allows summation of information from different sources, and the resulting response is a summated effect of all the different types of information.
* Example, a single motor neuron that synapses with skeletal muscle fibers at neuromuscular junctions receives input from several pathways that originate in different brain regions.



"Convergence" of multiple input fibers onto a single neuron. **A,** Multiple input fibers from a single source. **B,** Input fibers from multiple separate sources.

8 Convergence of Neural Signals:

شبكية مثال اخر معاكس بالضبط .

- خط واحد يجيله أوامر من جهات متعددة .

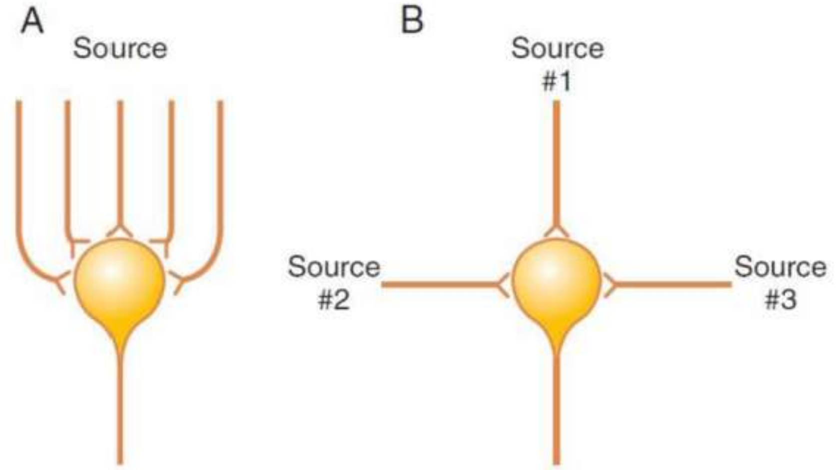
نفس neuron واجاله أكثر من أمر كلهم يأثرون بخط واحد .

- مثال :- اخذ الجهاز التنفسي بالجهاز التنفسي احنا نتنفس تتوقعون الرئتين الي بجا التنفس لوحدها سمع ولله انخفض مستوى الاكسجين بهاي القاعة وزاد CO_2 رح يصير للرئتين رح يجيها امر يحكيلها تنفسي بسرعة .

- طيب اذا لعبة رياضة مافيا نقص O_2 ومافيا زيادة CO_2 بالهوا لكن بس تلعب رياضة، تصير تتنفس بسرعة معناها اجى أمر من مكان آخر.

- والخايف برضو يتنفس بسرعة وهذا أمر من مكان اخر كلها تأثر على نفس الجهة

- عاتناول الطعام بس يوصل الاكل للبلعوم يؤمر البلعوم بانه يوقف التنفس هذا عكس inhibitory .

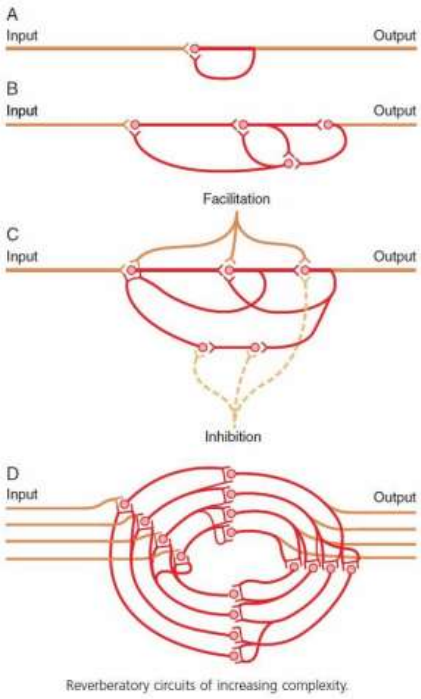


"Convergence" of multiple input fibers onto a single neuron. **A,** Multiple input fibers from a single source. **B,** Input fibers from multiple separate sources.

th

Neuronal Circuit:

* **Afterdischarge**; is the state when stimulation of the presynaptic cell causes the postsynaptic cell to transmit a series of nerve impulses.
* Afterdischarge prolongs the output discharge of a single instantaneous input signal. The prolongation can last for few milliseconds to as long as many minutes or many hours after the incoming signal is over.
* The **reverberatory** or **oscillatory circuits** are the most common circuits within the CNS that explain the mechanism of the afterdischarge.
* In this circuit branches from later neurons synapse with earlier ones. This arrangement sends impulses back through the circuit again and again.
* As such, reverberatory circuits are caused by **positive feedback** within the neuronal circuit that feeds back to re-excite the input of the same circuit.
* The cause of this sudden cessation of reverberation is **fatigue** of synaptic junctions in the circuit.
* Among the body responses thought to be the result of output signals from reverberatory circuits are **breathing**, **coordinated muscular activities**, **waking up**, and **short-term memory**.



Reverberatory circuits of increasing complexity.

③ Neuronal Circuit:

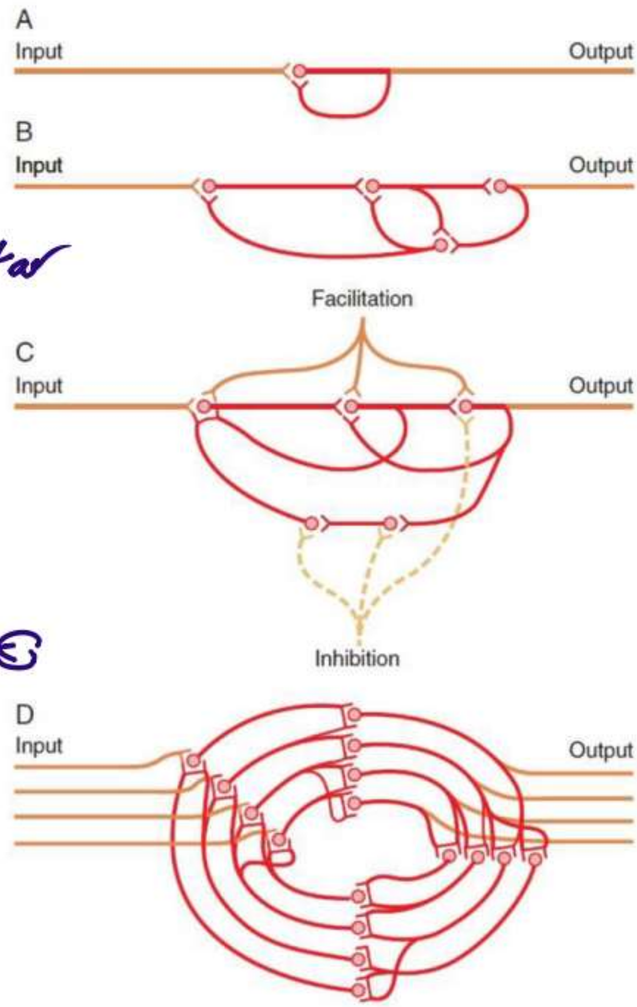
- معقد وموجود في الدماغ .

- احيانا مطلوب impuls واحد ومايتضخ وانما يتكرر على فترة زمنية.

مثال:- مسا ماي ايدي اذا بيجيها أمر واحد بالتقلص رح تصير حركتها مره واحدة وخلص

. التنفس تقلص في الحجاب الحاجز لو كان امر واحد من الجهاز التنفسي كان بتنفس مره وحدة . يعني في سيل من impuls ومن ينتهي السيل بلا أوقف هو أمر واحد يمكن ضل شغال بعد ما انتهى الامر الاصلي ضلت الشبكة تحدي action potential وبا بعضه ومستمر بالارسال للمنطقة المطلوبة بفترة زمنية معينة .

- هذا الاستمرار بالارسال مع انه ماجا الا أمر واحد نسميها **oscillatory circuits** أو **reverberatory**



Reverberatory circuits of increasing complexity.

- بيوقف عن طريق تفسيرين واحد مكتوب والثاني لا

① المكتوب انه من كثر مايجيه وكل مايجيه يطلق neurotransmetar وهي رح تخلص هذا اسمه

fatigu of synaptic junctions in the circuit.

- يعني استهلاك neuron transmetar يعني وقف ماوح تقدر تكملها .

② الشي مش مكتوب :- حدن قال انه مايجيه للneuron نفسه مثبطات ويوقفه

- مثل القفص الصدري ممنوع يتوسع للمالانهاية لانه هناك receptor بس توصل لمرحلة معينة ترسل أشارة تسويلك مثبطات لل oscillatory circuits وتوقفها

Test Question:

Q. Which one of the following statements concerning sensory neurons or their functional properties is true?

A. All sensory fibers are unmyelinated

B. In spatial summation , increasing signal strength is transmitted by using progressively greater numbers of sensory fibers

C. Increased stimulus intensity is signaled by a progressive decrease in the receptor potential

D. Continuous subthreshold stimulation of a pool of sensory neurons results in disfacilitation of those neurons

E. Temporal summation involves signaling of increased stimulus strength by decreasing the frequency of action potentials in the sensory fibers