

Module thần kinh – hành vi

**TỔ CHỨC HÓA
HỆ THẦN KINH VẬN ĐỘNG**

**TS.BS. Mai Phương Thảo
BM Sinh lý – Sinh lý bệnh
– Miễn dịch**

Mục tiêu học tập

1. Mô tả tổ chức hóa hệ TK vận động.
2. Trình bày đặc điểm cấu trúc, chức năng của đơn vị vận động.
3. Trình bày vai trò các cấu trúc TK tham gia kiểm soát & điều hòa vận động.
4. Nêu 1 số bất thường của hệ vận động.

Dàn bài

1. Tổ chức hóa hệ TK vận động
2. Kiểm soát VĐ bởi não bộ
3. Cấu trúc dưới vỏ tham gia điều khiển VĐ
4. Tủy gai
5. Một số bất thường của hệ thống VĐ

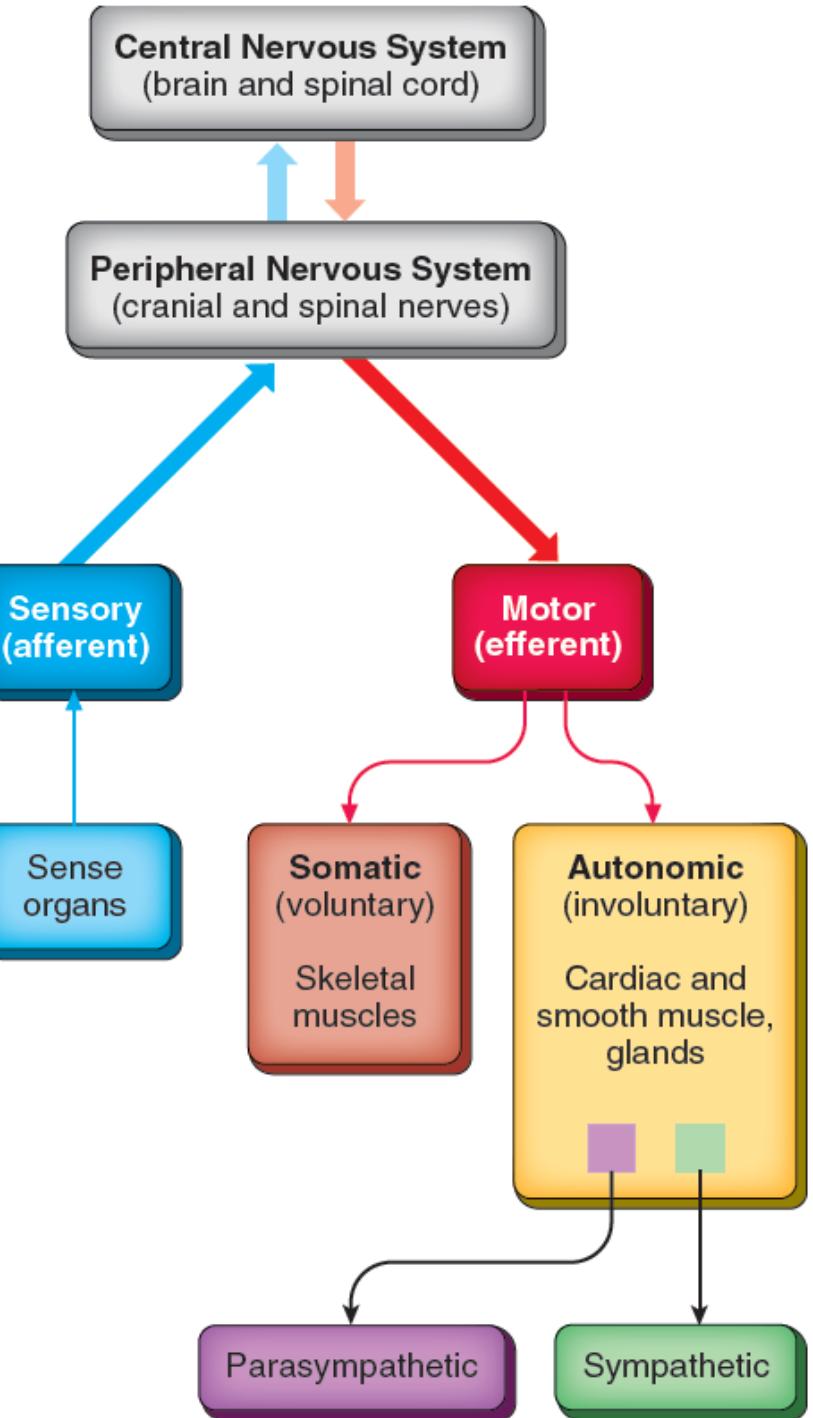
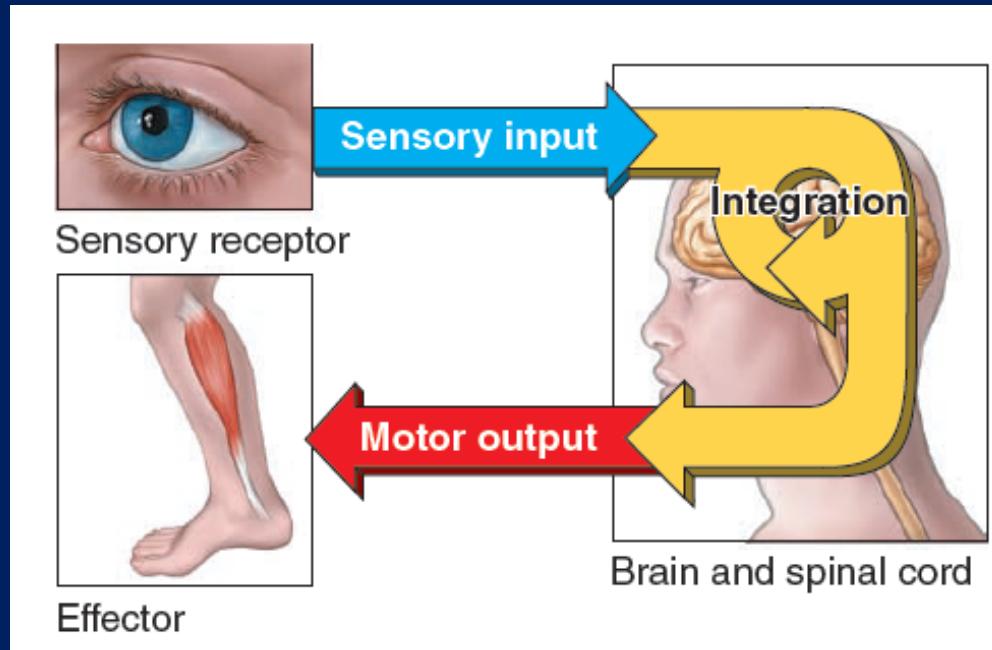
Thuật ngữ

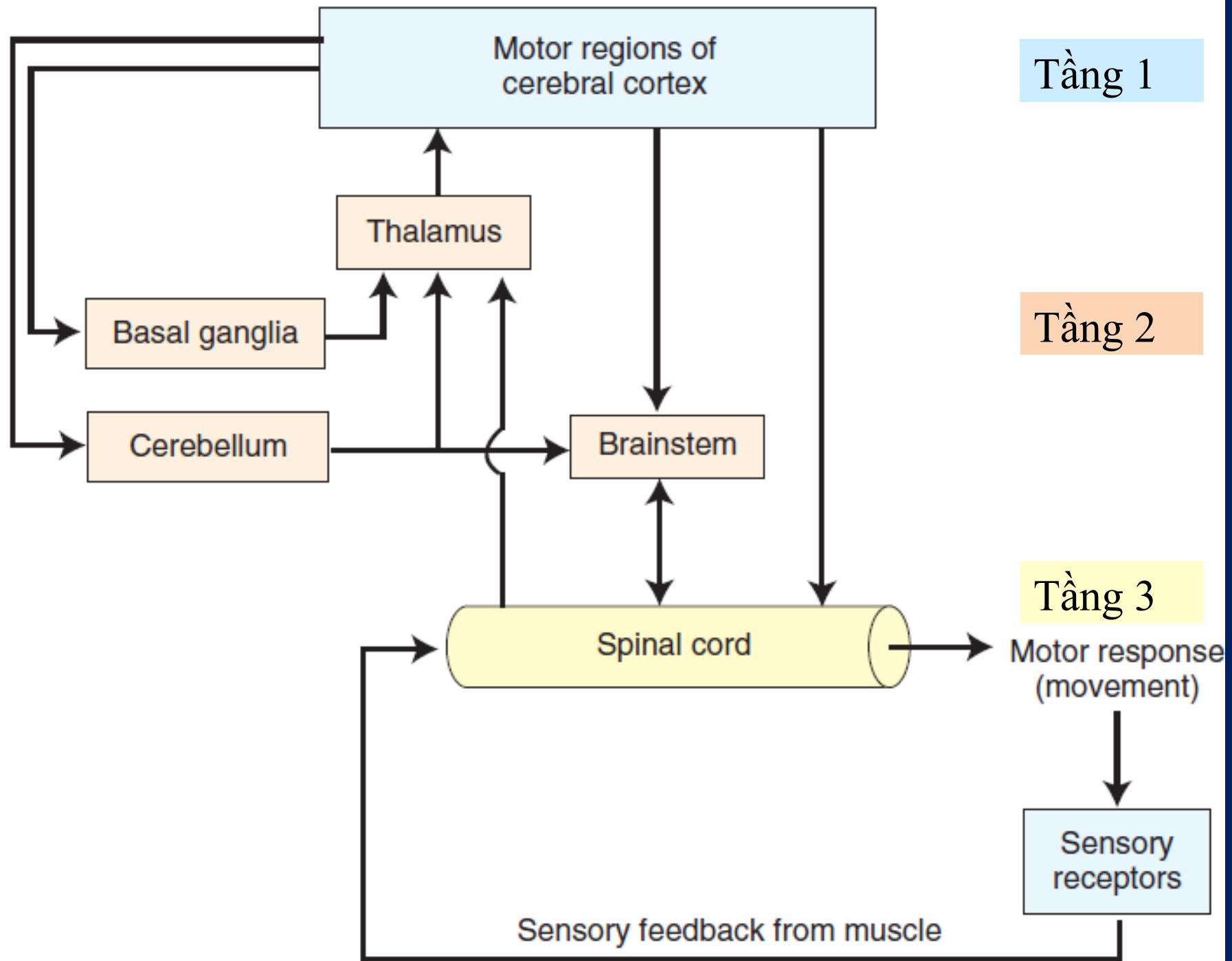
Tiếng Việt	Tiếng Anh
Vùng VĐ chính	Primary motor cortex
Vùng VĐ nguyên phát	(PMC)
Vùng tiền VĐ	Pre-motor cortex
Vùng VĐ phụ	Supplementary motor area (SMA)
Vùng VĐ bổ túc	
Bên = Ngoài	Medial
Bụng trong = Trước trong	Ventromedial
Bó vỏ gai = Bó tháp	Corticospinal / pyramidal tract
Bó vỏ hành = Bó vỏ nhân	Corticobulbar / Corticonuclear tract

Thuật ngữ

Tiếng Việt	Tiếng Anh
Thoị cơ	Muscle spindle
Sợi trong thoị	Intrafusal fiber
Sợi ngoài thoị	Extrafusal fiber
Neuron VĐ alpha	Alpha motor neuron
Neuron VĐ gamma	Gamma motor neuron
Thụ thể Golgi ở gân	Golgi tendon organ
VĐ chủ ý	Voluntary movement

1. Tổ chức hóa hệ TK



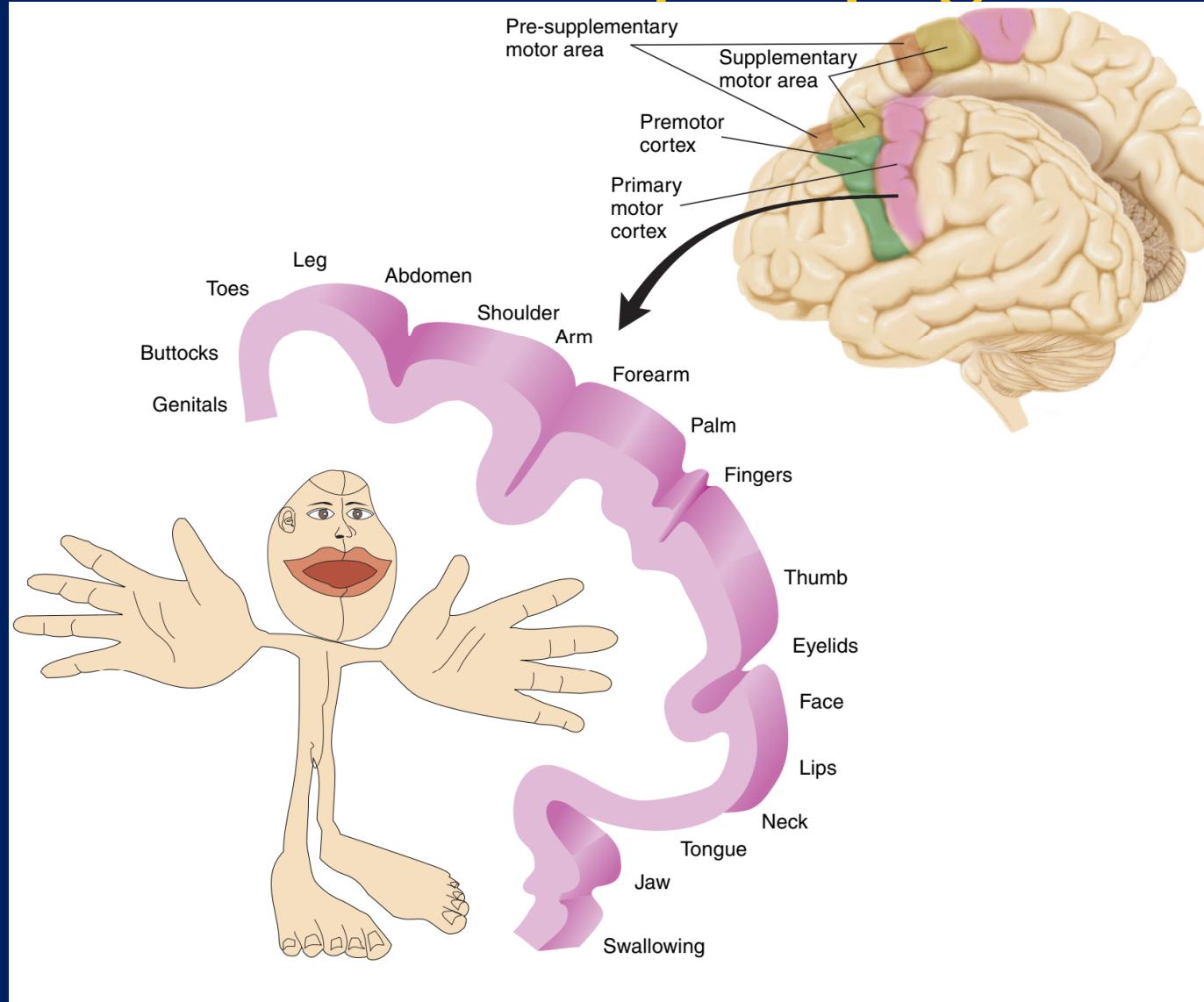


2. Kiểm soát vận động bởi não bộ

2.1. Vỏ não vận động: neuron VĐ trên

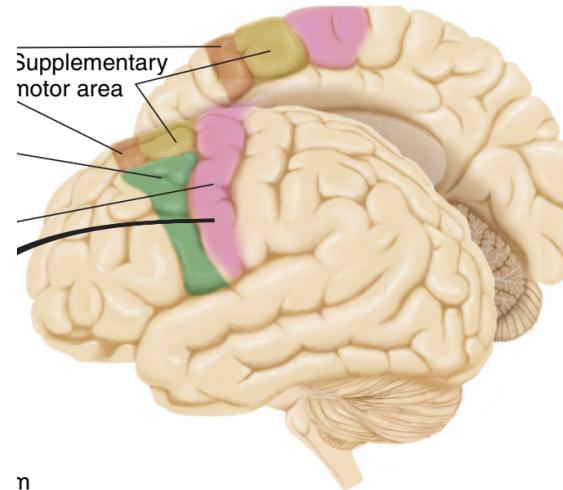
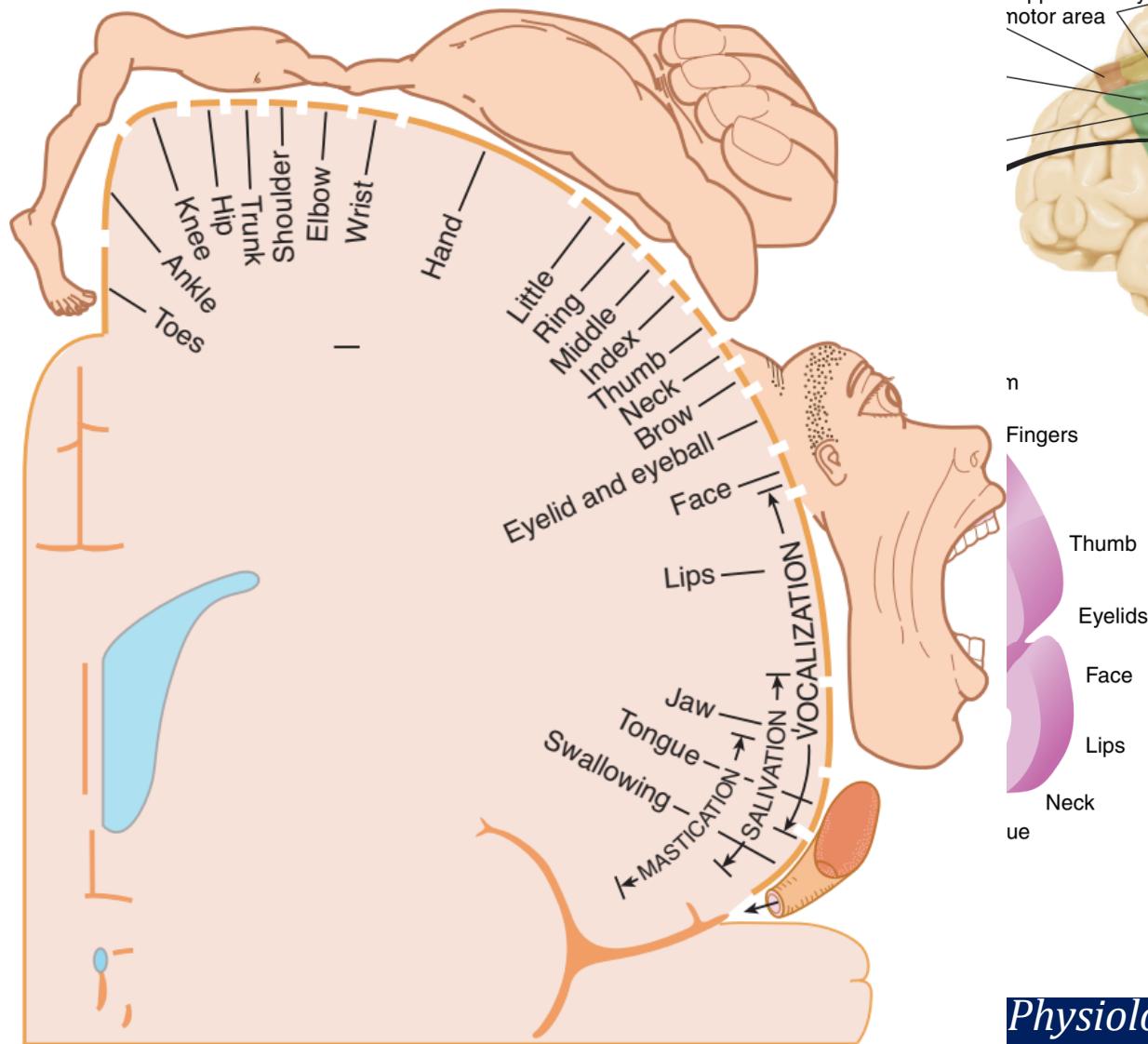
- Vùng vận động chính
- Vùng tiền VĐ
- Vùng VĐ phụ (Vùng VĐ bổ túc)

Vỏ não vận động



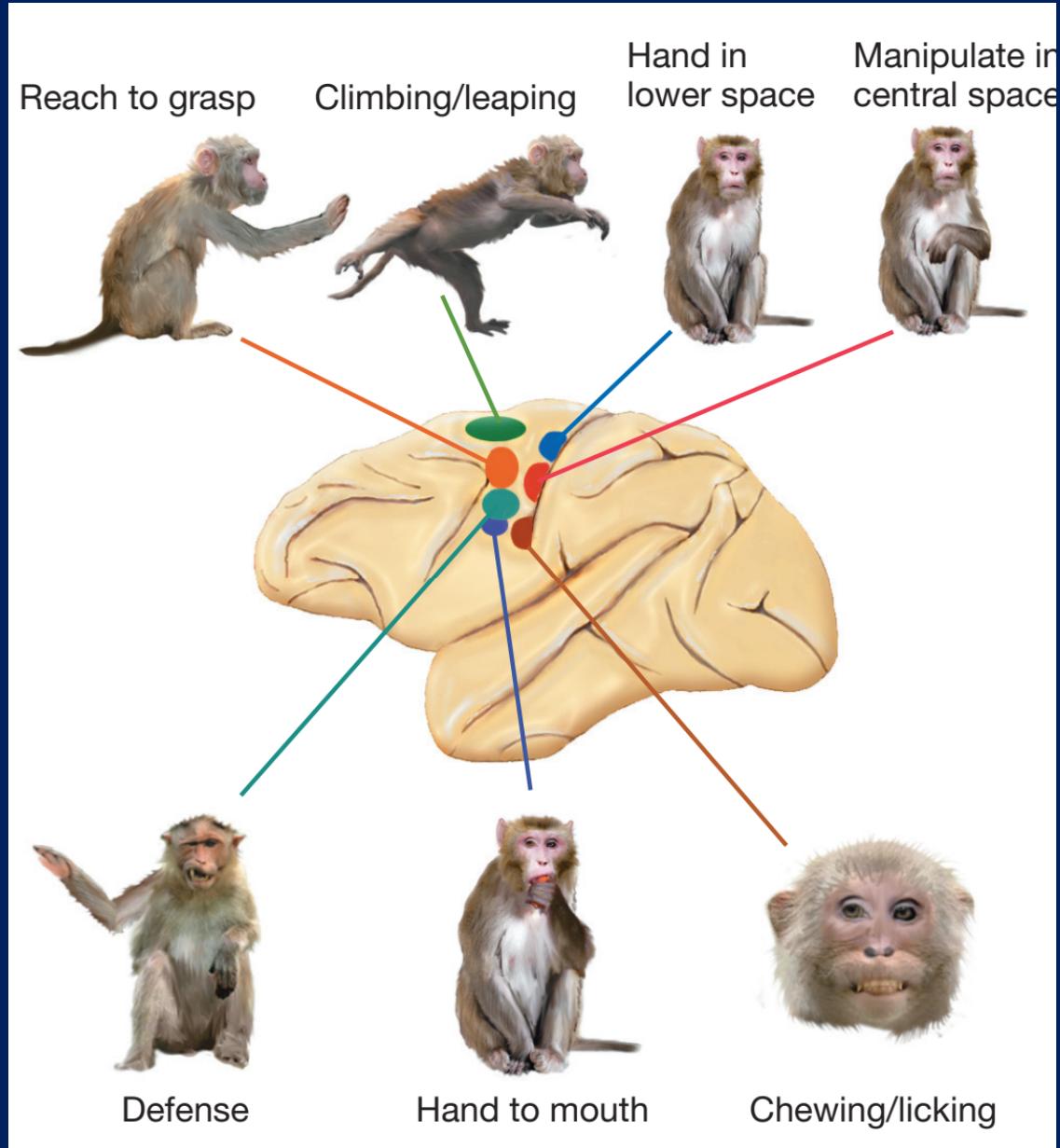
Source: Physiology of Behavior, 12th ed, p.257

Vỏ não vận động



Physiology of Behavior, 12th ed, p.257

Các dạng cử động khác nhau tùy vùng vỏ não VĐ bị KT

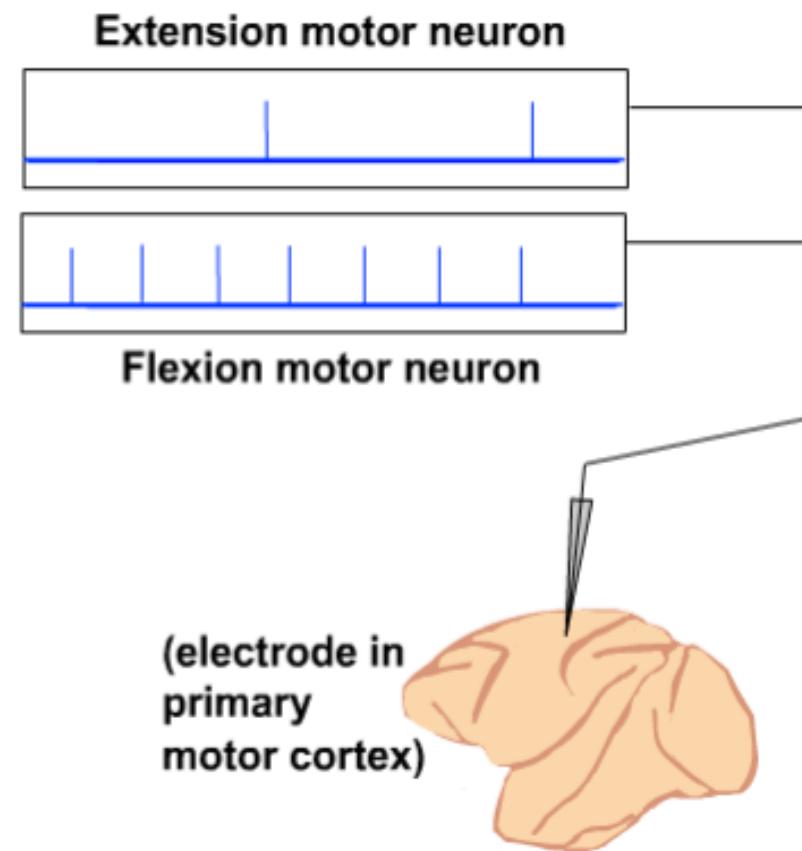
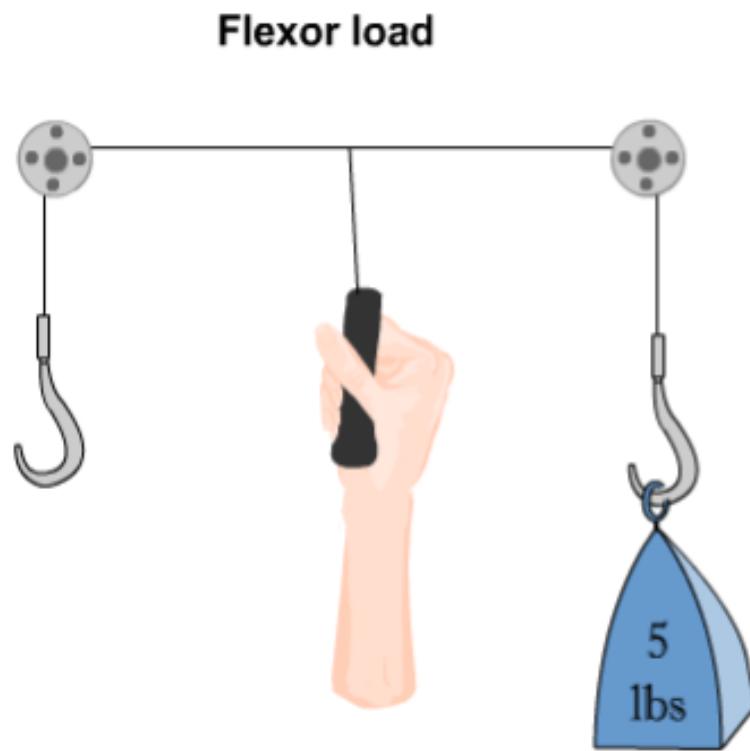


(Adapted from Graziano, M. S. A., and Aflalo, T. N., Mapping behavioral repertoire onto the cortex, *Neuron*, 2007, 56, 239–251.)

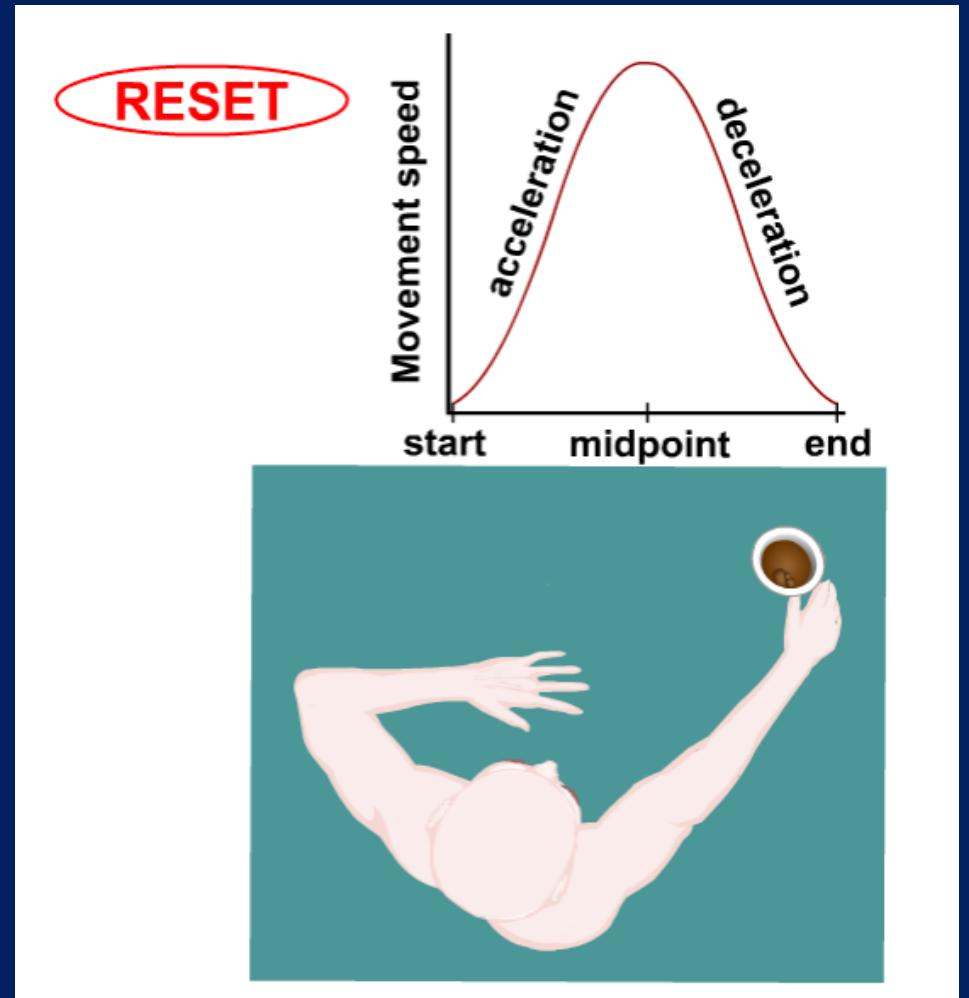
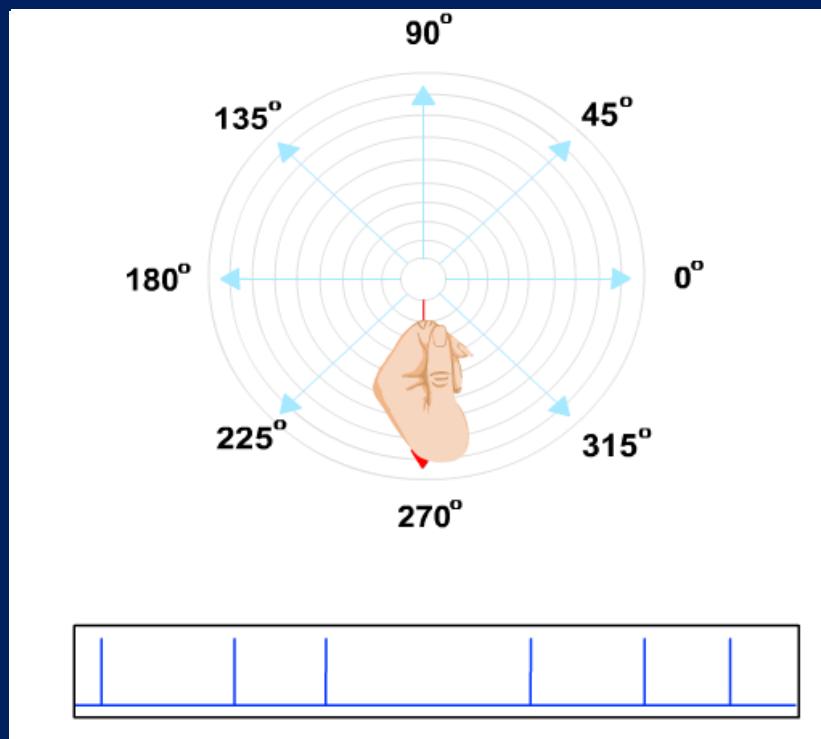
Vùng VĐ chính

- Không chỉ phổi trực tiếp hđ của 1 cơ nào mà là hđ của nhiều nhóm cơ.
- Neuron ở vùng VĐ chính đc kích hoạt 5-100msec trước khi khởi phát VĐ → đưa mệnh lệnh VĐ đến neuron VĐ alpha → co cơ

(1) Mã hóa lực của các động tác

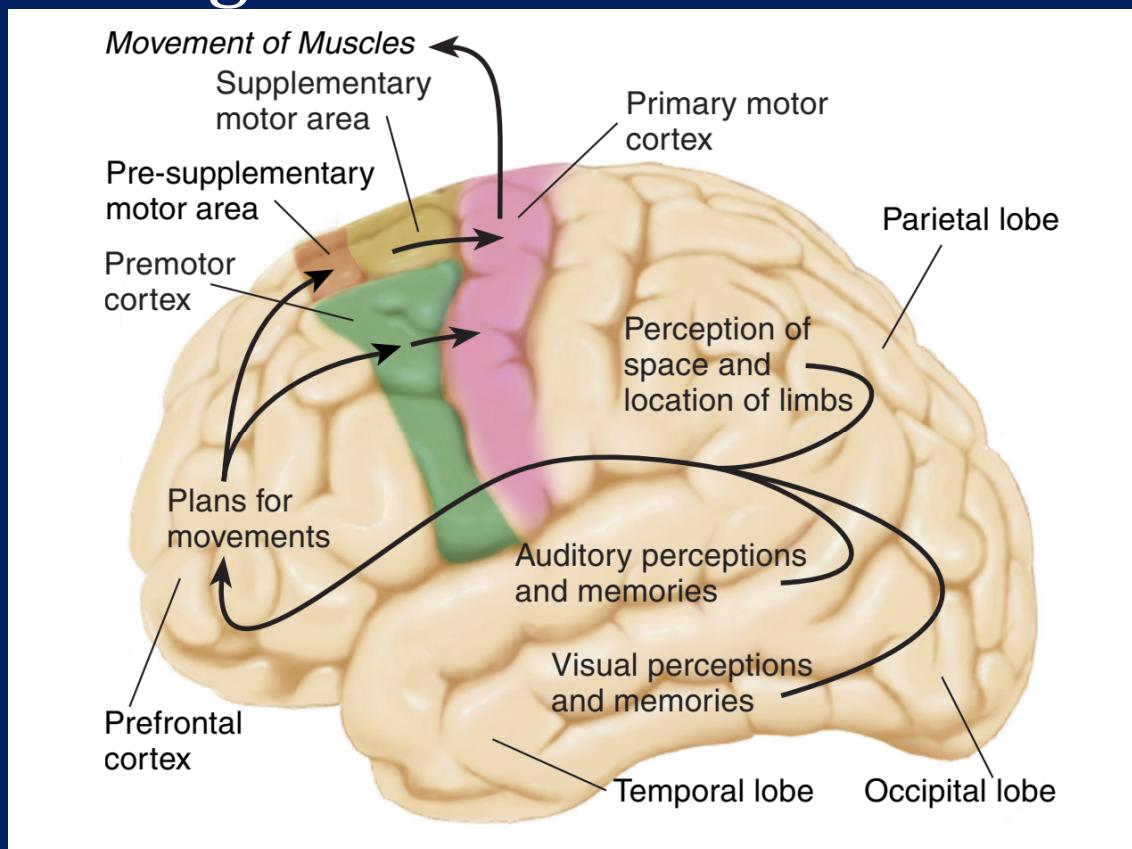


(2) Mã hóa hướng - biên độ - tốc độ của các cử động

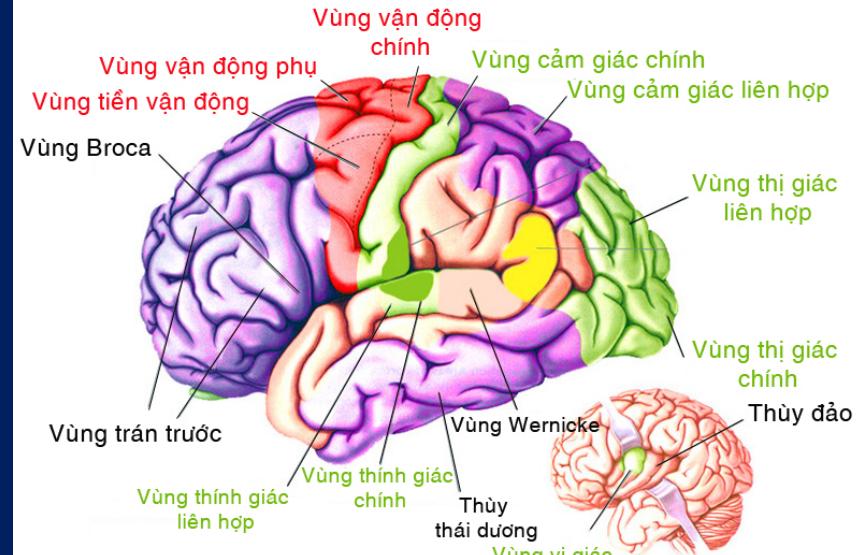


2.2. Vai trò của VNVĐ liên hợp

- Lên kế hoạch và khởi đầu cử động
- Tiếp nhận thông tin từ vùng liên hợp đỉnh và thái dương

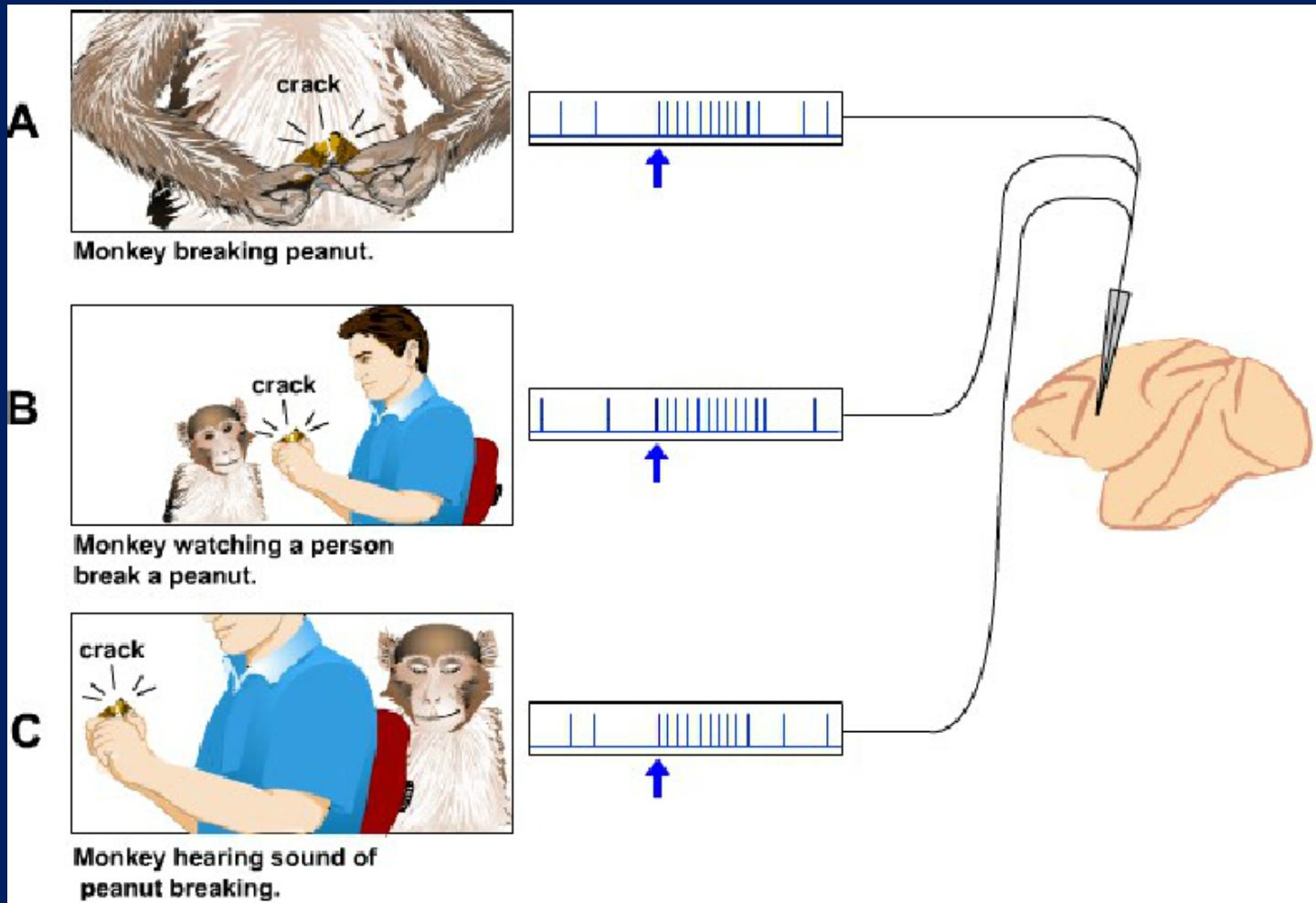


2.2.1. Vùng tiền VĐ



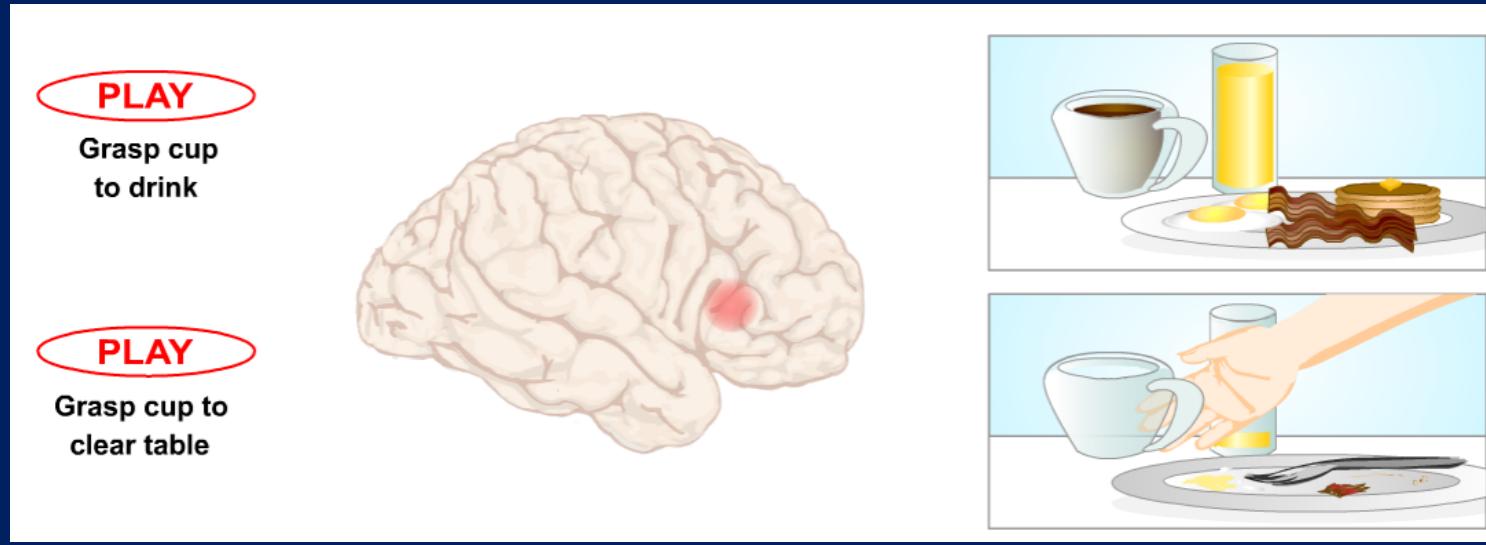
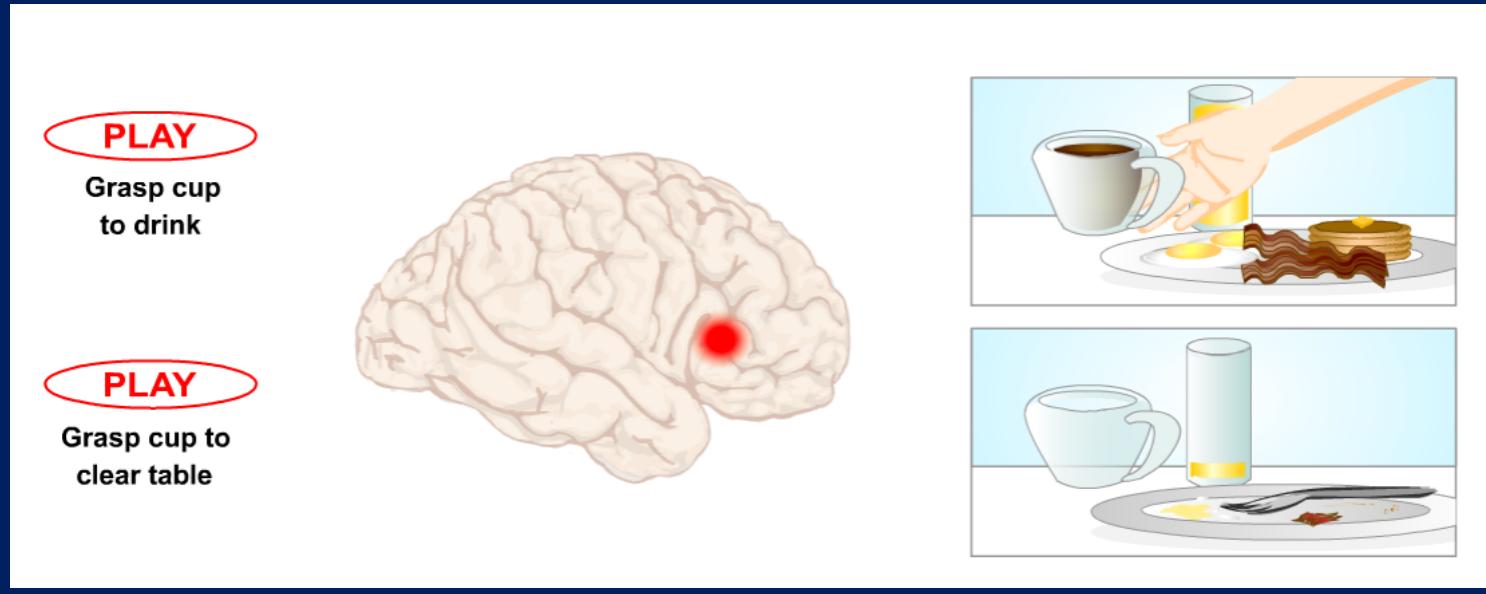
- sợi trục đến VN VĐ chính và tủy gai
- thực hiện các cử động phức tạp hơn
- CN : lựa chọn kế hoạch VĐ phù hợp đv các cử động tự ý

(1) Chuyển tín hiệu CG tương ứng với từng hành động cụ thể



Mirror neuron in premotor cortex fires to the monkey's action as well as the monkey's perception of a person performing the same action (Kohler et al., 2002).

(2) Nhạy cảm với bối cảnh của 1 hành động cụ thể



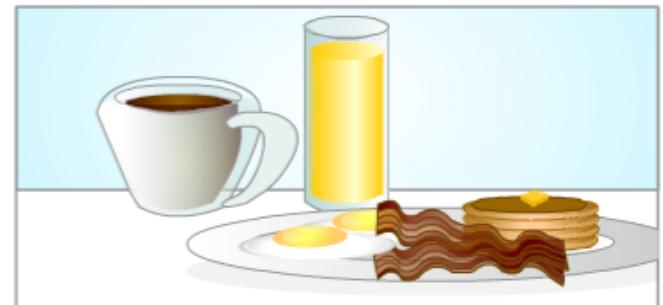
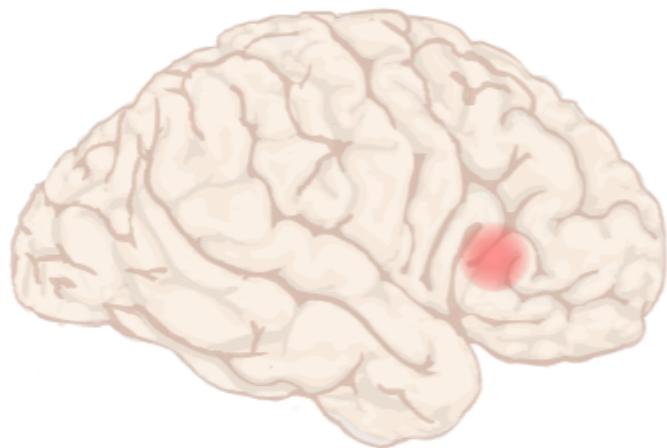
(2) Nhạy cảm với bối cảnh của 1 hành động cụ thể

PLAY

Grasp cup
to drink

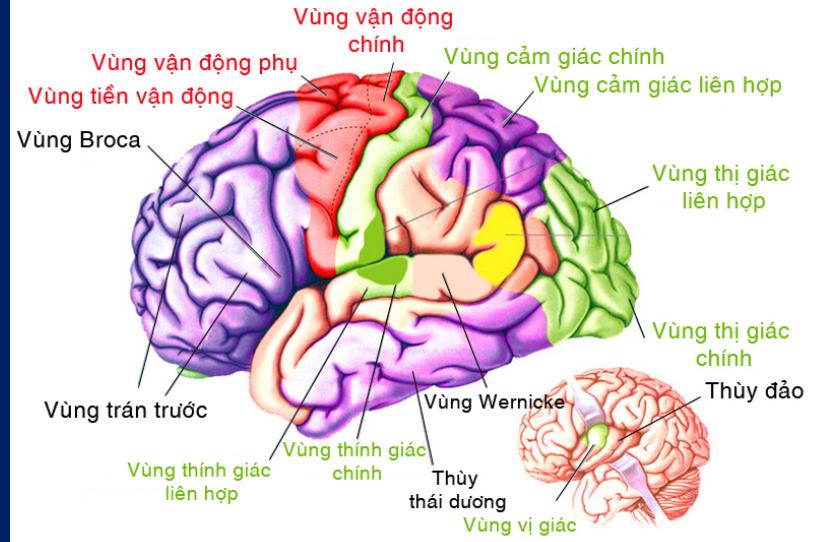
PLAY

Grasp cup to
clear table

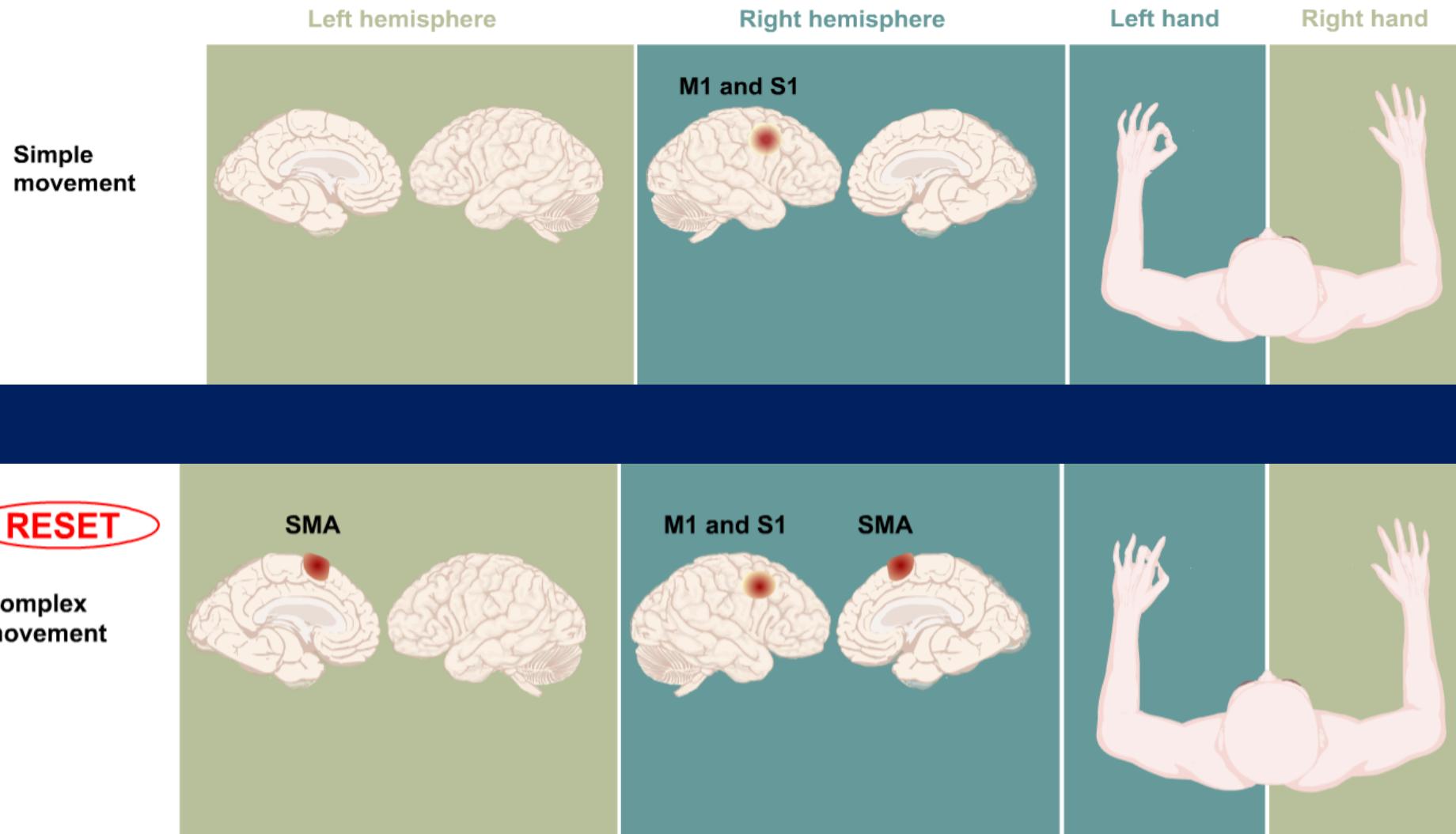


(3) Nhận biết hành động đúng hay không đúng

2.2.2. Vùng VĐ phụ

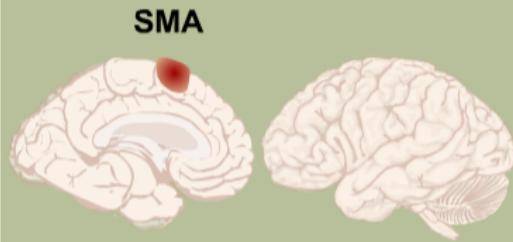


- Lập chương trình bao gồm các cử động liên tiếp và phối hợp VĐ hai bên
- Lựa chọn động tác dựa trên việc nhớ lại các chuỗi hành động
- Xđ lực - khoảng cách - góc của cử động

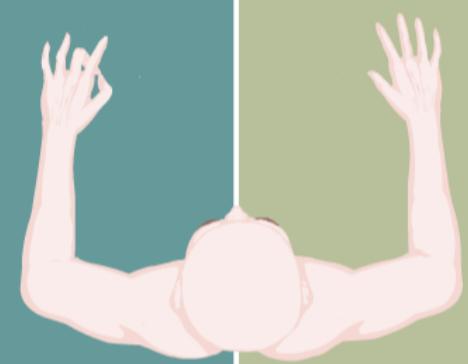


RESET

Complex movement

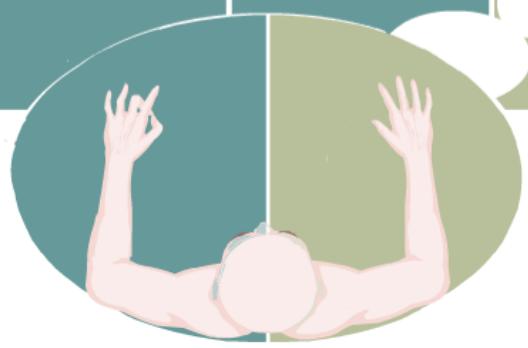
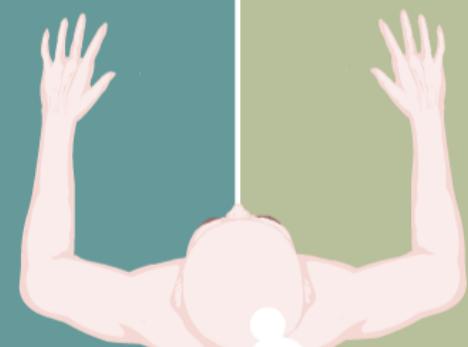
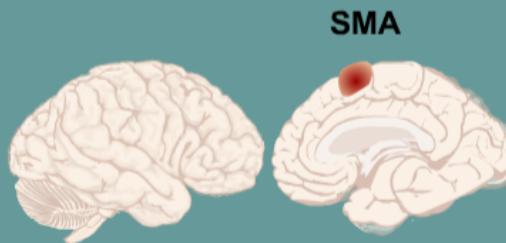
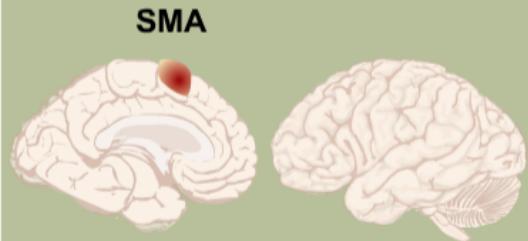


M1 and S1 SMA

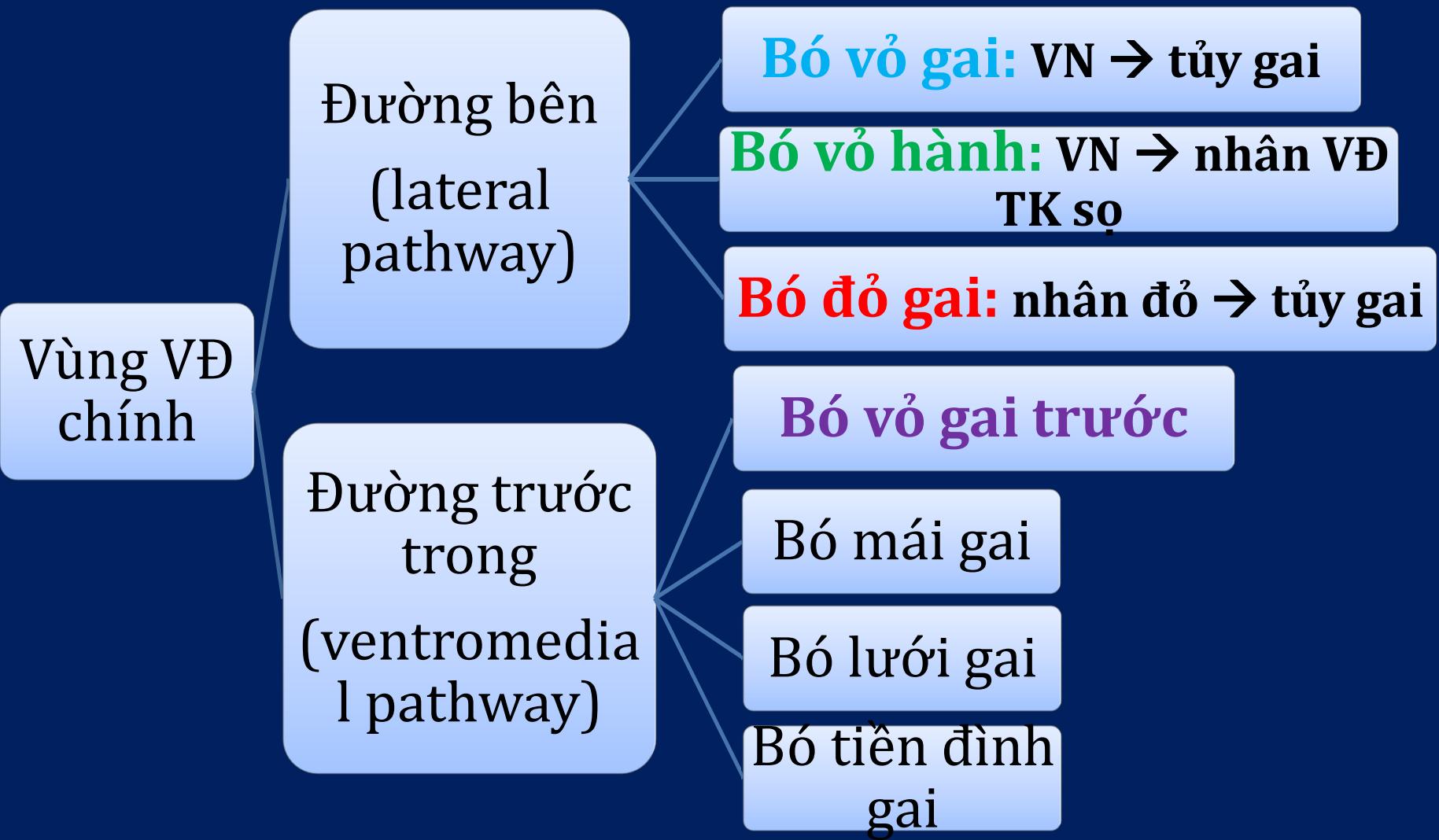


RESET

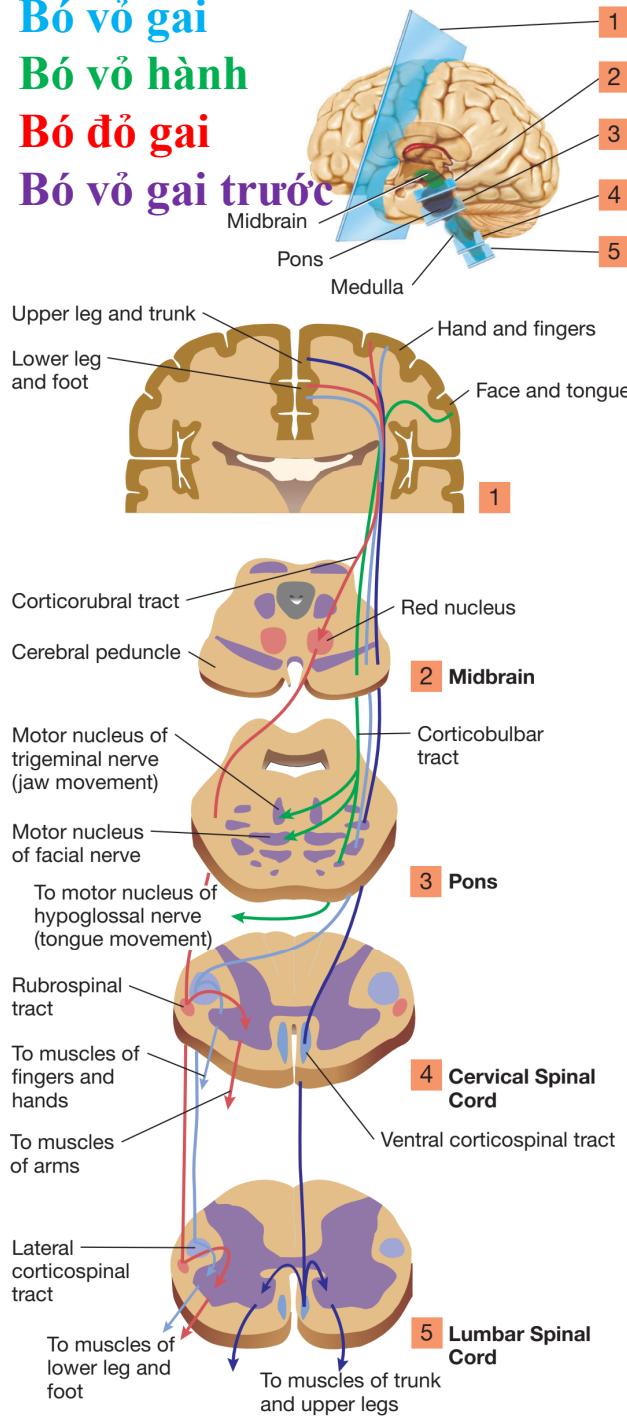
Imaginary complex movement



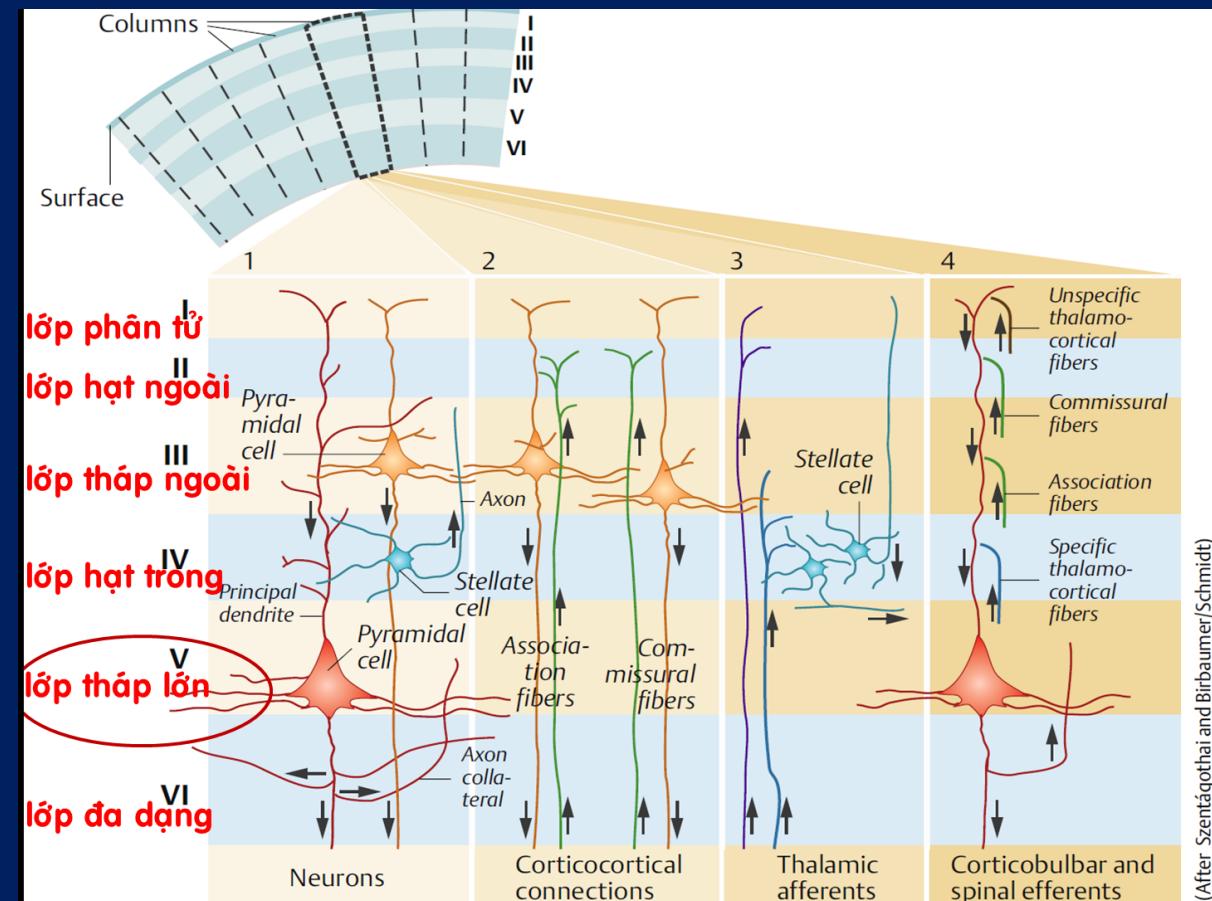
2.3. Các đường dẫn truyền VĐ



Bó vỏ gai
Bó vỏ hành
Bó đốt gai
Bó vỏ gai trước

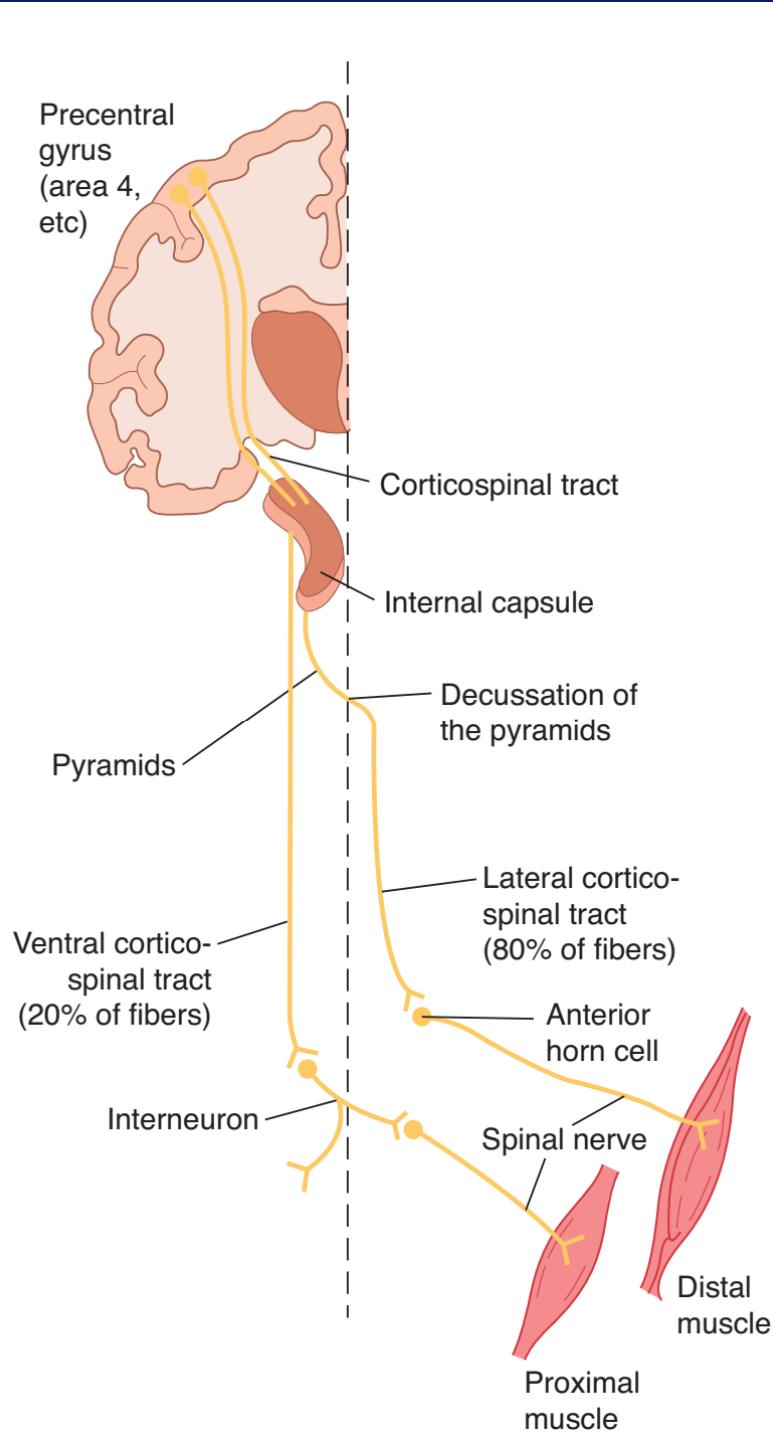


2.3.1. Đường dẫn truyền bên



Source: Physiology of Behavior, 12th ed, p.259

Bó vỏ gai (Bó tháp)



Source: Ganong, 23rd ed.
p.243

Bó mái gai

Bó lươi gai:

ngoài, trong

Bó tiền đình gai

Superior
colliculus

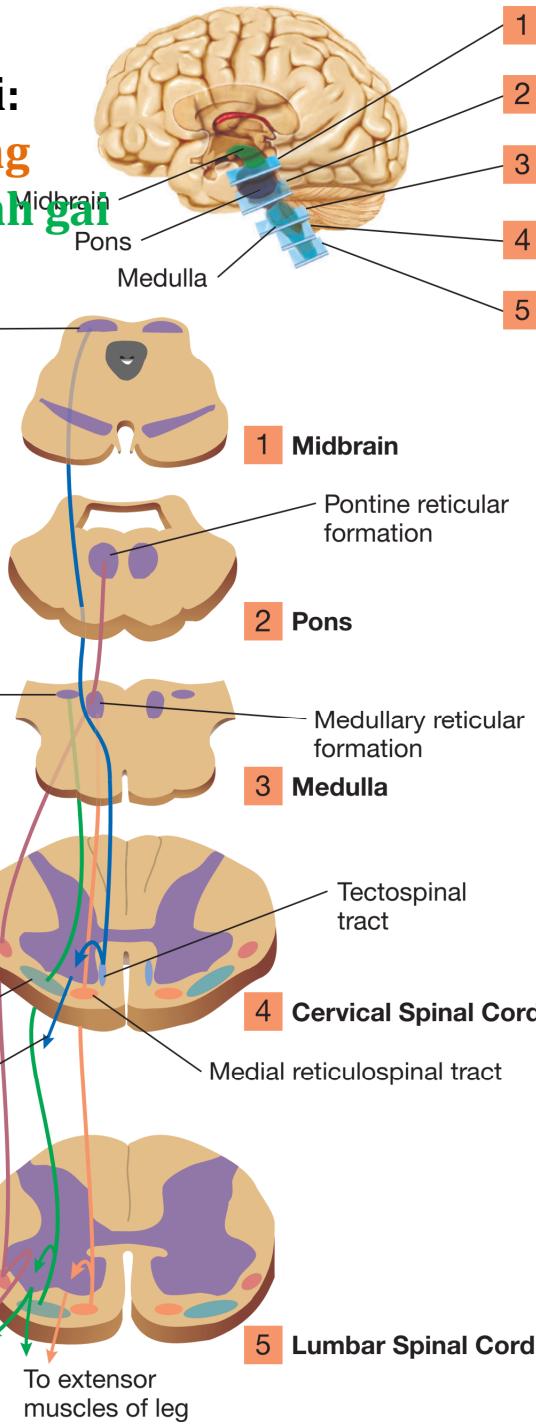
Vestibular
nucleus

Lateral
reticulospinal
tract

Vestibulospinal
tract

To muscles of
neck and trunk

To flexor
muscles of leg



2.3.2. Đường dẫn truyền trước trong

Đường tháp

Bó vỏ gai

Bó vỏ hành

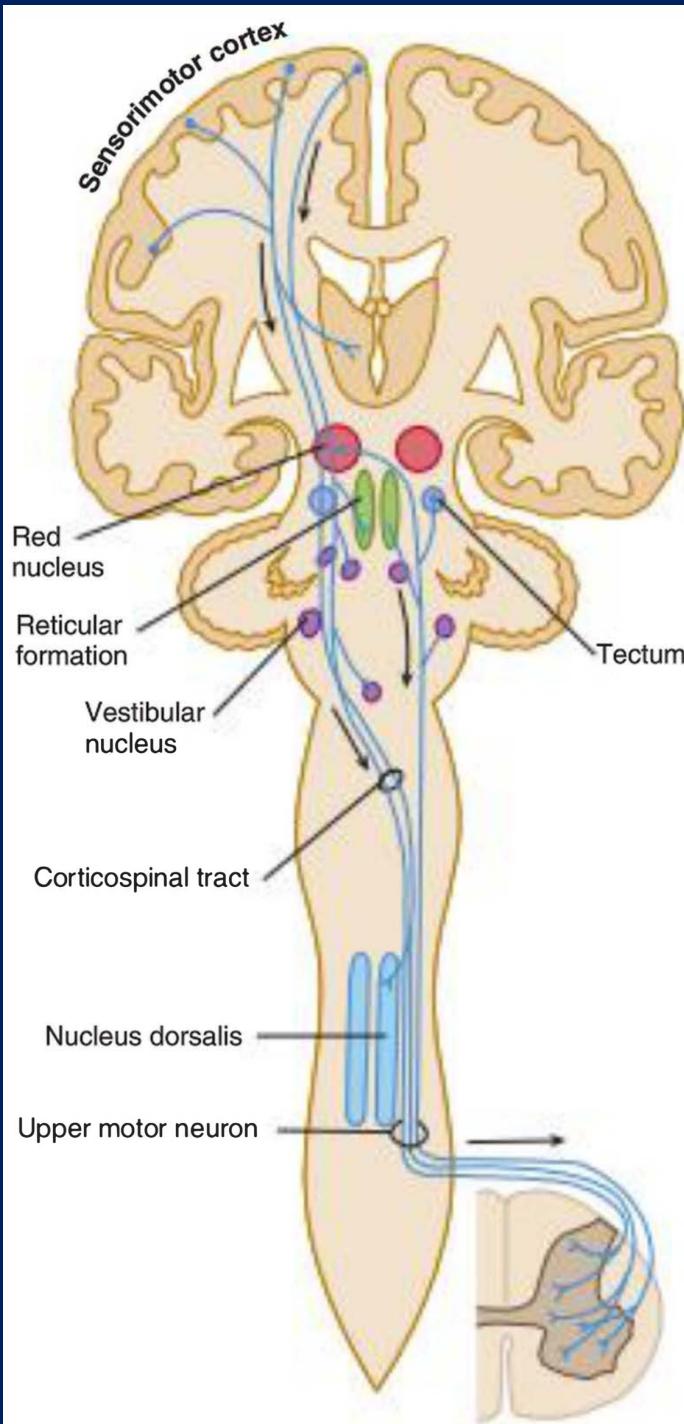
Đường ngoại tháp

Bó đở gai

Bó lươi gai

Bó mái gai

Bó tiền đình gai



Đường ngoại tháp

Bó đở gai

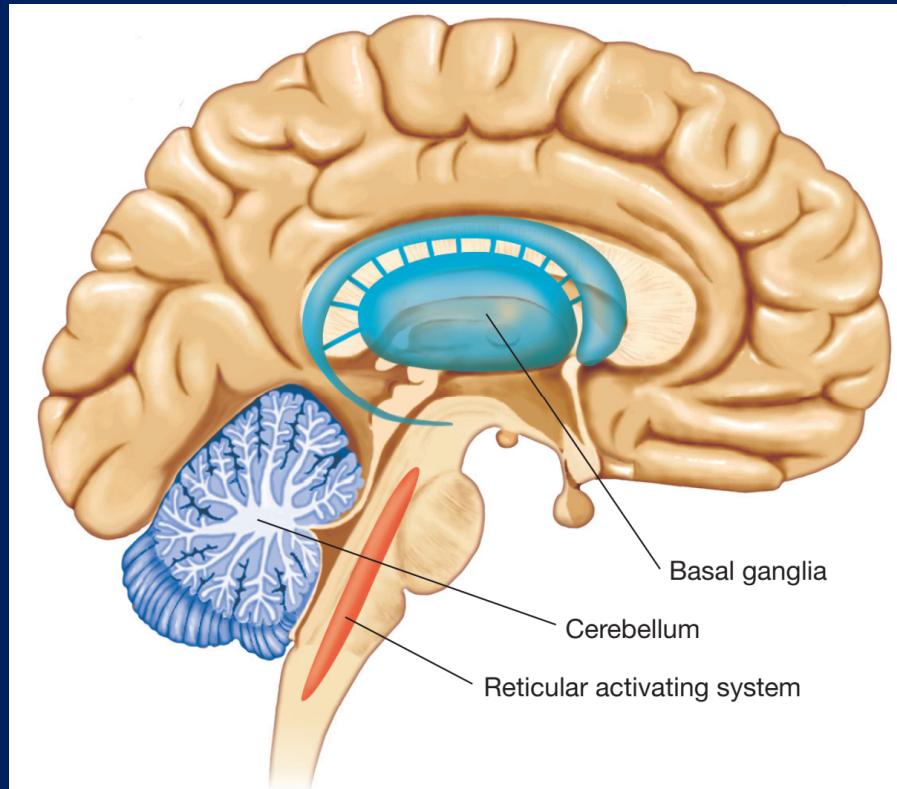
Bó lưỡi gai

Bó mái gai

Bó tiền đình gai

3. Cấu trúc dưới vỏ tham gia điều khiển VĐ

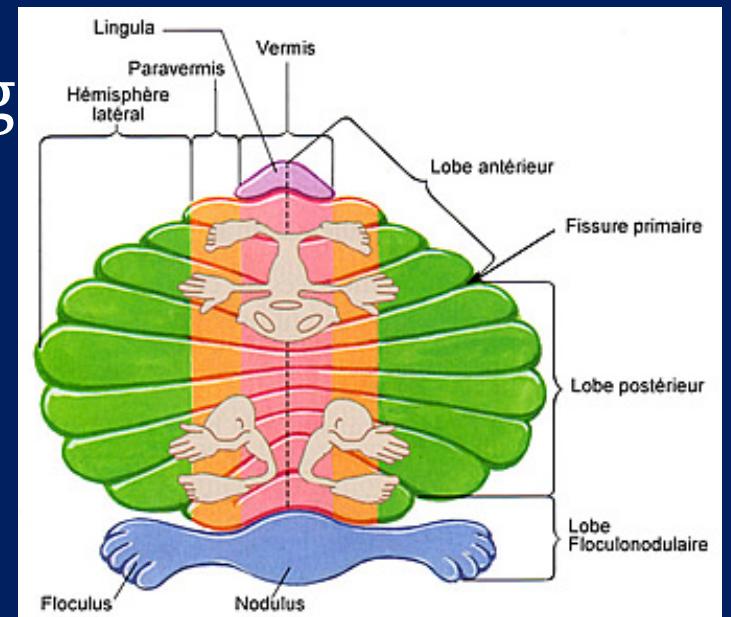
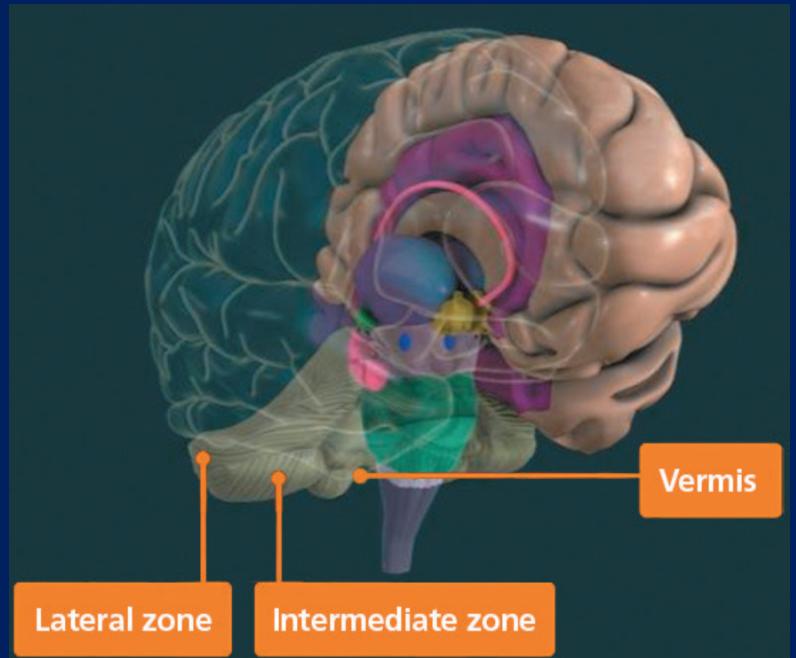
- + Tiểu não
- + Hạch nền não
- + Hệ lưới thân não



Tất cả mọi cử động đều phải đi qua neuron VĐ α

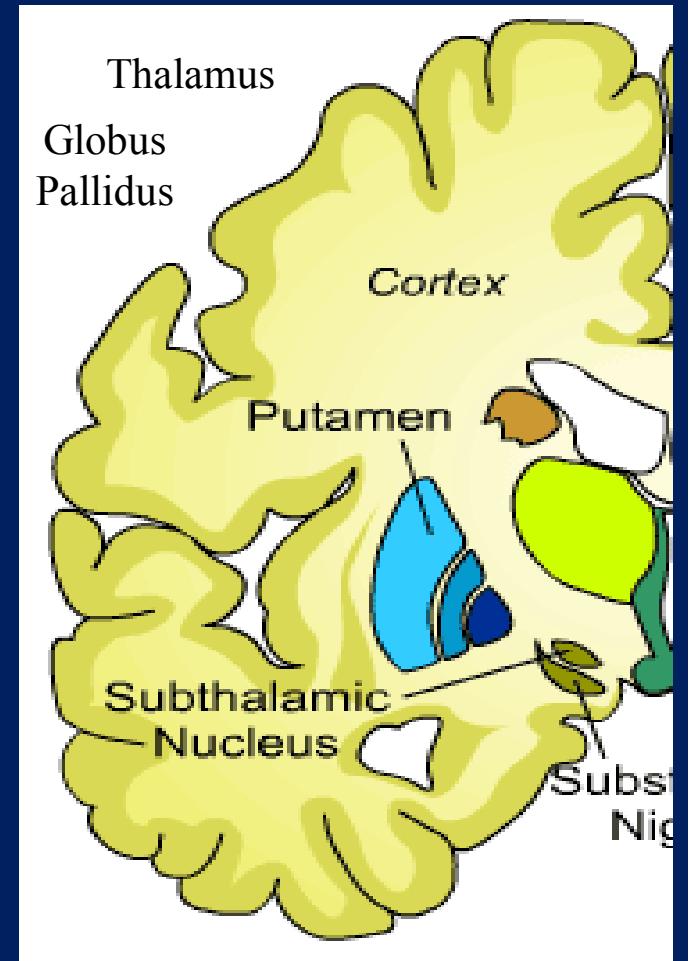
3.1. Tiểu não

- Duy trì thăng bằng
- Phối hợp cử động bán tự động
- Điều chỉnh sức cơ
- Học hỏi các động tác- kỹ năng
VD
- Chức năng nhận thức



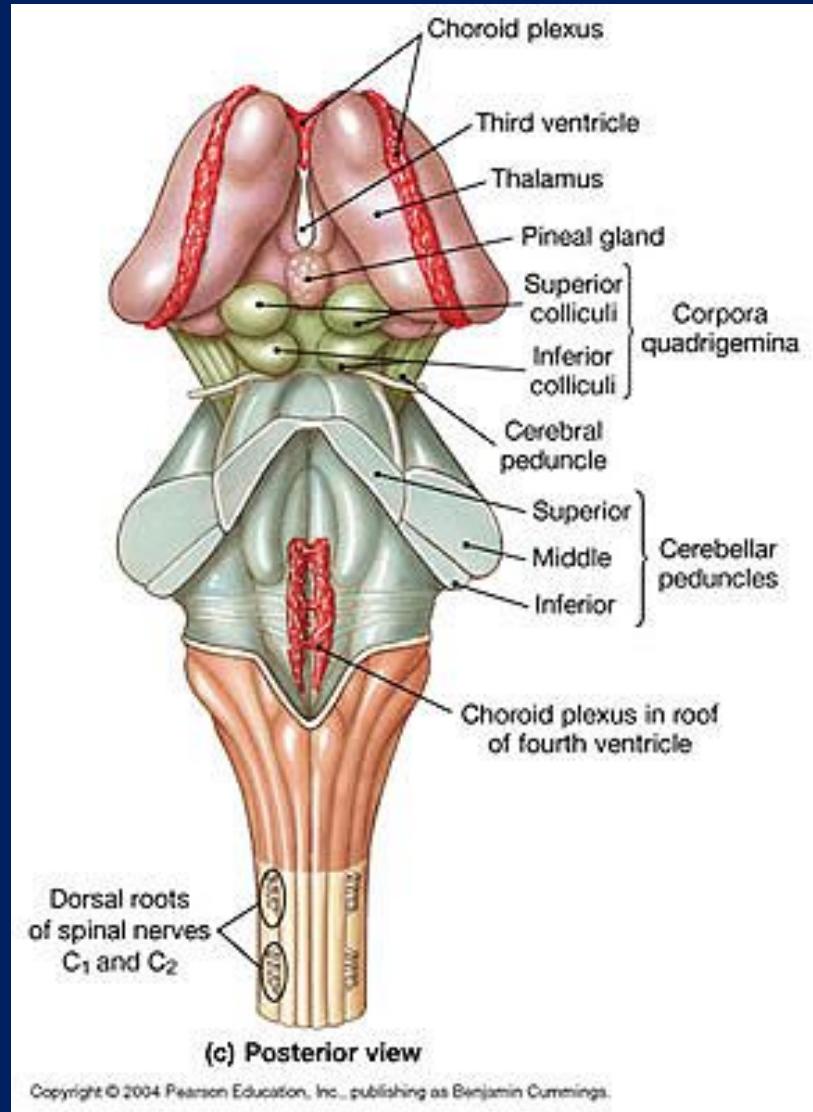
3.2. Hạch nền não

- Thực hiện các kiểu mẫu VĐ phức tạp
- Kiểm soát, sắp xếp vận động theo trình tự, thời gian



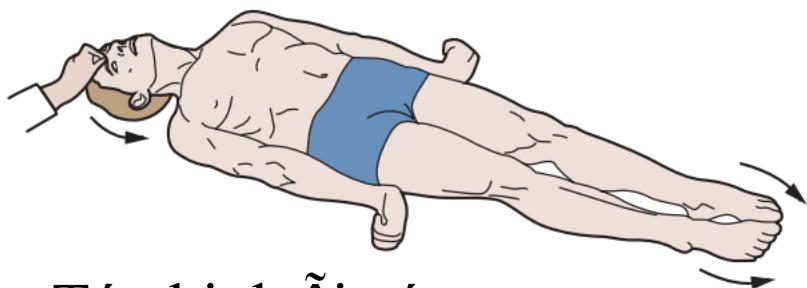
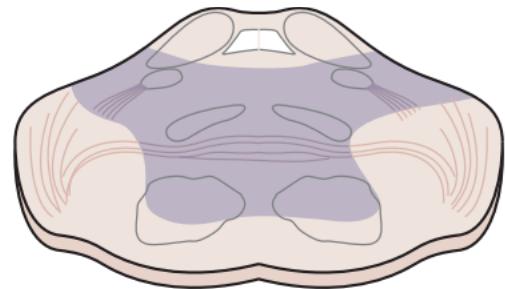
3.3. Hệ lưới thân não

- Thông qua hệ VĐ γ
- Duy trì TLC thân trực → tư thế đứng
- Kiểm soát TLC ở các cơ → duy trì thăng bằng



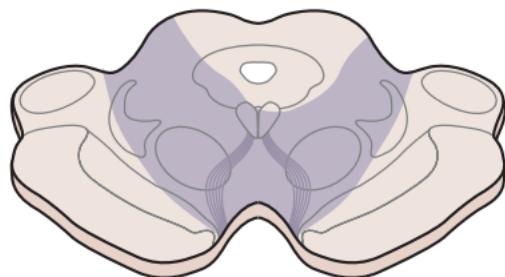
Tư thế mất vỏ - mất não

A **Tổn thương dưới mức não giữa, phía trên cầu não**



Tứ chi duỗi cứng

B **Tổn thương trên mức não giữa**

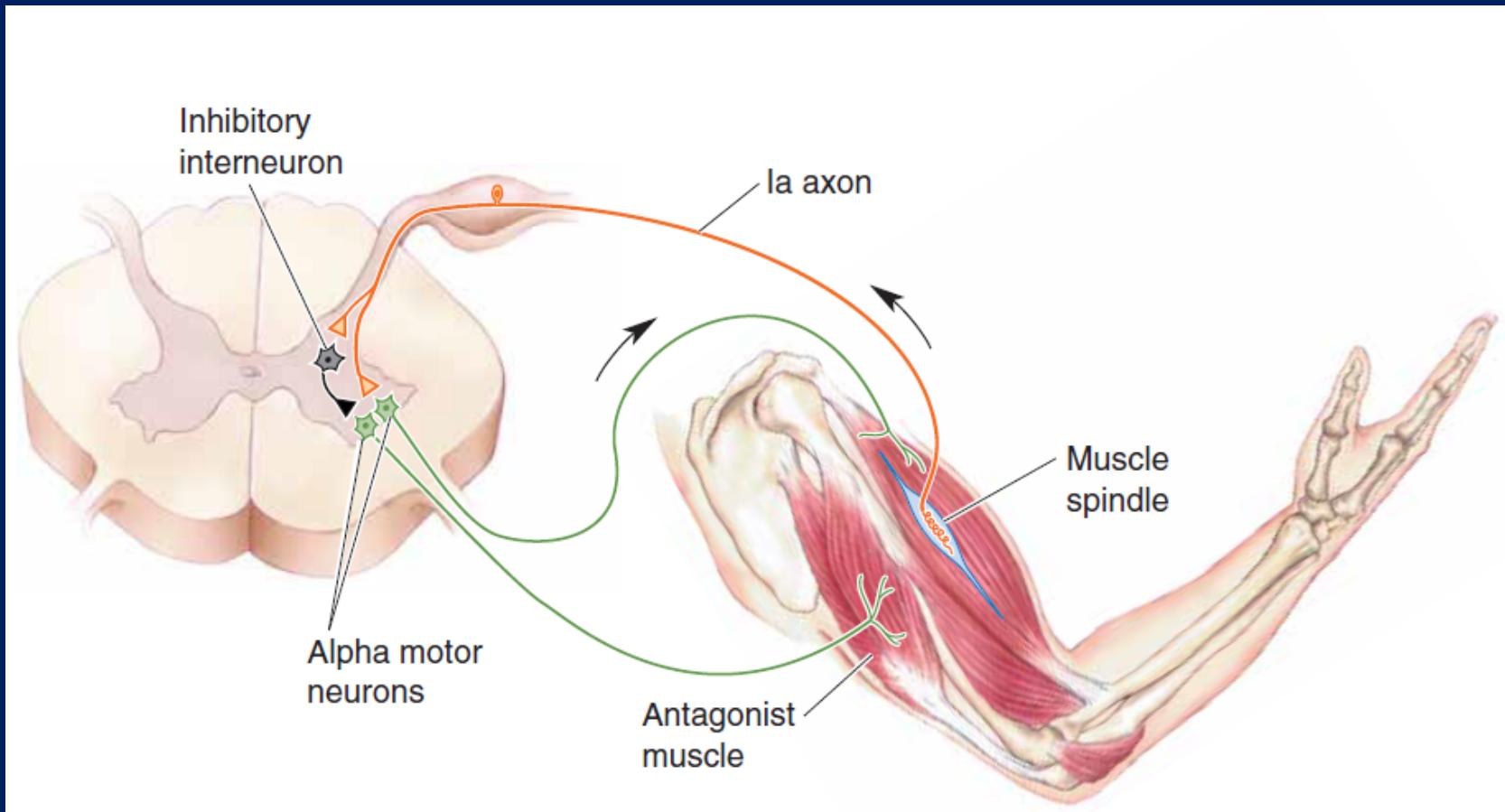


Chân duỗi, tay gấp

Modified from Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM [editors]: Principles of Neural Science, 4th ed. McGraw-Hill, 2000.)

4. Tủy gai - Neuron VĐ Alpha

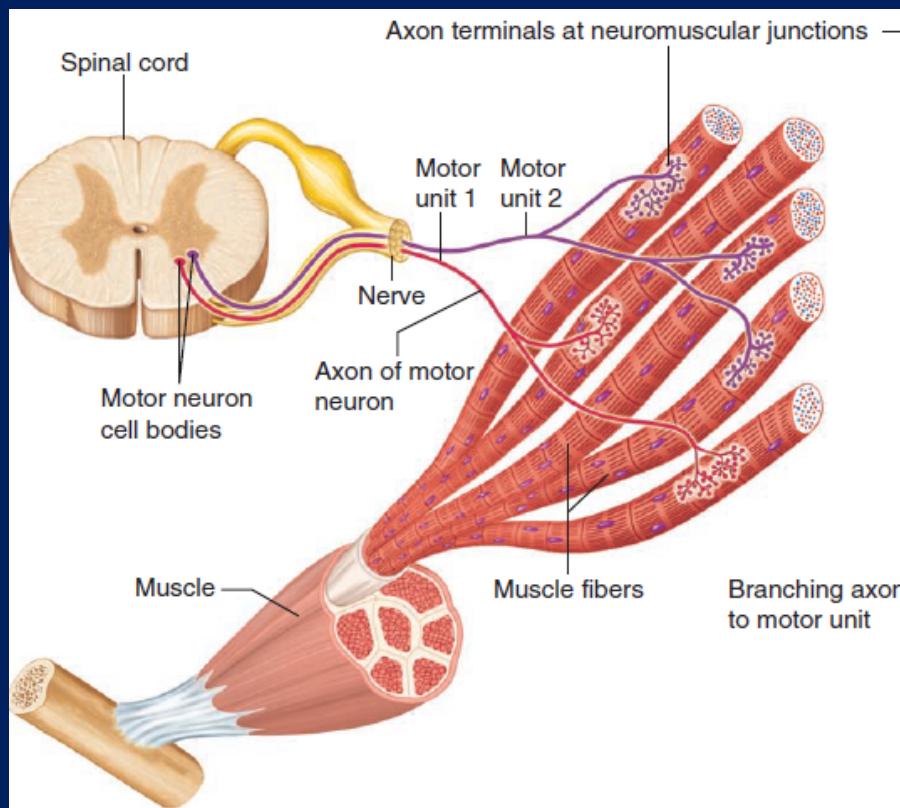
- là con đường chung cuối cùng của tất cả mọi cử động.



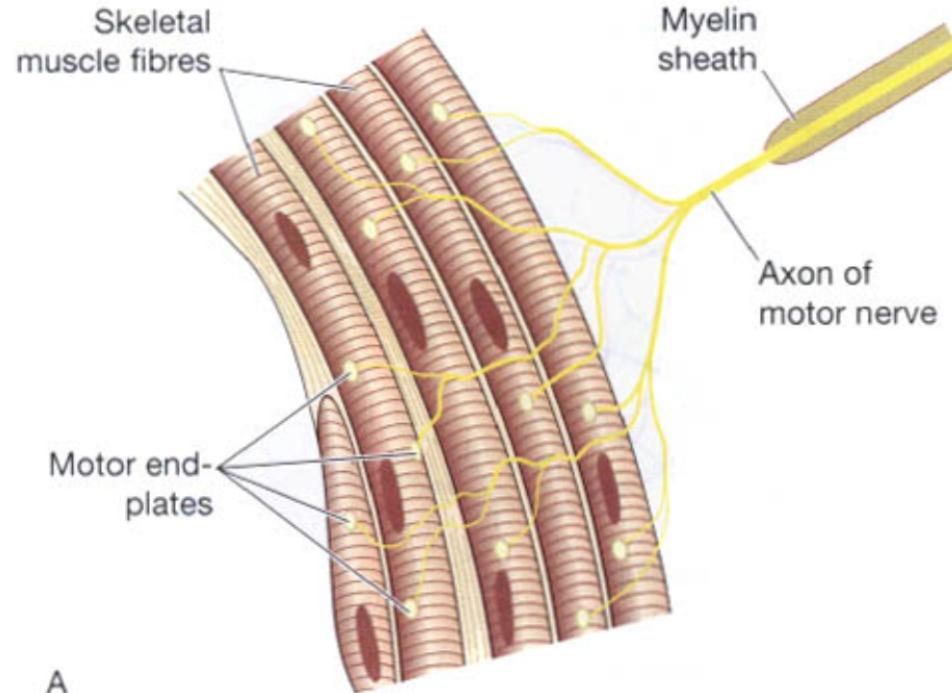
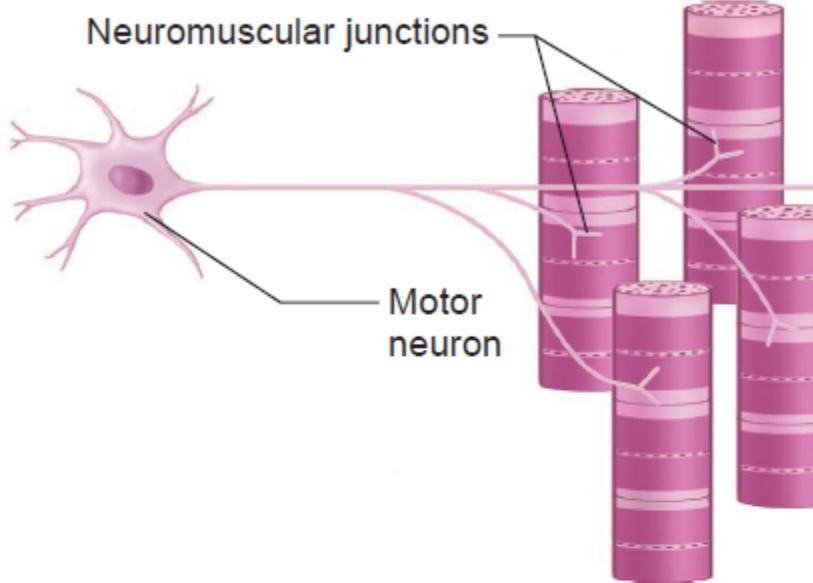
4.1. Đơn vị vận động (Motor unit - ĐVVĐ)

4.1.1. Thành phần của 1 ĐVVĐ:

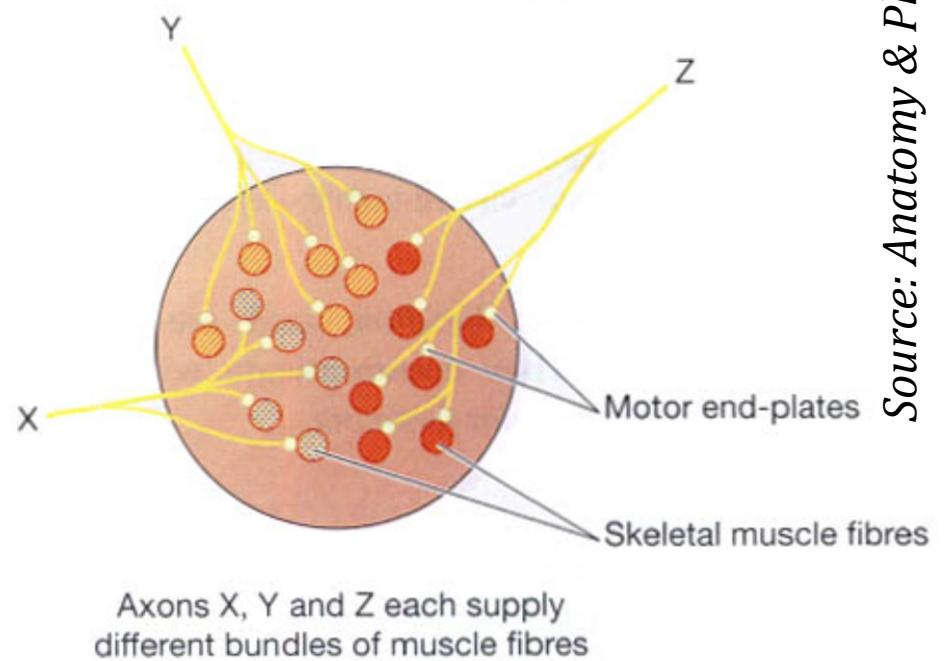
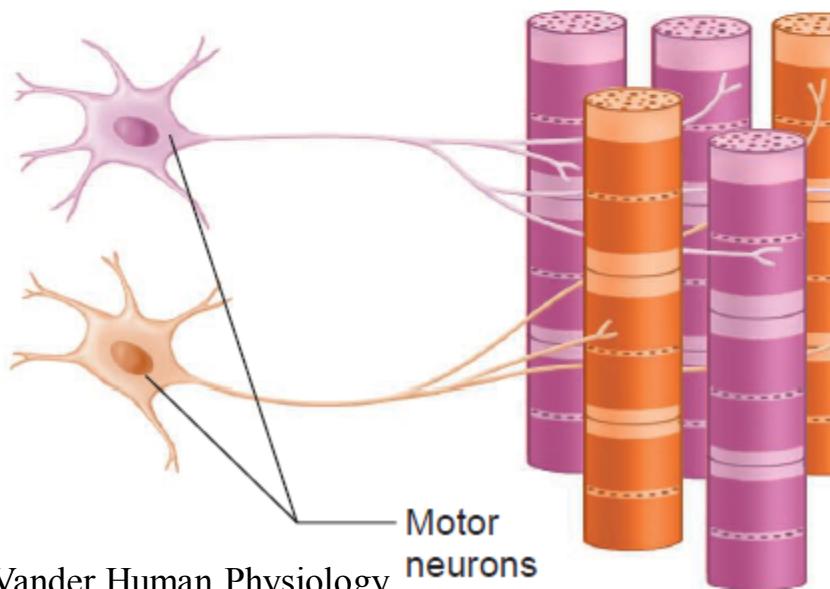
- Neuron VĐ dưới
- Sợi cơ do neuron VĐ chi phối



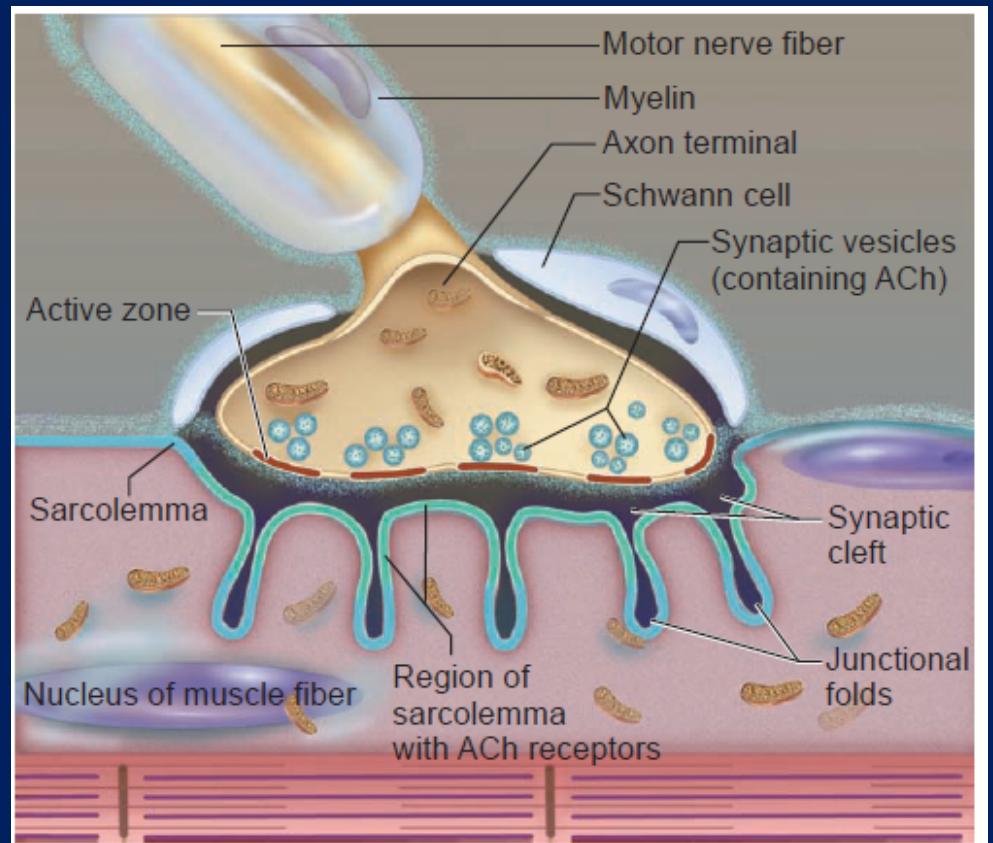
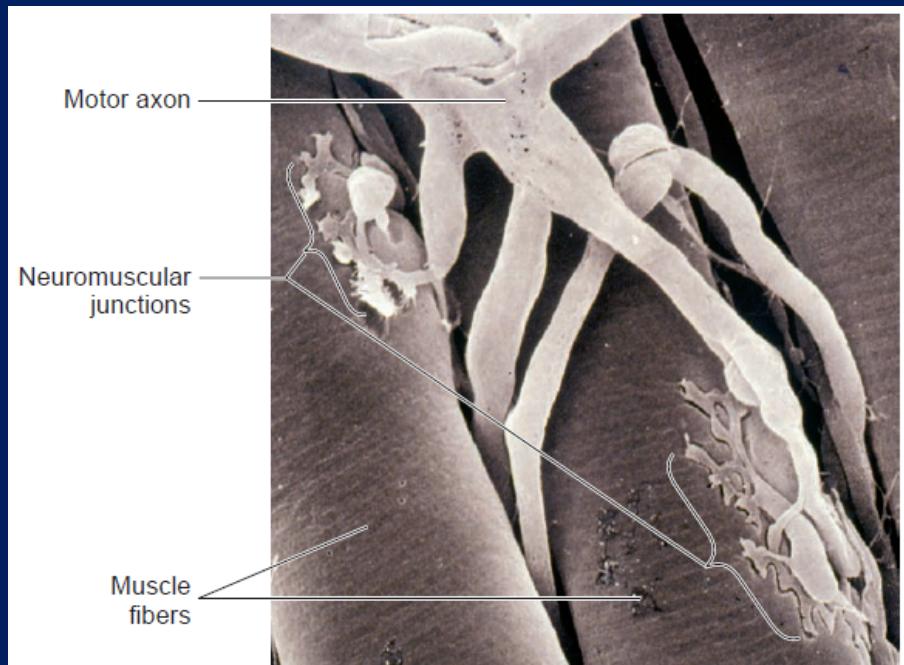
(a) Single motor unit



(b) Two motor units

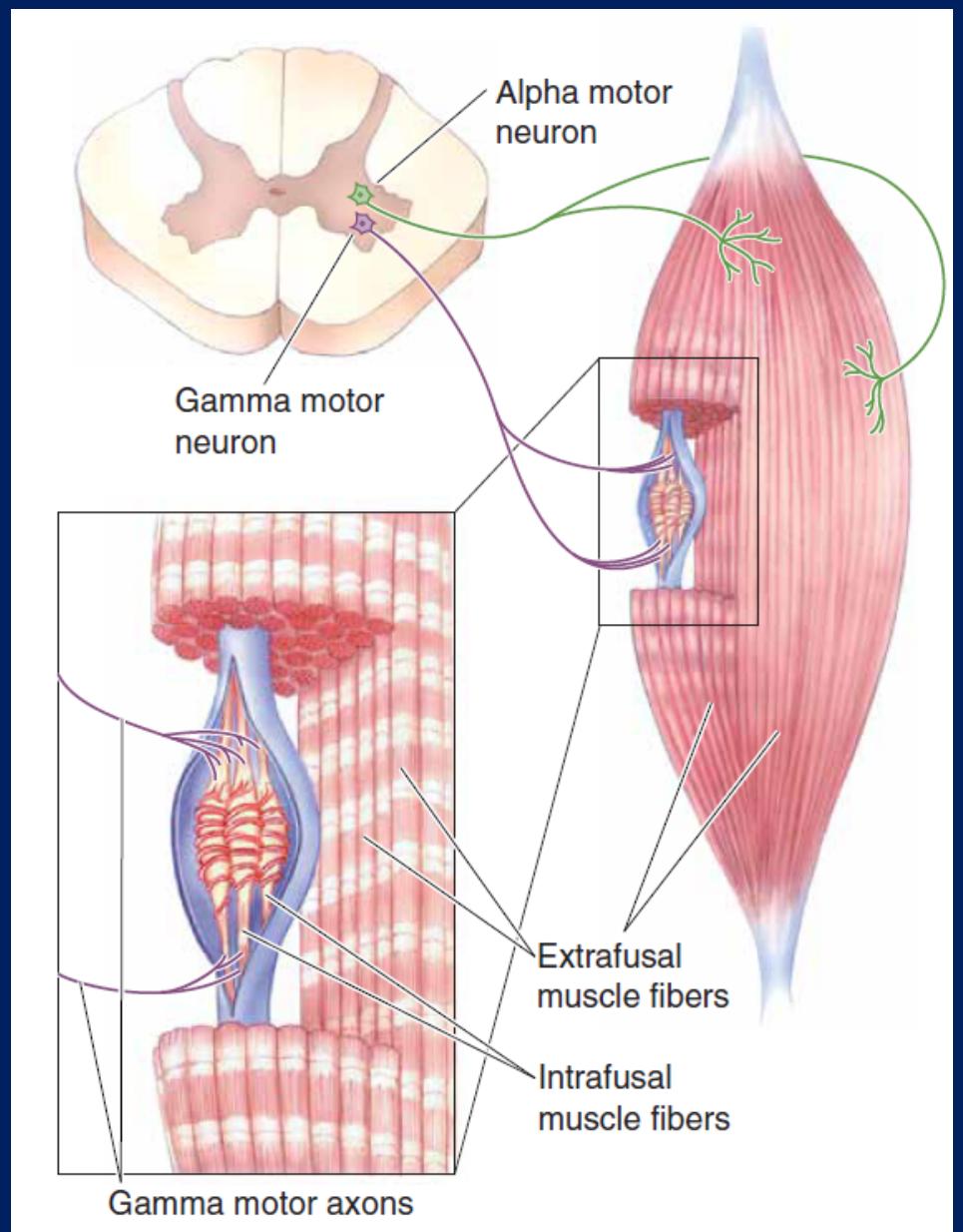


4.1.2. Khớp thần kinh - cơ (Neuromuscular junction NMJ)



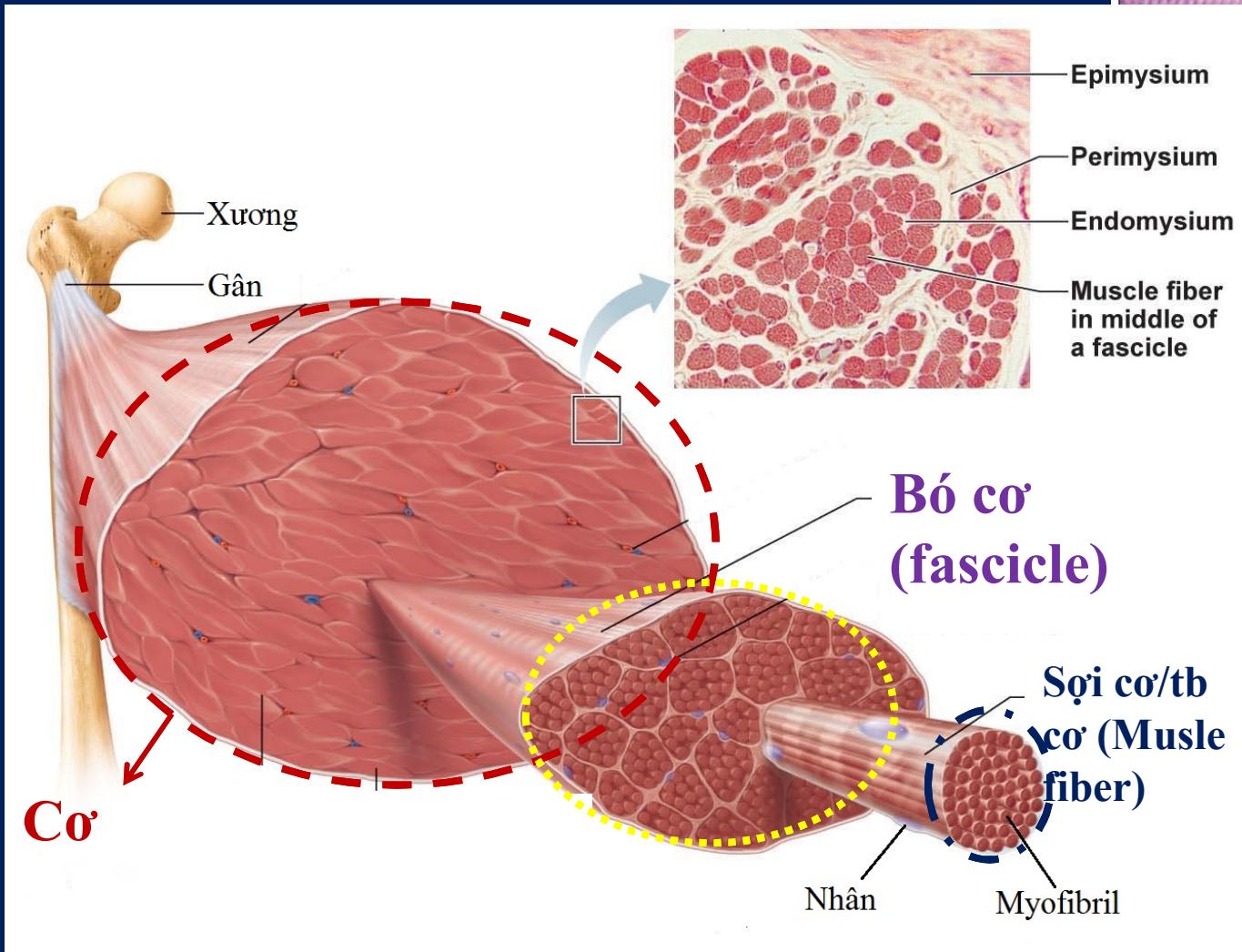
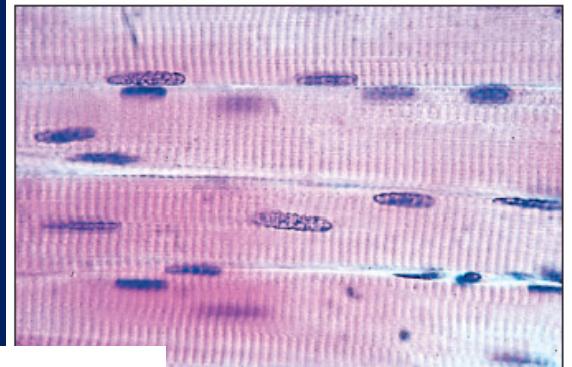
4.1.2. Neuron vđ dưới (lower motor neuron)

- + Ở sừng trước tủy
- + gồm 2 loại:
 - Neuron VĐ alpha
 - Neuron VĐ gamma



NEURON VĐ ALPHA	NEURON VĐ GAMMA
Sợi trực lớn thuộc loại A α (9 - 20 μm)	Sợi trực thuộc loại A γ (5 μm)
chi phối các sợi cơ vân lớn	chi phối các sợi cơ của thoi cơ, duy trì trương lực cơ
XĐTK của neuron VĐ α , γ theo sợi trực tới các đầu tận cùng → giải phóng acetylcholine → khử cực màng TB cơ → co cơ .	
Tế bào Renshaw: nhận XĐ từ neuron VĐ α → quay lại ức chế neuron α đó.	

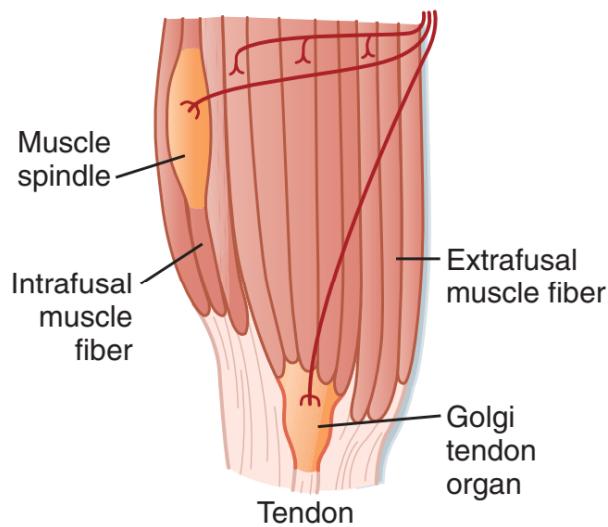
4.1.3. Sợi cơ (Muscle fibers)



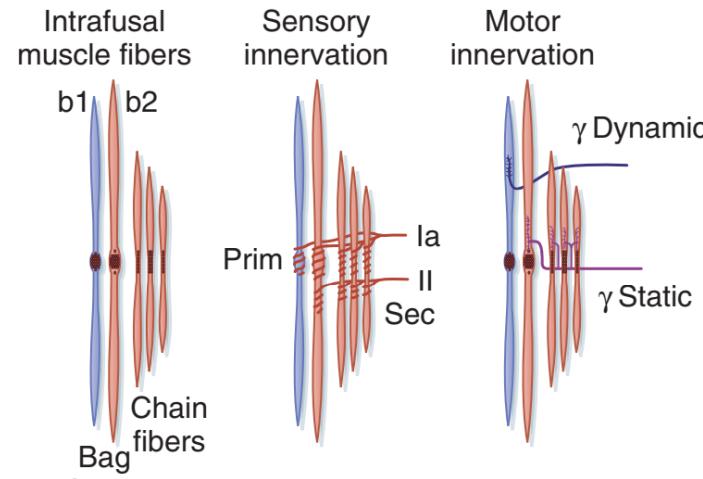
Thụ thể ở cơ

Sợi VĐ-CG chi phối
thoi cơ

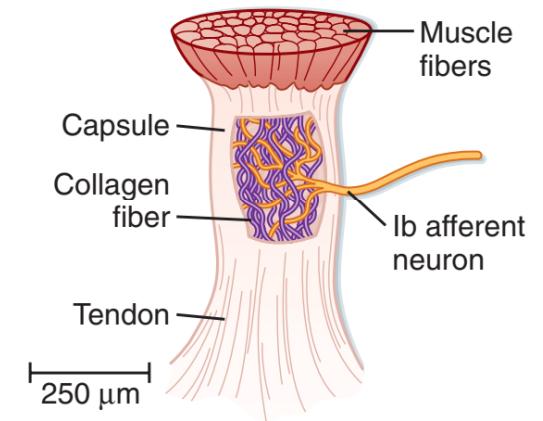
CQ gân Golgi



A



B

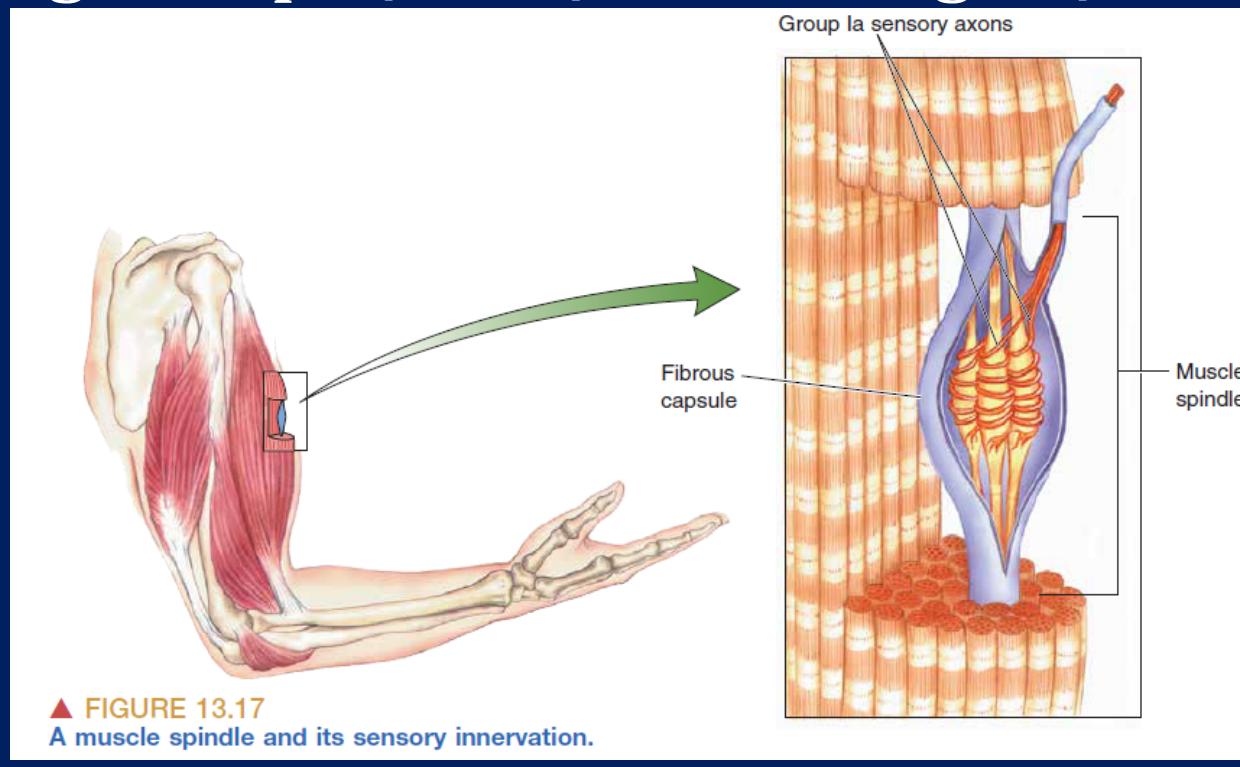


C

Source: Berne & Levy Physiology, 6th ed, p.159

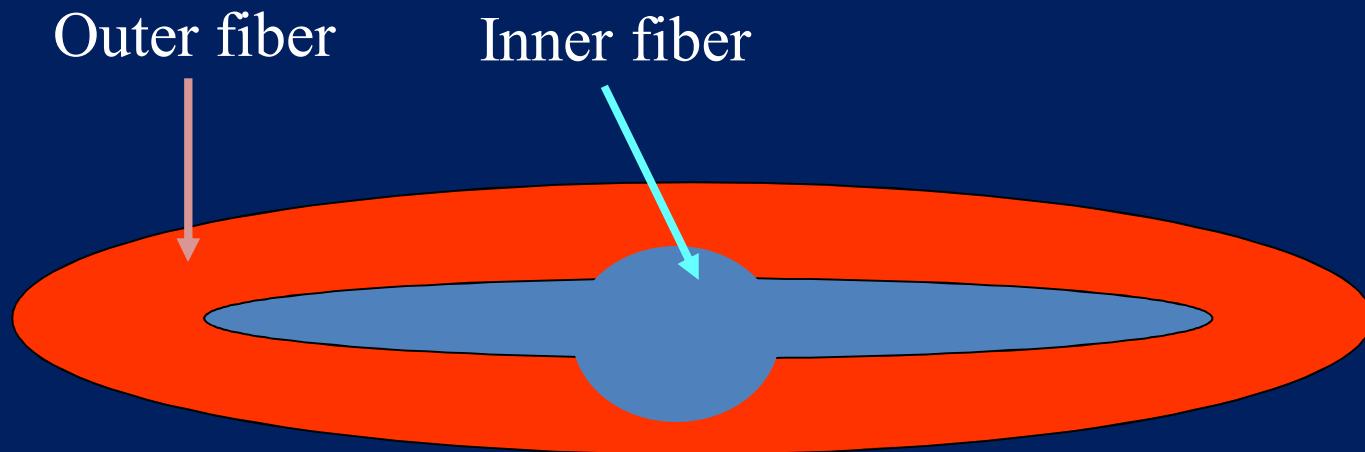
a. Thoi cơ (Muscle spindle)

- là thụ thể của pxa căng cơ
- nhận diện chiều dài cơ & thay đổi chiều dài cơ → kiểm soát tình trạng căng cơ
- Số lượng thoi phụ thuộc vào từng loại cơ.



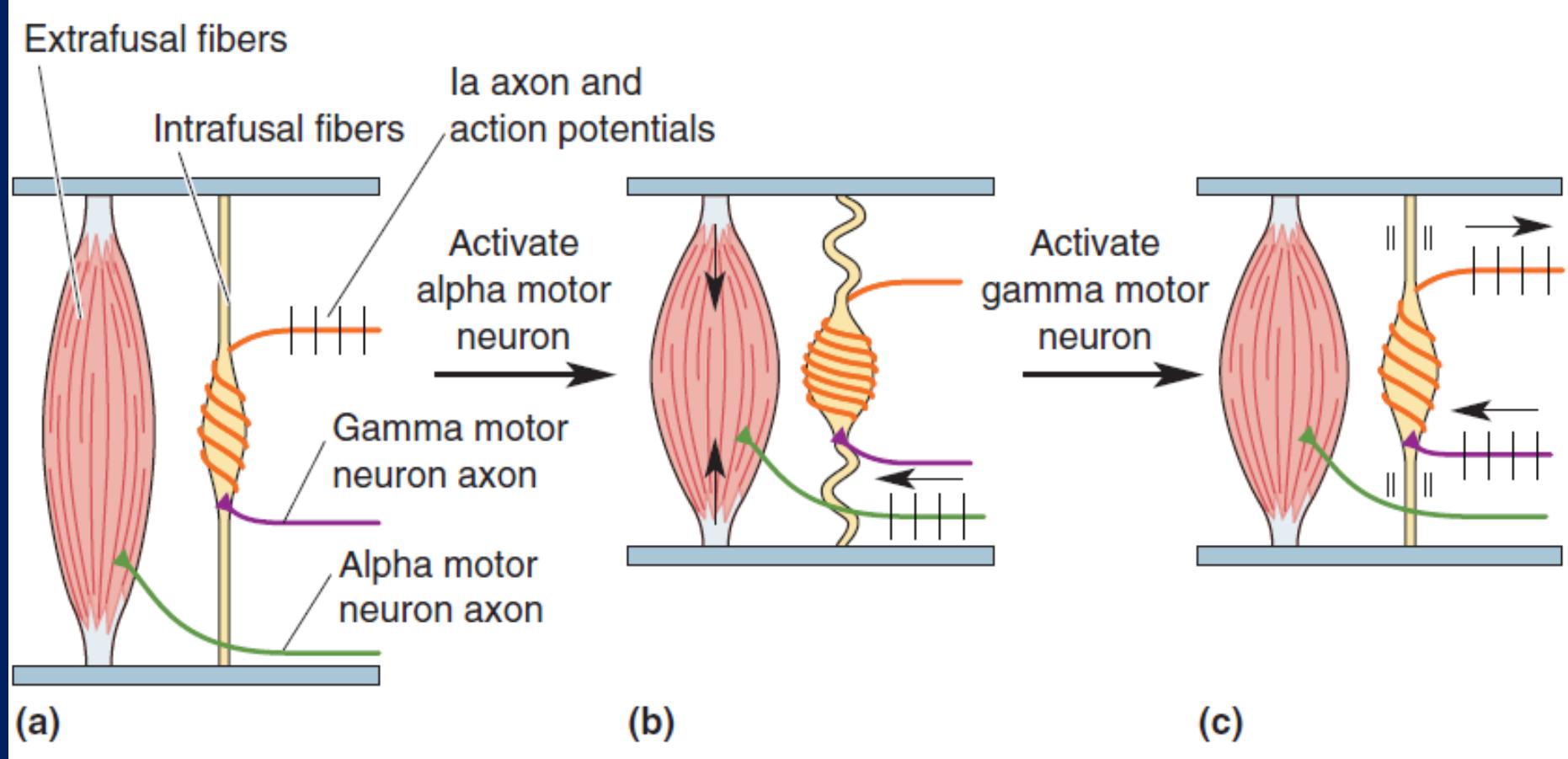
* Sợi trong thoi – Sợi ngoài thoi

- Outer fiber = extrafusal fiber (sợi ngoài thoi)
- Inner fiber = intrafusal fiber (sợi trong thoi)



Cấu trúc của 1 sợi cơ

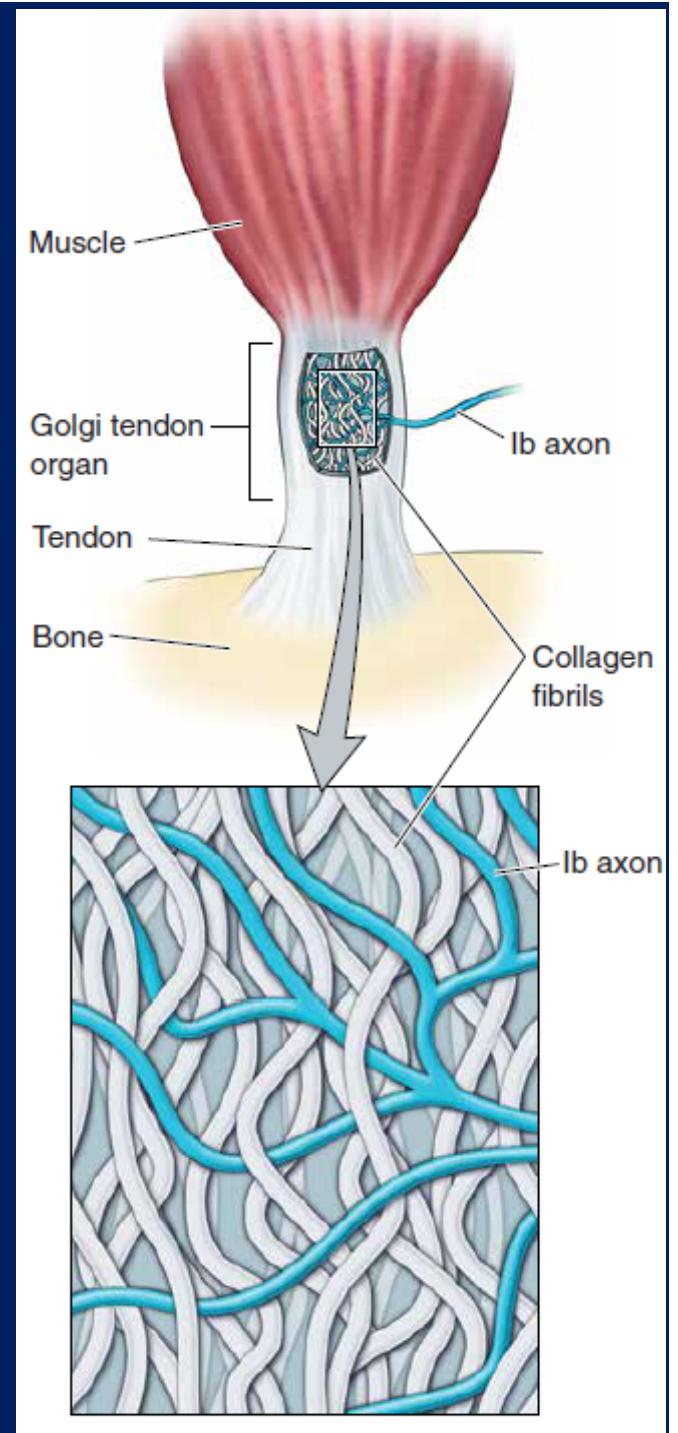
* Thần kinh chi phối cho thoi cơ



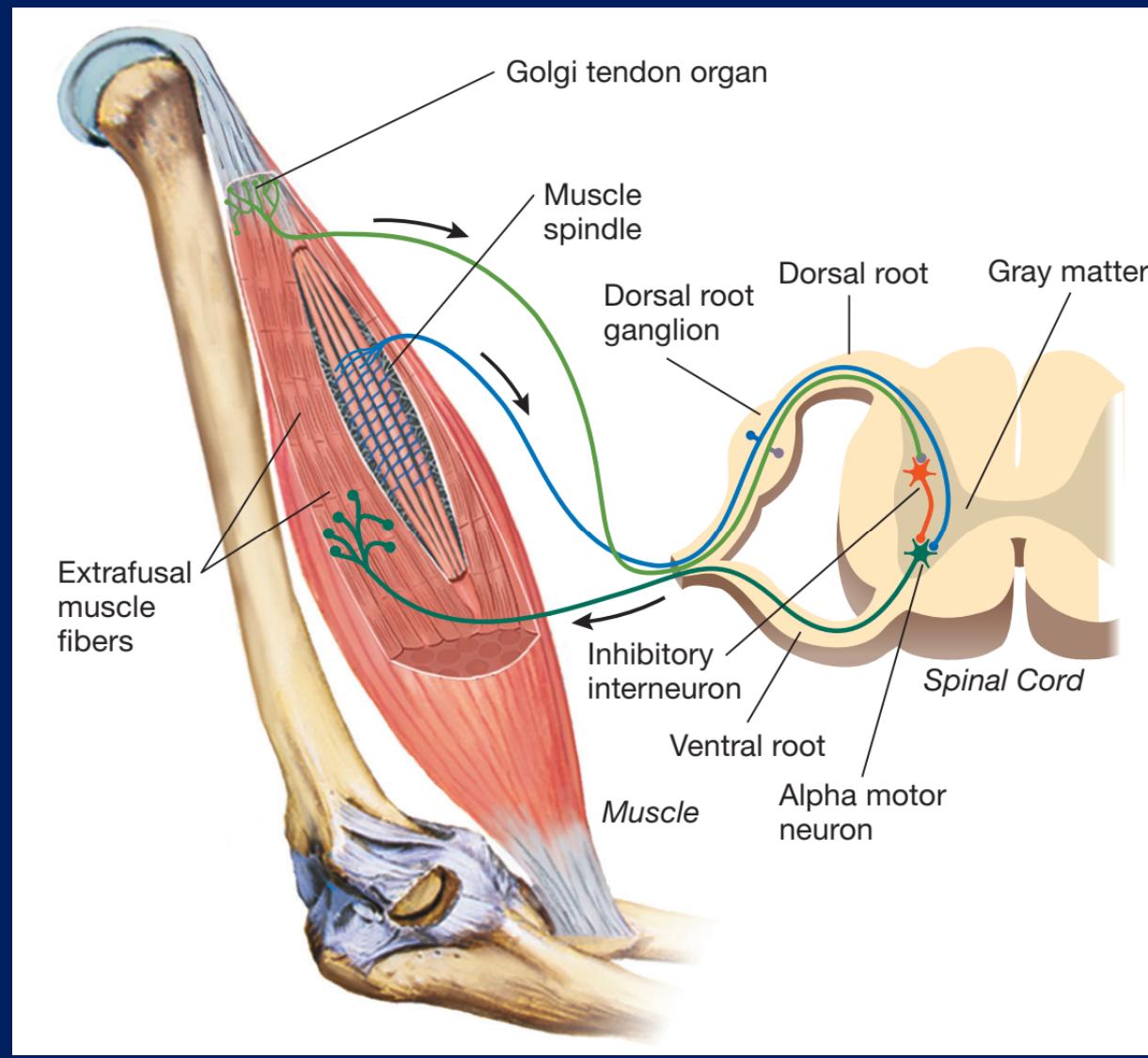
- **Neuron VĐ gamma:** tiếp hợp với sợi IF
- **Neuron VĐ alpha:** tiếp hợp với các sợi EF

b. Thụ thể Golgi ở gân (Golgi tendon organ)

- * Là thụ thể CG có vỏ bao
- * Nằm giữa các sợi cơ
- * Phân bố: 10 - 15 sợi cơ / 1 thụ thể Golgi.
- * ĐƯợc động & tinh đ/v căng cơ



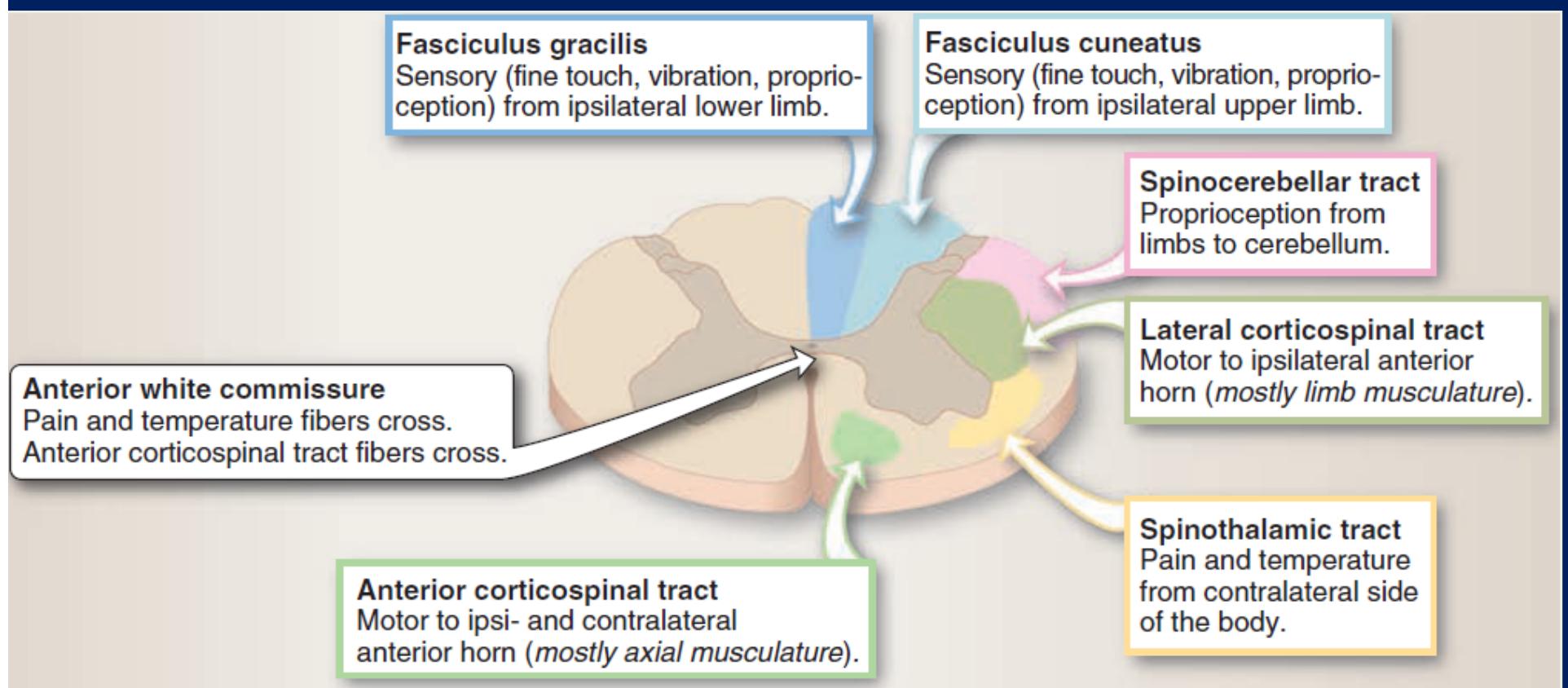
Vai trò của thụ thể Golgi



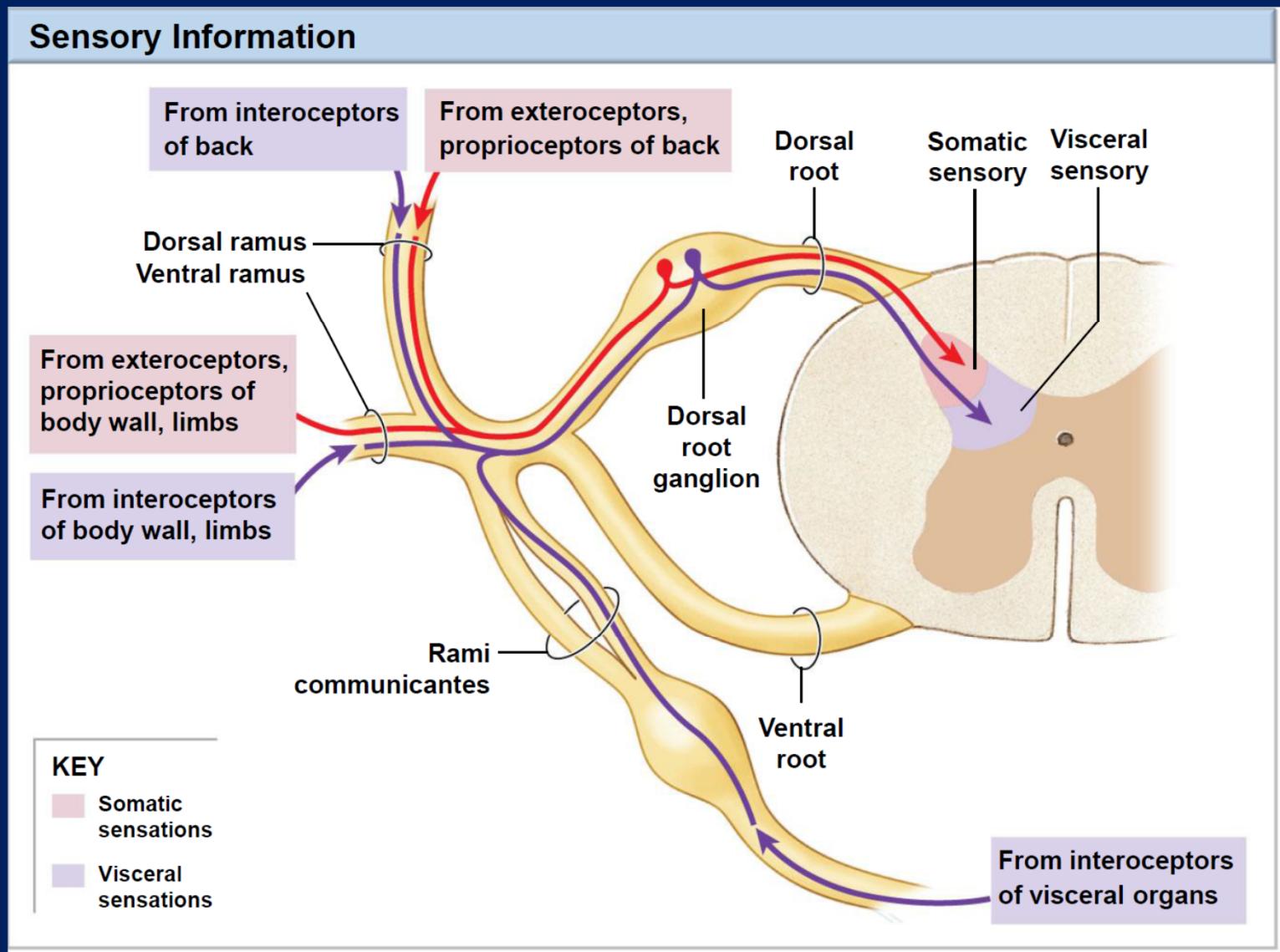
(1) Kiểm soát
tình trạng
căng cơ

(2) Truyền XĐ
(Ib) từ thụ thể
gân → hệ
TKTƯ

4.2. Chức năng dẫn truyền của tủy gai



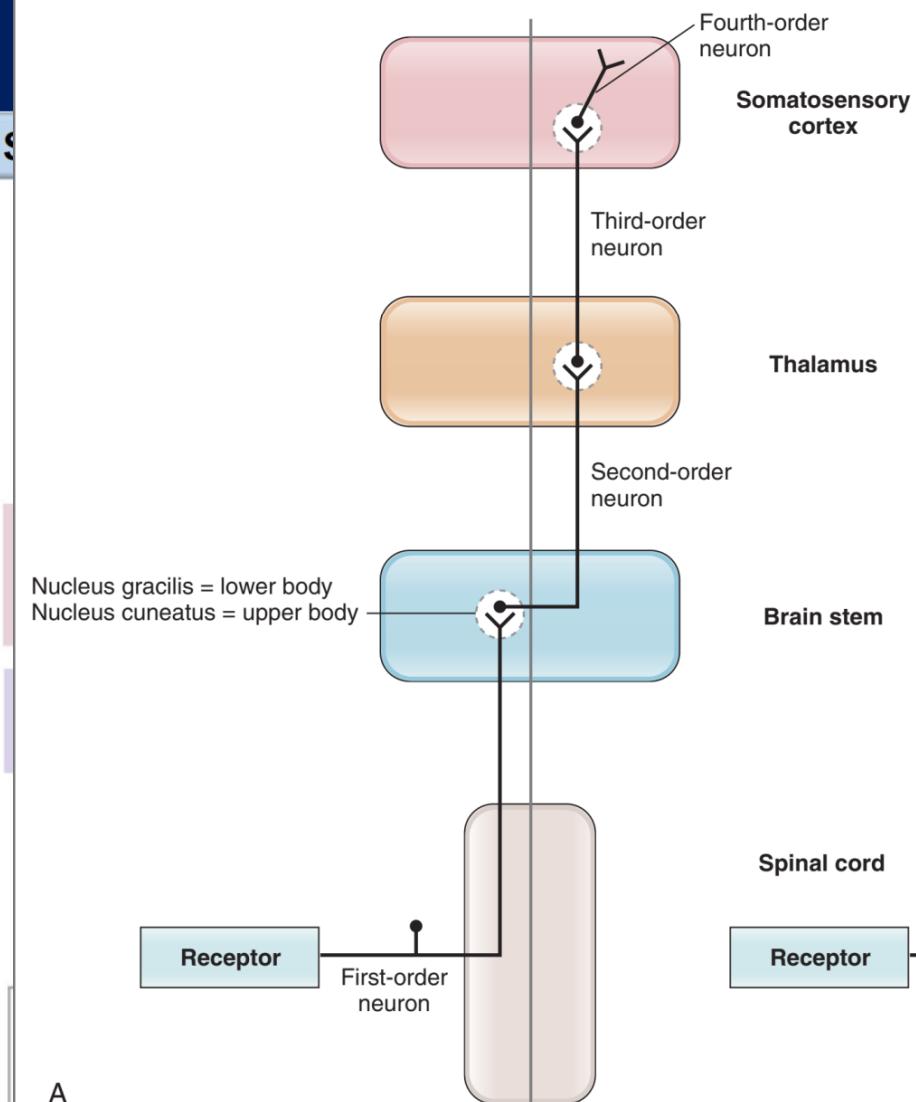
4.2.1. Dẫn truyền thông tin cảm giác



SOMATOSENSORY PATHWAYS

Dorsal column system

(fine touch, pressure, proprioception)



Anterolateral system

(pain, temperature, light touch)

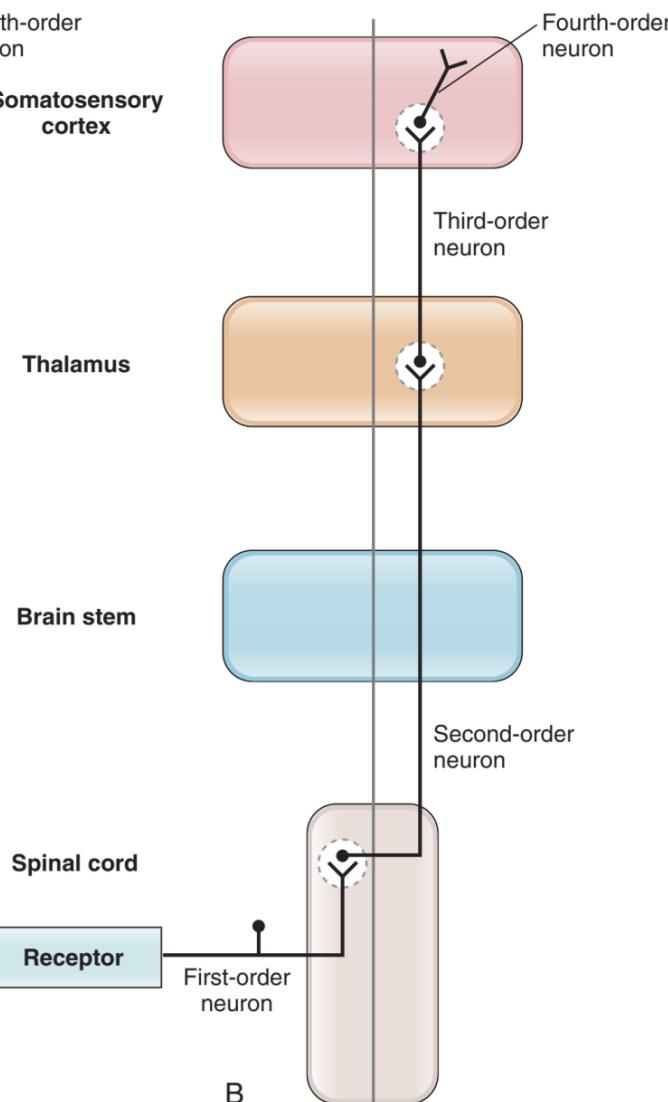
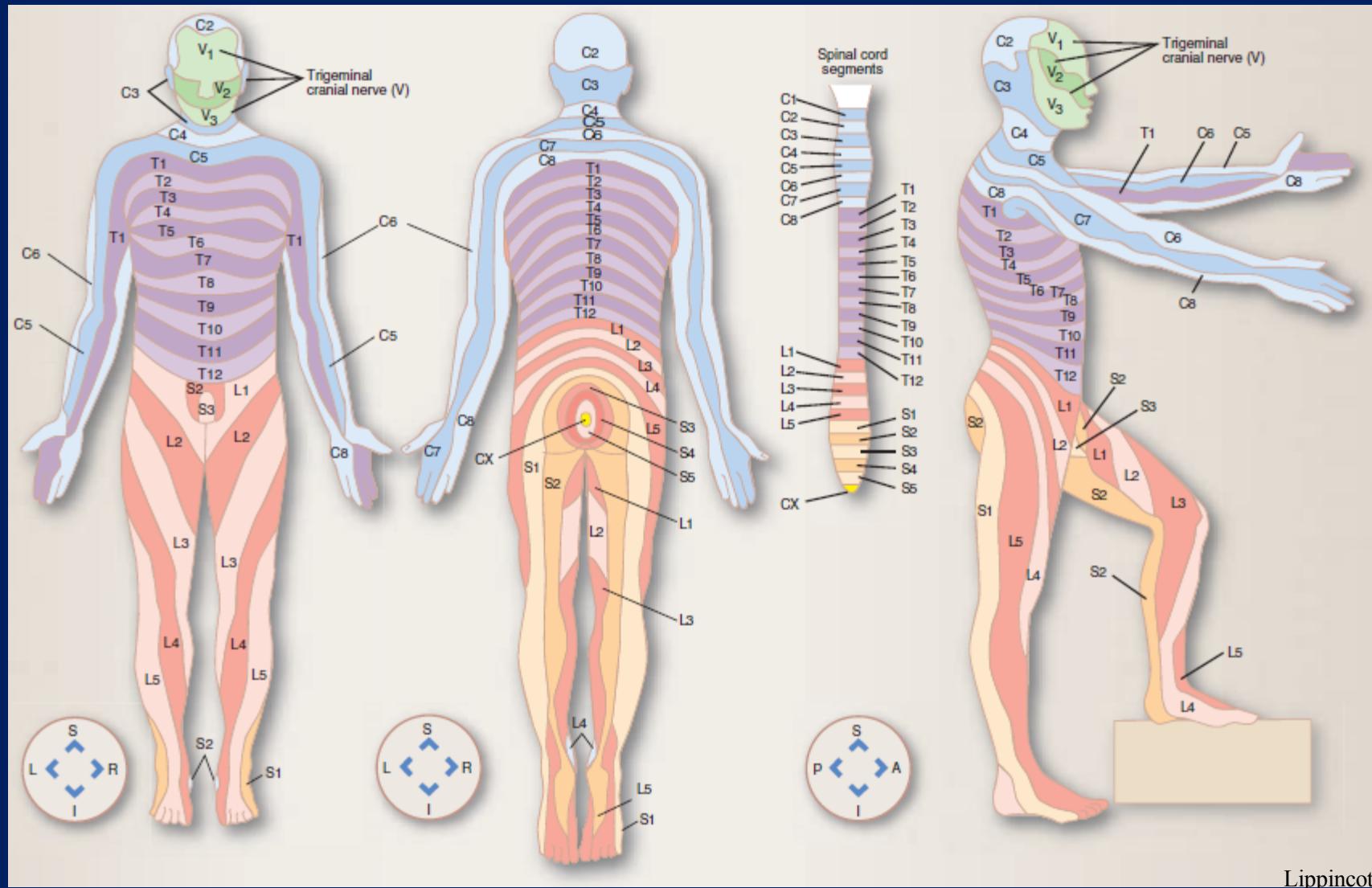
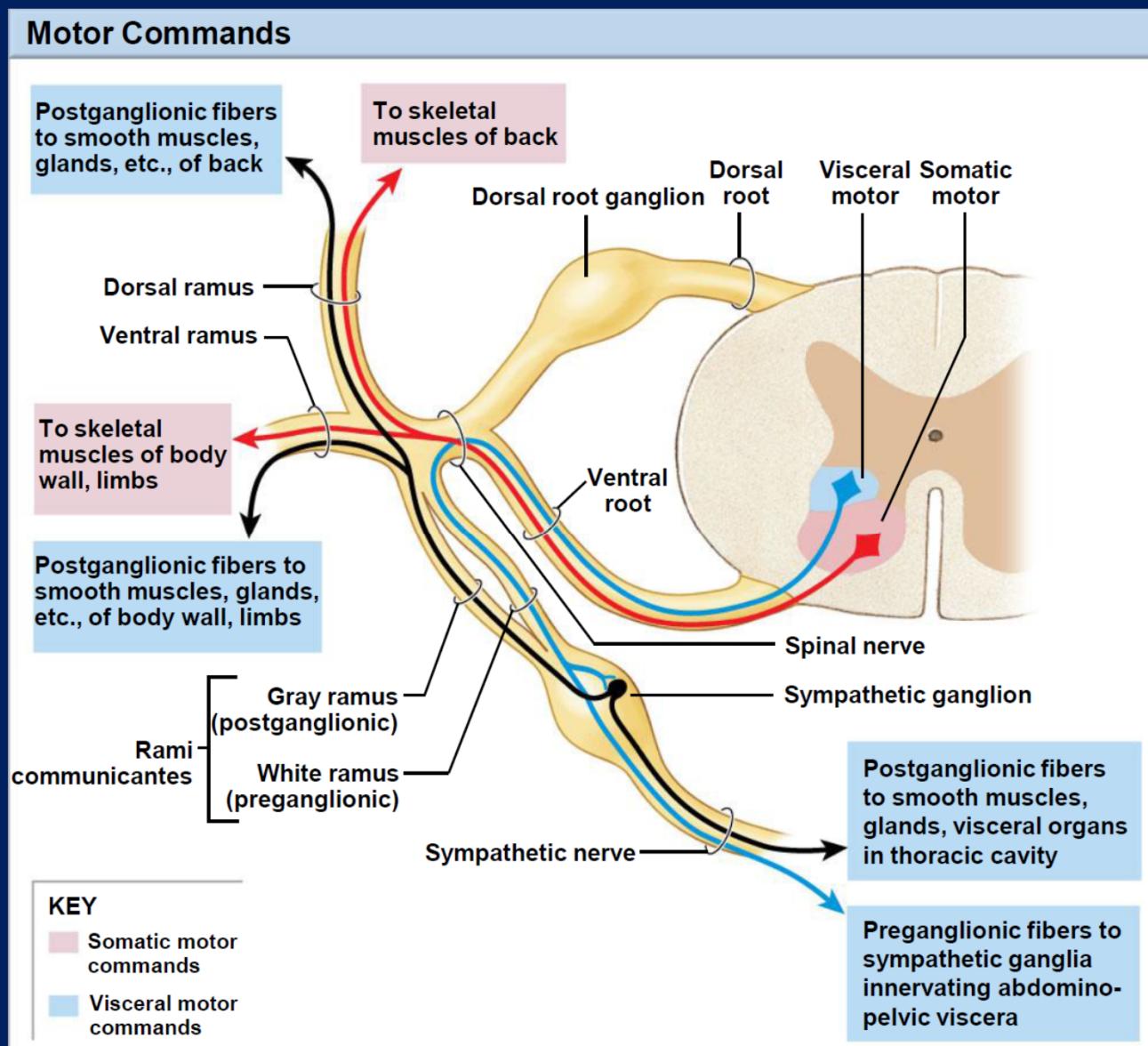


Fig. 3.11 Comparison of the dorsal column (A) and the anterolateral (B) somatosensory systems. The dorsal column system crosses the midline in the brain stem. The anterolateral system crosses the midline in the spinal cord.

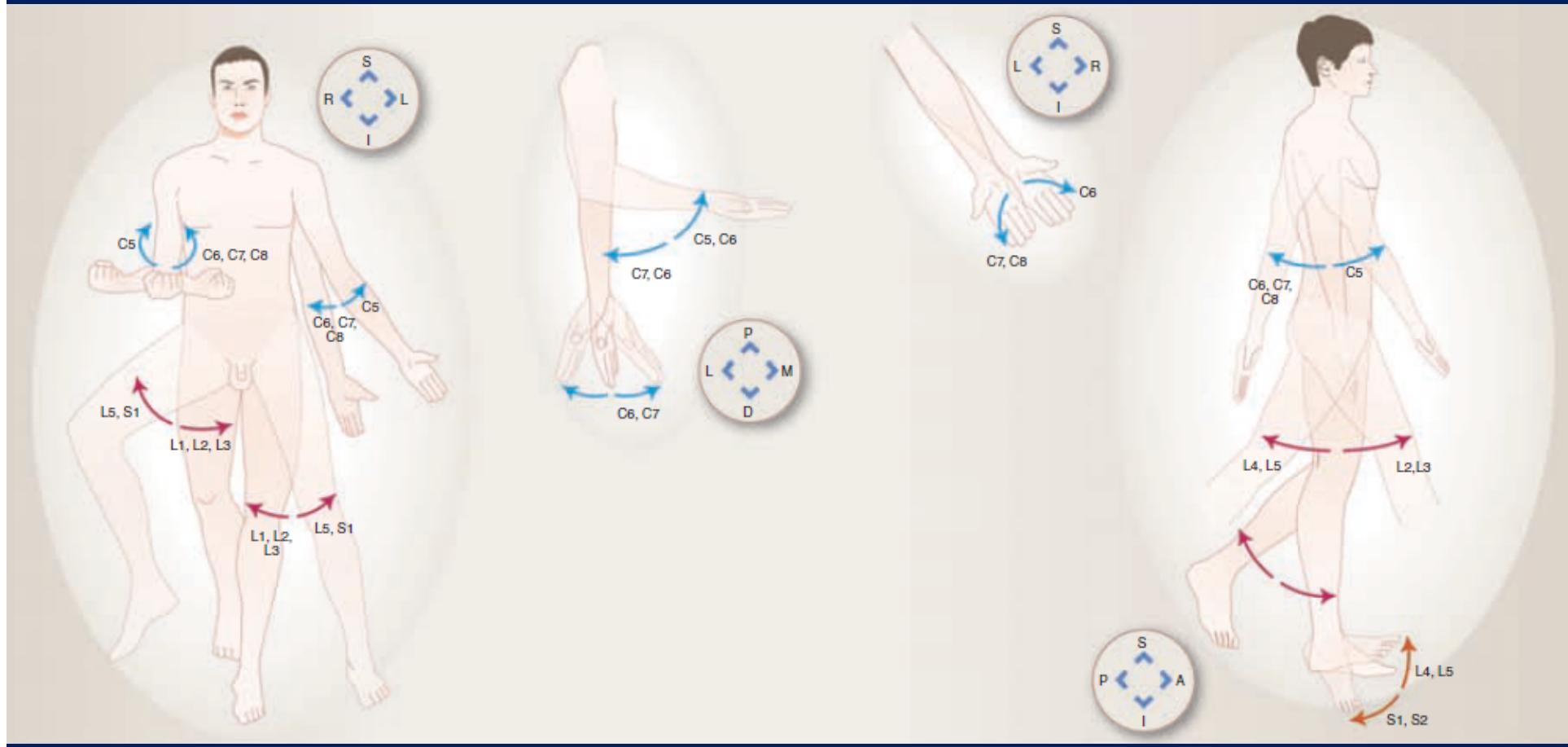
Dermatomes (Vùng cảm giác tủy)



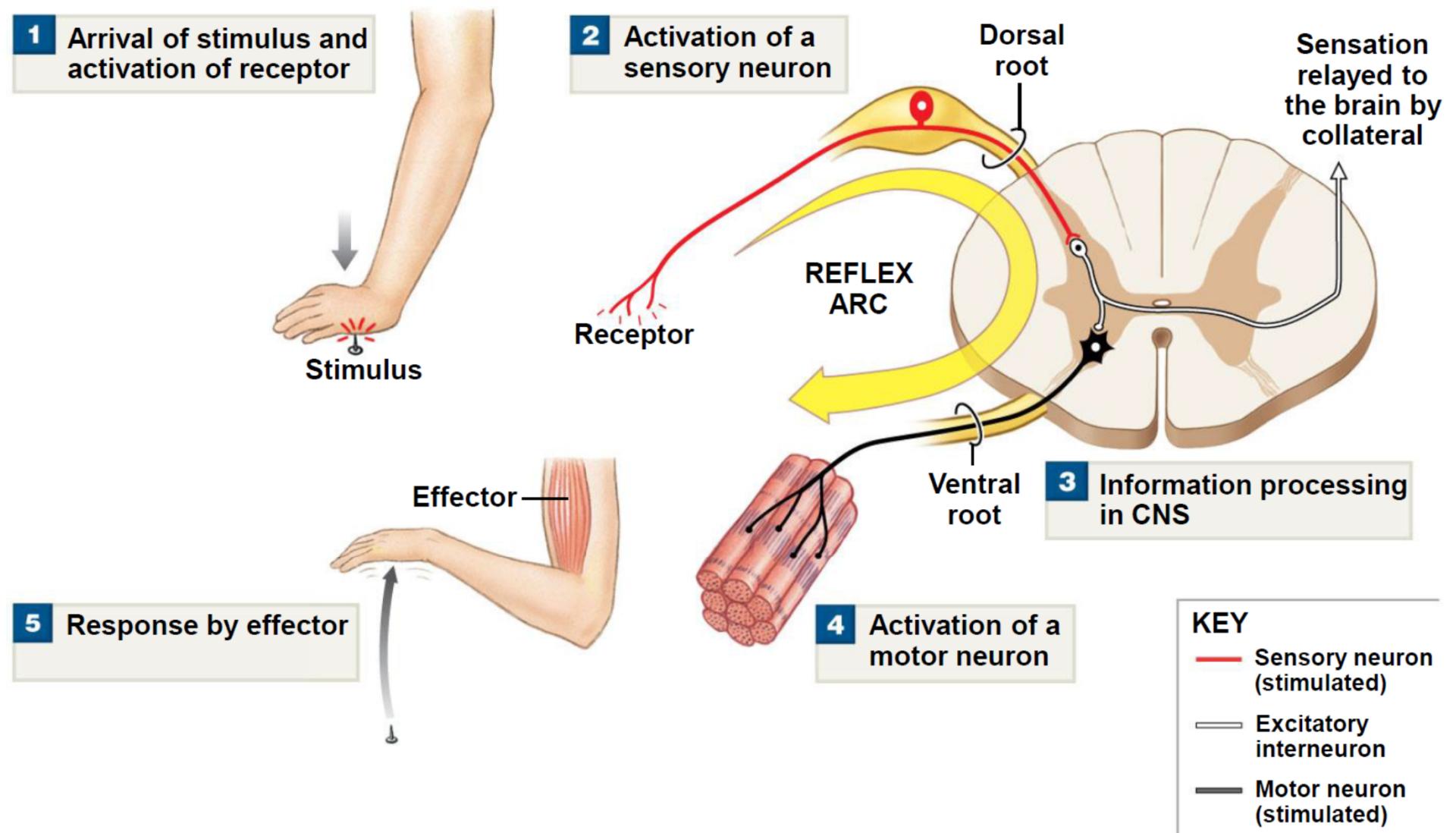
4.2.2. Dẫn truyền mệnh lệnh vận động



Myotomes (Vùng vận động tủy gai)

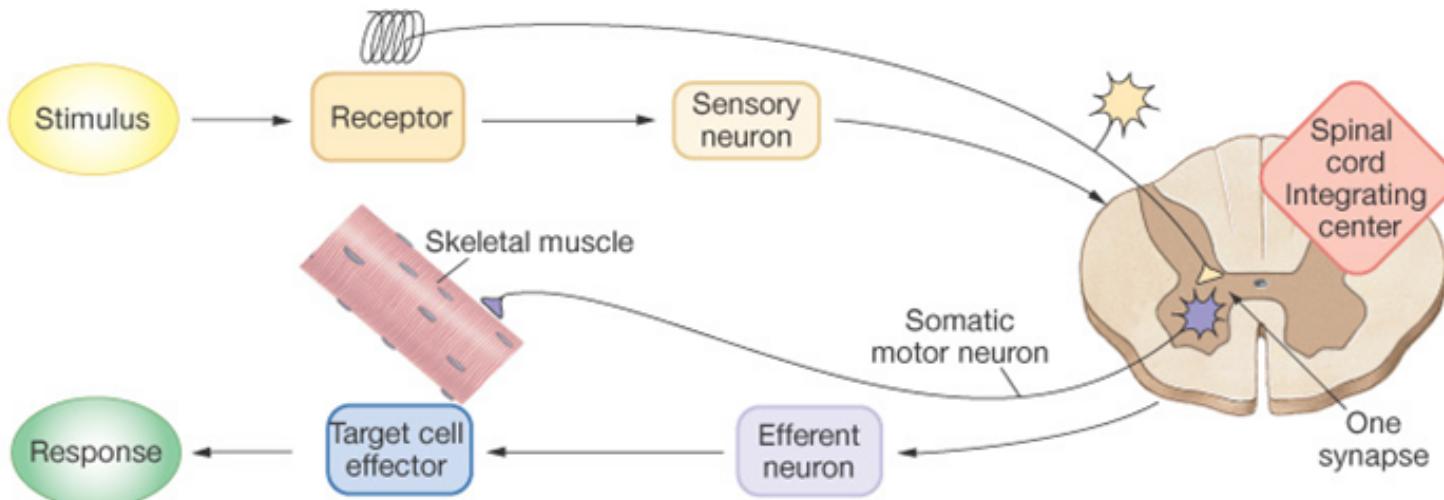


4.3. Chức năng phản xạ của tủy gai

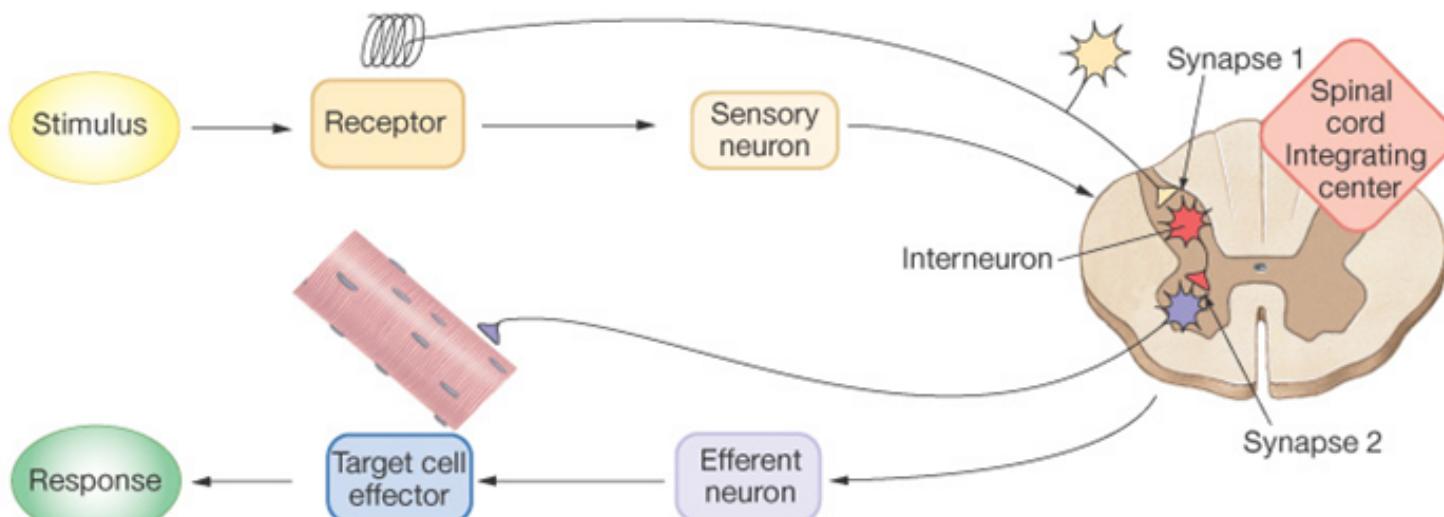


4.3.1. Cung phản xạ

(a) A monosynaptic reflex has a single synapse between the afferent and efferent neurons.



(b) Polysynaptic reflexes have two or more synapses.

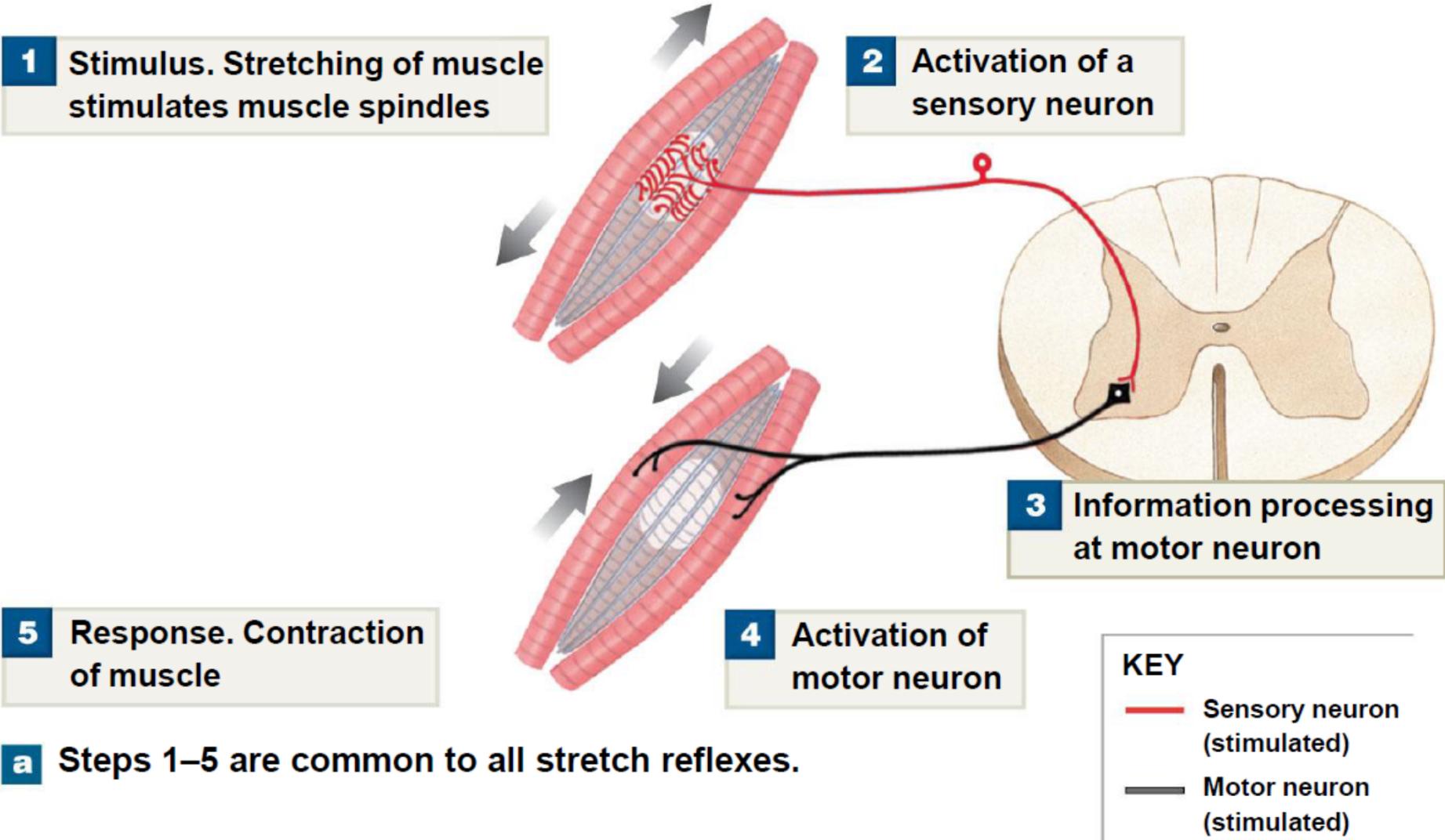


4.3.2. Một số phản xạ tủy

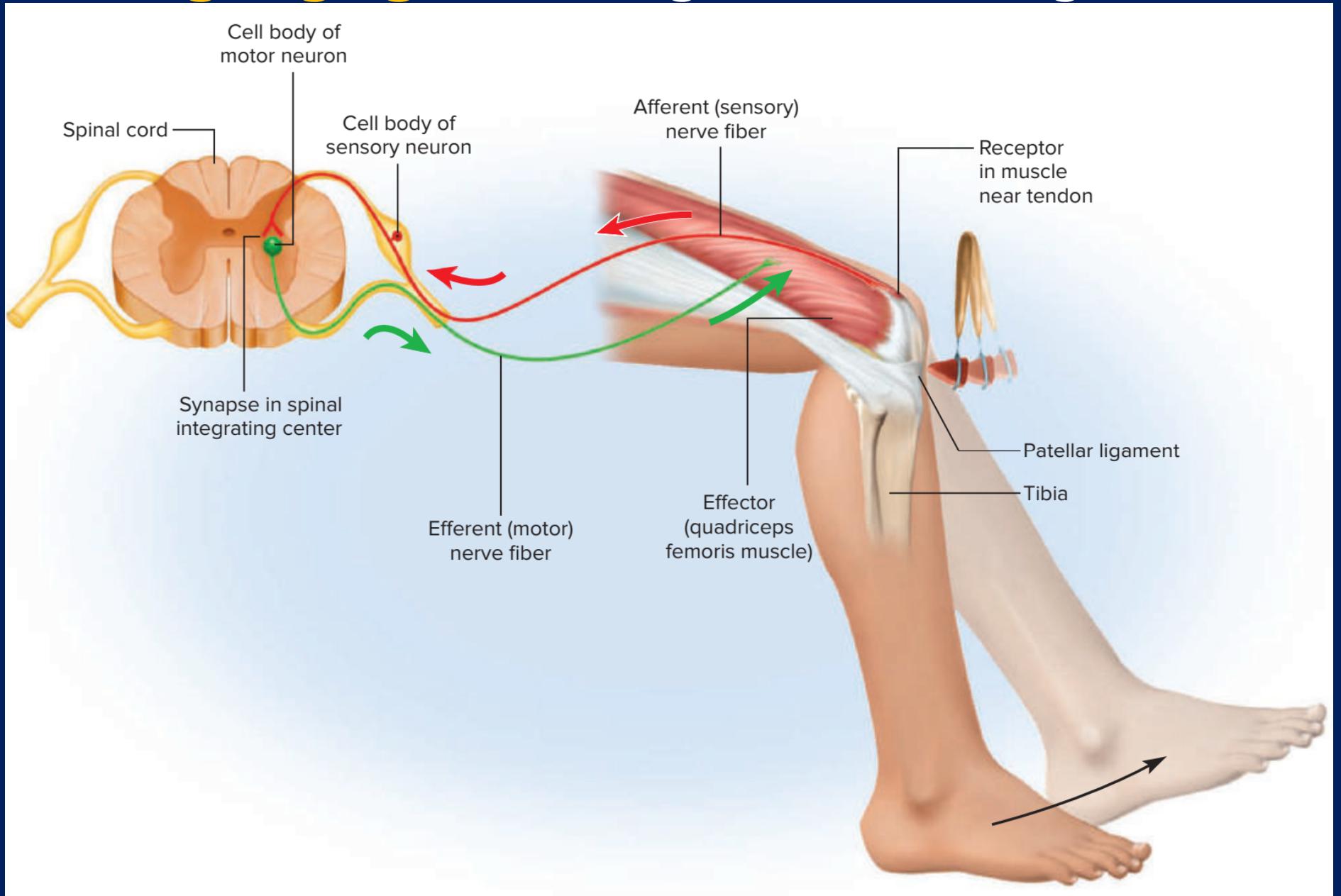
- PX căng cơ (Muscle stretch reflex)
- PX gân Golgi
- PX gấp /rút lui (Flexor / Withdrawal reflex)
- PX duỗi chéo (Crossed extensor reflex)
- PX da
- PX trương lực
- PX liên quan đến hệ TKTC

a. Px căng cơ

kéo căng cơ đột ngột



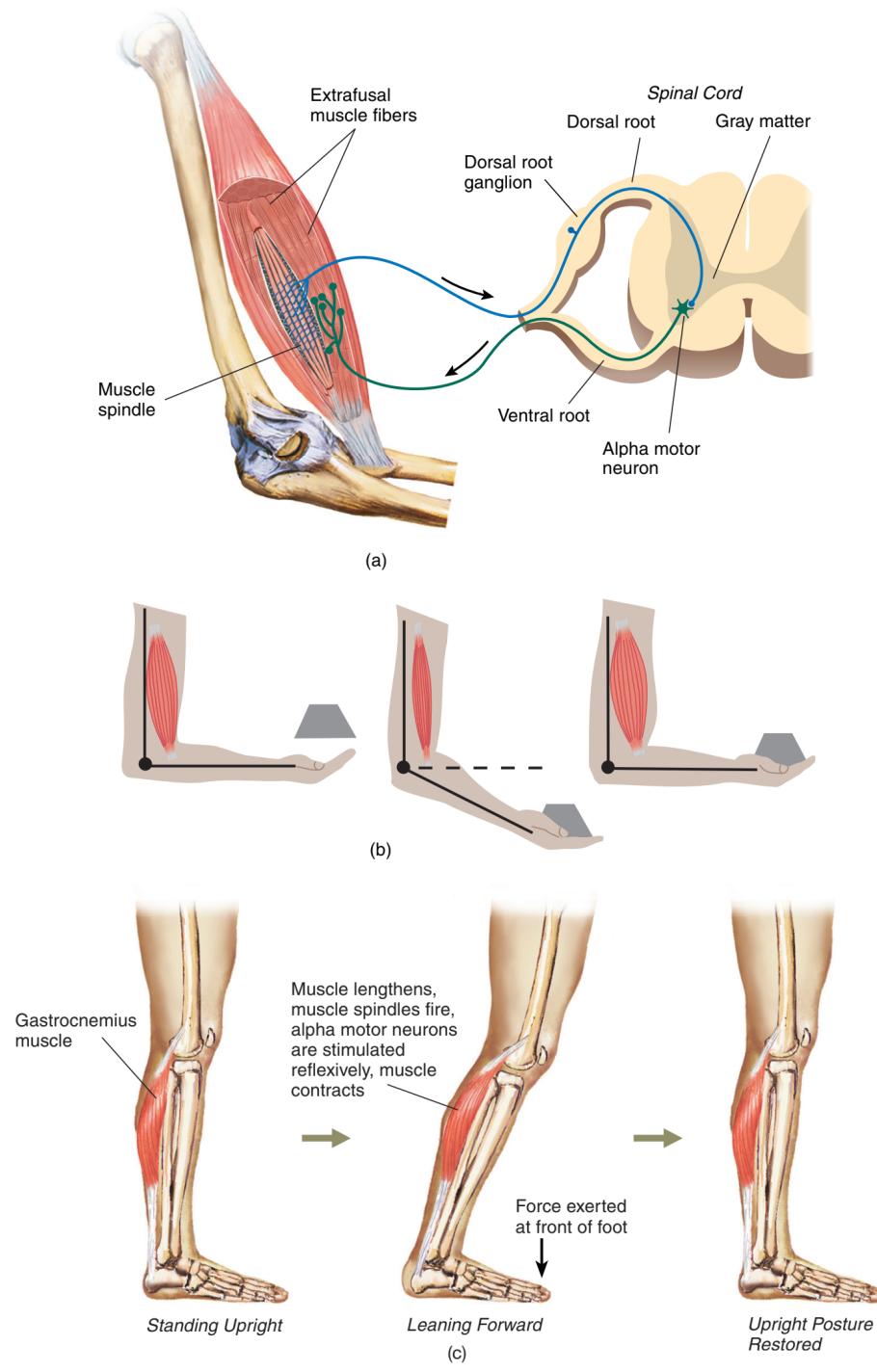
b. Px gân golgi : tác động lên thụ thể ở gân



Source: Essentials of Anatomy & Physiology, 2018, p..279

Ý nghĩa của px căng cơ

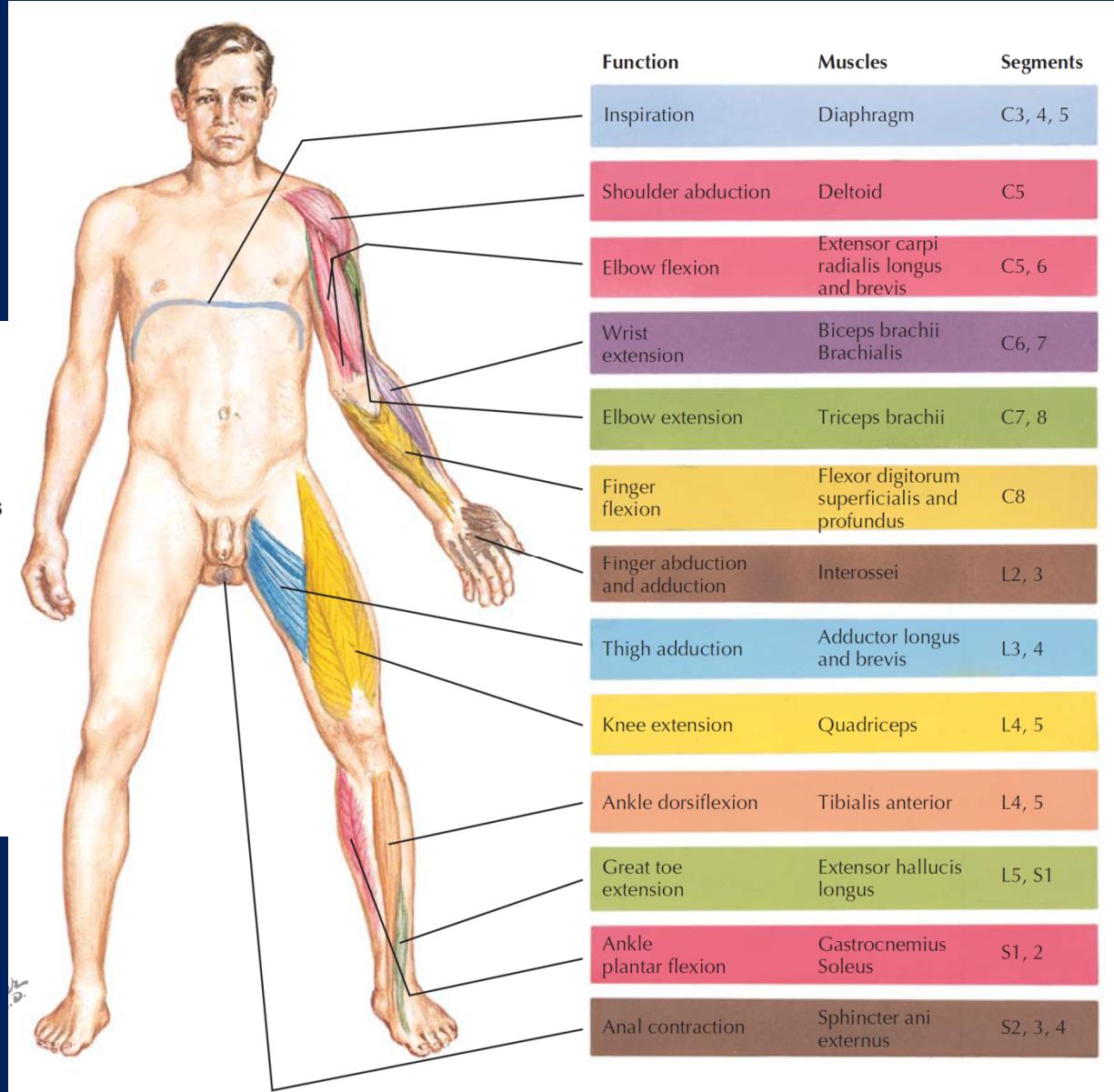
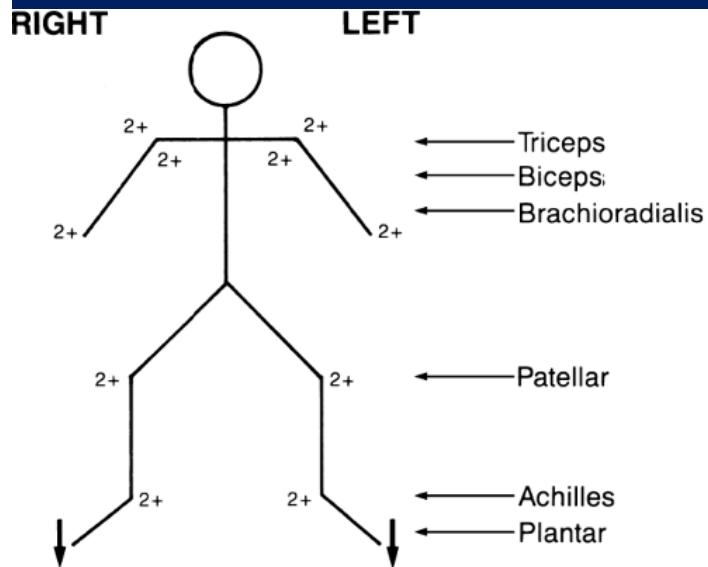
Source: Physiology of Behavior, 12th ed, p.253



Bảng 1: Các pxạ gân

Tên pxạ	Cách tìm	Đáp ứng	Thần kinh chi phối
Pxạ cơ nhị đầu	Gõ lên gân cơ nhị đầu	Cơ 2 đầu co, cánh tay gấp vào	Cổ 5, 6
Pxạ cơ tam đầu	Gõ lên gân cơ tam đầu	Cơ 3 đầu co, cánh tay duỗi ra	Cổ 7, 8
Pxạ gân bánh chè	Gõ lên gân xương bánh chè	Cơ 4 đầu đùi co lại, cẳng chân duỗi ra	Thắt lưng 3, 4
Pxạ gân gót	Gõ lên gân gót	Cơ 3 đầu của bắp chân co lại, bàn chân duỗi ra	Cùng 1, 2

Khám phản xạ



b. Phản xạ rút lui (withdrawal reflex) = Phản xạ gấp (Flexor reflex)

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Reciprocal innervation

- 1 During the withdrawal reflex, sensory neurons conduct action potentials from pain receptors to the spinal cord.
- 2 Sensory neurons synapse with excitatory interneurons that are part of the withdrawal reflex.
- 3 Collateral branches of the sensory neurons also synapse with inhibitory interneurons that are part of reciprocal innervation.
- 4 The inhibitory interneurons synapse with alpha motor neurons supplying the extensor muscles, causing them to relax and not oppose the flexor muscles of the withdrawal reflex, which are contracting.

Reciprocal innervation

Quadriceps femoris muscle (extensor)

Hamstring muscles (flexor)

Withdrawal reflex

Inhibitory interneuron

Sensory neuron

Alpha motor neuron

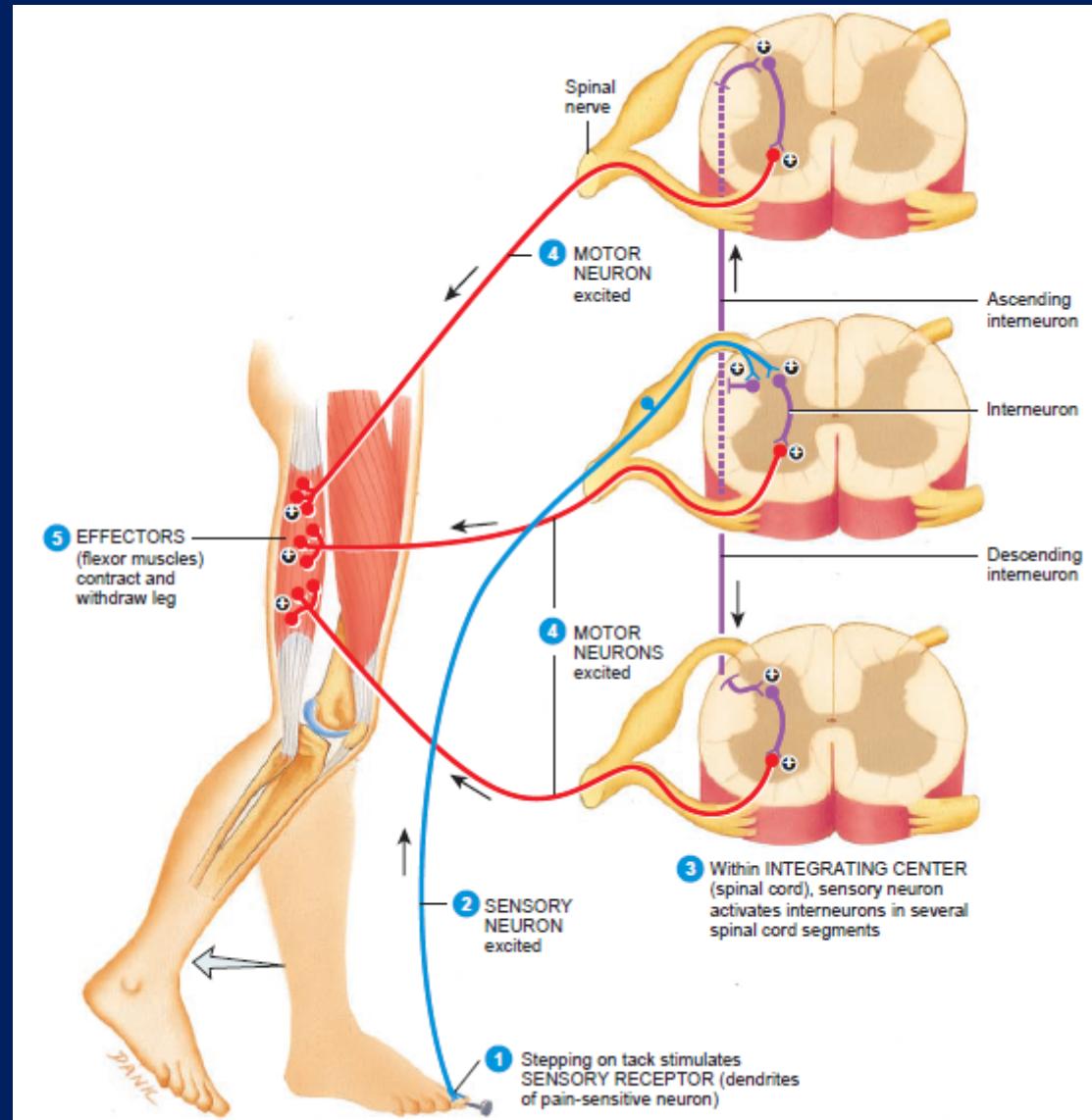
Excitatory interneuron

Collateral branch from sensory neuron

To brain

Px rút lui

- Tgian tiềm tàng dài (sợi dẫn truyền nhỏ, tốc độ dẫn truyền chậm & nhiều synapse);
- Vẫn còn đáp ứng khi không còn t/xúc với tác nhân KT nhờ các đường song song & các cung lặp lại KT đặt ở vị trí nào.



c. Phản xạ duỗi chéo (Crossed extensor reflex)

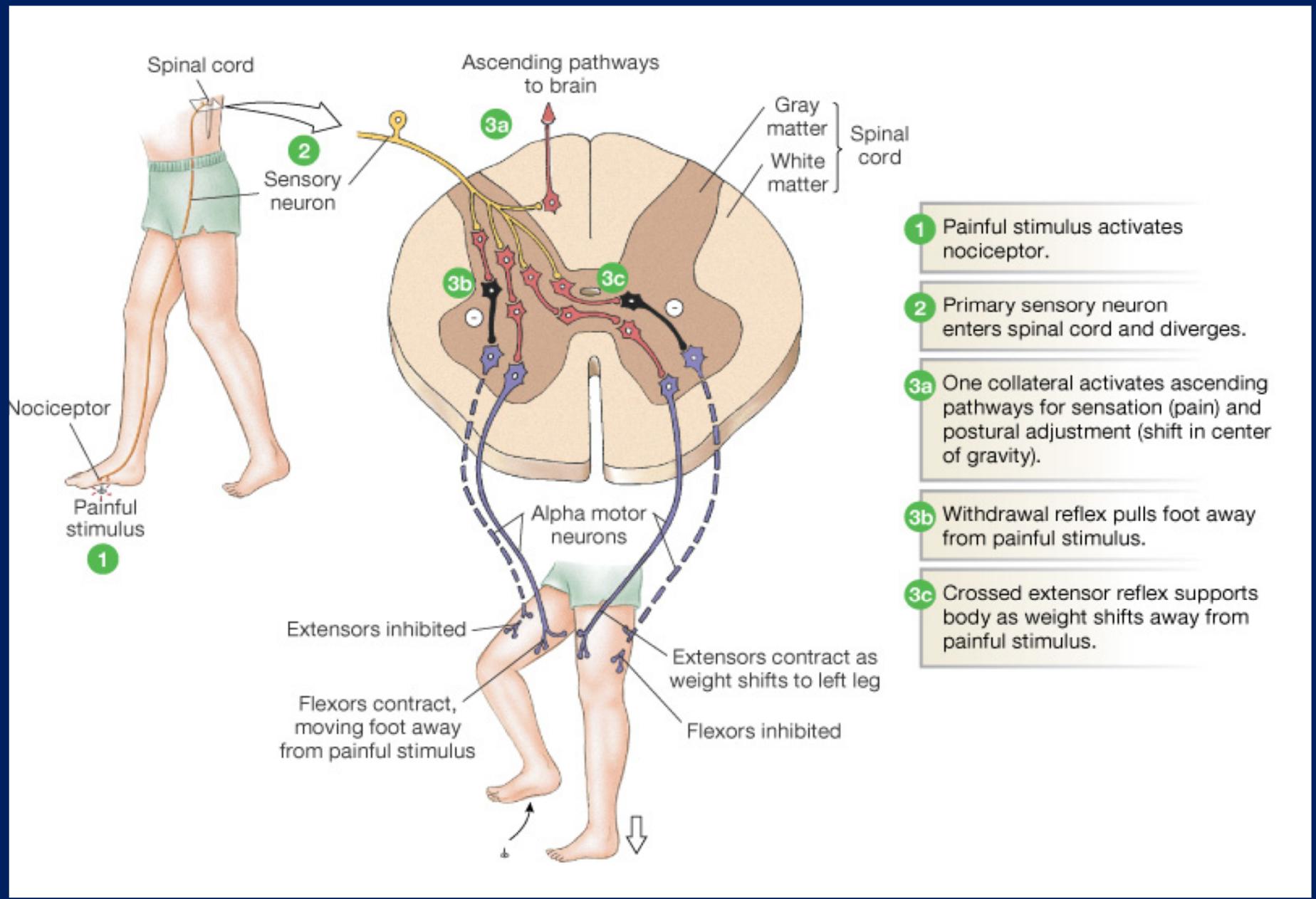
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Crossed extensor reflex

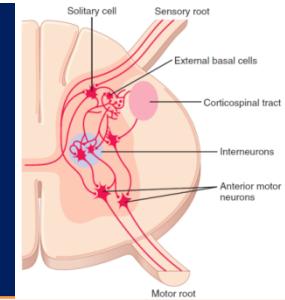
- 1 During the withdrawal reflex, sensory neurons from pain receptors conduct action potentials to the spinal cord.
- 2 Sensory neurons synapse with excitatory interneurons that are part of the withdrawal reflex.
- 3 The excitatory interneurons that are part of the withdrawal reflex stimulate alpha motor neurons that innervate flexor muscles, causing withdrawal of the limb from the painful stimulus.
- 4 Collateral branches of the sensory neurons also synapse with excitatory interneurons that cross to the opposite side of the spinal cord as part of the crossed extensor reflex.
- 5 The excitatory interneurons that cross the spinal cord stimulate alpha motor neurons supplying extensor muscles in the opposite limb, causing them to contract and support body weight during the withdrawal reflex.

The diagram illustrates the neural pathways for the withdrawal reflex and the crossed extensor reflex. On the left, a leg is shown with the hamstring muscles (flexor) highlighted in red. A green line labeled 'Sensory neuron' originates from a pain receptor in the hamstring and ascends to the brain. A blue line labeled 'Alpha motor neuron' originates in the spinal cord and descends to the hamstring. A green arrow labeled 'To brain' points upwards from the sensory neuron. A blue arrow labeled 'Withdrawal reflex' points downwards from the alpha motor neuron. In the center, a cross-section of the spinal cord shows the transmission of signals. A green circle labeled '1' is at the entry point of the sensory neuron. A black dot labeled '2' is where the sensory neuron synapses with an excitatory interneuron. A blue dot labeled '3' is where the excitatory interneuron stimulates an alpha motor neuron. A green arrow labeled '4' points to the crossing of an excitatory interneuron to the opposite side of the spinal cord. A blue dot labeled '5' is where this crossed excitatory interneuron stimulates an alpha motor neuron on the opposite side. A blue line labeled 'Alpha motor neuron' originates from this second alpha motor neuron and descends to the quadriceps femoris muscle (extensor) in the opposite leg. A blue arrow labeled 'Crossed extensor reflex' points upwards from this second alpha motor neuron. Labels include: Sensory neuron, To brain, Withdrawal reflex, Alpha motor neuron, Excitatory interneuron, Crossed extensor reflex, Quadriceps femoris muscle (extensor), Hamstring muscles (flexor).

Pxạ duỗi chéo



TỔ CHỨC HÓA VẬN ĐỘNG TỦY GAI



(1) Neuron VĐ sừng trước	<ul style="list-style-type: none"> ■ Nằm ở sừng trước chất xám tủy gai ■ Đi theo rễ trước, chi phối trực tiếp cho cơ xương 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Neuron VĐ α: qua bó Aα → co cơ xương. ■ Neuron VĐ tự ý: qua bó Aγ → thoi cơ.
(2) Neuron trung gian	<ul style="list-style-type: none"> ■ Nằm rải rác ở sừng trước - sau - trung gian của chất xám tủy gai ■ Số lượng > neuron VĐ sừng trước ~ 30 lần 	
(3) Tb Renshaw	<ul style="list-style-type: none"> ■ Nằm ở sừng trước tủy ■ Mỗi neuron VĐ đều có sợi trực đi qua tb Renshaw kế bên 	<p>Truyền xđ úc chế đến các neuron VĐ xung quanh → Kích thích 1 neuron VĐ gây <u>ÚC</u> các neuron VĐ khác gần đó: <u><u>ÚC nhánh bên (lateral inhibition)</u></u> → tập trung các tín hiệu VĐ chính xác</p>

d. Phản xạ da

Tên phản xạ	Cách tìm	Đáp ứng	TK chi phối
Da bàn chân (Babinski)	Kt da bàn chân bờ ngoài	5 ngón chân co quắp	L5, S1
Đùi bìu	Kt da đùi mặt trong	Tinh hoàn co rút lên	L1, L2
Da bụng	Kt da bụng quanh rốn	Cơ thành bụng chồ kt co lại	T11, T12
Hậu môn	Kt da quanh hậu môn	Cơ vòng hậu môn co lại	S3

e. Các pxạ trương lực - pxạ liên quan hệ TKTC

PX trương lực:

- PX ngồi
- PX đứng
- PX trương lực vùng cổ

PX tuỷ có liên quan đến hệ TKTC:

- **Pxạ TC không định khu rõ rệt:** pxạ tiết mồ hôi, nổi da gà, vận mạch.
- **Pxạ TC có định khu:** pxạ bàng quang (S3-S5), pxạ sinh dục (TL-cùng), pxạ chớp mắt (C4,T2).

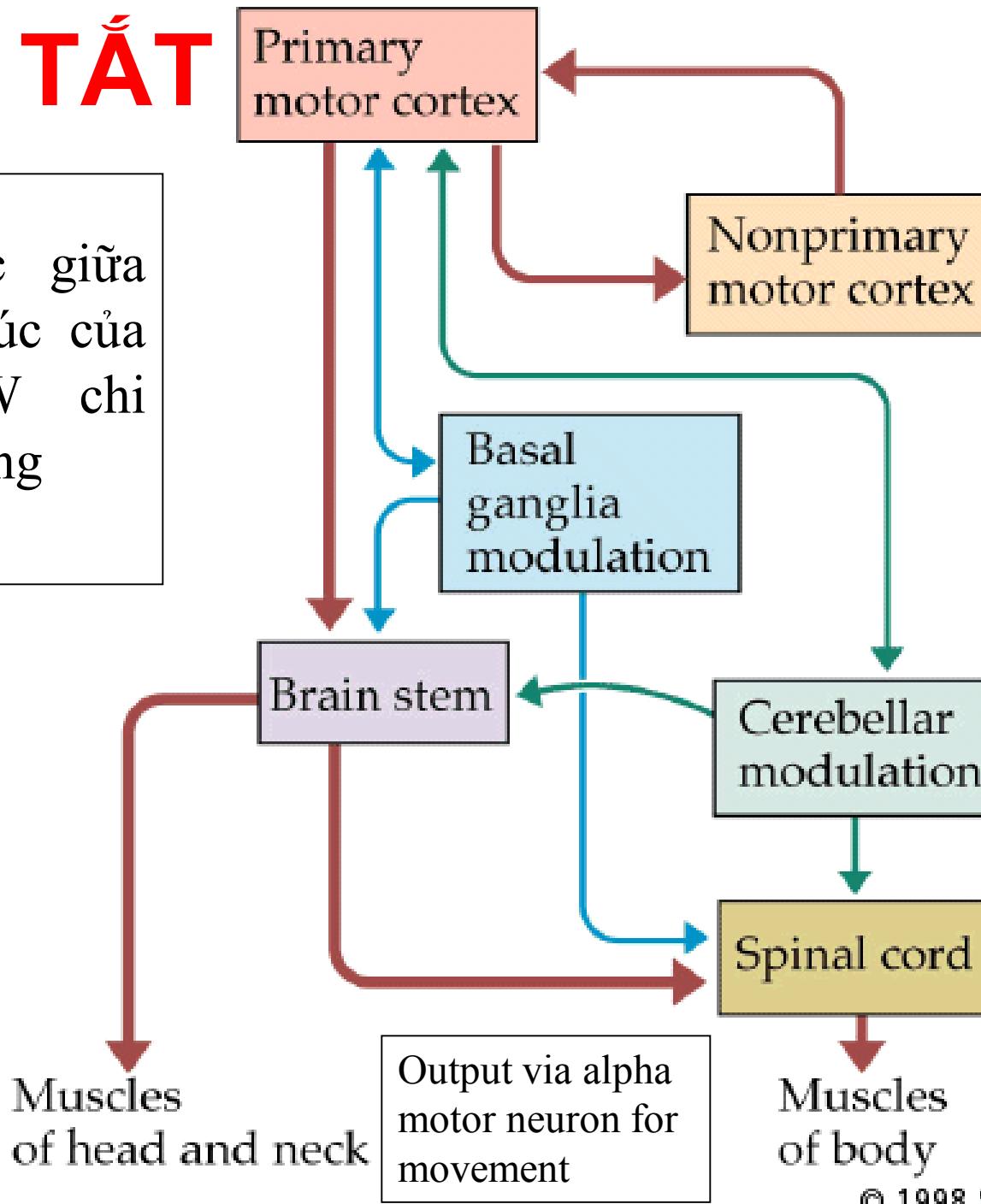
➔ Do t/c cấu tạo từng đoạn của tuỷ gai, khám PX xác định vùng tuỷ bị tổn thương

5. Bất thường của hệ thống VĐ

- Nhồi máu não: tổn thương neuron VĐ trên
- Parkinson's disease – thoái hóa neuron ở thể vân do mất tb ở substantia nigra
- Xơ cứng cột bên teo cơ (Amyotrophic lateral sclerosis) – neuron VĐ thân não & tủy gai bị phá hủy.
- Bệnh lý rễ/đám rối/dây TK ngoại biên
- Nhược cơ (Myasthenia gravis) – rối loạn tự miễn gây phá hủy thụ thể Ach.
- Loan dưỡng cơ (Muscular Dystrophy) – bất thường sinh hóa ảnh hưởng việc sử dụng Ca++ → teo cơ.

TÓM TẮT

Tương tác giữa các cấu trúc của hệ TKTW chi phối cử động



- **Vùng VĐ chính:**

- gây các cử động đơn giản
- Chi phối 1 nhóm cơ thực hiện động tác
- Mã hóa cường độ lực – hướng – biên độ - tốc độ

- **Vùng tiền VĐ:**

- Thực hiện cử động phức tạp
- Lựa chọn kế hoạch VĐ phù hợp dựa trên KT thị giác

- **Vùng VĐ phụ:**

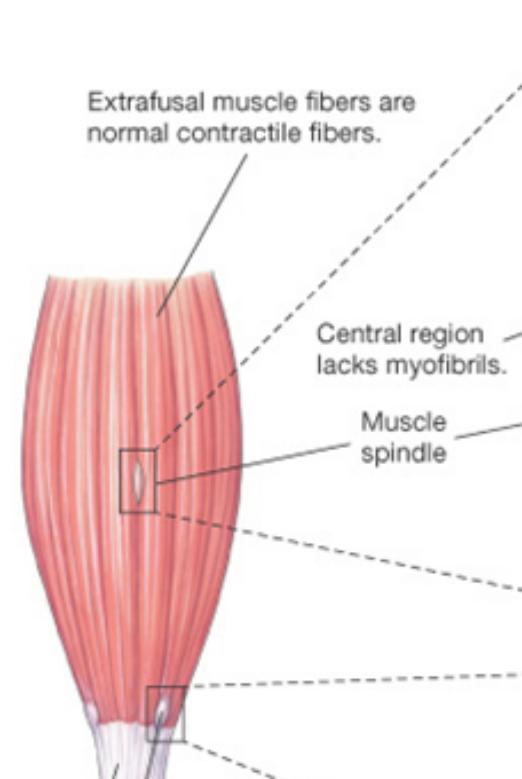
- Cử động phức tạp, phối hợp 2 bên
- Lựa chọn VĐ dựa trên nhớ lại trình tự động tác

- **Tủy gai:**
 - là con đường VĐ chung cuối cùng
 - CN: dẫn truyền và PX
 - Neuron VĐ alpha (chi phổi sợi EF), gamma (sợi IF)

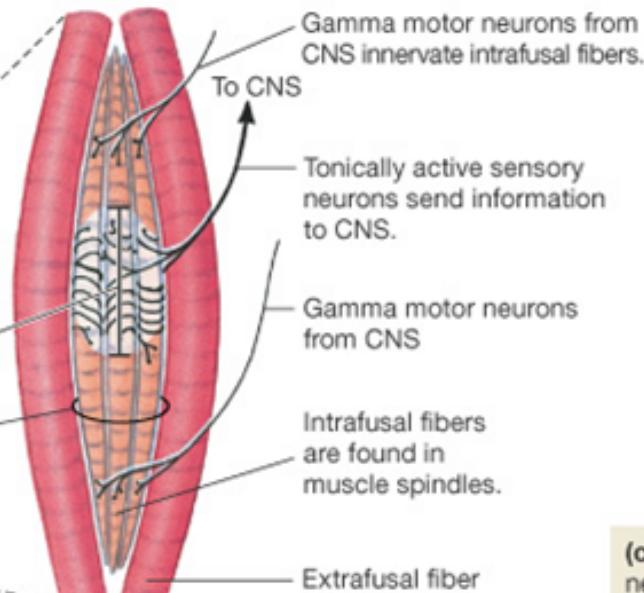
- **Thụ thể ở cơ:**
 - Thoi cơ: Ia, II
 - CQ Golgi gân: Ib

Thoi cơ - Gân golgi

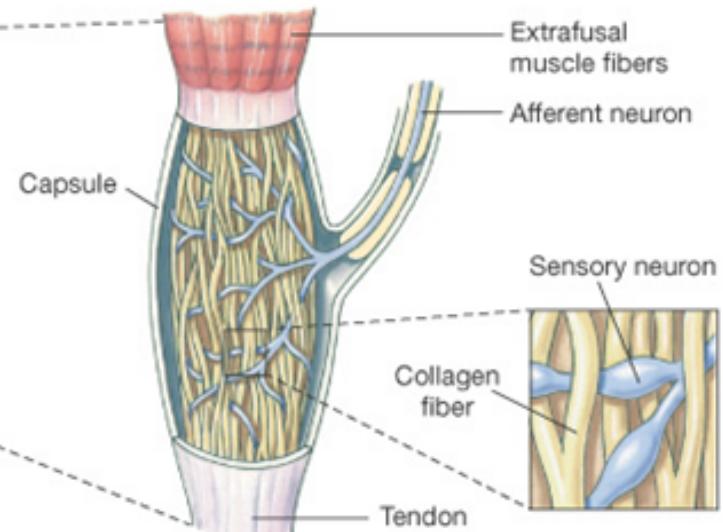
(a) Muscle spindles are buried among the extrafusal fibers of the muscle.



(b) Muscle spindle sends information about muscle stretch to the CNS.



(c) Golgi tendon organ consists of sensory nerve endings interwoven among collagen fibers.



Tài liệu tham khảo

1. Sinh lý học Y khoa, Bộ môn Sinh lý học, ĐHYD TPHCM, 2018, trang 525-533, 582-585
2. Textbook of Medical Physiology, 13th ed, 2016. Guyton & Hall, Elsevier, tr.413-418.
3. Essential Neuroscience, 3rd ed, 2015. Siegel & Sarpu. Lippincont Williams & Wilkins.

**SV cho phản hồi về nội dung bài giảng
& pp giảng dạy**
drmaithao@ump.edu.vn

Câu hỏi thảo luận

1. Làm sao phân biệt tổn thương neuron VĐ trên với tổn thương neuron VĐ dưới? (thay đổi phản xạ, trương lực cơ, cơ?...)
2. Triệu chứng vận động - cảm giác nào có thể ghi nhận được khi tổn thương tương ứng:
 - Mức C3 – C5; Mức C6 – C8
 - Mức T11
 - Mức L3 – L4
 - Mức L5 – S1
3. Giải thích hiện tượng đuôi cứng mất vỏ - mất não