کنترل سیستم‌های عصبی- عضلانی

نخاع و ریفلکس‌ها

Spinal Cord and Reflexes

http://maleki.semnan.ac.ir
Semnan University, Biomedical Engineering Department, Dr. A. Maleki
Spring 2023

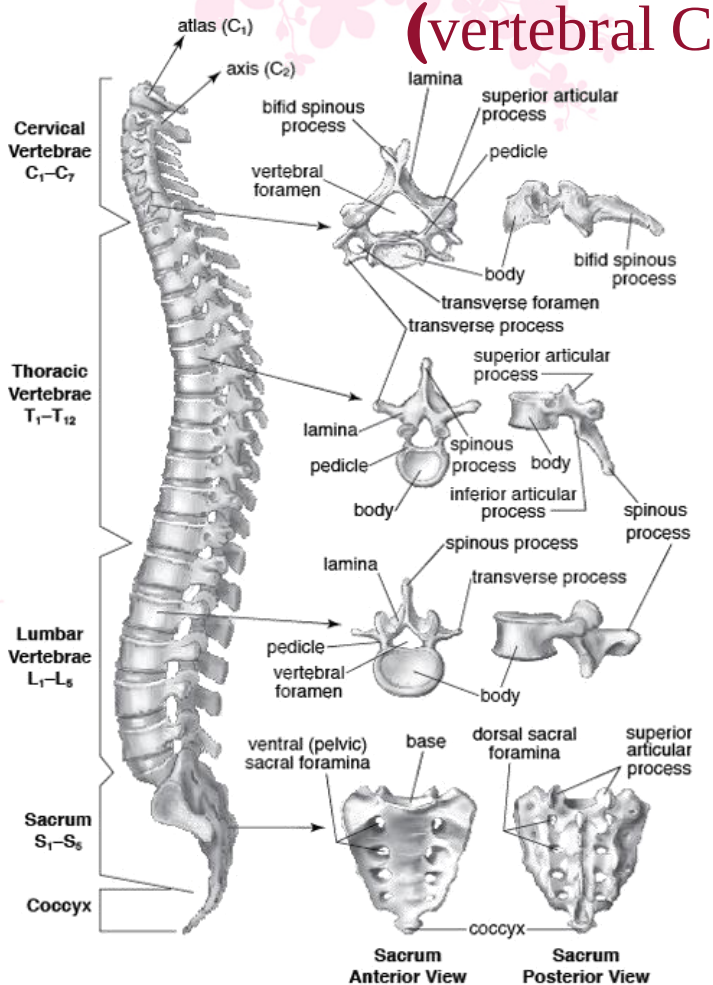
فهرست مطالب:

- آناتومی نخاع
- رفلکس‌های نخاعی
- انواع رفلکس نخاعی
- تطبیق‌پذیری رفلکس‌ها
- هماهنگی الگوهای انقباض عضلانی
- تاثیر مدارهای نخاعی در هماهنگی
- تاثیر فرمان‌های حرکتی مرکزی و فرآیندهای شناختی
- اهمیت رفلکس‌های حس عمقی در تثبیت حرکت‌ها
- آسیب به سیستم اعصاب مرکزی

ستون مهره‌ها (vertebral Column)

۳۳ مهره شامل:

- ۷ مهره گردنی
- ۱۲ مهره سینه‌ای
- ۵ مهره کمری
- ۵ مهره خاجی
- ۴ مهره دنبالچه‌ای

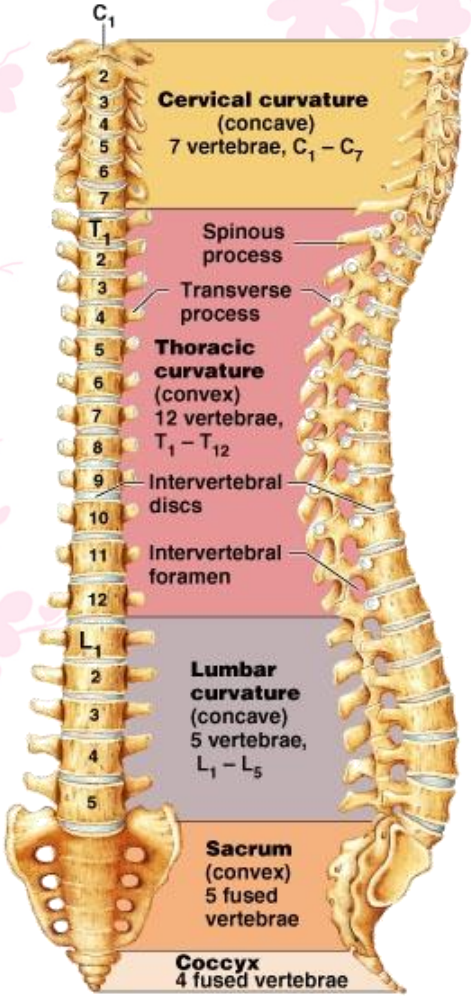


http://www.cliffsnotes.com/sciences/anatomy-and-physiology/the-skeletal-system/vertebral-column

ستون مهره‌ها (vertebral Column)

۳۳ مهره شامل:

- ۷ مهره گردنی
- ۱۲ مهره سینه‌ای
- ۵ مهره کمری
- ۵ مهره خاجی
- ۴ مهره دنبالچه‌ای

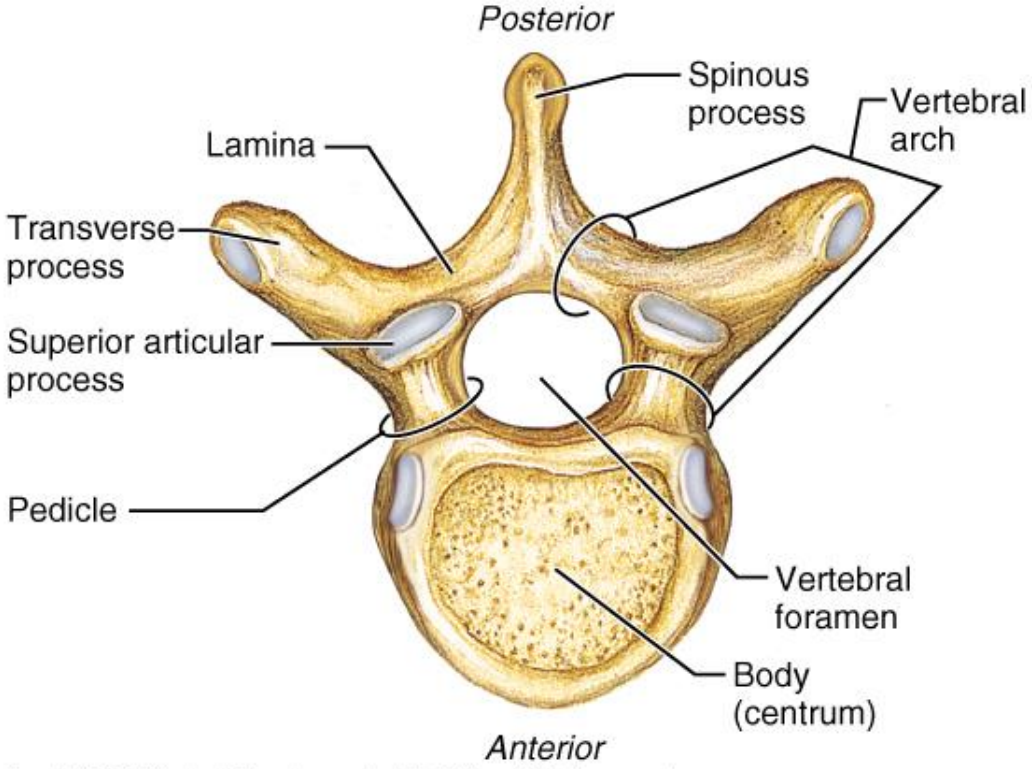


Anterior view

Copyright © 2004 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

http://apbrwww5.apsu.edu/thompsonj/Anatomy%20&%20Physiology/2010/2010%20Exam%20Reviews/Exam%202%20Review/Ch%207%20Axial%20Skeleton.htm

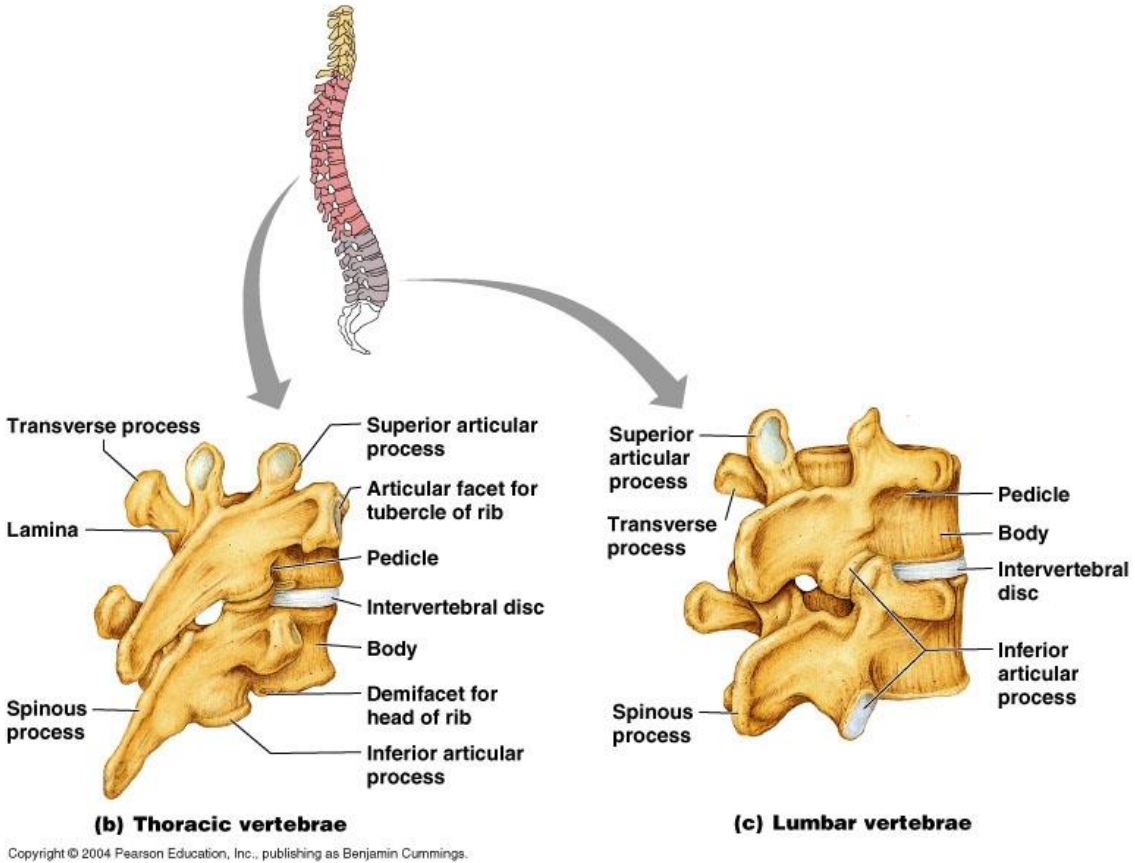
مهره (vertebra)



Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

http://apbrwww5.apsu.edu/thompsonj/Anatomy%20&%20Physiology/2010/2010%20Exam%20Reviews/Exam%202%20Review/Ch%207%20Axial%20Skeleton.htm

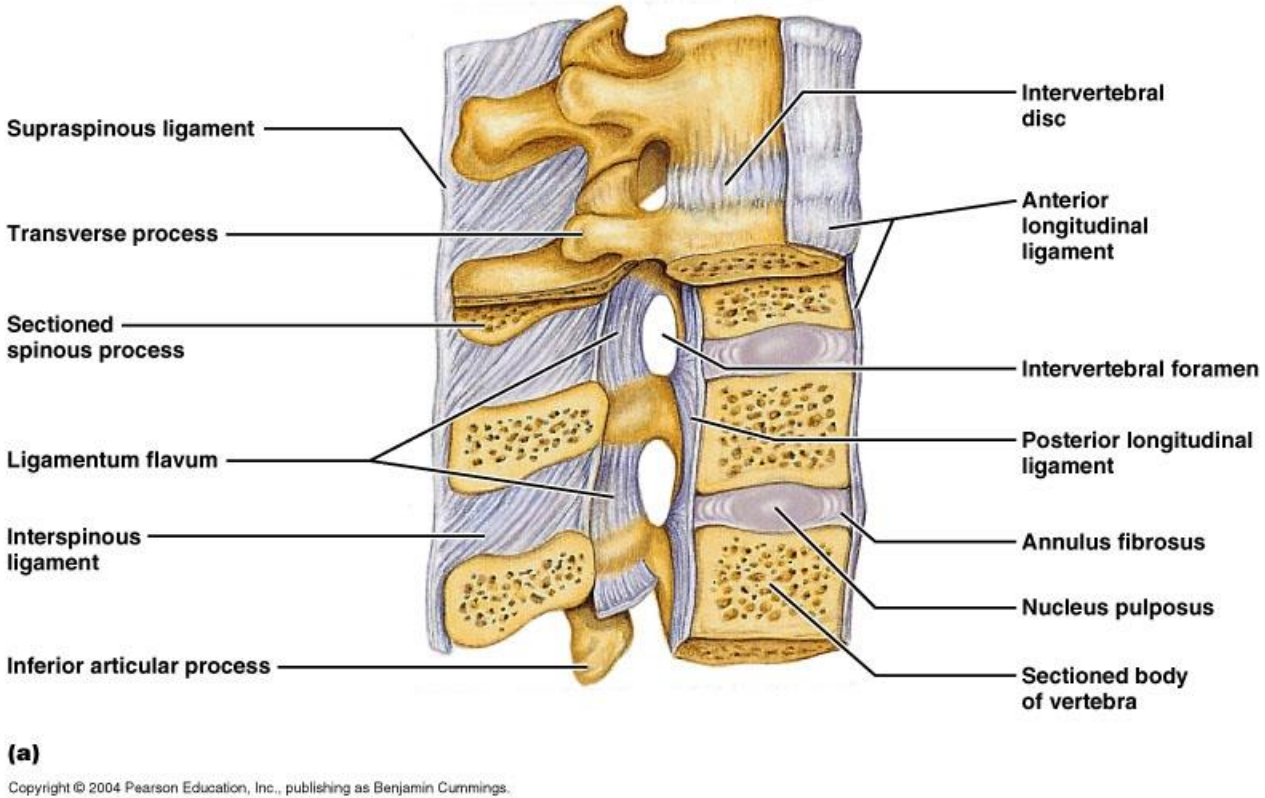
اتصال مهره‌ها



Copyright © 2004 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

http://apbrwww5.apsu.edu/thompsonj/Anatomy%20&%20Physiology/2010/2010%20Exam%20Reviews/Exam%202%20Review/Ch%207%20Axial%20Skeleton.htm

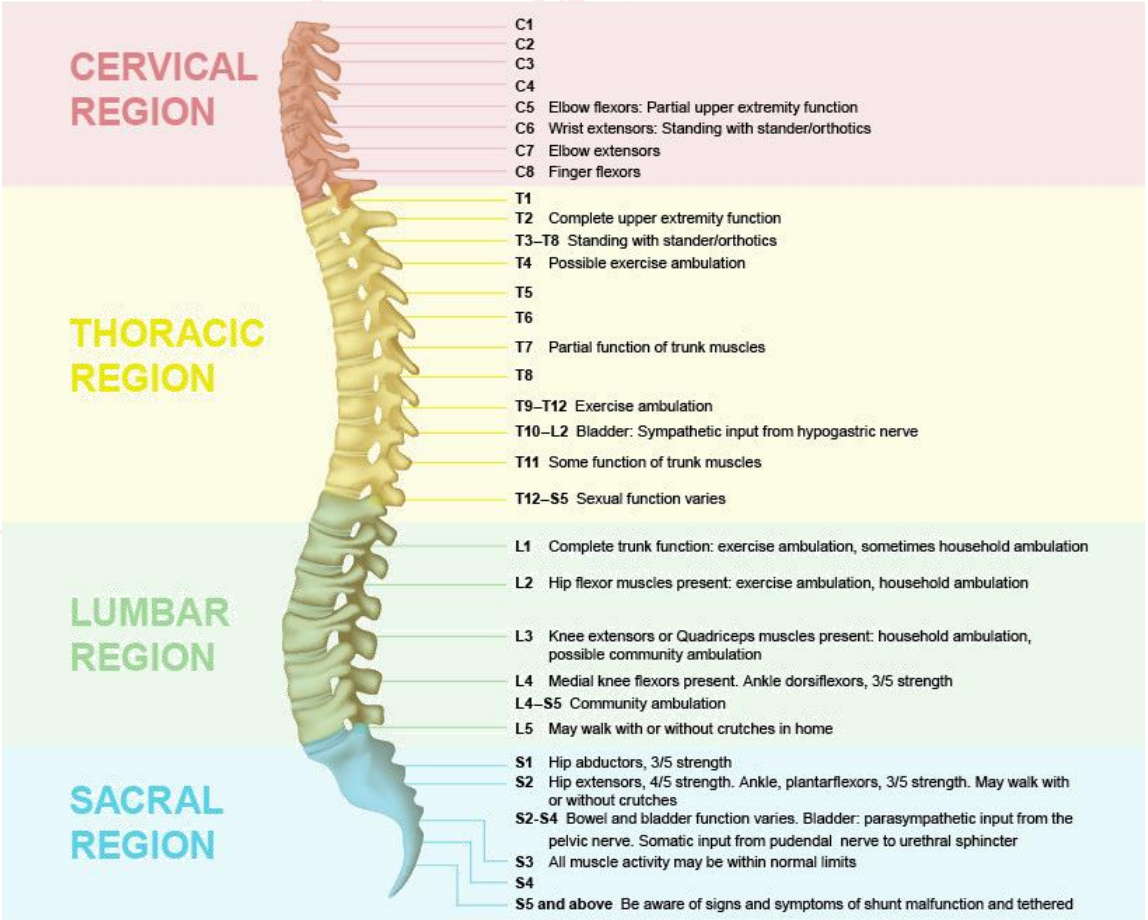
اتصال مهره‌ها



Copyright © 2004 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

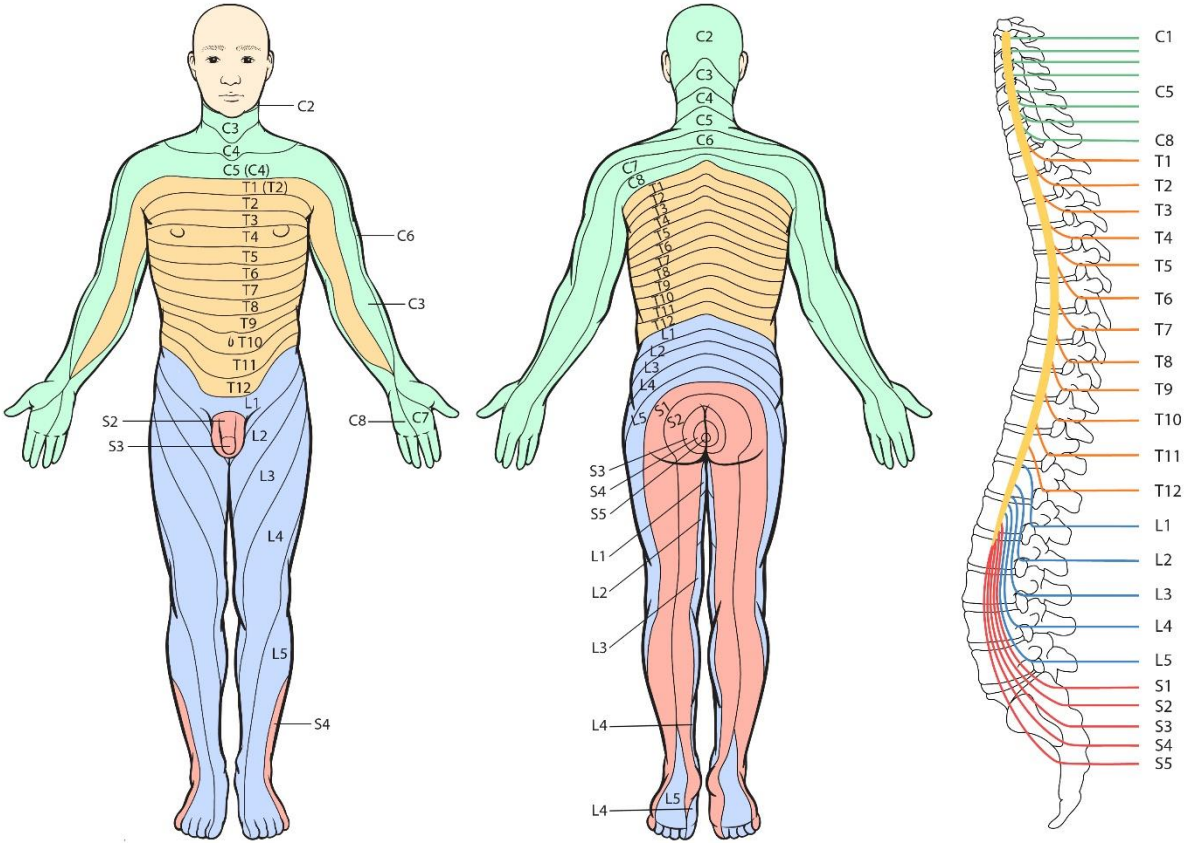
http://apbrwww5.apsu.edu/thompsonj/Anatomy%20&%20Physiology/2010/2010%20Exam%20Reviews/Exam%202%20Review/Ch%207%20Axial%20Skeleton.htm

اعصاب نخاعی



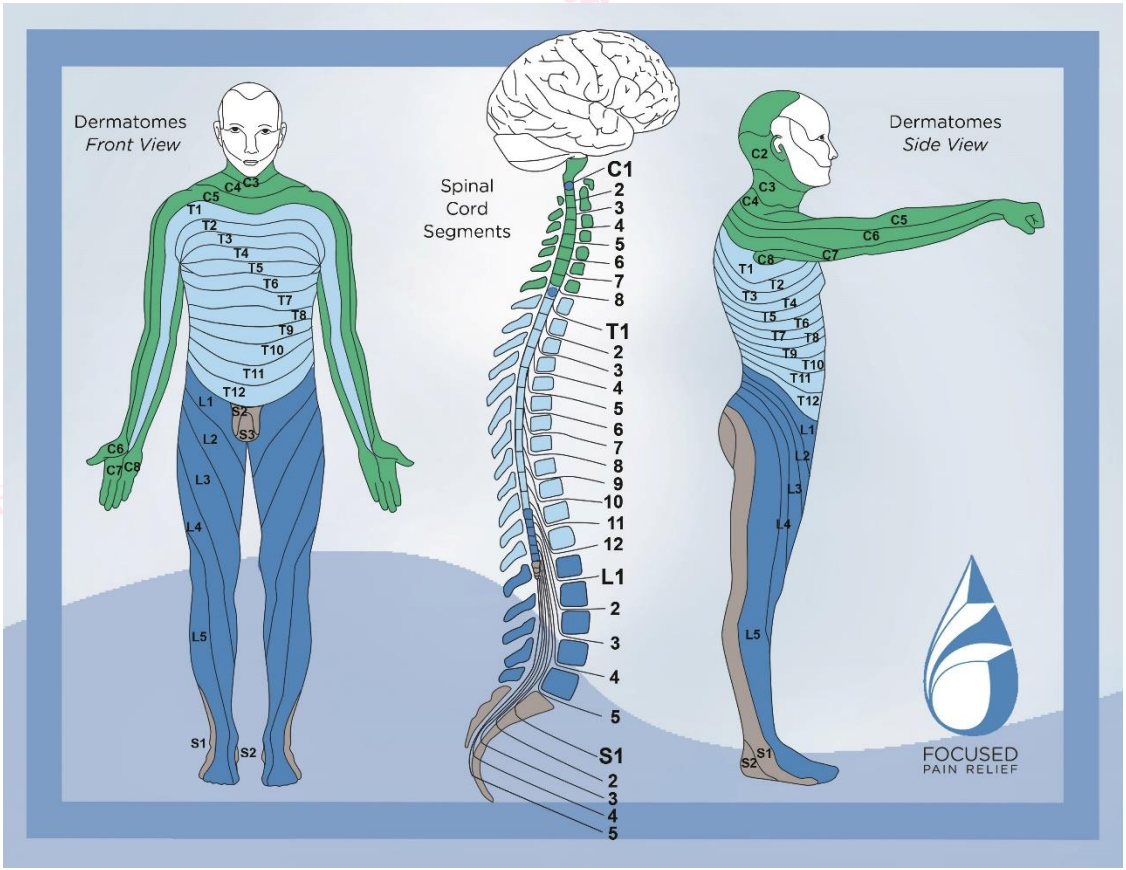
http://www.spinabifidaassociation.org/site/c.evKRI7OXIoJ8H/b.8290049/k.88E0/SB_and_the_Spine.htm

درماتوم (Dermatumes Chart)



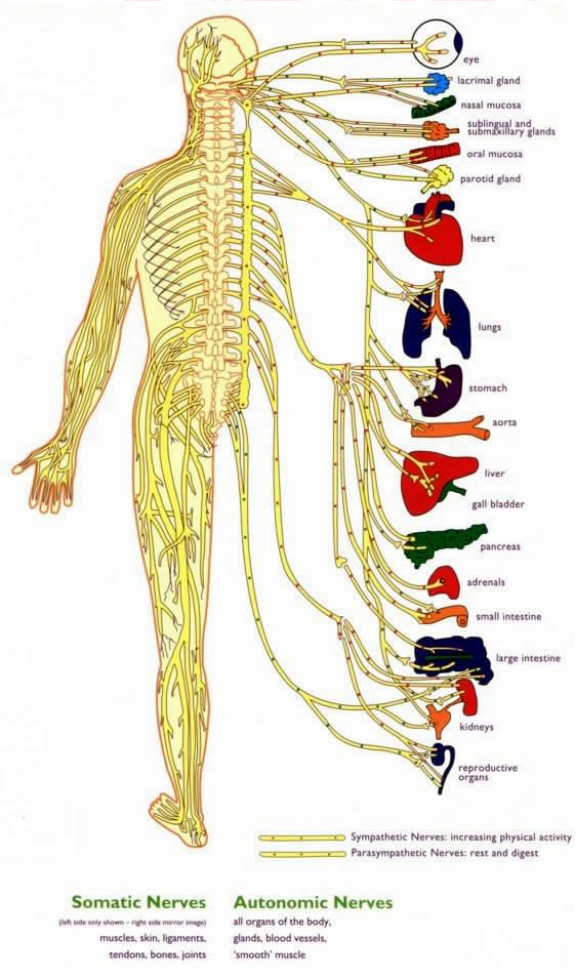
http://www.aic.cuhk.edu.hk/web8/Dermatomes.htm

درماتوم (Dermatumes Chart)



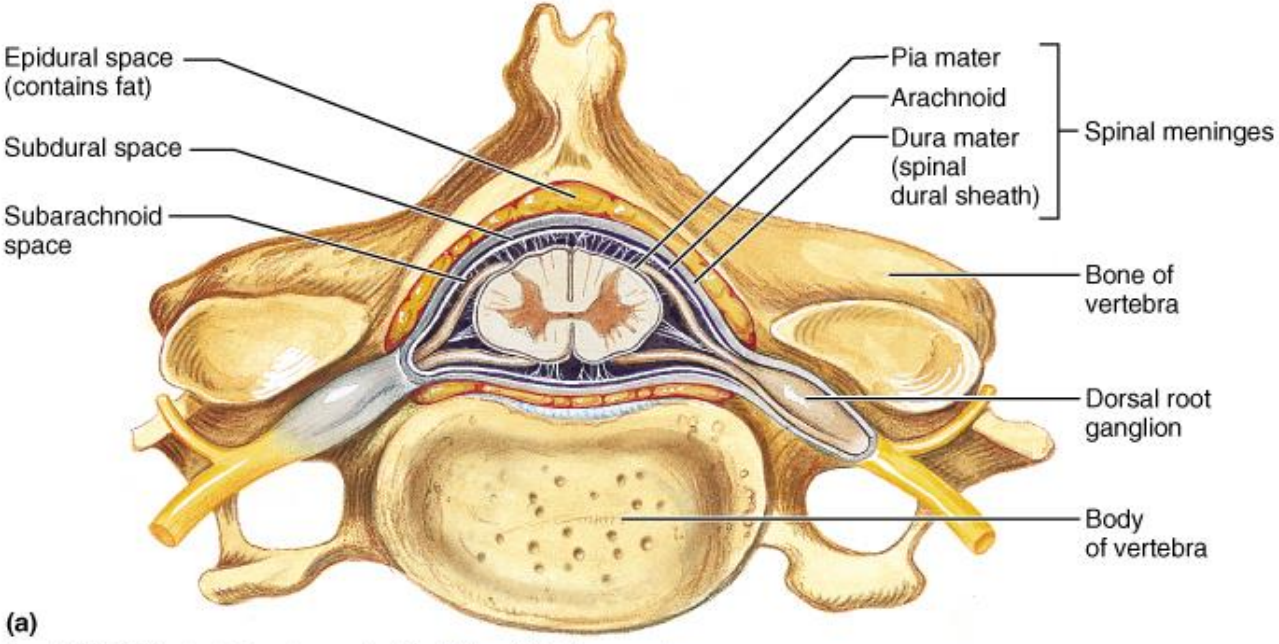
http://www.focusedpainrelief.com/Portals/698/Users/Files/FPRDermatomes-Letter.jpg

عصب‌دهی اعضای بدن



http://gibsonschiropractic.com/what-is-chiropractic.html

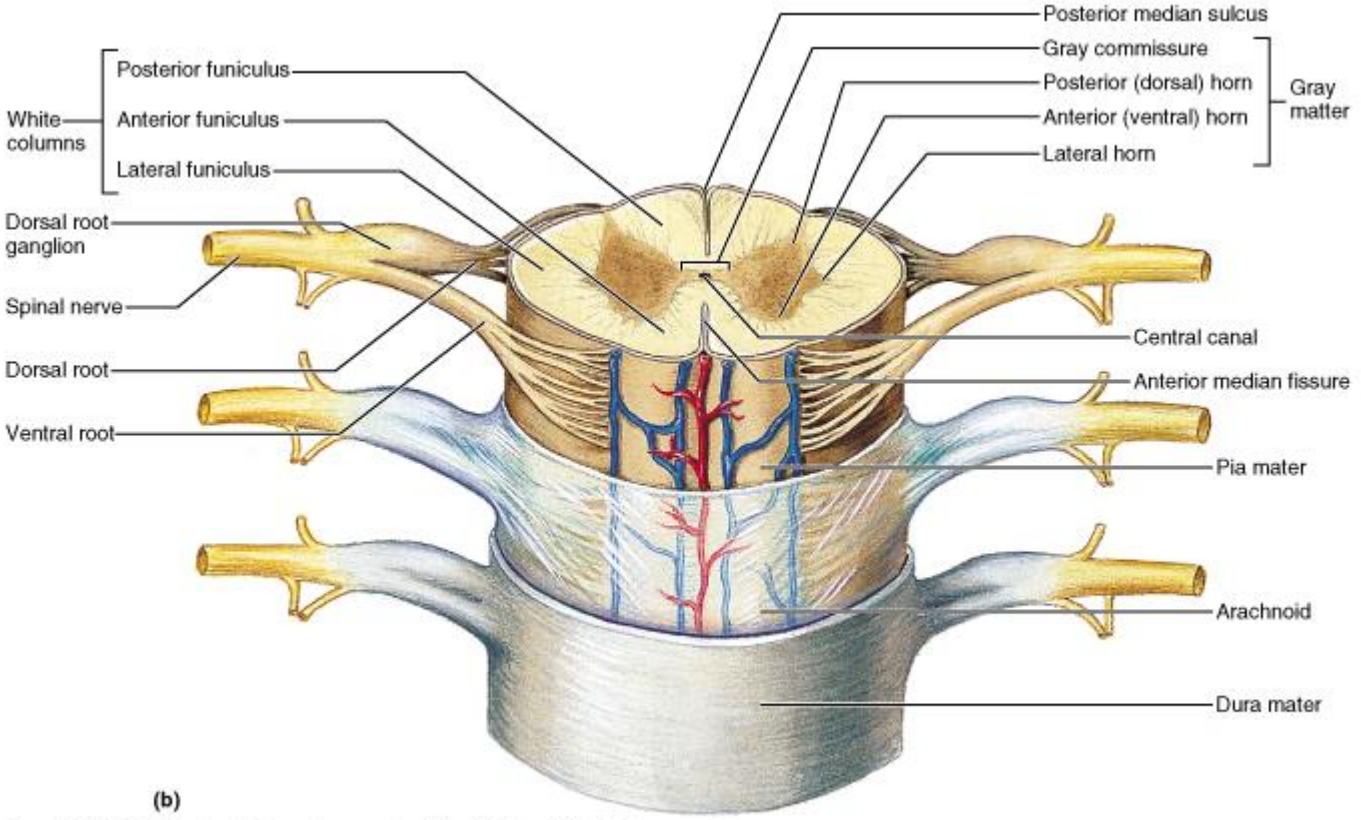
قرارگیری نخاع در مهره



Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

http://apbrwww5.apsu.edu/thompsonj/Anatomy%20&%20Physiology/2010/2010%20Exam%20Reviews/Exam%204%20Review/CH%2012%20Gross%2

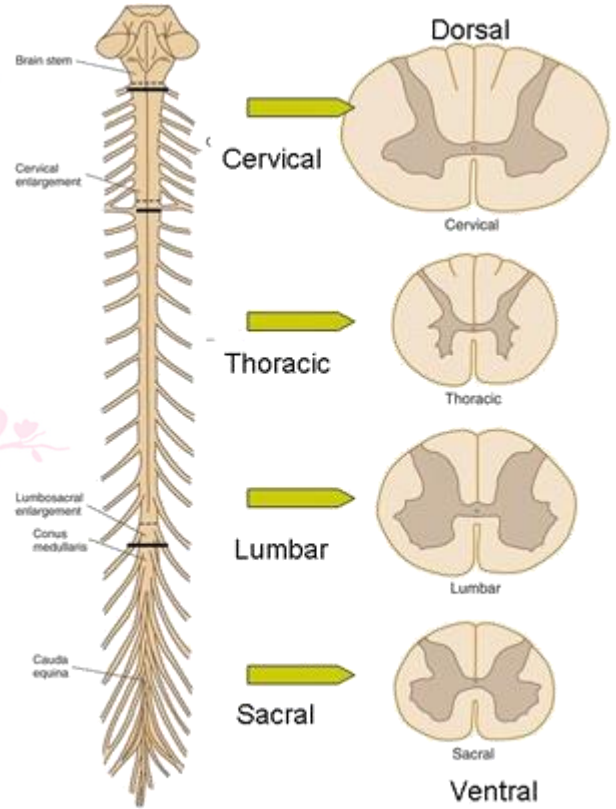
برش عرضی نخاع



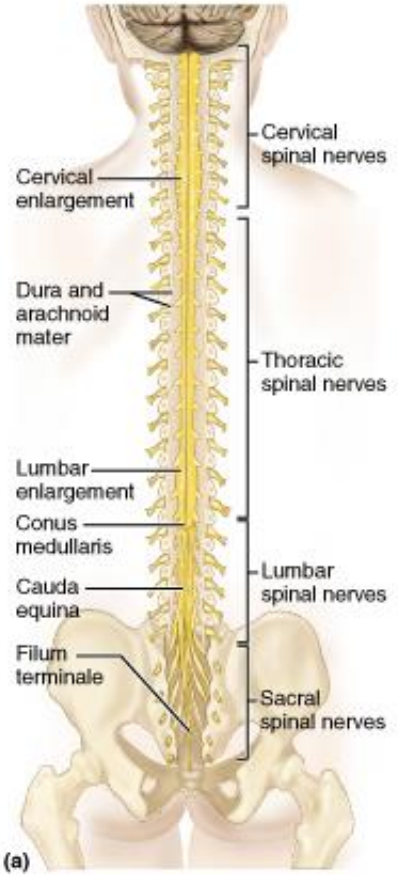
Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

http://apbrwww5.apsu.edu/thompsonj/Anatomy%20&%20Physiology/2010/2010%20Exam%20Reviews/Exam%204%20Review/CH%2012%20Gross%2

ضخیم و باریک شدن نخاع در نمای روبرو(frontal view)



http://imgbuddy.com/spinal-cord-cross-section-cervical-thoracic-lumbar.asp

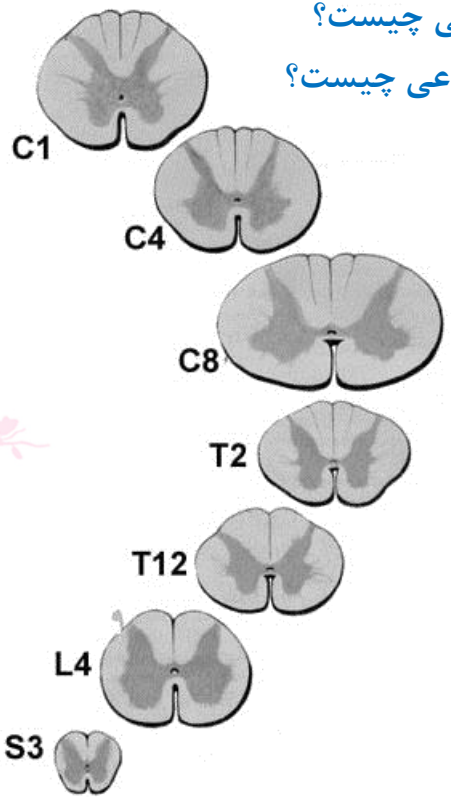


http://apbrwww5.apsu.edu/thompsonj/Anatomy%20&%20Physiology/2010/2010%20Exam%20Reviews/Exam%204%20Review/CH%2012%20Gross%20Anatomy%20of%20the%20Spinal%20Cord.htm

ضخیم و باریک شدن نخاع در نمای روبرو(frontal view)

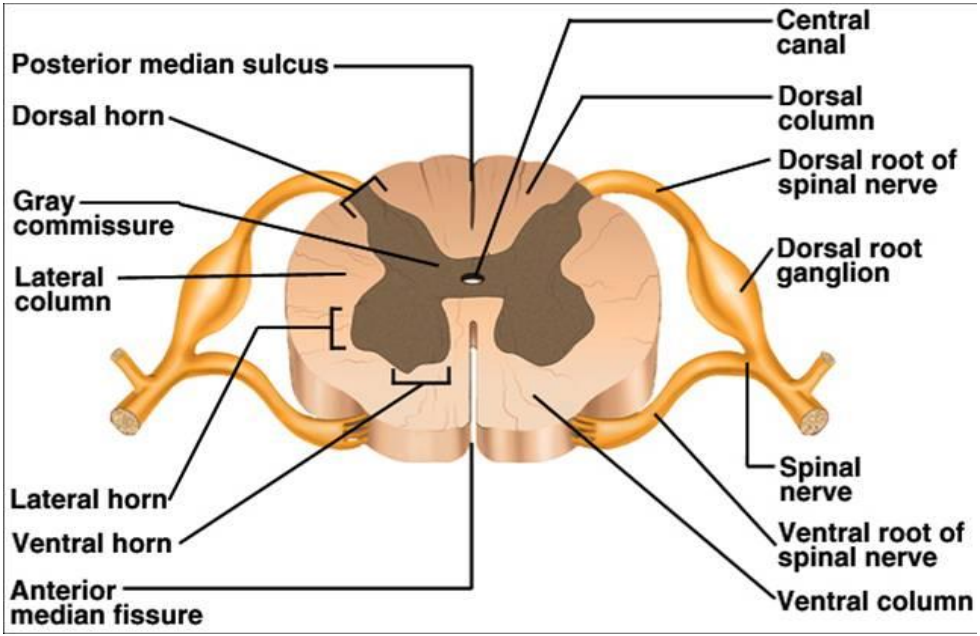
علت ضخیم/باریک شدن نخاع در طول طناب نخاعی چیست؟

علت تغییر سطح ماده خاکستری در طول طناب نخاعی چیست؟



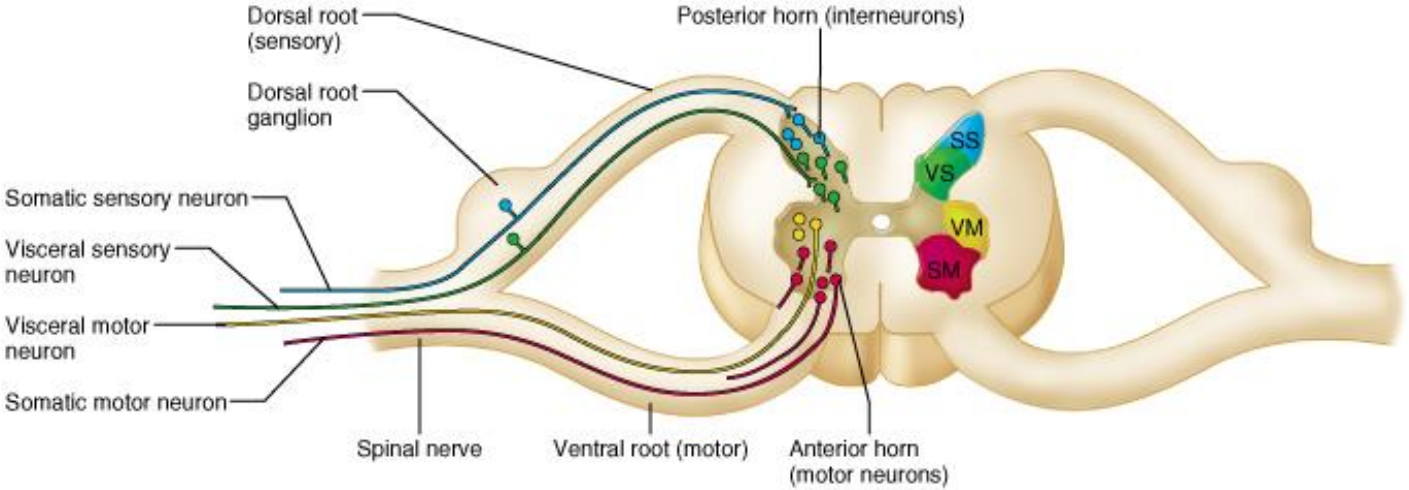
http://imgbuddy.com/spinal-cord-cross-section-cervical-thoracic-lumbar.asp

ویژگی‌های مهم:



http://apbrwww5.apsu.edu/thompsonj/Anatomy%20&%20Physiology/2010/2010%20Exam%20Reviews/Exam%204%20Review/CH%2012%20Gross%2

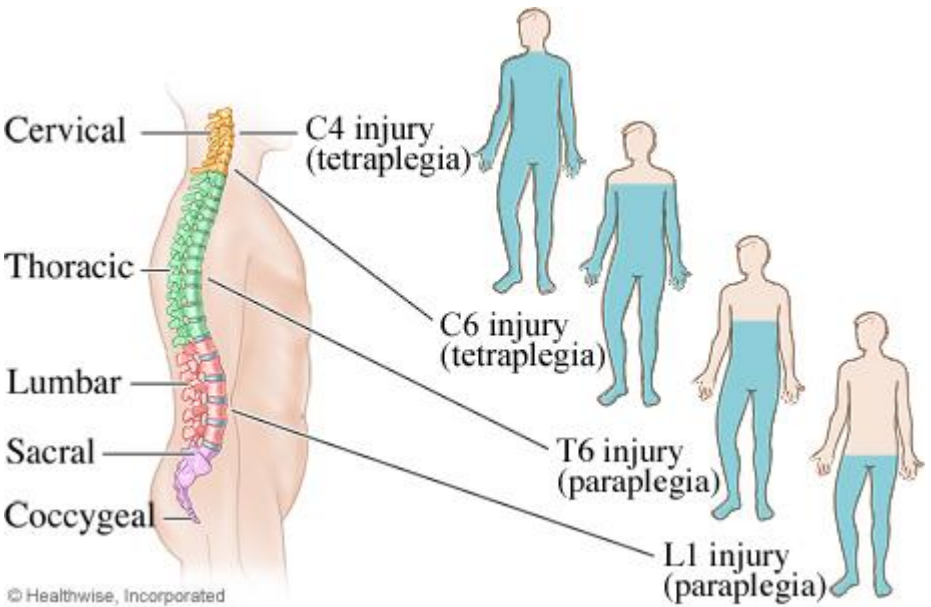
ویژگی‌های مهم:



Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

http://apbrwww5.apsu.edu/thompsonj/Anatomy%20&%20Physiology/2010/2010%20Exam%20Reviews/Exam%204%20Review/CH%2012%20Gross%2

بیشتر بدانیم: بیماران آسیب نخاعی (تتراپلژیک و پاراپلژیک)



http://michelsonmedical.org/2014/11/21/spinal-cord-injury-critical-research-pva/

فهرست مطالب:

- آناتومی نخاع
- رفلکس‌های نخاعی
- انواع رفلکس نخاعی
- تطبیق‌پذیری رفلکس‌ها
- هماهنگی الگوهای انقباض عضلانی
- تاثیر مدارهای نخاعی در هماهنگی
- تاثیر فرمان‌های حرکتی مرکزی و فرآیندهای شناختی
- اهمیت رفلکس‌های حس عمقی در تثبیت حرکت‌ها
- آسیب به سیستم اعصاب مرکزی

رفلکس

فیلم: آزمون رفلکس زانو

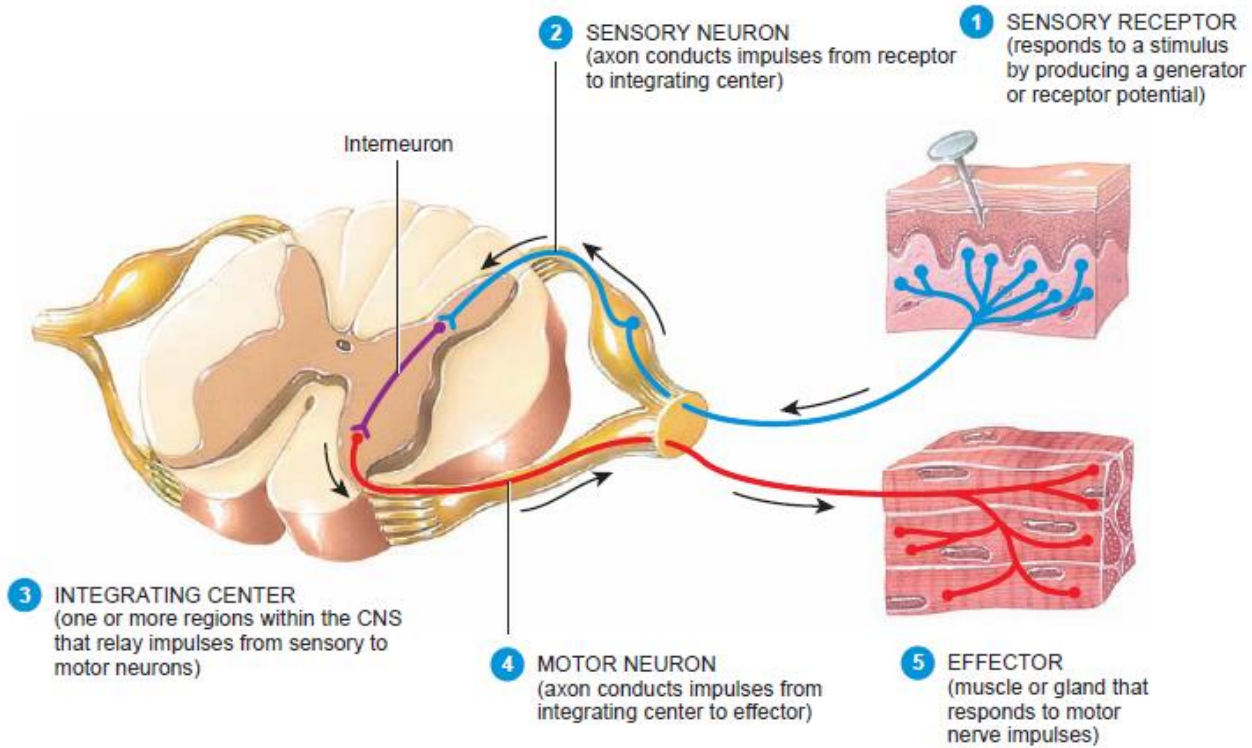
فیلم: آزمون رفلکس زانو

فیلم: آزمون رفلکس تاندون آشیل (قوزک پا)

قوس رفلکس

edukite
Let the mind fly!

اجزای اصلی قوس رفلکس (reflex arc)



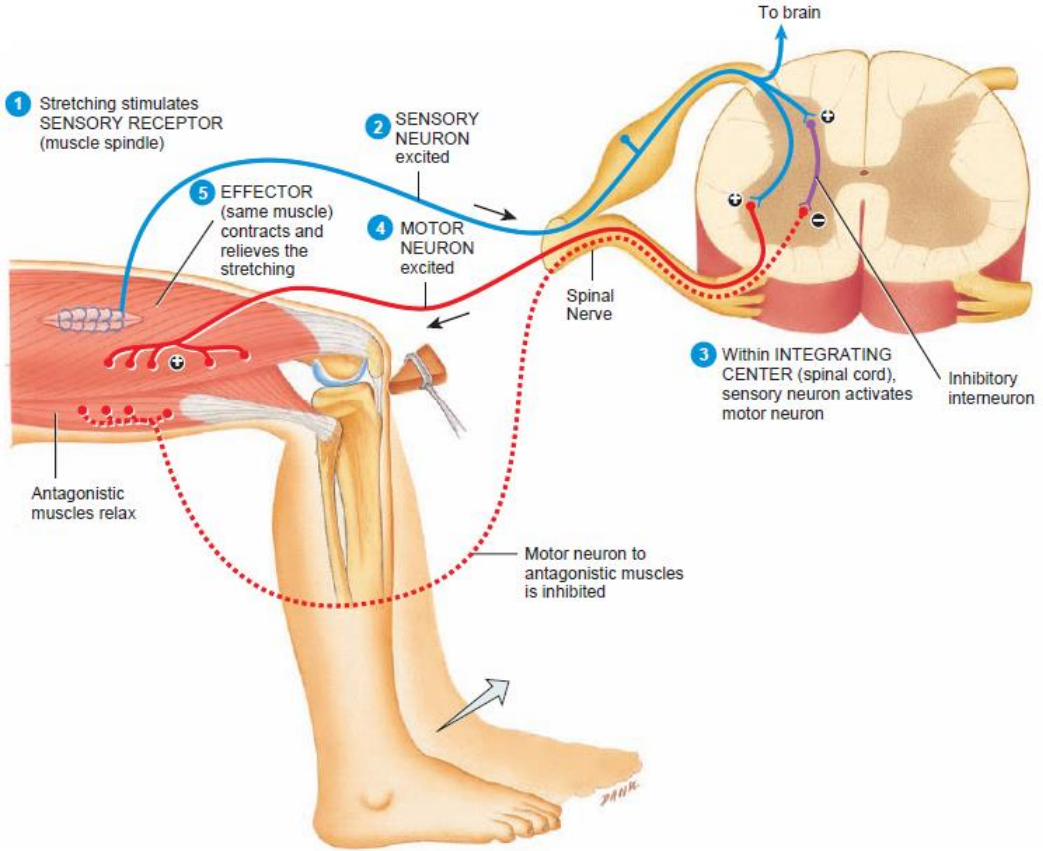
فهرست مطالب:

- آناتومی نخاع
- رفلکس‌های نخاعی
- انواع رفلکس نخاعی
- تطبیق‌پذیری رفلکس‌ها
- هماهنگی الگوهای انقباض عضلانی
- تاثیر مدارهای نخاعی در هماهنگی
- تاثیر فرمان‌های حرکتی مرکزی و فرآیندهای شناختی
- اهمیت رفلکس‌های حس عمقی در تثبیت حرکت‌ها
- آسیب به سیستم اعصاب مرکزی

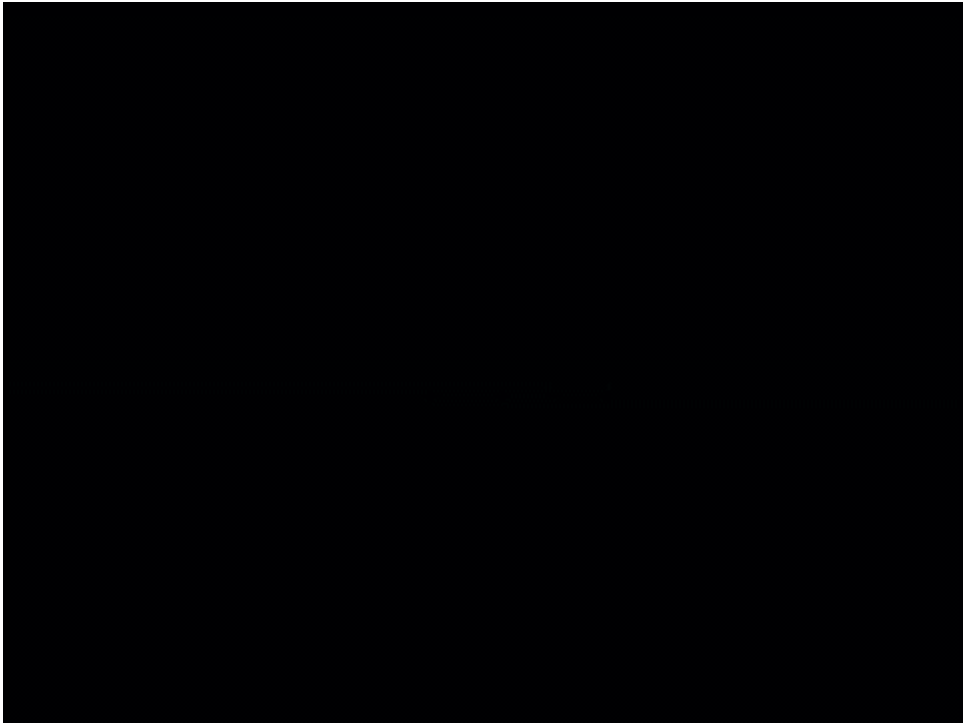
انواع رفلکس‌های نخاعی

- رفلکس کششی (Stretch reflex)
- رفلکس تاندونی (Tendon reflex)
- رفلکس خم‌کننده /پس‌کشنده (Flexor/withdrawal reflex)
- رفلکس بازکننده‌ی متقاطع (Crossed-extensor reflex)

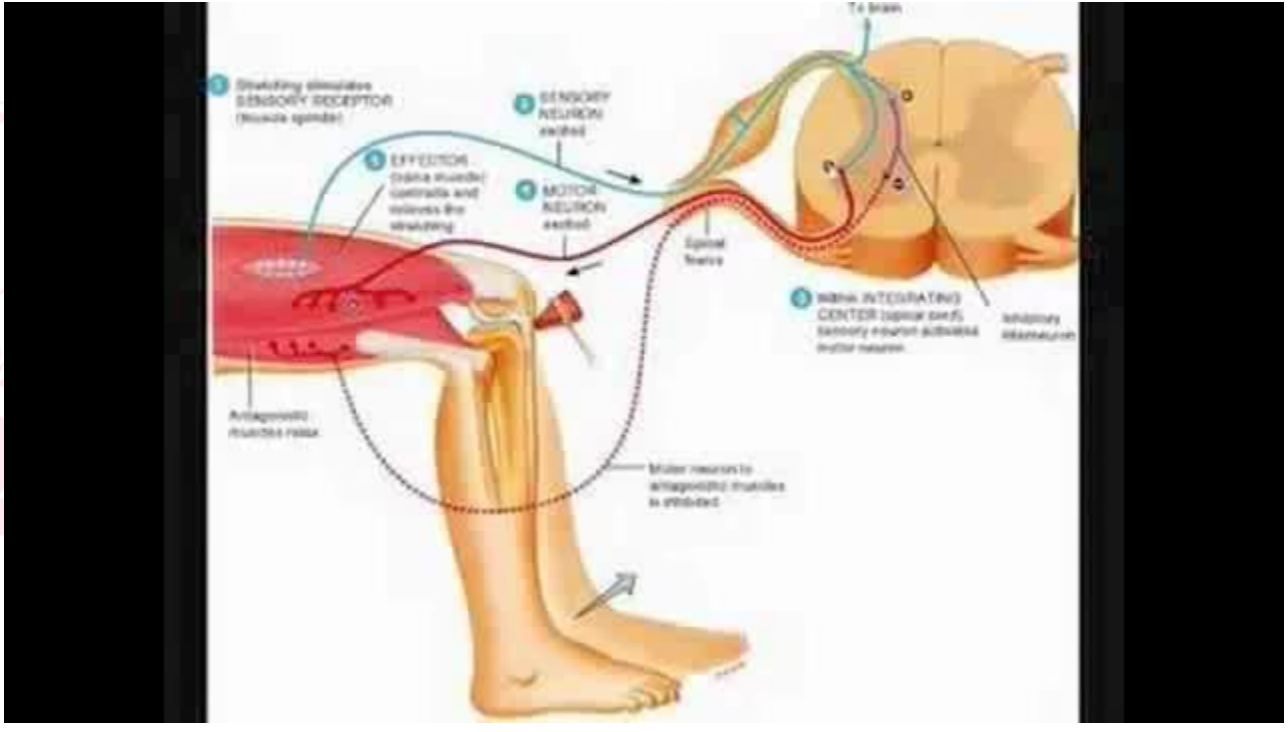
Stretch Reflex



فیلم: Stretch Reflex

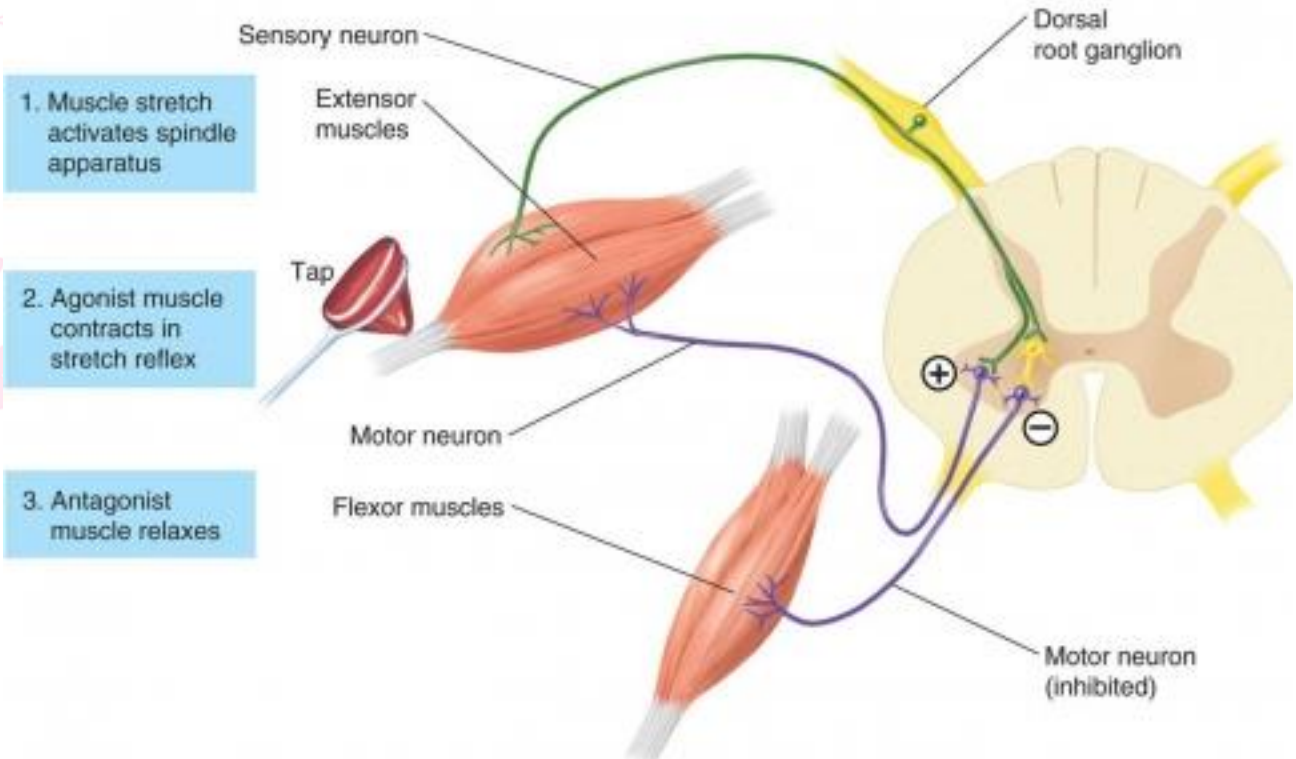


فیلم: Stretch Reflex

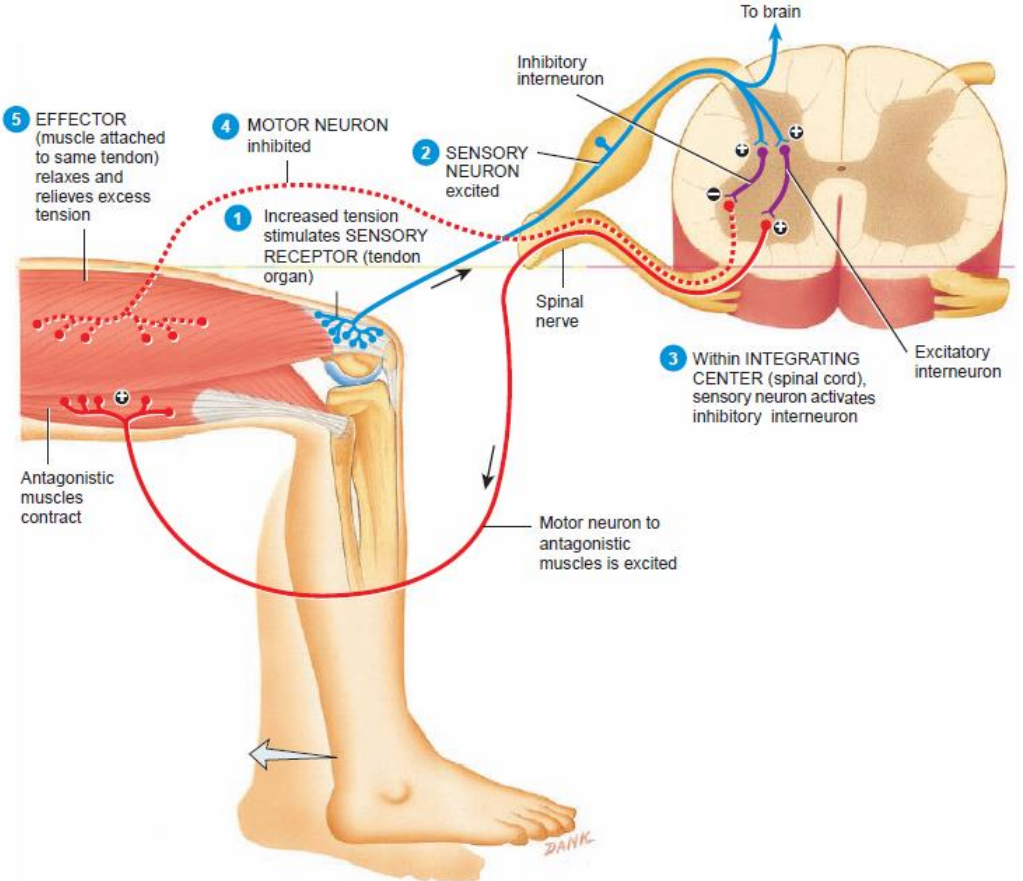


مفاهیم **monosynaptic response** و **polysynaptic response** را توضیح دهید.

قانون عصب‌دهی متقابل

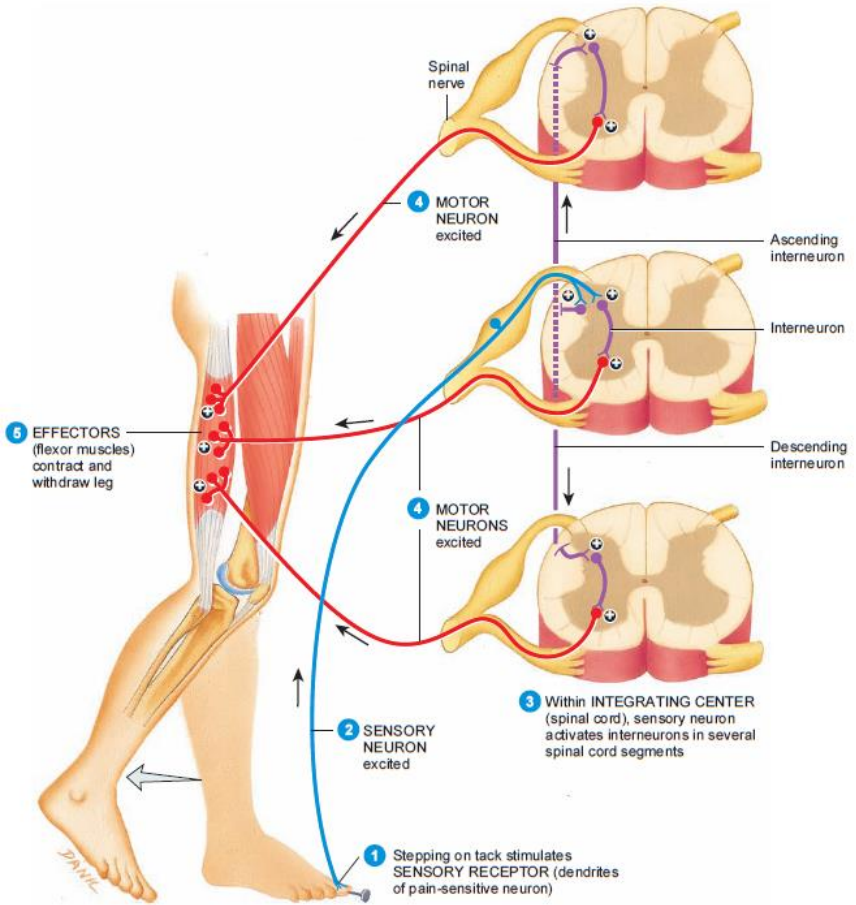


Tendon Reflex



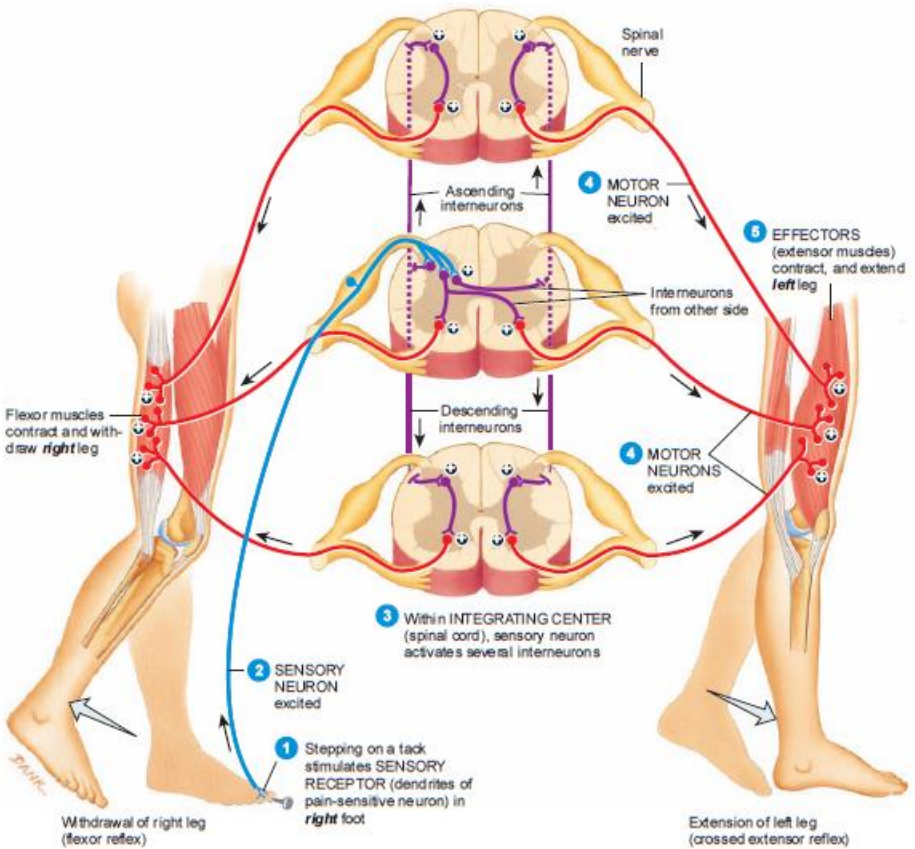
فیلم: Tendon Reflex

Flexor (withdrawal) Reflex

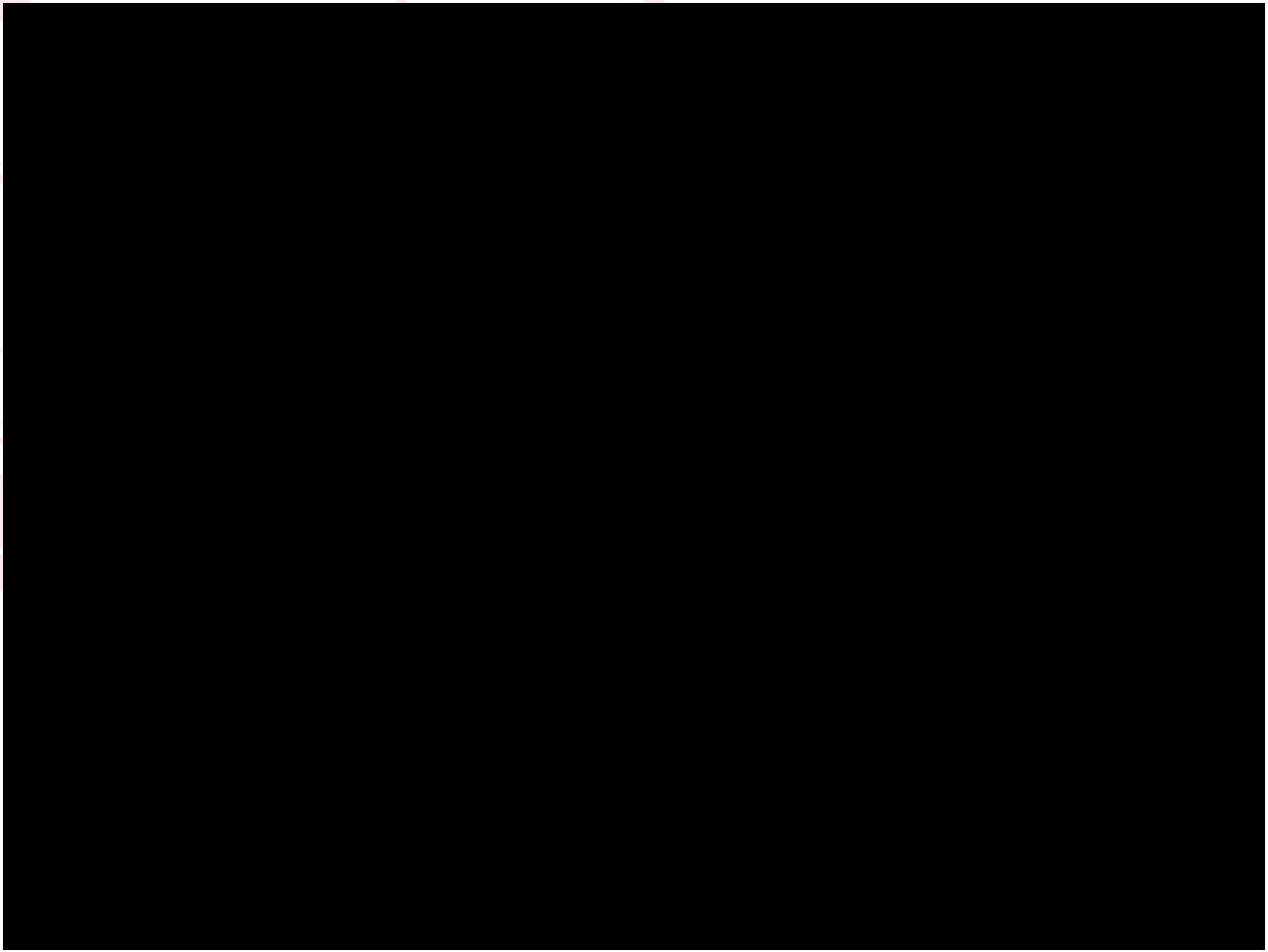


فیلم: Flexor-withdrawal Reflex

Crossed-extensor Reflex



فیلم: Crossed-extensor Reflex



فهرست مطالب:

- آناتومی نخاع
- رفلکس‌های نخاعی
- انواع رفلکس نخاعی
- تطبیق‌پذیری رفلکس‌ها
- هماهنگی الگوهای انقباض عضلانی
- تاثیر مدارهای نخاعی در هماهنگی
- تاثیر فرمان‌های حرکتی مرکزی و فرآیندهای شناختی
- اهمیت رفلکس‌های حس عمقی در تثبیت حرکت‌ها
- آسیب به سیستم اعصاب مرکزی

تطبیق‌پذیری رفلکس‌ها

- مثال ۱:
- مثال ۲:
- مثال ۳:

مثال ۱:

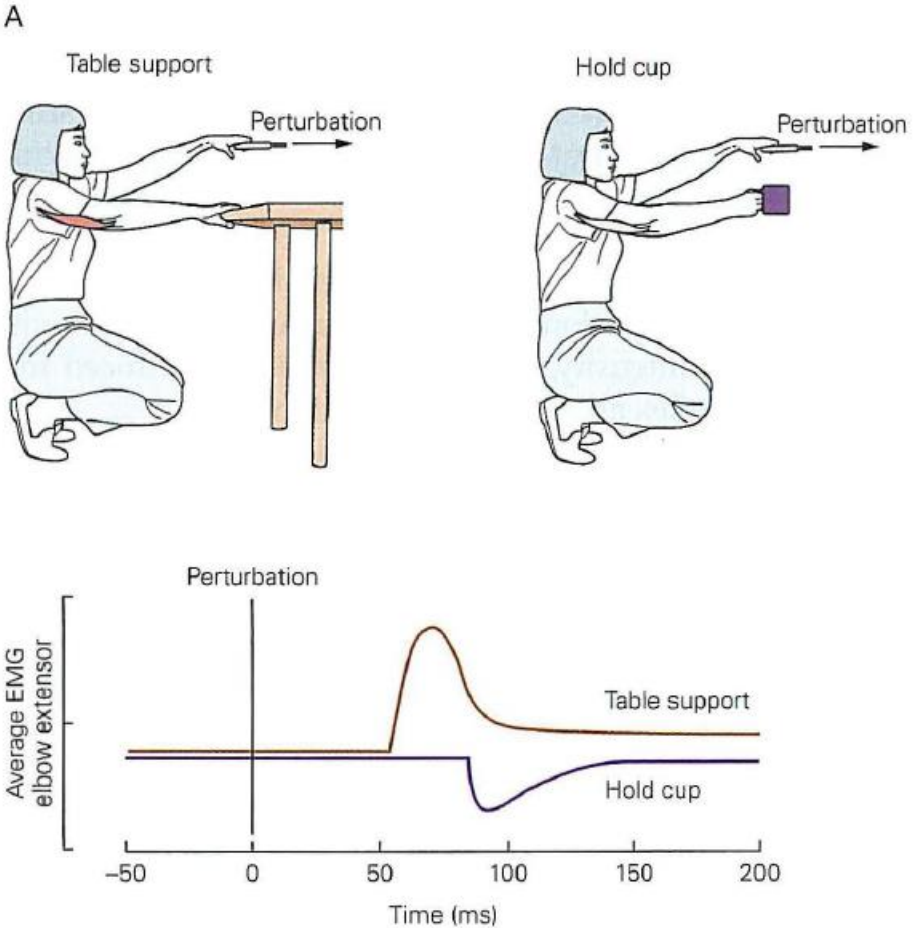


Figure 35- 1 Reflex responses are often complex and can change depending on the task.
A. Perturbation of one arm causes an excitatory reflex response in the contralateral elbow extensor muscle when the contralateral limb is used to prevent the body from moving forward by grasping a table. The same stimulus produces an inhibitory response in the muscle when the contralateral hand holds a filled cup. (Adapted, with permission, from Marsden et al. 1981)

مثال ۲:

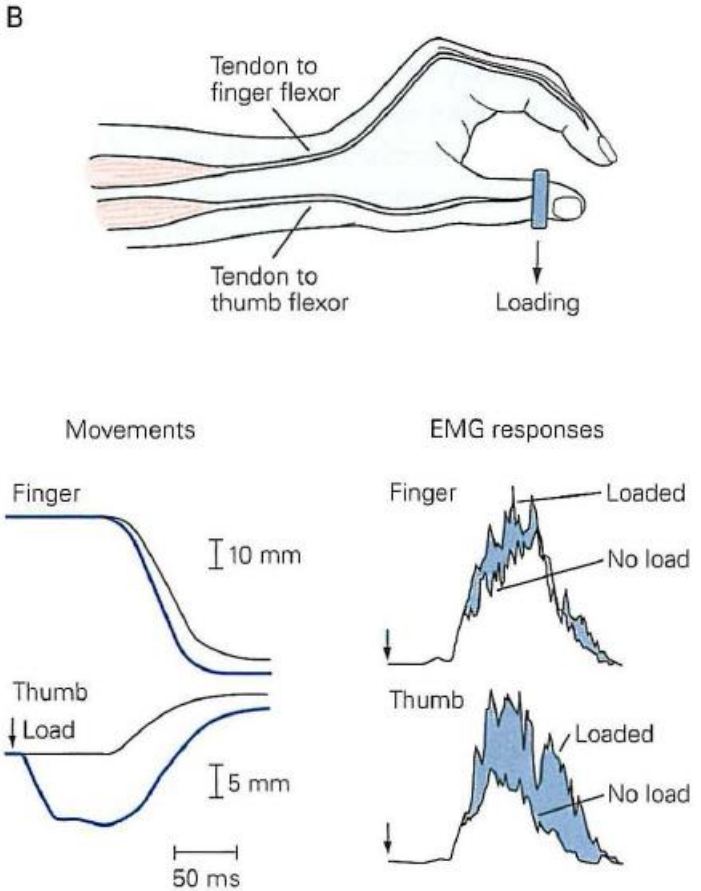


Figure 35- 1 Reflex responses are often complex and can change depending on the task.
B. Loading the thumb during a rhythmic sequence of finger to thumb pinching movements produces a reflex response in the finger muscle as well as the thumb muscle. The additional movement of the finger ensures that the pinching movement remains accurate. The blue area in the electromyogram (EMG) records indicates the reflex response. (Adapted, with permission, from Cole et al. 1984.)

مثال ۳:

فهرست مطالب:

- ✓ آناتومی نخاع
- ✓ رفلکس‌های نخاعی
- ✓ انواع رفلکس نخاعی
- ✓ تطبیق‌پذیری رفلکس‌ها
- هماهنگی الگوهای انقباض عضلانی
- تاثیر مدارهای نخاعی در هماهنگی
- تاثیر فرمان‌های حرکتی مرکزی و فرآیندهای شناختی
- اهمیت رفلکس‌های حس عمقی در تثبیت حرکت‌ها
- آسیب به سیستم اعصاب مرکزی

هماهنگی الگوهای انقباض عضلانی

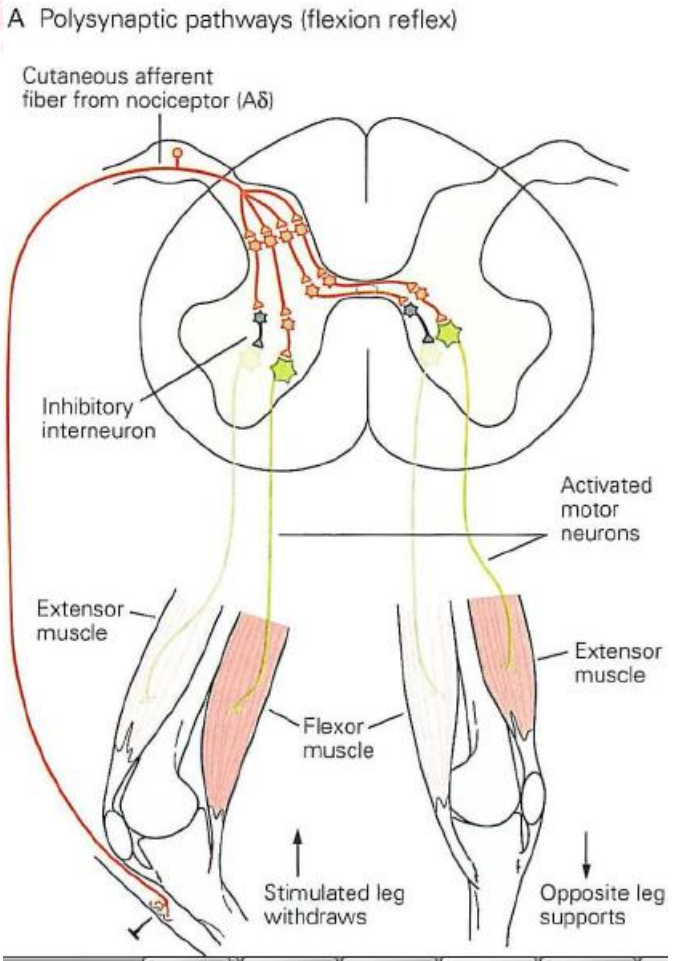


Figure 35- 2 Spinal reflexes involve coordinated contractions of numerous muscles in the limbs.
A. Polysynaptic pathways in the spinal cord mediate flexion and crossed-extension reflexes. One excitatory pathway activates motor neurons that innervate ipsilateral flexor muscles, which withdraw the limb from noxious stimuli. Another pathway simultaneously excites motor neurons that innervate contralateral extensor muscles, providing support during withdrawal of the limb. Inhibitory interneurons ensure that the motor neurons supplying antagonist muscles are inactive during the reflex response. (Adapted, with permission, from Schmidt 1983.)

هماهنگی الگوهای انقباض عضلانی

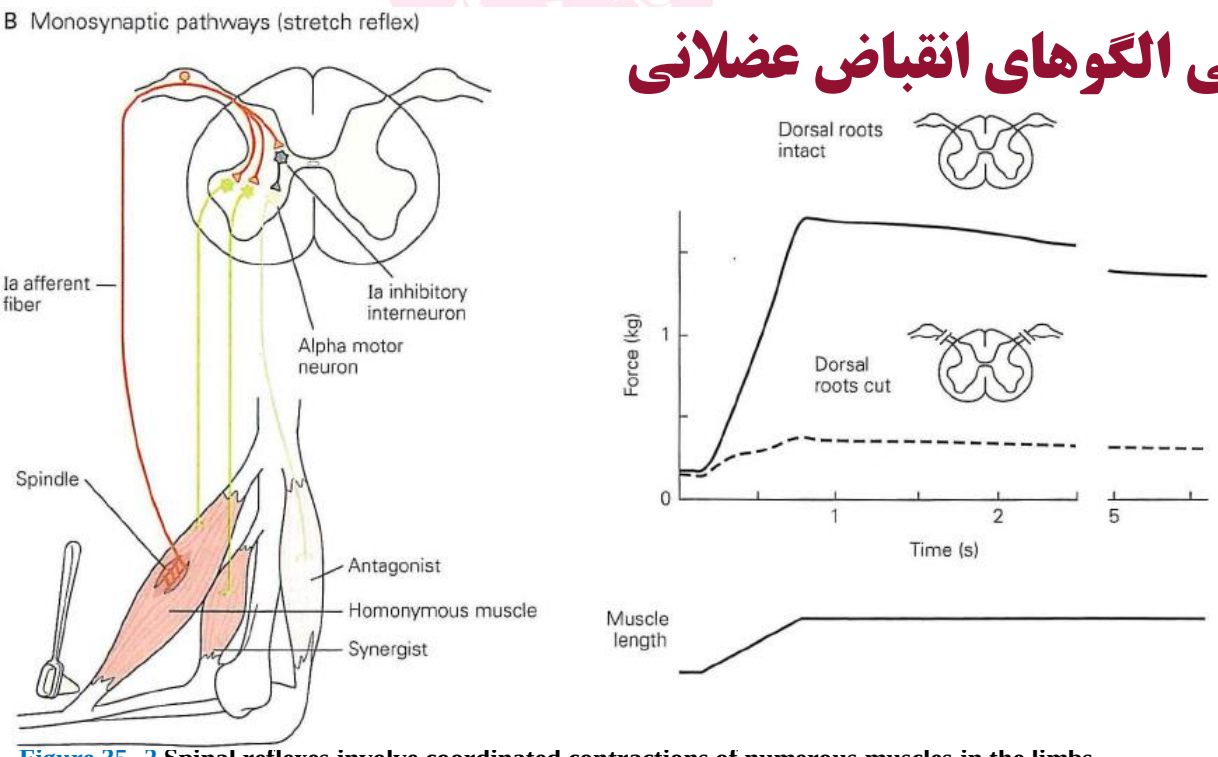


Figure 35- 2 Spinal reflexes involve coordinated contractions of numerous muscles in the limbs.

B. Monosynaptic pathways mediate stretch reflexes. Afferent axons from muscle spindles make excitatory connections on two sets of motor neurons: alpha motor neurons that innervate the same (homonymous) muscle from which they arise and motor neurons that innervate synergist muscles. They also act through interneurons to inhibit the motor neurons that innervate antagonist muscles. When a muscle is stretched by a tap with a reflex hammer, the firing rate in the afferent fiber from the spindle increases. This leads to contraction of the same muscle and its synergists and relaxation of the antagonist. The reflex therefore tends to counteract the stretch, enhancing the spring-like properties of the muscles. The records on the right demonstrate the reflex nature of contractions produced by muscle stretch in a decerebrate cat. When an extensor muscle is stretched it normally produces a large force, but it produces a very small force (dashed line) after the sensory afferents in the dorsal roots have been severed. (Adapted, with permission, from Liddell and Sherrington 1924.)

یادآوری: ساختار و اجزای سازنده دوک عضلانی

اجزای اصلی دوک عضلانی:

- تارهای عضلانی داخل دوکی
- پایانه‌های حسی آوران
- پایانه‌های حرکتی وابران

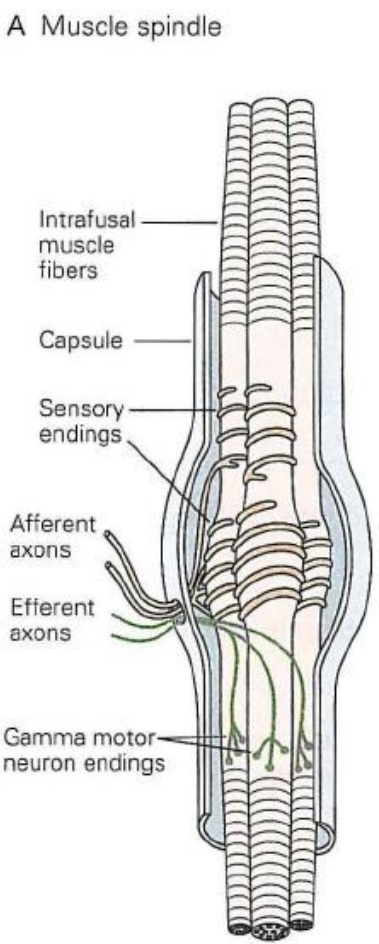


Figure 35- 3 The muscle spindle detects changes in muscle length.
A. The main components of the muscle spindle are intrafusal muscle fibers, afferent sensory endings, and efferent motor endings. The intrafusal fibers are specialized muscle fibers with central regions that are not contractile. Gamma motor neurons innervate the contractile polar regions of the intrafusal fibers. Contraction of the polar regions pulls on the central regions of the intrafusal fiber from both ends. The sensory endings spiral around the central regions of the intrafusal fibers and are responsive to stretch of these fibers. (Adapted, with permission, from Hulliger 1984.)

یادآوری: انواع اجزای دوک عضلانی

انواع تارهای عضلانی داخل دوکی:

- تارهای هسته کیسه‌ای دینامیک
- تارهای هسته کیسه‌ای استاتیک
- تارهای هسته زنجیری

انواع پایانه‌های حسی آوران:

- پایانه‌های حسی اولیه (نورون Ia)
- پایانه‌های حسی ثانویه (نورون II)

انواع اعصاب حرکتی وابران:

- نورون‌های حرکتی گامای دینامیک
- نورون‌های حرکتی گامای استاتیک

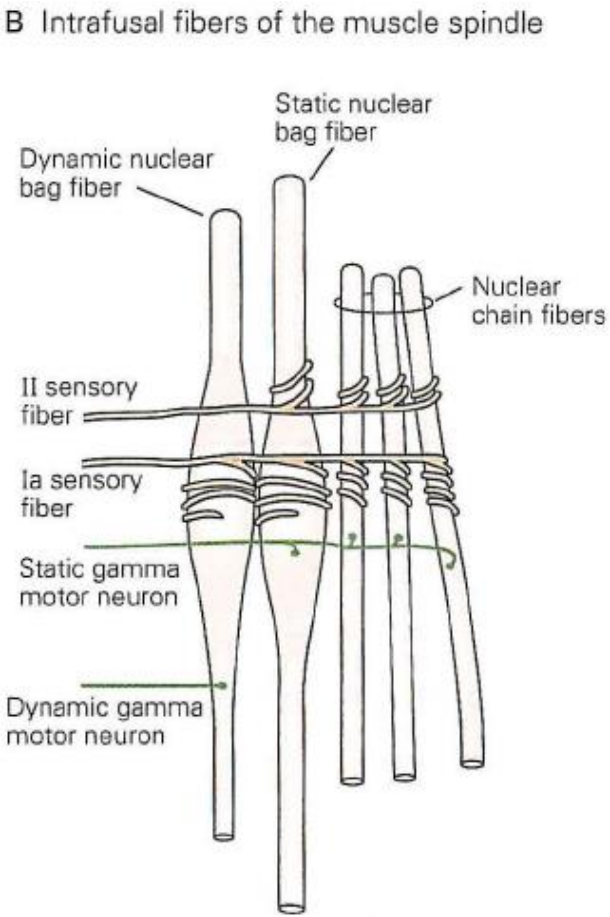


Figure 35- 3 The muscle spindle detects changes in muscle length. B. The muscle spindle contains three types of intrafusal fibers: dynamic nuclear bag, static nuclear bag, and nuclear chain fibers. A single Ia sensory axon innervates all three types of fibers, forming a primary sensory ending. Type II sensory axons innervate the nuclear chain fibers and static bag fibers, forming a secondary sensory ending. Two types of motor neurons innervate different intrafusal fibers. Dynamic gamma motor neurons innervate only dynamic bag fibers; static gamma motor neurons innervate various combinations of chain and static bag fibers. (Adapted, with permission, from Boyd 1980.)

یادآوری: تاثیر اعصاب حرکتی گاما بر پاسخ Ia

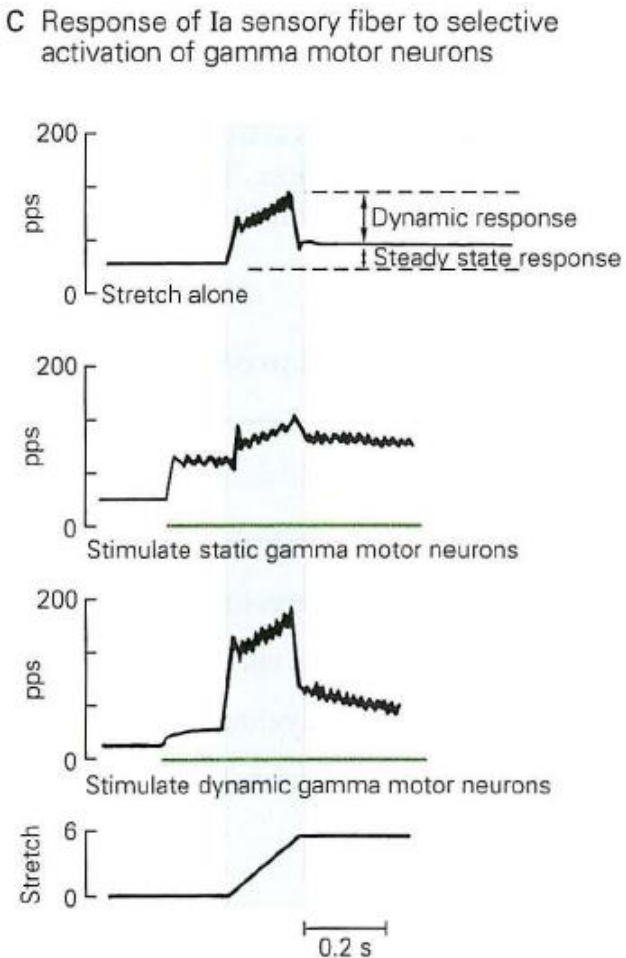


Figure 35- 3 The muscle spindle detects changes in muscle length. C. Selective stimulation of the two types of gamma motor neurons has different effects on the firing of the Ia fibers from the spindle. Without gamma stimulation the Ia fiber shows a small dynamic response to muscle stretch and a modest increase in steady-state firing. When a static gamma motor neuron is stimulated, the steady-state response of the Ia fiber increases, but there is a decrease in the dynamic response. When a dynamic gamma motor neuron is stimulated, the dynamic response of the Ia fiber is markedly enhanced, but the steady-state response gradually returns to its original level. (Adapted, with permission, from Brown and Matthews 1966.)

دسته‌بندی تارهای عصبی عضله

Table 35–1 Classification of Sensory Fibers from Muscle

Type	Axon	Receptor	Sensitive to
Ia	12–20 μm myelinated	Primary spindle ending	Muscle length and rate of change of length
Ib	12–20 μm myelinated	Golgi tendon organ	Muscle tension
II	6–12 μm myelinated	Secondary spindle ending	Muscle length (little rate sensitivity)
II	6–12 μm myelinated	Nonspindle endings	Deep pressure
III	2–6 μm myelinated	Free nerve endings	Pain, chemical stimuli, and temperature (important for physiological responses to exercise)
IV	0.5–2 μm nonmyelinated	Free nerve endings	Pain, chemical stimuli, and temperature

Table 35-1 Classification of Sensory Fibers from Muscle.

فهرست مطالب:

- آناتومی نخاع
- رفلکس‌های نخاعی
- انواع رفلکس نخاعی
- تطبیق‌پذیری رفلکس‌ها
- هماهنگی الگوهای انقباض عضلانی
- تاثیر مدارهای نخاعی در هماهنگی
- تاثیر فرمان‌های حرکتی مرکزی و فرآیندهای شناختی
- اهمیت رفلکس‌های حس عمقی در تثبیت حرکت‌ها
- آسیب به سیستم اعصاب مرکزی

تعیین تعداد سیناپس‌ها در مسیر رفلکس

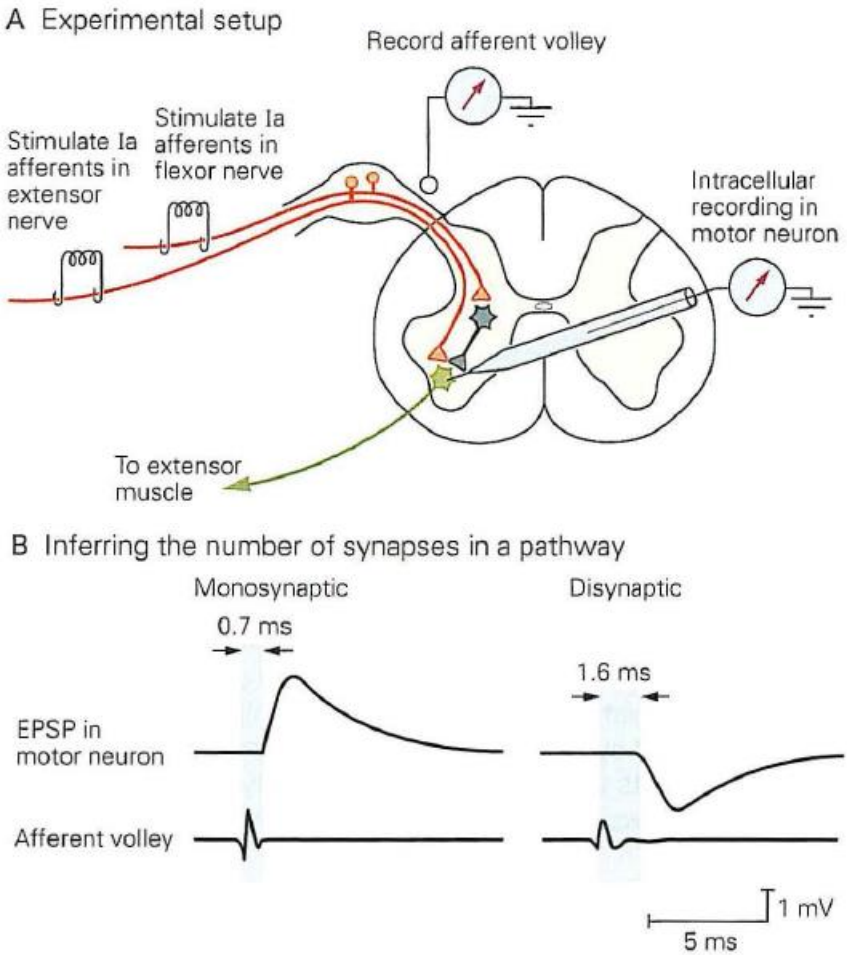


Figure 35- 4 The number of synapses in a reflex pathway can be inferred from intracellular recordings.

A. An intracellular recording electrode is inserted into the cell body of a spinal motor neuron that innervates an extensor muscle. Stimulation of Ia sensory fibers from flexor or extensor muscles produces a volley of action potentials at the dorsal root.

B. **Left:** When Ia fibers from an extensor muscle are stimulated, the latency between the recording of the afferent volley and the excitatory postsynaptic potential in the motor neuron is only 0.7 ms. Because this is approximately equal to the duration of signal transmission across a single synapse, it can be inferred that the excitatory action of the stretch reflex pathway is monosynaptic. **Right:** When Ia fibers from an antagonist flexor muscle are stimulated, the latency between the recording of the afferent volley and the inhibitory postsynaptic potential in the motor neuron is 1.6 ms. Because this is approximately twice the duration of signal transmission across a single synapse, it can be inferred that the inhibitory action of the stretch reflex pathway is disynaptic.

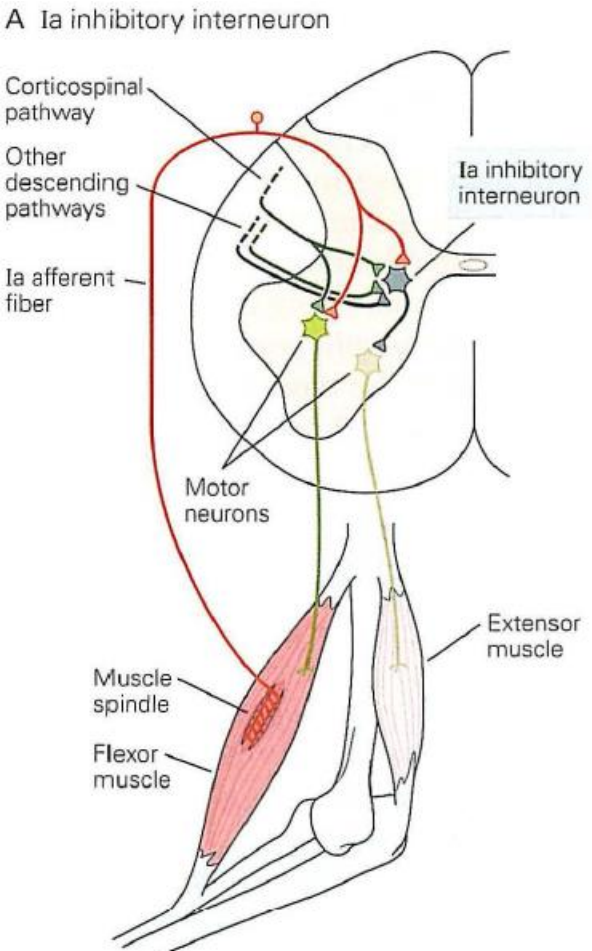


Figure 35-5 Inhibitory spinal interneurons coordinate reflex actions.
A. The Ia inhibitory interneuron regulates contraction in antagonist muscles in stretch-reflex circuits through its divergent contacts with motor neurons. In addition. the interneuron receives excitatory and inhibitory inputs from corticospinal and other descending pathways. A change in the balance of these supraspinal signals allows the interneuron to coordinate cocontractions in antagonist muscles at a joint.

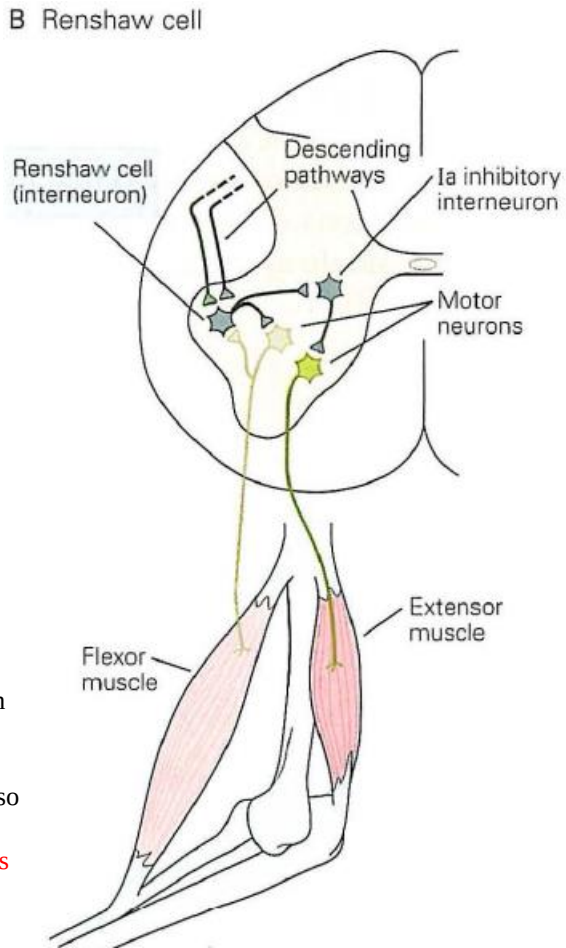


Figure 35-5 Inhibitory spinal interneurons coordinate reflex actions.
B. **Left:** Renshaw cells are spinal interneurons that produce recurrent inhibition of motor neurons. These interneurons are excited by collaterals from motor neurons and inhibit those same motor neurons. This negative feedback system regulates motor neuron excitability and stabilizes firing rates. Renshaw cells also send collaterals to synergist motor neurons (not shown) and Ia inhibitory interneurons that synapse on antagonist motor neurons. Thus, descending inputs that modulate the excitability of the Renshaw cells adjust the excitability of all the motor neurons around a joint.

یادآوری اندام تاندون گلژی (GTO): ساختار و اجزای

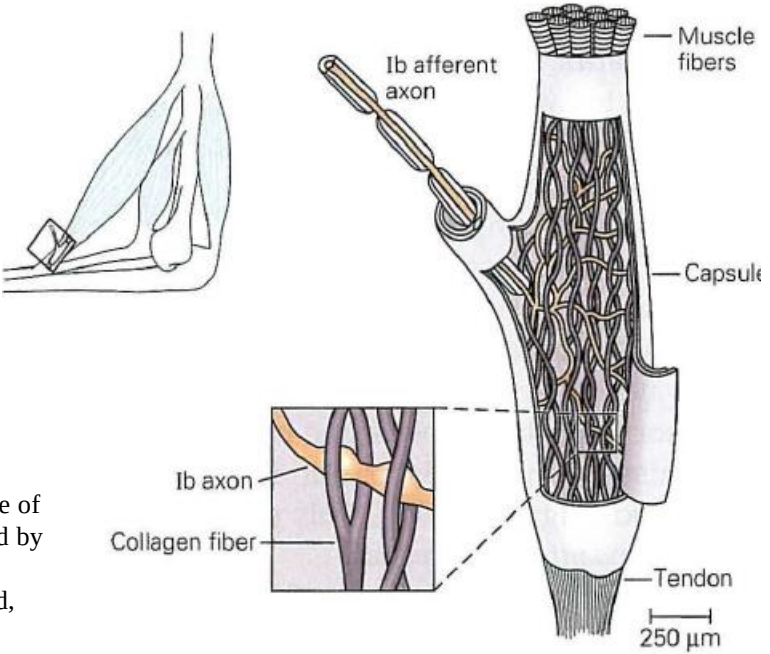


Figure 35-6
A. When the Golgi tendon organ is stretched (usually because of contraction of the muscle). the lb afferent axon is compressed by collagen fibers (see inset) and its rate of firing increases. (Adapted, with permission, from Schmidt 1983; inset adapted, with permission, from Swett and Schoultz 1975.)

یادآوری اندام تاندون گلژی (GTO): نحوه‌ی عملکرد

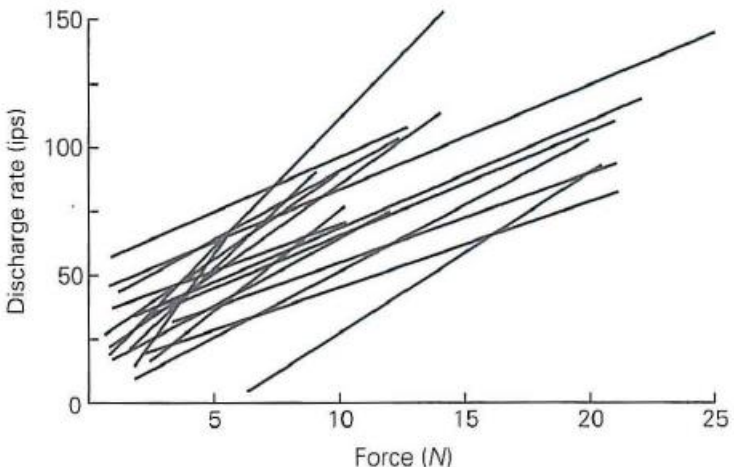
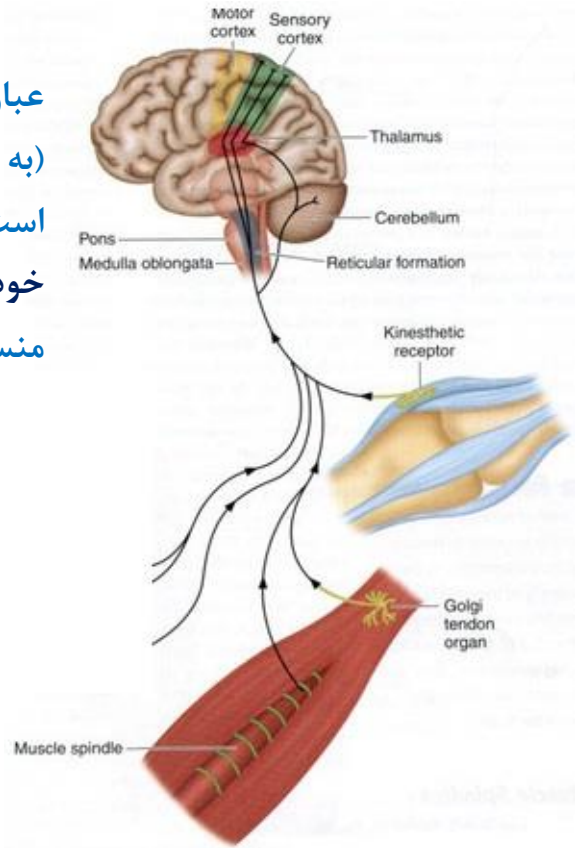


Figure 35-6
B. The discharge rate of a population of Golgi tendon organs signals the force in a muscle. Linear regression lines show the relationship between discharge rate and force for Golgi tendon organs of the soleus muscle of the cat. (Adapted, with permission, from Crago et al. 1982.)

بیشتر بدانیم: Proprioception

عبارت **proprioception** از ترکیب دو واژه‌ی لاتین **proprius** (به معنای خود فرد) و **perception** (به معنای درک) ایجاد شده است و به معنای «سیگنال‌های حسی مربوط به حرکت و وضعیت خود بدن» است. این نامگذاری به **Charles Sherrington** منسوب است!



http://imgbuddy.com/proprioception.asp

عملکرد رفلکسی تارهای آوران Ib:

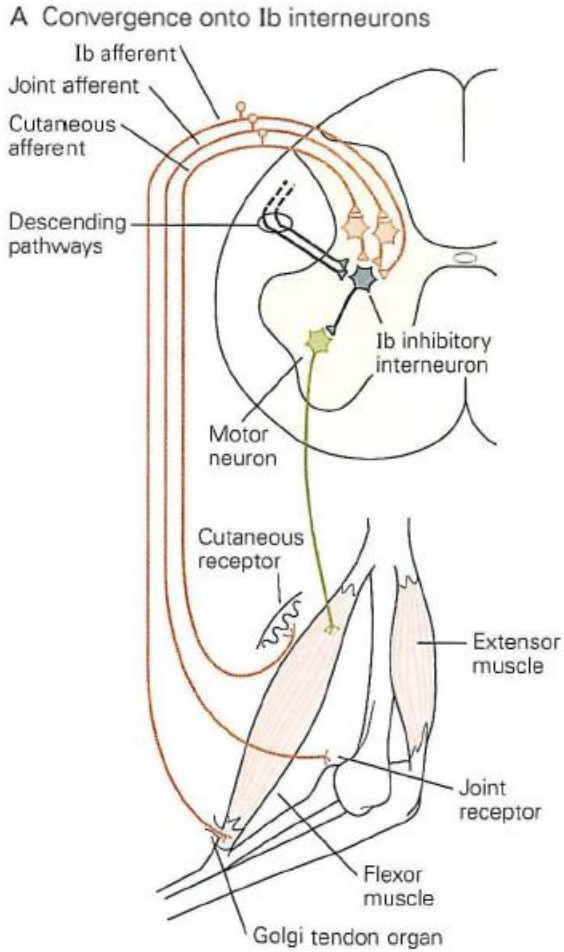


Figure 35-7 The reflex actions of lb afferent fibers from Golgi tendon organs.

A. The lb inhibitory interneuron receives input from tendon organs, muscle spindles (not shown), joint and cutaneous receptors, and descending pathways.

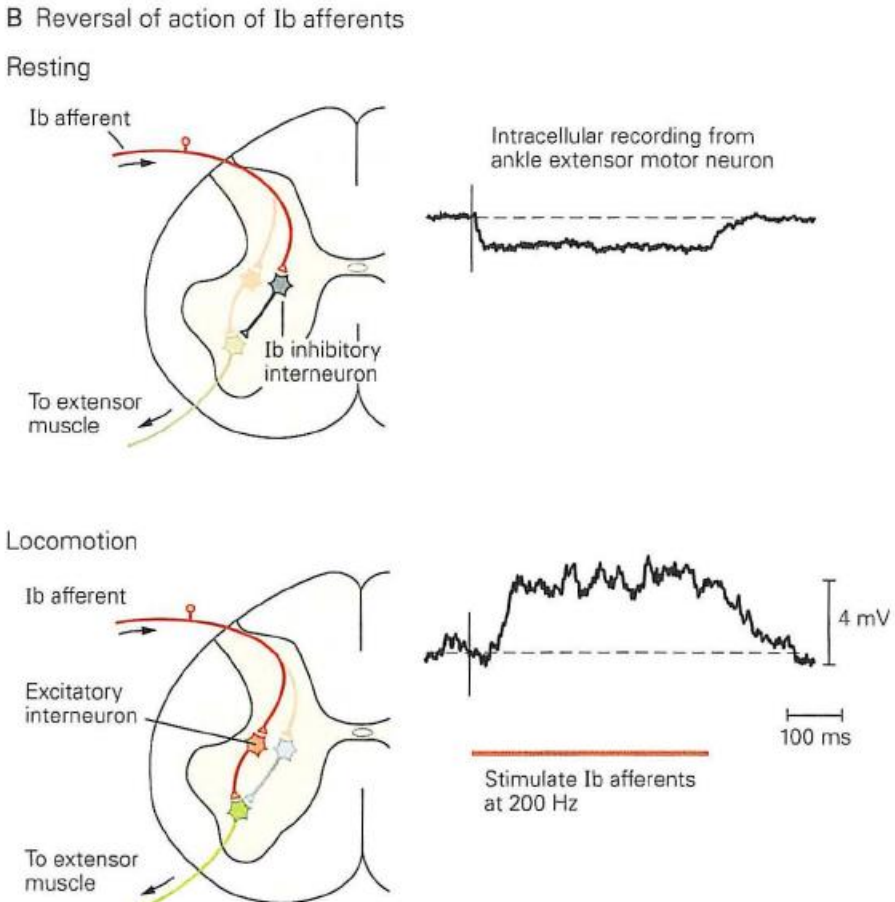


Figure 35-7 The reflex actions of lb afferent fibers from Golgi tendon organs.
B. The action of lb sensory fibers on extensor motor neurons is reversed from inhibition to excitation when walking is initiated. When the animal is resting, stimulation of lb fibers from the ankle extensor muscle inhibits ankle extensor motor neurons through lb inhibitory interneurons, as shown by the hyperpolarization in the record. During walking the lb inhibitory interneurons are inhibited while excitatory interneurons that receive input from lb sensory fibers are facilitated by the command system for walking, thus opening a lb excitatory pathway from the Golgi tendon organs to motor neurons.

فهرست مطالب:

- ✓ آناتومی نخاع
- ✓ رفلکس‌های نخاعی
- ✓ انواع رفلکس نخاعی
- ✓ تطبیق‌پذیری رفلکس‌ها
- ✓ هماهنگی الگوهای انقباض عضلانی
- ✓ تاثیر مدارهای نخاعی در هماهنگی
- تاثیر فرمان‌های حرکتی مرکزی و فرآیندهای شناختی
- اهمیت رفلکس‌های حس عمقی در تثبیت حرکت‌ها
- آسیب به سیستم اعصاب مرکزی

مدولاسیون شدت رفلکس نخاعی

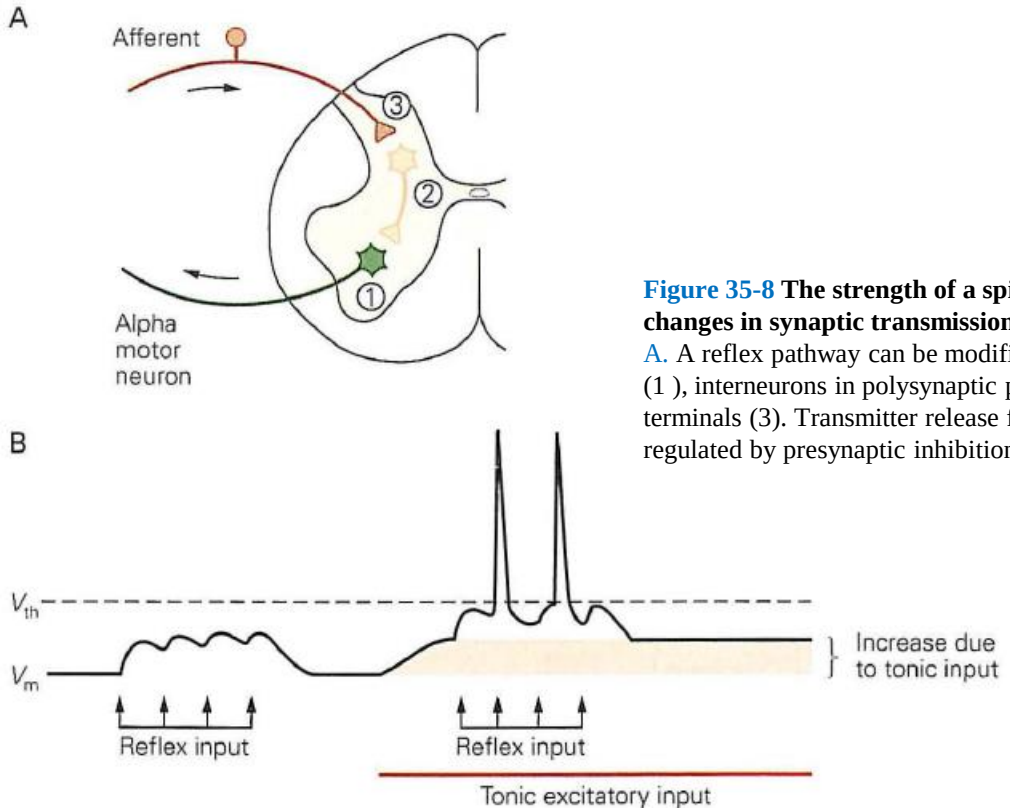


Figure 35-8 The strength of a spinal reflex can be modulated by changes in synaptic transmission in the reflex pathway.
A. A reflex pathway can be modified at three sites: alpha motor neurons (1), interneurons in polysynaptic pathways (2), and afferent axon terminals (3). Transmitter release from the primary afferent fibers is regulated by presynaptic inhibition (see Figure 12-16).

B. An increase in tonic (background) excitatory input to a motor neuron depolarizes the neuron to a level that enables an otherwise ineffective reflex input (left) to initiate action potentials. The reflex input is represented by a series of excitatory postsynaptic potentials. (V_{th} threshold voltage; V_m membrane potential.)

تنظیم حساسیت دوک عضلانی توسط نورون حرکتی گاما

عملکرد نرون حرکتی گاما اغلب به عنوان **fusimotor system** شناخته می‌شود.

برای توصیف سیستم دوکی-حرکتی، تحریک انتخابی نرون‌های حرکتی آلفا و گاما را در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار می‌دهیم.

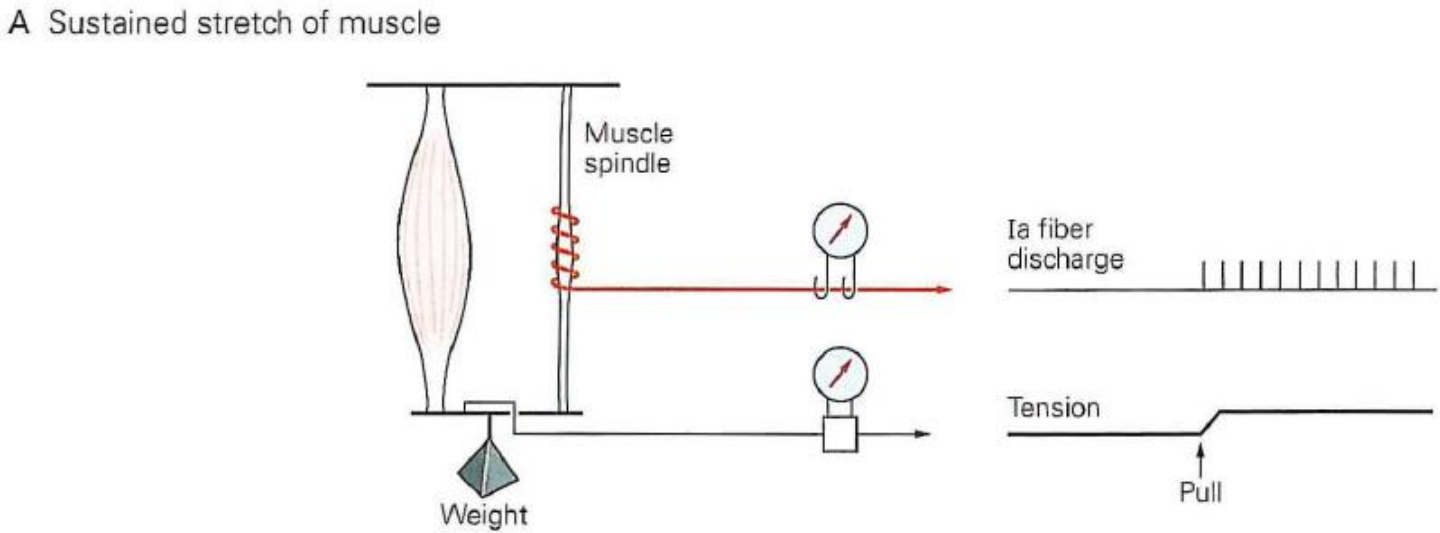


Figure 35- 9 Activation of gamma motor neurons during active muscle contraction maintains muscle spindle sensitivity to muscle length. (Adapted, with permission, from Hunt and Kuffler 1951.)

A. Sustained tension elicits steady firing in the Ia sensory fiber from the muscle spindle (the two muscle fibers are shown separately for illustration only).

Unloading (slackening) the spindle

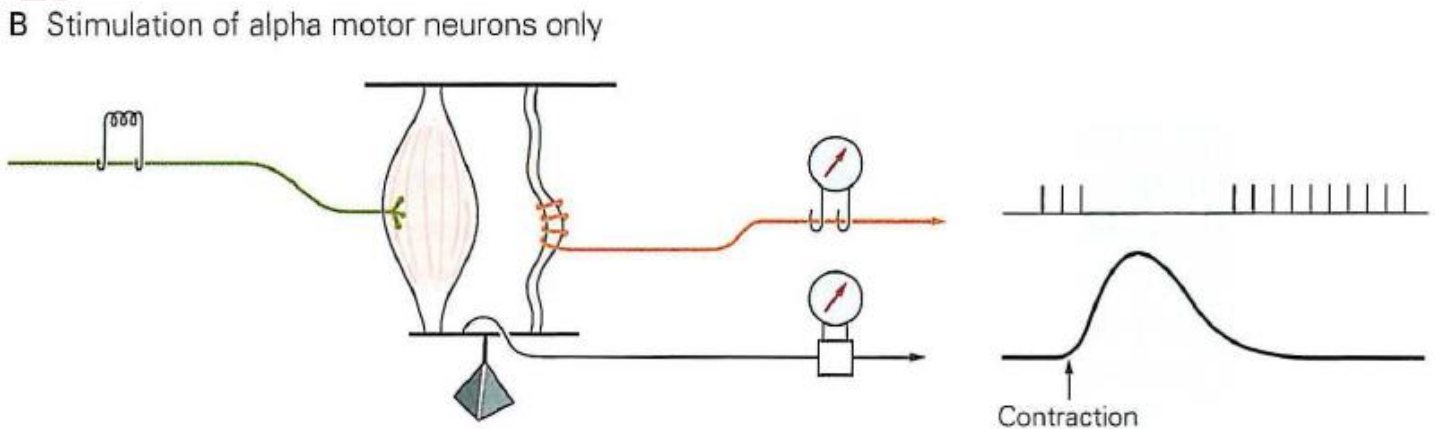


Figure 35- 9 Activation of gamma motor neurons during active muscle contraction maintains muscle spindle sensitivity to muscle length. (Adapted, with permission, from Hunt and Kuffler 1951.)

B. A characteristic pause occurs in the discharge of the Ia fiber when the alpha motor neuron is stimulated, causing a brief contraction of the muscle. The Ia fiber stops firing because the spindle is unloaded by the contraction.

Alpha-gamma co-activation

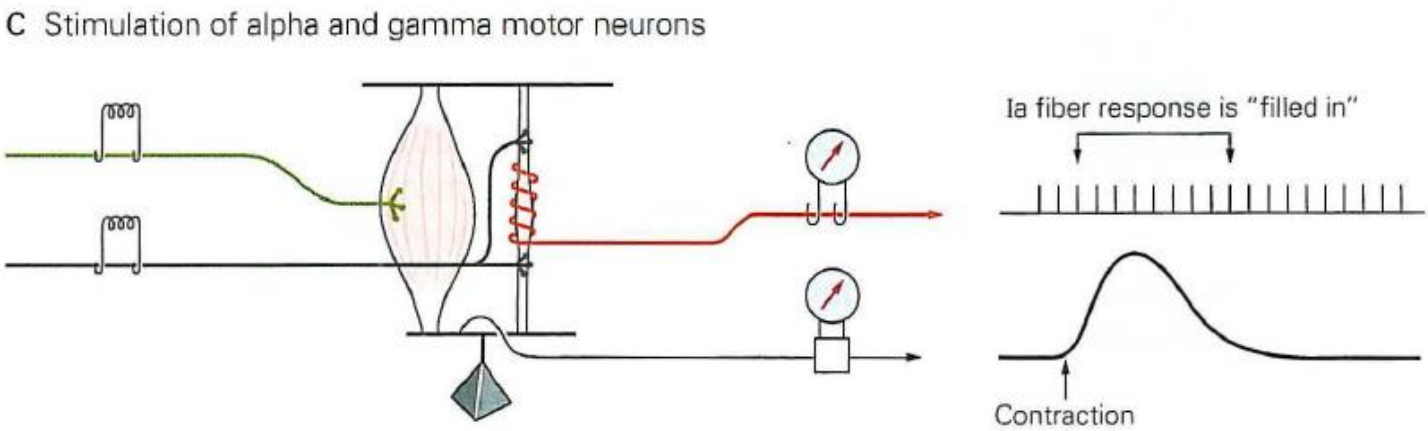


Figure 35- 9 Activation of gamma motor neurons during active muscle contraction maintains muscle spindle sensitivity to muscle length. (Adapted, with permission, from Hunt and Kuffler 1951.)

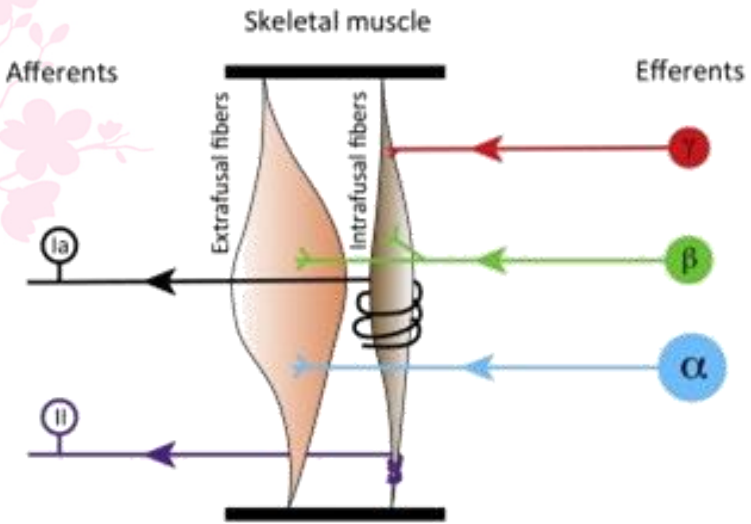
C. Gamma motor neurons innervate the contractile polar regions of the intrafusal fibers of muscle spindles (see Figure 35-3A). If a gamma motor neuron is stimulated at the same time as the alpha motor neuron, the spindle is not unloaded during the contraction. As a result, the pause in discharge of the Ia sensory fiber that occurs when only the alpha motor neuron is stimulated is "filled in" by the response of the fiber to stimulation of the gamma motor neuron.

بیشتر بدانیم: نرون حرکتی بتا (β motor neuron)

اگرچه تارهای درون دوکی معمولا توسط آکسون‌های نورون حرکتی گاما (γ) عصب‌دهی می‌شوند ولی گاهی اوقات این تارها توسط آکسون هم‌خانواده (**collateral**) نورون‌های حرکتی آلفا (α) عصب‌دهی می‌شوند.

آکسون‌هایی که هم تارهای درون دوکی (**intrafusal**) و هم تارهای برون دوکی (**extrafusal**) را عصب‌دهی می‌کنند اصطلاحا آکسون بتا (β) نامیده می‌شوند.

عملکرد آکسون β معادل هم‌فعالیتی آلفا-گاما (**alpha-gamma coactivation**) است.



http://www.cell.com/cms/attachment/2024757708/2044383566/gr1b1.jpg

The task conditions under which independent control of alpha and gamma motor neurons occurs in humans have not yet been clearly established.

وابستگی فعالیت اعصاب حرکتی گاما به رفتار حرکتی:

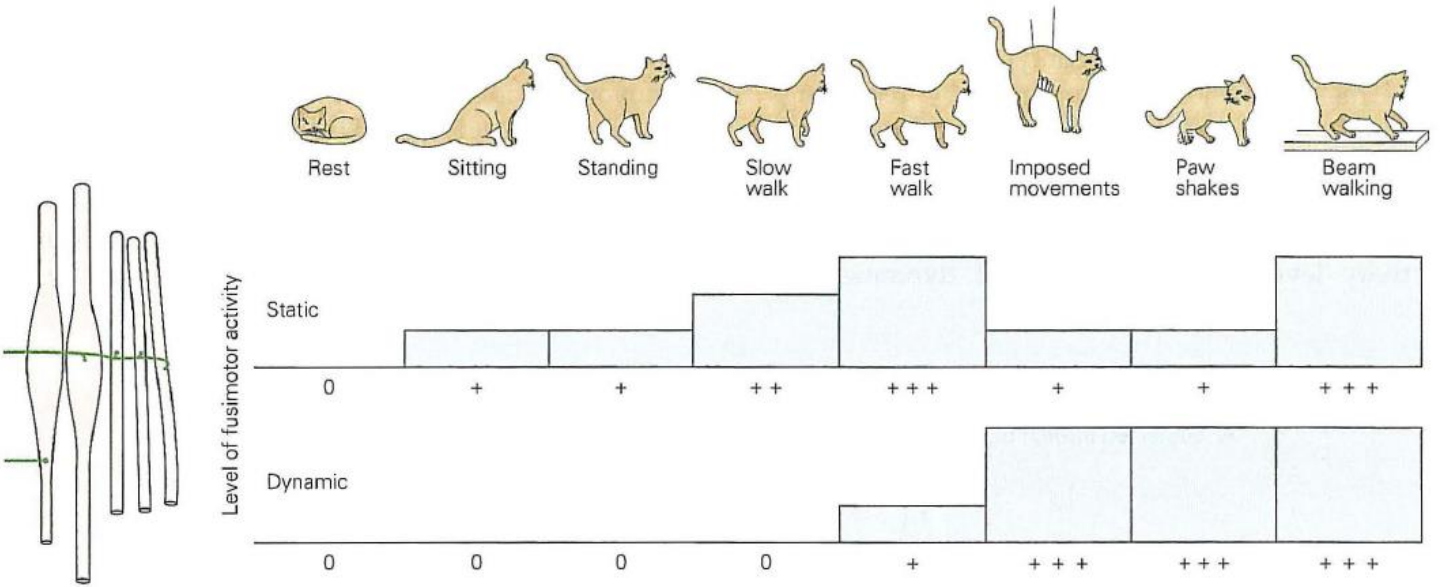


Figure 35- 10 The level of activity in the fusimotor system varies with the type of behavior.
Only static gamma motor neurons are active during activities in which muscle length changes slowly and predictably. Dynamic gamma motor neurons are activated during behaviors in which muscle length may change rapidly and unpredictably. (Adapted, with permission, from Prochazka et al. 1988.)

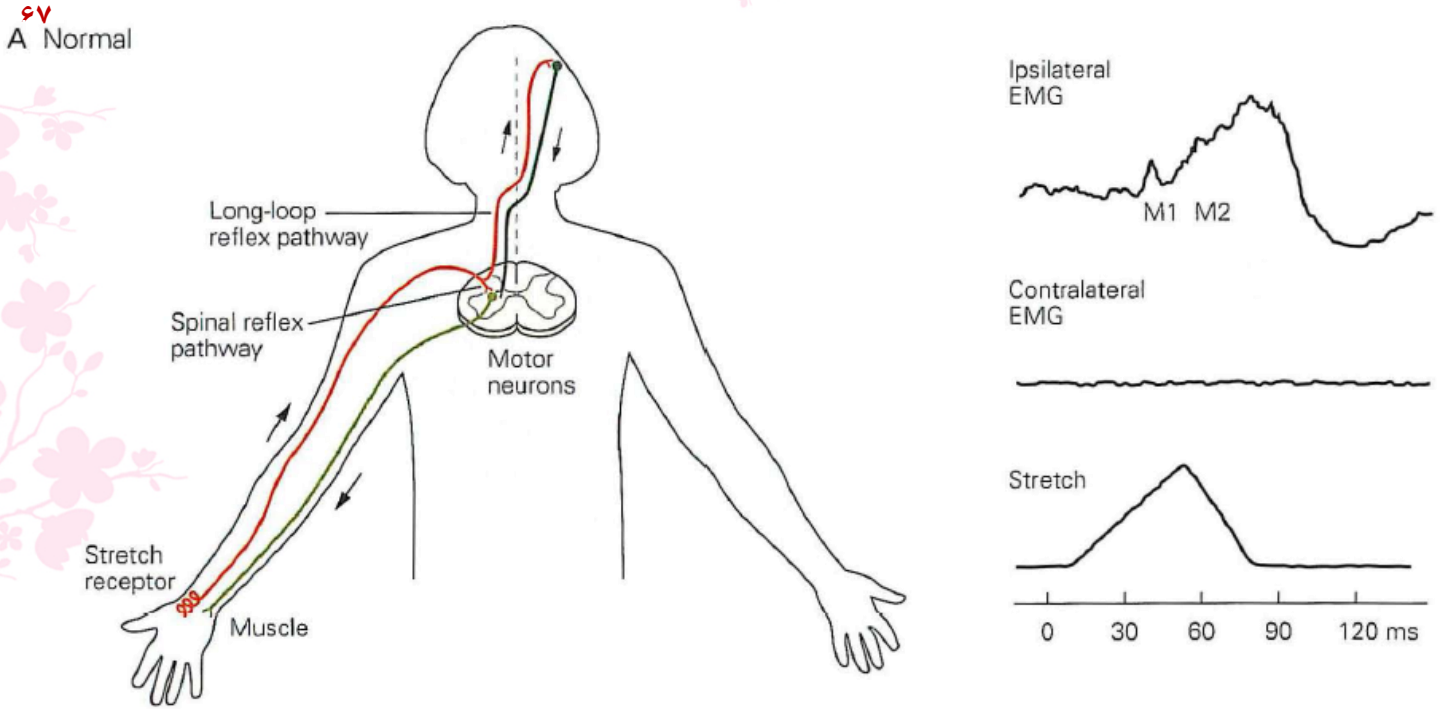


Figure 35-11 Reflexes of the limbs are mediated by spinal reflex pathways and long-loop pathways that involve the motor cortex. (Adapted, with permission, from Matthews 1991.)

A. In normal individuals a brief stretch of a thumb muscle produces a response that has two components. A short-latency response (M1) in the stretched muscle is controlled by the spinal reflex pathway, the monosynaptic connection between muscle spindle afferents and spinal motor neurons. This is followed by a long-latency response (M2) controlled by a pathway that loops through the motor cortex.

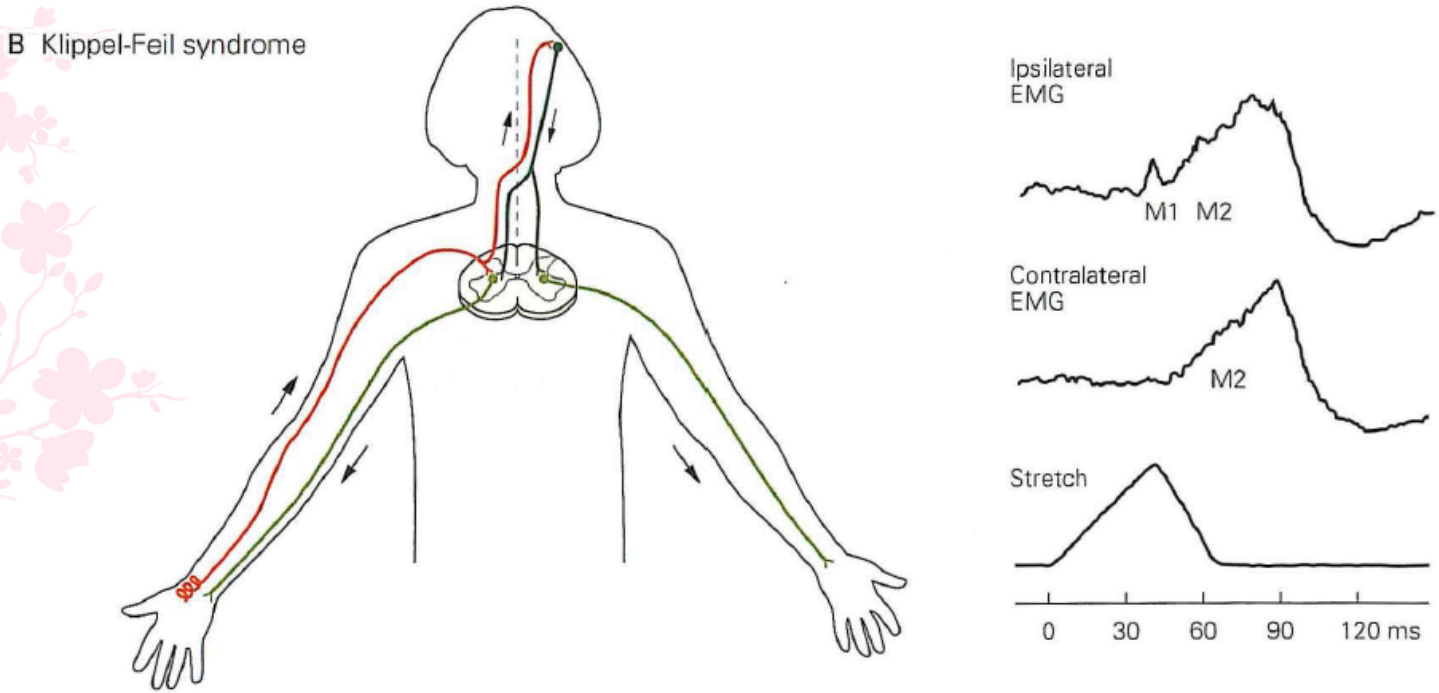
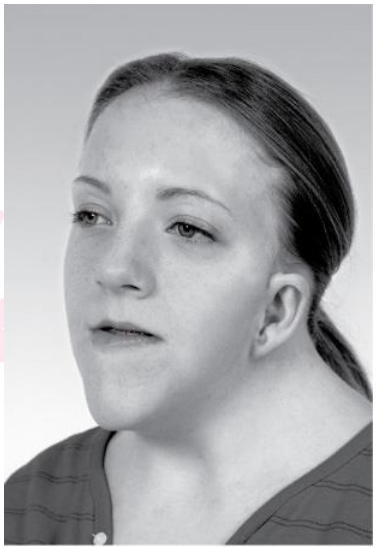


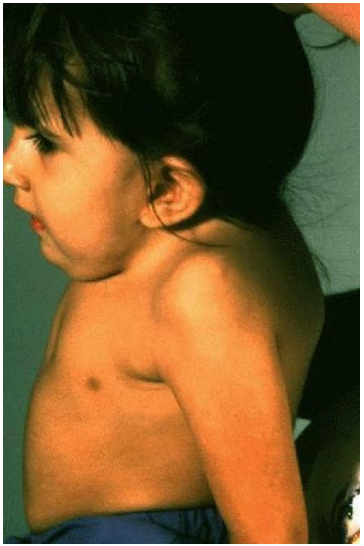
Figure 35-11 Reflexes of the limbs are mediated by spinal reflex pathways and long-loop pathways that involve the motor cortex. (Adapted, with permission, from Matthews 1991.)

B. In individuals with Klippel-Feil syndrome the M2 response is evoked bilaterally because neurons in the motor cortex activate motor neurons bilaterally.

بیشتر بدانیم: Klippel-Feil Syndrome

بیماری **Klippel-Feil** یک بیماری مادرزادی گردن است که در آن دو یا چند مهره ستون فقرات گردنی به هم چسبیده‌اند. این بیماری موجب کوتاه شدن و محدودیت حرکتی گردن، و همچنین کم مویی پشت گردن می‌شود.





http://ghr.nlm.nih.gov/condition/klippel-feil-syndrome

http://accessanesthesiology.mhmedical.com/searchResults.aspx?q=klippel-feil+syndrome&f_SemanticFilterTopics=klippel-feil+syndrome&fl_SiteID=51&fl_TopLevelContentDisplayName=Images&adv=True

http://syndrome.org/klippel-feil-syndrome/

http://www.medscape.com/viewarticle/518634_2

عامل این بیماری، ژنتیکی است و جهش ژن‌های GDF6 و GDF3 می‌تواند عامل آن باشد.

درمان این بیماری، عمل جراحی است که با توجه به اینکه بیماری به تنهایی وجود دارد یا همراه با ناهنجاری‌های دیگر است درباره عمل جراحی تصمیم‌گیری می‌شود.

به ندرت، اعصاب نخاعی غیرطبیعی موجب حرکت غیرارادی دست در این افراد می‌گردد.

علت نامگذاری این بیماری آن است که در سال ۱۹۱۲، Klippel و Feil به شرح و توصیف آناتومیکی و بالینی آن پرداختند.

فهرست مطالب:

- ✓ آناتومی نخاع
- ✓ رفلکس‌های نخاعی
- ✓ انواع رفلکس نخاعی
- ✓ تطبیق‌پذیری رفلکس‌ها
- ✓ هماهنگی الگوهای انقباض عضلانی
- ✓ تاثیر مدارهای نخاعی در هماهنگی
- ✓ تاثیر فرمان‌های حرکتی مرکزی و فرآیندهای شناختی
- اهمیت رفلکس‌های حس عمقی در تثبیت حرکت‌ها
- آسیب به سیستم اعصاب مرکزی

اثر تقویتی رفلکس کششی بر فرامین حرکتی مرکزی

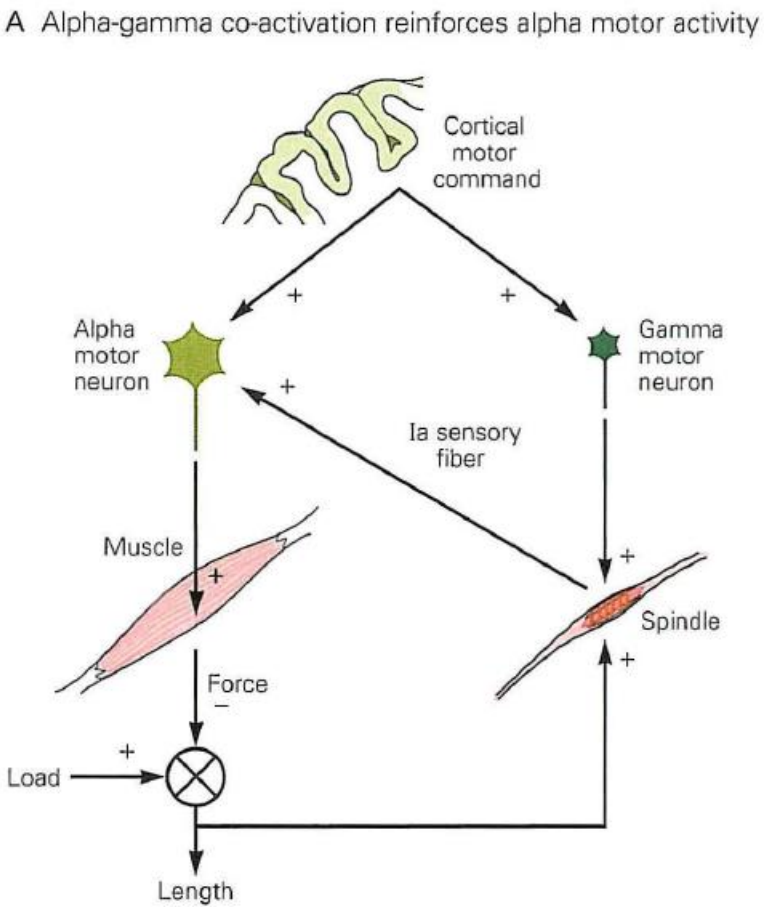


Figure 35-12 Alpha and gamma motor neurons are coactivated during voluntary movements.
A. Co-activation of alpha and gamma motor neurons by a cortical motor command allows feedback from muscle spindles to reinforce activation in the alpha motor neurons. Because any disturbance during a movement alters the length of the muscle and changes the activity in the muscle spindles, altering the spindle input to the alpha motor neuron compensates for the disturbance.

شاهدی بر هم‌فعالیتی نورون‌های حرکتی آلفا و گاما طی حرکت‌های ارادی بر اساس آزمایش‌های Ake Vallbo و Karl-Erik Hagbarth در اواخر دهه ۱۹۶۰

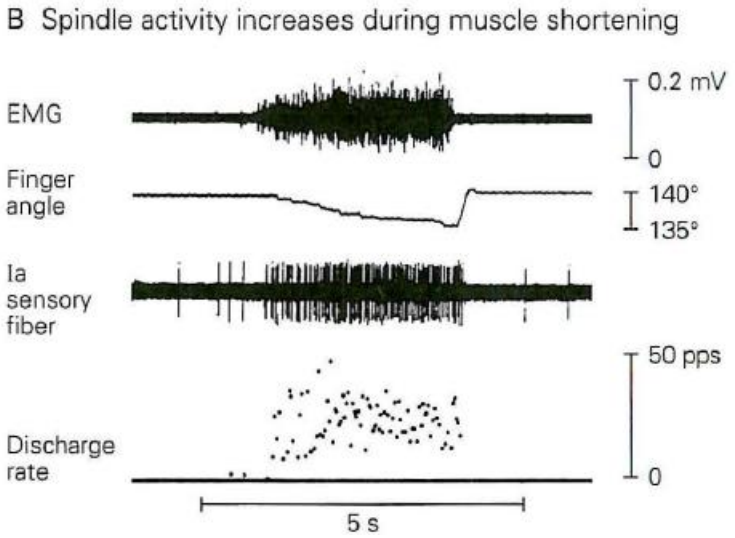


Figure 35-12 Alpha and gamma motor neurons are coactivated during voluntary movements.
B. The discharge rate in the Ia sensory fiber of a spindle increases during slow flexion of a finger. This increase depends on alpha-gamma co-activation. If the gamma motor neurons were not active, the spindle would slacken, and its discharge rate would decrease as the muscle shortened (see Figure 35-9C). (Adapted, with permission, from Vallbo 1981.)

رفلکس هافمن (H-reflex)

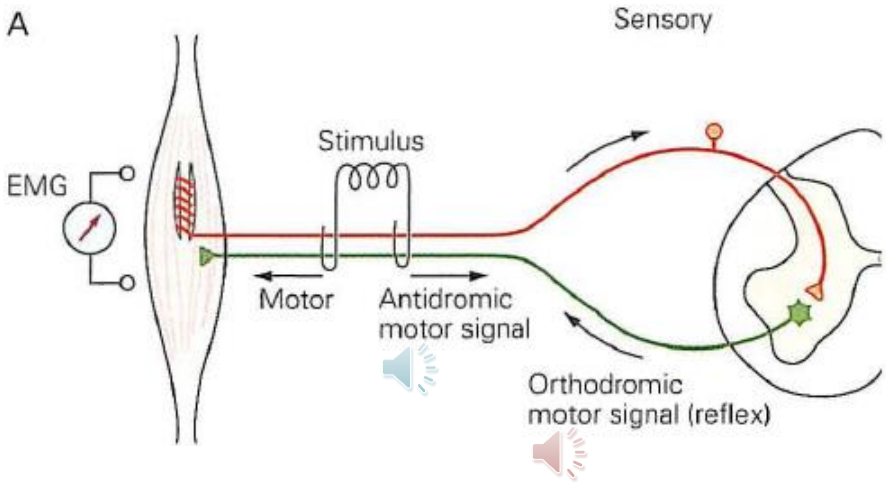


Figure 35-13 The Hoffmann reflex.
A. The Hoffmann reflex (H-reflex) is evoked by electrically stimulating Ia sensory fibers from muscle spindles in mixed nerves. The sensory fibers excite alpha motor neurons, which in turn activate the muscle. Muscle activation is detected by the electromyogram (EMG).

B. At intermediate stimulus strengths motor axons in the mixed nerve are excited in addition to the spindle afferents. Excitation of the motor neurons produces an M-wave that precedes the H-wave (H-reflex) in the EMG.

بررسی اثر شدت تحریک در رفلکس هافمن

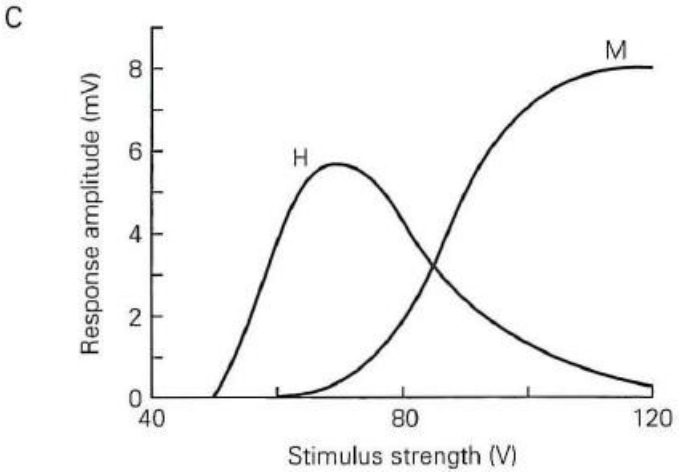


Figure 35-13 The Hoffmann reflex.
C. At low stimulus strengths only an H-wave is produced because only the spindle afferents are excited. As the stimulus strength increases, the magnitude of the H-reflex also increases, then declines, because the orthodromic motor signals generated reflexively by the spindle afferents are cancelled by antidromic signals initiated by the electrical stimulus in the same motor axons. At very high stimulus strengths only an M-wave is evoked. (Adapted, with permission, from Schieppati 1987)

فهرست مطالب:

- آناتومی نخاع
- رفلکس‌های نخاعی
- انواع رفلکس نخاعی
- تطبیق‌پذیری رفلکس‌ها
- هماهنگی الگوهای انقباض عضلانی
- تاثیر مدارهای نخاعی در هماهنگی
- تاثیر فرمان‌های حرکتی مرکزی و فرآیندهای شناختی
- اهمیت رفلکس‌های حس عمقی در تثبیت حرکت‌ها
- آسیب به سیستم اعصاب مرکزی

فهرست مطالب:

- آناتومی نخاع
- رفلکس‌های نخاعی
- انواع رفلکس نخاعی
- تطبیق‌پذیری رفلکس‌ها
- هماهنگی الگوهای انقباض عضلانی
- تاثیر مدارهای نخاعی در هماهنگی
- تاثیر فرمان‌های حرکتی مرکزی و فرآیندهای شناختی
- اهمیت رفلکس‌های حس عمقی در تثبیت حرکت‌ها
- آسیب به سیستم اعصاب مرکزی

الهی!

من نه آنم که ز فیض نکهت چشم بپوشم، تو نه آنی که گدا را ننوازی به نگاهی؛

در اگر باز نکردد، نروم باز به جایی؛ پشت دیوار نشینم، چو گدا بر سر راهی؛

کس به غیر تو نخواهم، چه بخواهی چه نخواهی؛ باز کن در، که جز این خانه مرا نیست پناهی.