

# ΜΑΘΗΜΑ 4<sup>ο</sup> ΜΕΡΟΣ Α

## ΝΩΤΙΑΙΟΣ ΜΥΕΛΟΣ

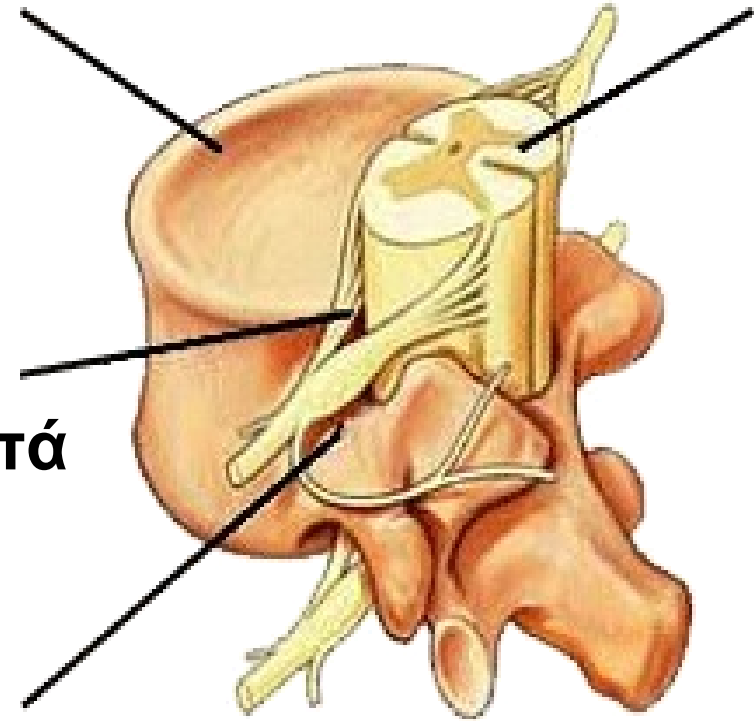
# ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΝΕΥΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ (ΚΝΣ)

- ΕΓΚΕΦΑΛΟΣ
- ΝΩΤΙΑΙΟΣ ΜΥΕΛΟΣ

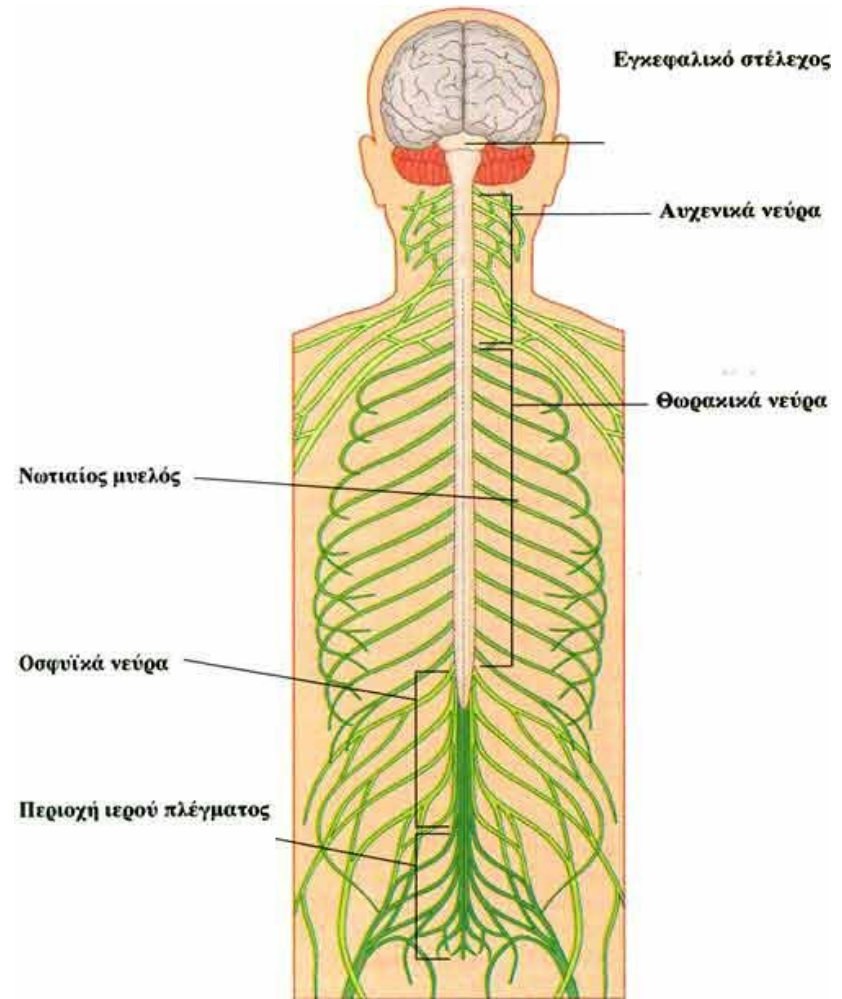
# ΝΩΤΙΑΙΟΣ ΜΥΕΛΟΣ

- Είναι το πιο ουραίο τμήμα του Κ.Ν.Σ.
- Εκτείνεται από τη βάση του κρανίου μέχρι τον 1<sup>ο</sup> οσφυϊκό σπόνδυλο και επομένως δε διατρέχει όλο το μήκος της σπονδυλικής στήλης
- Δέχεται αισθητικές πληροφορίες από το δέρμα, τις αρθρώσεις και τους μυς του κορμού και των άκρων και περιέχει τους κινητικούς νευρώνες που ελέγχουν τις εκούσιες και τις αντανακλαστικές κινήσεις
- Δέχεται επίσης, αισθητικές πληροφορίες από τα εσωτερικά όργανα και έχει ομάδες νευρώνων που ελέγχουν πολλές σπλαχνικές λειτουργίες

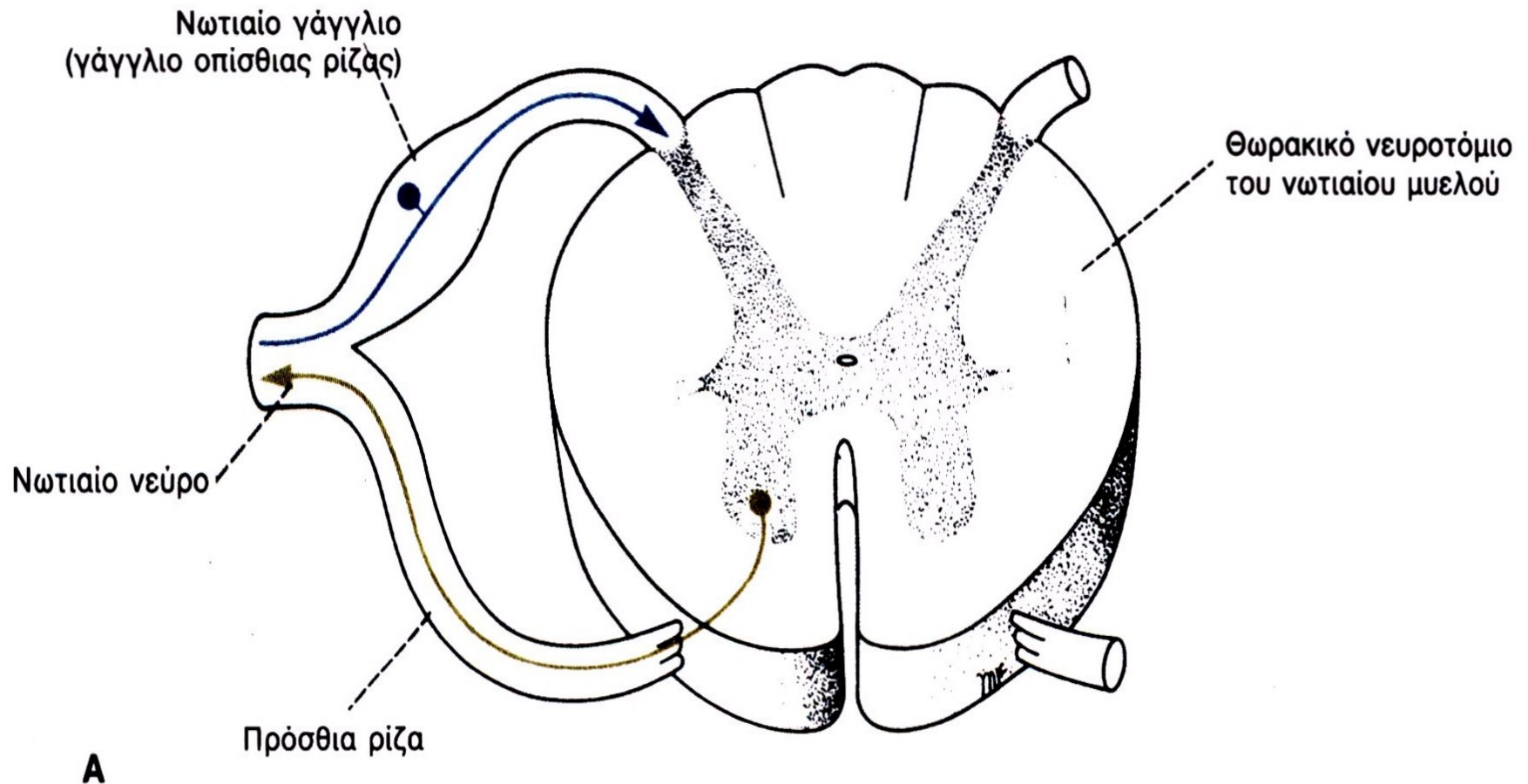
- Τα νωτιαία νεύρα είναι περιφερικά νεύρα που σχηματίζονται με τη σύγκλιση των ραχιαίων και κοιλιακών ριζών
- Κάθε νωτιαίο νεύρο διαθέτει κινητικές και αισθητηριακές νευρικές ρίζες. Τα νευρικά ερεθίσματα που στέλνονται ανάμεσα στον εγκέφαλο και τα περιφερικά νεύρα ταξιδεύουν κατά μήκος των νευρικών ινών που περνούν μέσα από διόδους στο νωτιαίο μυελό. Εκεί είτε ενθαρρύνουν αντανακλαστικές κινήσεις είτε ταξιδεύουν μέχρι τον εγκέφαλο ώστε να πραγματοποιηθεί η ερμηνεία τους ως κινητικά ερεθίσματα. Έχει διαμερισμένη κατασκευή (31 ζεύγη νωτιαίων νεύρων)



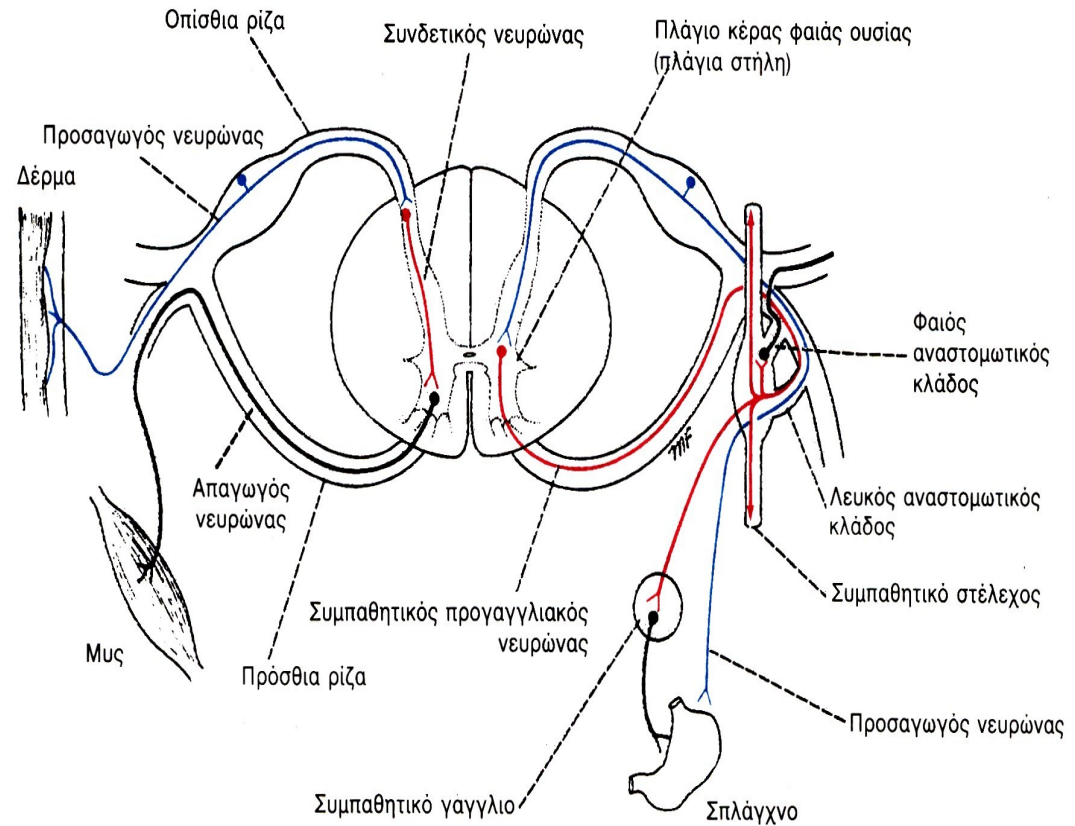
- **Τριανταένα (31) ζεύγη νωτιαίων νεύρων αναφύονται από το νωτιαίο μυελό και επεκτείνονται μέσα από την προστατευτική οστέινη σπονδυλική στήλη. Τα νεύρα αυτά διαχωρίζονται για να νευρώσουν όλα τα τμήματα του κορμού και των άκρων. Πριν φθάσουν στα άκρα οι δέσμες των νεύρων συγκλίνουν, για να σχηματίσουν πλέγματα που ονομάζονται βραχιόνιο και οσφυϊκό πλέγμα, τα οποία κατόπιν διακλαδίζονται περαιτέρω.**



- Οι ραχιαίες ρίζες μεταφέρουν στον νωτιαίο μυελό αισθητικές πληροφορίες από τους μυς, το δέρμα και τα σπλάχνα



- Οι κοιλιακές ρίζες περιέχουν κινητικούς νευράξονες που νευρώνουν μυς, καθώς και νευράξονες του συμπαθητικού και του παρασυμπαθητικού συστήματος



Εικ. 26-1. Γενική σχηματική διάταξη του σωματικού (ζωικού) νευρικού συστήματος (αριστερά) σε σύγκριση με την του αυτόνομου (φυτικού) νευρικού συστήματος (δεξιά).

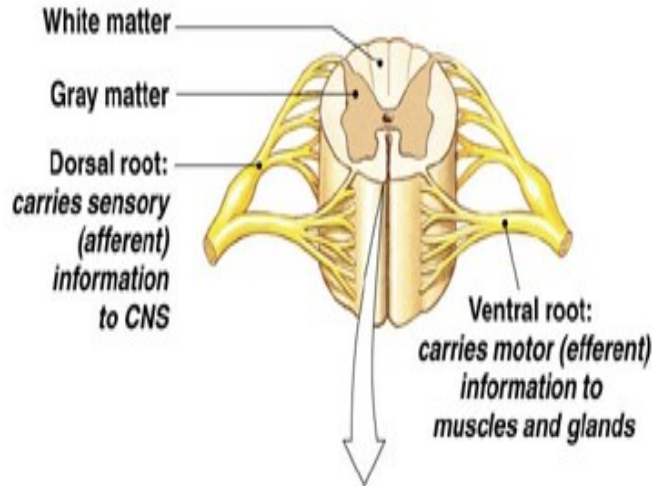
- Στο εσωτερικό του Νωτιαίου Μυελού, τόσο οι ομάδες των αισθητικών κυττάρων που δέχονται πληροφορίες από την περιφέρεια όσο και οι ομάδες των κινητικών κυττάρων που ελέγχουν συγκεκριμένες ομάδες μυϊκών ινών συγκεντρώνονται σε χωριστές περιοχές και δεν αναμιγνύονται τυχαία



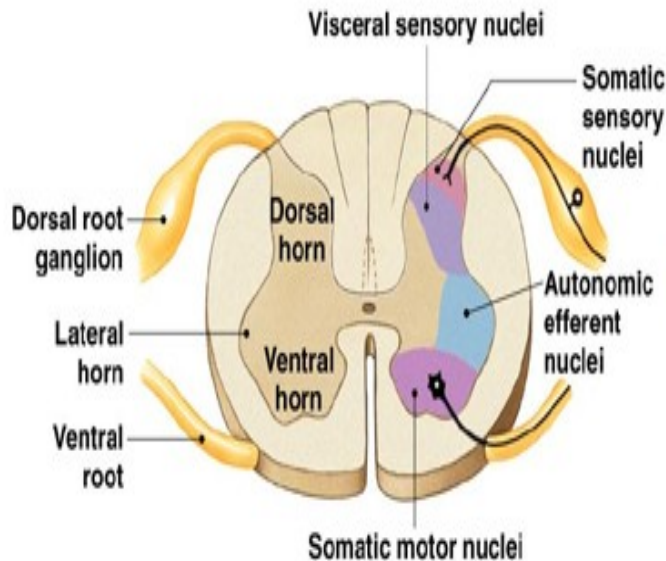
# Ο Νωτιαίος Μυελός περιέχει:

- Ανιούσες ίνες, διαμέσου των οποίων φθάνουν στον εγκέφαλο αισθητικές πληροφορίες
- Κατιούσες ίνες, οι οποίες μεταφέρουν κινητικές εντολές από τον εγκέφαλο στους κινητικούς νευρώνες

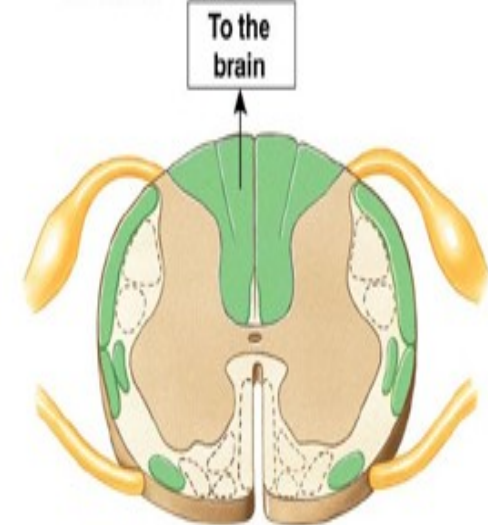
(a) One segment of spinal cord, ventral view, showing its pair of nerves



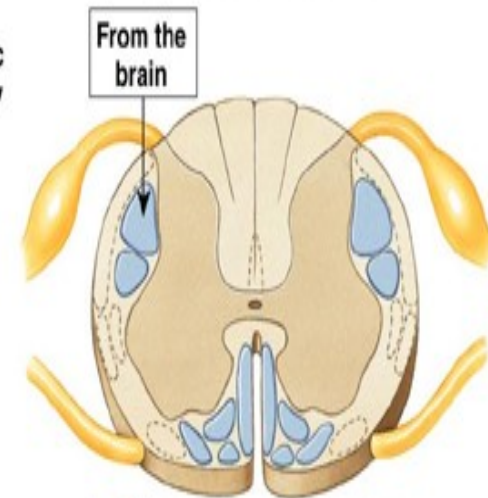
(b) Gray matter consists of sensory and motor nuclei



(c) White matter in the spinal cord consists of axons carrying information to and from the brain.



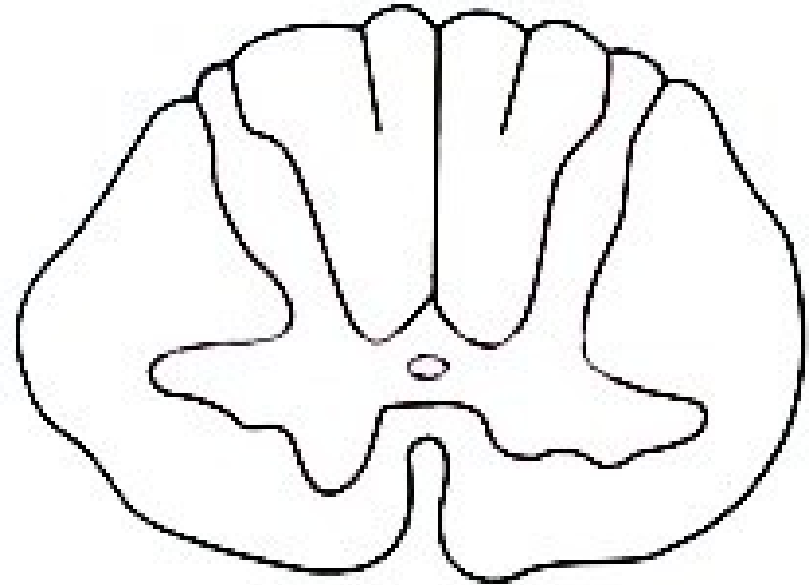
Ascending tracts carry sensory information to the brain.



Descending tracts carry commands to motor neurons.

# ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΝΩΤΙΑΙΟΥ ΜΥΕΛΟΥ

- Ο Νωτιαίος Μυελός εμφανίζει κεντρικά τη Φαϊά ουσία, περιβαλλόμενη εξωτερικά από τη Λευκή ουσία



# ΦΑΙΑ ΟΥΣΙΑ

- Σε εγκάρσια διατομή εμφανίζει σχήμα « Η »
- Αποτελείται από δύο πλάγιες φαιές μάζες που συνδέονται εγκαρσίως μεταξύ τους με μια στενότερη λωρίδα φαιάς, το **φαιό σύνδεσμο**, το κέντρο του οποίου διελαύνεται από το στενό **κεντρικό νευρικό σωλήνα**
- Κάθε πλάγια φαιά μάζα υποδιαιρείται σε πρόσθιο κέρασ ή πρόσθια στήλη και οπίσθιο κέρασ ή οπίσθια στήλη
- Ο όγκος της φαιάς σε κάθε επίπεδο του νωτιαίου μυελού εξαρτάται από τον αριθμό και το μέγεθος των μυών που νευρώνονται από αυτό το επίπεδο
- Επομένως, το μέγεθος είναι μεγαλύτερο αντίστοιχα προς το αυχενικό και το ασφυοϊερό όγκωμα, από τα οποία νευρώνονται αντίστοιχα οι μύες των άνω και κάτω άκρων

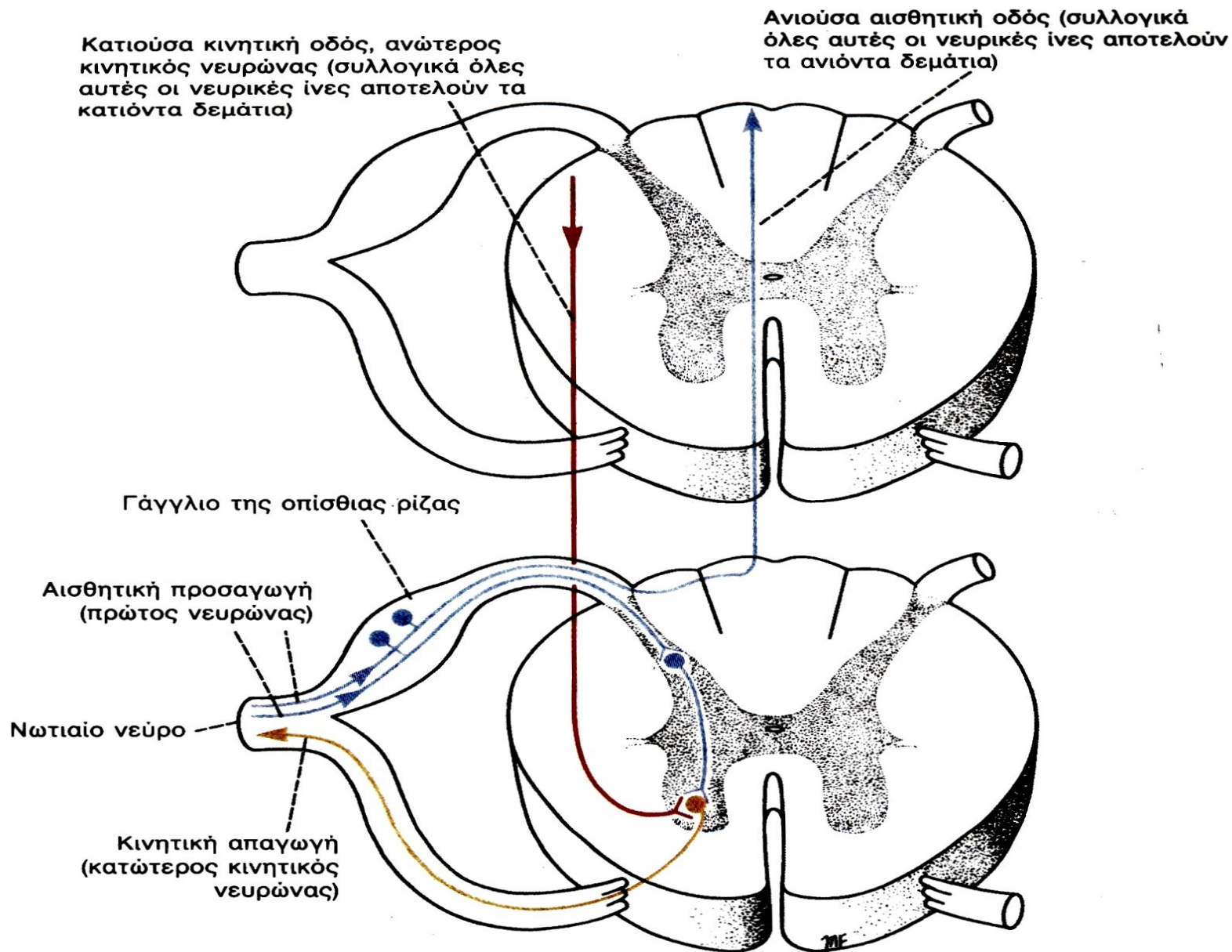


# ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΦΑΙΑΣ ΟΥΣΙΑΣ

- Όπως και στις άλλες περιοχές του κεντρικού νευρικού συστήματος η φαιά ουσία του νωτιαίου μυελού αποτελείται από νευρικά κύτταρα με τις αποφυάδες τους, νευρογλοία και αιμοφόρα αγγεία
- Τα νευρικά κύτταρα είναι πολύπολα, ενώ η νευρογλοία σχηματίζει πολύπλοκο δίκτυο γύρω από τα σώματα των νευρικών κυττάρων και τις αποφυάδες τους

# Διάκριση Νευρικών Ομάδων

- Ομάδες νευρικών κυττάρων των προσθίων κεράτων
- Ομάδες νευρικών κυττάρων των οπίσθιων κεράτων
- Ομάδες νευρικών κυττάρων των πλαγίων κεράτων



**Εικ. 4-1.** Εγκάρσιες διατομές στη θωρακική μοίρα του νωτιαίου μυελού, όπου φαίνονται οι νευρικές ίνες που εισέρχονται (προσαγωγοί) ή εξέρχονται (απαγωγοί) από το κεντρικό νευρικό σύστημα· επίσης φαίνονται οι ανιούσες και κατιούσες αισθητικές ίνες (ανιούσες και κατιούσες οδοί – ανιόντα και κατιόντα δερμάτια).

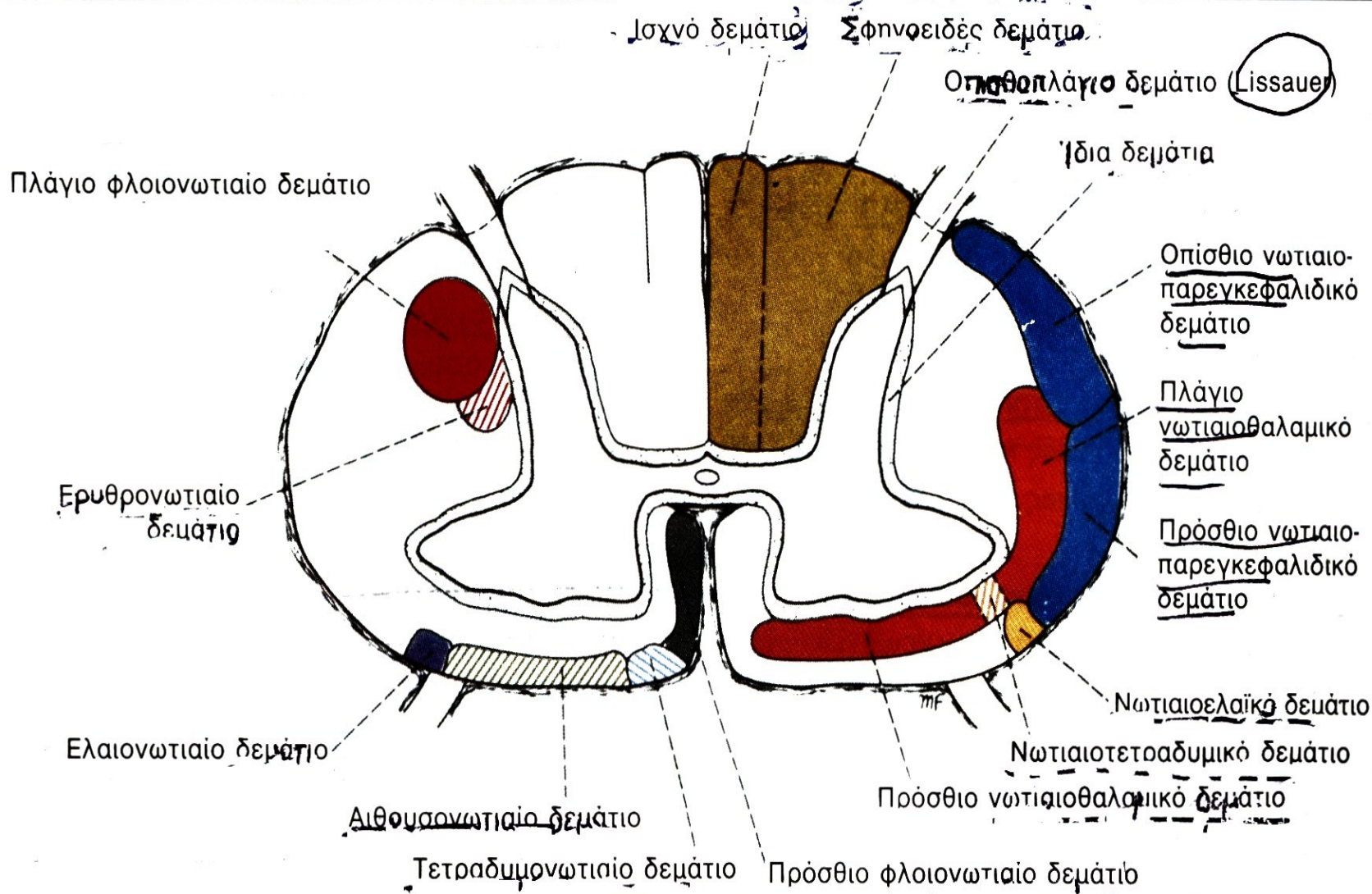
# ΛΕΥΚΗ ΟΥΣΙΑ

Για περιγραφικούς λόγους η λευκή ουσία κάθε ημιμορίου του νωτιαίου μυελού υποδιαιρείται σε:

- Πρόσθια δέσμη (περικλείεται μεταξύ της πρόσθιας μέσης σχισμής και της θέσης ανάδυσης των προσθίων ριζών των νωτιαίων νεύρων)
- Πλαγία δέσμη (περικλείεται μεταξύ της ανάδυσης των προσθίων ριζών και της εισόδου των οπίσθιων ριζών των νωτιαίων νεύρων)
- Οπίσθια δέσμη (περικλείεται μεταξύ της εισόδου των οπίσθιων ριζών και της οπίσθιας μέσης αύλακας)



**Εικ. 7-7.** Εγκάρσια διατομή του νωτιαίου μυελού στα μέσα αυχενικά νευροτόμια. Φαίνεται η διάταξη των ανιόντων δεματίων δεξιά (αριστερό ημιμόριο) και των κατιόντων δεματίων αριστερά (δεξιό ημιμόριο).



# ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΛΕΥΚΗΣ ΟΥΣΙΑΣ

- Η λευκή ουσία του νωτιαίου μυελού αποτελείται από νευρικές ίνες, νευρογλοία και αιμοφόρα αγγεία
- Περιβάλλει τη φαιά ουσία και η λευκή χροιά της αποδίδεται στο πλήθος των εμμύελων νευρικών ινών

## Γενικά

Ο νωτιαίος μυελός βρίσκεται μέσα στο σπονδυλικό (νωτιαίο) σωλήνα περιβαλλόμενος από εγκεφαλονωτιαίο υγρό. Παρουσιάζει δύο ατρακτοειδείς παχύνσεις, το **αυχενικό όγκωμα Γ1**, στην αυχενική μοίρα, και το **οσφυϊκό όγκωμα Γ2**, στην οσφυοίερη μοίρα. Το κάτω άκρο του σχηματίζει το **μυελικό κώνο ΒΓ3** του οποίου η συνέχεια είναι ένα λεπτό νημάτιο, το **τελικό νημάτιο Γ4**. Η **πρόσθια μέση αύλακα** (σχισμή), κατά μήκος του μέσου της πρόσθιας επιφάνειας, και η **οπίσθια μέση αύλακα ΒΓ5**, κατά μήκος του μέσου της οπίσθιας επιφάνειας, καθορίζουν τα όρια μεταξύ δύο όμοιων και συμμετρικών ημιμοριών του νωπιαίου μυελού, του δεξιού και του αριστερού ημιμορίου. Και από τα δύο ημιμόρια του νωπιαίου μυελού κατά το πρόσθιο και το οπίσθιο μέρος της πλάγιας επιφάνειας αναδύονται νευρικές ίνες, οι οποίες αποτελούν αντιστοιχα τις πρόσθιες και τις οπίσθιες ρίζες κάθε νωπιαίου νεύρου. Τα **νωπιαία γάγγλια Β6**, ισάριθμα των νωπιαίων νεύρων, παρεμβάλλονται στις οπίσθιες ρίζες τους.

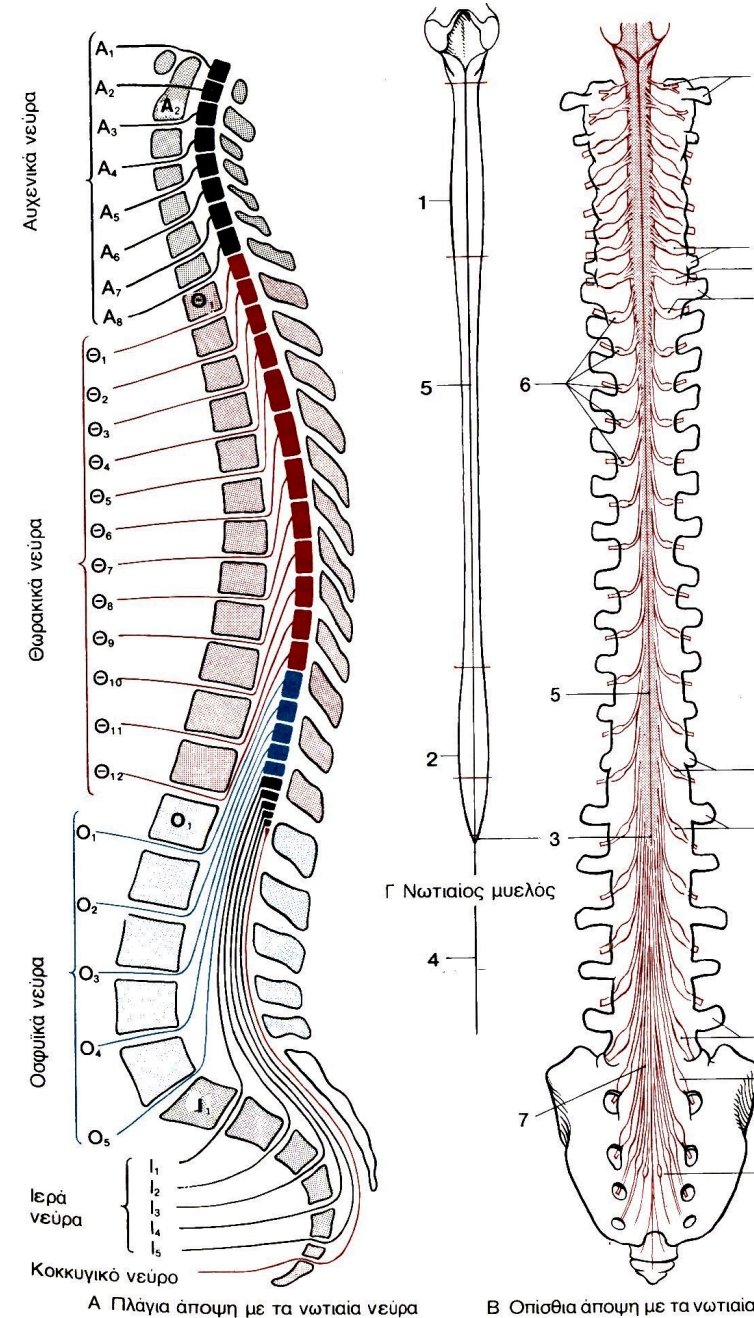
Υπάρχουν 31 (ή 32) ζεύγη νωπιαίων νεύρων, τα οποία εκφύονται από το νωπιαίο μυελό και το καθένα σχηματίζεται από τη συνένωση μιας πρόσθιας και μιας οπίσθιας ρίζας. Το σχηματισθέν νωπιαίο νεύρο εξέρχεται από το σπονδυλικό σωλήνα δια μέσου του μεσοσπονδύλιου τρήματος.

Τα νωπιαία νεύρα διακρίνονται σε *αυχενικά*, *θωρακικά*, *οσφυϊκά*, *ιερά* και *κοκκυγικά*. Υπάρχουν οκτώ ζεύγη αυχενικών νεύρων (το πρώτο ζεύγος εξέρχεται μεταξύ του 1ου και 2ου θωρακικού σπονδύλου)· δώδεκα ζεύγη θωρακικών νεύρων (το πρώτο ζεύγος εξέρχεται μεταξύ του 1ου και 2ου οσφυϊκού σπονδύλου)· πέντε ζεύγη ιερών νεύρων (εξέρχονται από τα πρόσθια ιερά τμήματα) και ένα (ή δύο) ζεύγη κοκκυγικών νεύρων (εξέρχεται μεταξύ του 1ου και 2ου κοκκυγικού σπονδύλου).

Στην εμβρυϊκή ζωή, αρχικά ο νωπιαίος μυελός και η σπονδυλική στήλη έχουν το ίδιο

μήκος, δηλαδή ο νωπιαίος μυελός καταλαμβάνει όλο το μήκος του σπονδυλικού σωλήνα. Έτσι κάθε νωπιαίο νεύρο αναδύεται από το σύστοιχο μεσοσπονδύλιο τμήμα το οποίο βρίσκεται στο ίδιο ύψος με την ανάδυση του νωπιαίου νεύρου από το νωπιαίο μυελό. Με την πρόοδο όμως της διάπλασης ο νωπιαίος μυελός υπολείπεται σε ανάπτυξη σε σχέση με τη σπονδυλική στήλη, έτσι ώστε το κάτω άκρο του νωπιαίου μυελού, σε σύγκριση με τους περιβάλλοντες σπονδύλους, φέρεται διαρκώς και υψηλότερα. Στο νεογνό το κάτω άκρο του νωπιαίου μυελού βρίσκεται στο ύψος του τρίτου οσφυϊκού σπονδύλου και στον ενήλικο φτάνει στο ύψος του 1ου οσφυϊκού σπονδύλου. Συνέπεια αυτού είναι ότι τα νωπιαία νεύρα και οι ρίζες τους για να φτάσουν μέχρι το μεσοσπονδύλιο τμήμα τους ακολουθούν κατιούσα πορεία μέσα στο σπονδυλικό σωλήνα. Όσο χαμηλότερη είναι η έκφυση του νεύρου από το νωπιαίο μυελό τόσο πιο κατιούσα και μακρύτερη είναι η πορεία του μέσα στο σπονδυλικό σωλήνα μέχρις ότου βγει από το μεσοσπονδύλιο τμήμα του. Επομένως, στον ενήλικο δεν υπάρχει αντιστοιχία ύψους μεταξύ της έκφυσης ενός νεύρου από το νωπιαίο μυελό και της εξόδου του από το σπονδυλικό σωλήνα.

Ο σπονδυλικός σωλήνας κάτω από το μυελικό κώνο περιέχει μόνο το τελικό νημάτιο, περιβαλλόμενο από τη μάζα των κατερχόμενων ριζών των κατώτερων νωπιαίων νεύρων, που το σύνολό τους αποτελεί την ιππουρίδα Β7.



Α Πλάγια άποψη με τα νωπιαία νεύρα

Β Οπίσθια άποψη με τα νωπιαία

**Κατασκευή, Αντανακλαστικά**

Η **φαιά ουσία** (κυρίως σώματα νευρικών κυττάρων) σε εγκάρσια διατομή νωπιαίου μυελού εμφανίζεται σε ένα σχηματισμό σαν πεταλούδα ή σαν ακανόνιστο Η και περιβάλλεται από τη **λευκή ουσία** (κυρίως από νευρικές ίνες). Σε κάθε ημιμόριο διακρίνουμε στη φαιά ουσία το **πρόσθιο κέρας AB2** και το **οπίσθιο κέρας AB1**. Σε επιμήκη διατομή του νωπιαίου μυελού φαίνεται ότι τα κέρατα αποτελούν συνεχείς στήλες, την **πρόσθια** και την **οπίσθια στήλη** (βλέπε σελ. 47 Β). Ανάμεσά τους υπάρχει η **κεντρική διάμεση ζώνη** ή **φαίος σύνδεσμος A3**, η οποία περιέχει και τον **κεντρικό νευρικό σωλήνα του νωπιαίου μυελού A4**. Στη θωρακική μοίρα του νωπιαίου μυελού εμφανίζεται και το **πλάγιο κέρας AB5** μεταξύ πρόσθιου και οπίσθιου κέρατος. Οι νευρικές ίνες της οπίσθιας ρίζας **AB7** εισέρχονται στο νωπιαίο μυελό από την **οπίσθια πλάγια αύλακα A6**. Οι νευρικές ίνες της πρόσθιας ρίζας **AB8** εξέρχονται από το νωπιαίο μυελό από την πρόσθια πλάγια αύλακα υπό μορφή λεπτών δεσμιδών.

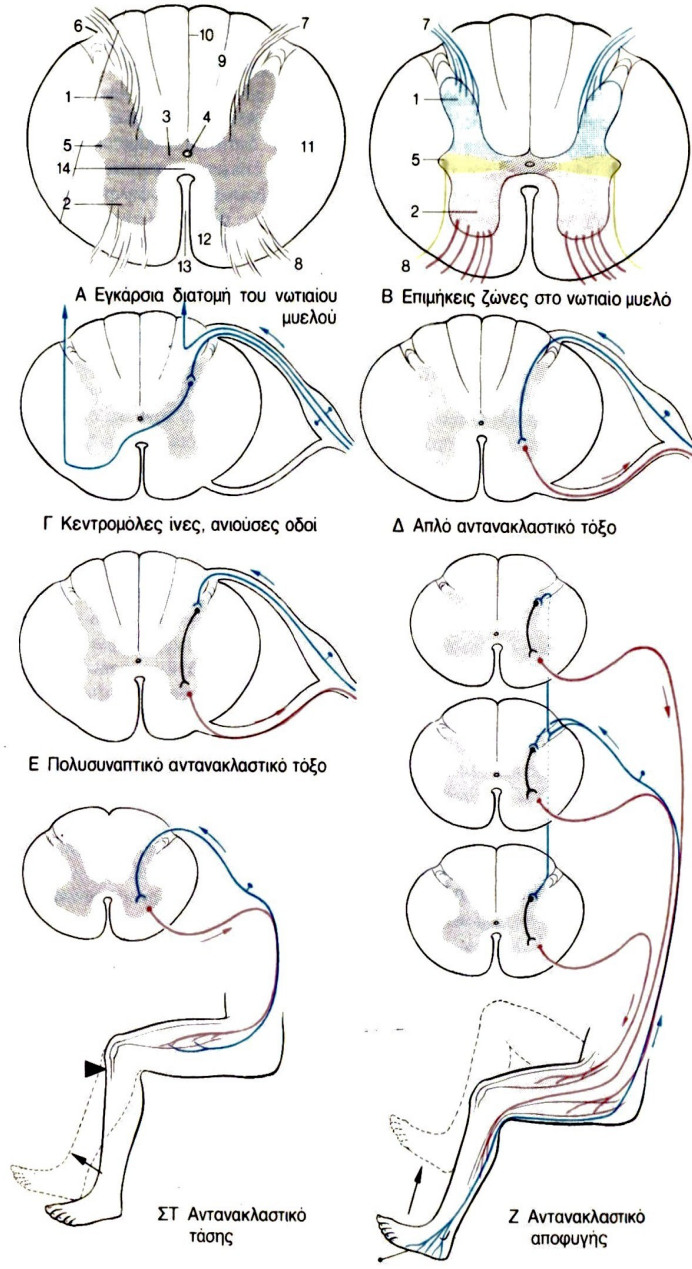
Το οπίσθιο κέρας προέρχεται από το πτερυγαίο πέταλο (αισθητικό) και περιέχει νευρώνες του κεντρομόλου συστήματος Β. Το πρόσθιο κέρας προέρχεται από το βασικό πέταλο (κινητικό) και περιέχει τους κινητικούς νευρώνες του πρόσθιου κέρατος, των οποίων οι απαγωγές νευρικές ίνες (κινητικές) φέρονται στους μύς. Οι σπλαγχνικοί νευρώνες του αυτόνομου νευρικού συστήματος βρίσκονται στο πλάγιο κέρας.

Η **λευκή ουσία** υποδιαιρείται στην **οπίσθια δέσμη A9** (από το οπίσθιο μέσο διάφραγμα A10 μέχρι την οπίσθια πλάγια αύλακα), την **πλάγια δέσμη A11** (από την οπίσθια μέχρι την πρόσθια πλάγια αύλακα ή μεταξύ οπίσθιου και πρόσθιου κέρατος) και την **πρόσθια δέσμη A12** (από την πρόσθια ρίζα μέχρι την πρόσθια μέση σχισμή A13). Η πλάγια και η πρόσθια δέσμη συχνά αναφέρονται μαζί ως **προσθιοπλάγια δέσμη**. Ο **λευκός σύνδεσμος A14** συνδέει τη λευκή ουσία των δύο ημιμορίων του νωπιαίου μυελού, μπροστά από τη φαιά ουσία.

**Αντανακλαστικά τόξα**

Οι κεντρομόλες ίνες της οπίσθιας ρίζας, που είναι οι κεντρικές αποφυάδες των ψευδομονόπολων κυττάρων του νωπιαίου γαγγλίου, μεταφέρουν αισθητικές ώσεις στα κύτταρα του οπίσθιου κέρατος, από τα οποία μεταφέρονται στον εγκέφαλο Γ μετά από σύναψη σε πυρήνες του προμήκη. Εντούτοις, κεντρομόλες ίνες, όπως οι παραπάνω, μπορούν να πάνε απ' ευθείας στα κύτταρα του πρόσθιου κέρατος και να μεταδώσουν τις ώσεις αμέσως σ' αυτά. Η επακολουθούσα αντίδραση καλείται **αντανακλαστική** και το νευρωνικό αυτό κύκλωμα αποτελεί ένα **αντανακλαστικό τόξο Δ**. Γενικά όμως οι κεντρομόλες ίνες δε φέρονται στον κινητικό νευρώνα απ' ευθείας, για να αποτελέσουν ένα **μονοσυναπτικό αντανακλαστικό**, αλλά με την παρεμβολή διάμεσων νευρώνων και έτσι σχηματίζεται το **πολυσυναπτικό αντανακλαστικό τόξο Ε**.

Το **αντανακλαστικό τάσης** και το **αντανακλαστικό αποφυγής** είναι σημαντικά κλινικά. Στο **αντανακλαστικό τάσης ΣΤ** ένας μύς τίθεται σε τάση με ένα κτύπημα στον τένοντά του και αντιδρά στη διέγερση των υποδοχέων του με στιγμιαία σύσπαση. Το αντανακλαστικό, που μπορεί να γίνει σε οποιοδήποτε επίπεδο του νωπιαίου μυελού, περιλαμβάνει πολύ μικρό αριθμό νευρώνων. Στο **αντανακλαστικό αποφυγής Ζ** διεγείρονται υποδοχείς του δέρματος (άλγος) και με συντονισμένη δράση από ορισμένες (για κάθε περίπτωση) ομάδες μυών αποσύρεται από το ερέθισμα το μέρος του σώματος που πονάει. Εδώ συμμετέχουν διάφορα επίπεδα του νωπιαίου μυελού και πολλοί διάμεσοι νευρώνες.



Α Εγκάρσια διατομή του νωπιαίου μυελού

Β Επιμήκεις ζώνες στο νωπιαίο μυελό

Γ Κεντρομόλες ίνες, ανιούσες οδοί

Δ Απλό αντανακλαστικό τόξο

Ε Πολυσυναπτικό αντανακλαστικό τόξο

ΣΤ Αντανακλαστικό τάσης

Ζ Αντανακλαστικό αποφυγής

**Φαϊά Ουσία**

Ο **ίδιος πυρήνας του οπίσθιου κέρατος A1** αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος του **οπίσθιου κέρατος**. Ο **ραχιαίος ή θωρακικός πυρήνας ή στήλη του Clarke A2** βρίσκεται στην **έσω μοίρα** της βάσης του οπίσθιου κέρατος. Η **ραχιαία ηκτωματώδης ουσία (Roland)** **A3**, βρίσκεται ραχιαίως του ίδιου πυρήνα του οπίσθιου κέρατος και ανήκει στη νευρολογία της φαϊάς ουσίας. Από πίσω περιβάλλεται από τη **σπογγώδη ουσία A4**. Το οπίσθιο πέρασ του οπίσθιου κέρατος χωρίζεται από την επιφάνεια του νωτιαίου μυελού από λεπτή δέσμη λευκής ουσίας το **οπισθοπλάγιο δερμάτιο ή επιχείλια ζώνη του Lissauer A5**. Ο **έσω διάμεσος πυρήνας A6** βρίσκεται μεταξύ πρόσθιου και οπίσθιου κέρατος και επί τα εκτός σχηματίζεται το **πλάγιο κέρασ A7**, το οποίο περιέχει τον **έξω διάμεσο πυρήνα**. Μεταξύ του οπίσθιου και του πλάγιου κέρατος το όριο της λευκής ουσίας είναι λιγότερο πυκνό, γιατί εκεί υπάρχει ο **δικτυωτός σχηματισμός του νωτιαίου μυελού A8**.

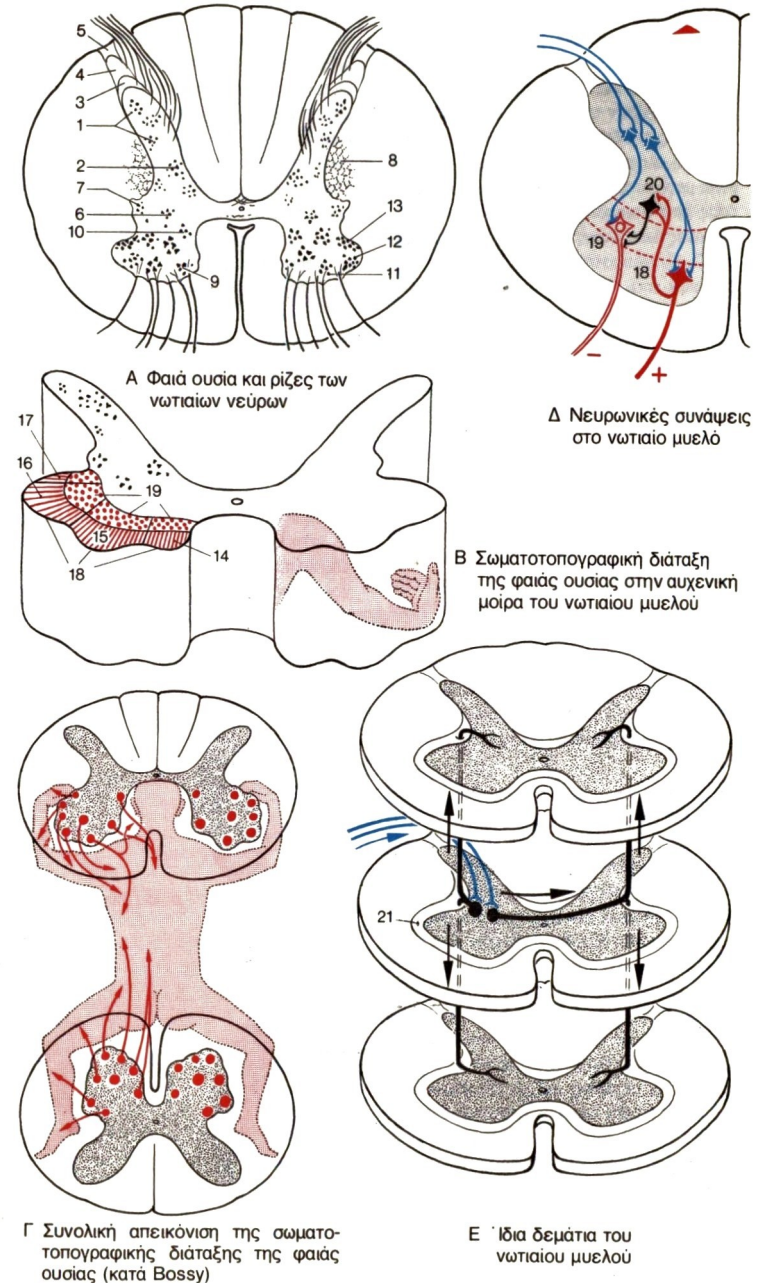
Στο **πρόσθιο κέρασ** οι κινητικοί νευρώνες είναι διατάγμενοι σε ομάδες (σωματοκινητικοί νευρώνες). Η **έσω ομάδα** περιλαμβάνει τον **πρόσθιο έσω πυρήνα A9** και τον **οπίσθιο έσω πυρήνα A10**. Η **έξω ομάδα** περιλαμβάνει τον **πρόσθιο έξω πυρήνα A11**, τον **οπίσθιο έξω A12** και τον **οπισθοπίσθιο έξω πυρήνα A13**. Η κεντρική ομάδα στην αυχενική μοίρα του νωτιαίου μυελού περιλαμβάνει τον πυρήνα του φρενικού νεύρου και το νωτιαίο πυρήνα του παραπληρωματικού νεύρου.

Το **πρόσθιο κέρασ** εμφανίζει σωματοτοπογραφική διάταξη των πυρήνων του. Η **έσω ομάδα** περιλαμβάνει τους κινητικούς πυρήνες των νευρών για το λαιμό, τη ράχη και τους μεσοπλευρίους και κοιλιακούς μύς **B14**. Οι νευρώνες του πρόσθιου έξω πυρήνα νευρώνουν τους μύς της ωμικής ζώνης και του βραχίονα **B15** και οι νευρώνες του οπίσθιου έξω πυρήνα νευρώνουν τους μύς του πήχη και του χεριού **B16**. Τέλος, ο οπισθοπίσθιος έξω πυρήνας περιέχει ιδιαίτερα μεγάλο αριθμό κινητικών νευρώνων για τη νευρώση των μύων των δακτύλων **B17**.

Τα νευρικά κύτταρα για τους εκτεινόντες μύς **B18** καταλαμβάνουν την πρόσθια μοίρα του πρόσθιου κέρατος ενώ ραχιαία βρίσκονται οι νευρώνες για τους καμπήρες μύς **B19**. Αλλά και κατά μήκος του νωτιαίου μυελού διατηρείται σωματοτοπογραφική διάταξη, έτσι ώστε οι νευρώνες για την ωμική ζώνη βρίσκονται σε υψηλότερο επίπεδο χαμηλότερα είναι οι νευρώνες για τη νευρώση του βραχίονα και πιο χαμηλά οι νευρώνες για τον πήχη και το χέρι. Η εικόνα Γ παριστάνει σχηματικά την τοπογραφική διάταξη των κινητικών πυρήνων σε σχέση με ολόκληρο το σώμα. (Σημείωση του μεταφραστή: Προσοχή στην εγκάρσια διατομή του κάτω μέρους της εικόνας: οι κινητικοί πυρήνες απεικονίζονται κανονικά στα πρόσθια κέρατα, τα οποία όμως δίνουν την εντύπωση ότι βρίσκονται πίσω).

Για την αρμονική και συγχρονισμένη κίνηση κατά τη σύσπαση μιας ομάδας μυών πρέπει να γίνει ανάλογη και σύγχρονη χαλάρωση των ανταγωνιστών μυών. Αυτό επιτυγχάνεται με την αναστολή των αντίστοιχων σωματοκινητικών κυττάρων. Όταν, π.χ., ενεργοποιείται ο κινητικός νευρώνας ενός εκτεινόντος μύος **Δ18**, τότε, ταυτόχρονα, με ένα παράπλευρο κλάδο του άξονα διέρχονται ώσεις σε ένα διάμεσο ανασταλτικό νευρώνα, ένα **κύτταρο του Renshaw Δ20**, που αναστέλει τους νευρώνες των ανταγωνιστών καμπήρων μύων **Δ19**.

**Ίδια ή θεμέλια δερμάτια του νωτιαίου μυελού**. Μερικοί διάμεσοι νευρώνες της φαϊάς ουσίας του νωτιαίου μυελού χρησιμοποιούν για να συνδέουν τα διάφορα νευροτόμια μεταξύ τους και έτσι συντελούν στην ταυτόχρονη εξαπλώση των νευρικών νιγέρσεων ομόπλευρα και ετερόπλευρα. Οι ανιούσες ή κατιούσες νευρικές ίνες τους αποτελούν τα **Ίδια δερμάτια E21** κάθε δέσμης του νωτιαίου μυελού που περιβάλλουν τη φαϊά ουσία.



Γ Συνολική απεικόνιση της σωματοτοπογραφικής διάταξης της φαϊάς ουσίας (κατά Bossy)

Ε Ίδια δερμάτια του νωτιαίου μυελού

## Εγκάρσιες Διατομές του Νωτιαίου Μυελού

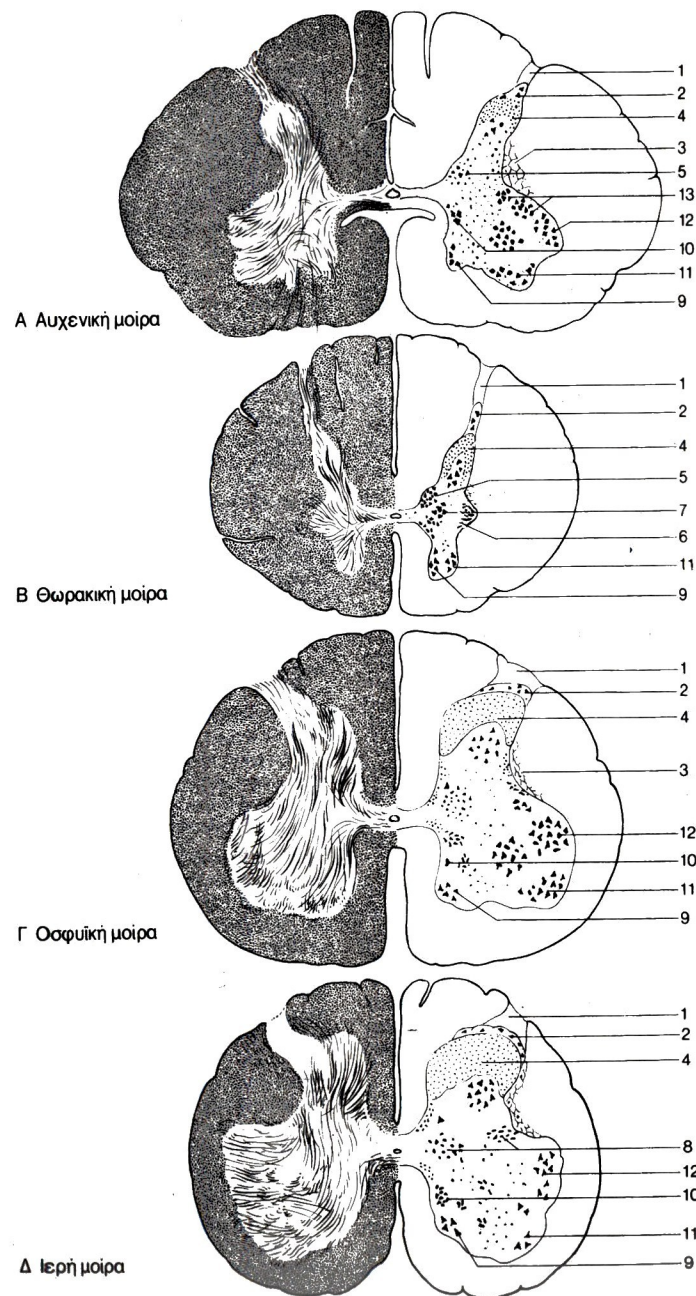
Οι εγκάρσιες διατομές του νωτιαίου μυελού εμφανίζουν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους στα διάφορα επίπεδα. Αντίστοιχα προς το αυχενικό και το οσφυϊκό όγκωμα είναι μεγαλύτερες σε όλες τις διαστάσεις τους από οποιοδήποτε άλλο επίπεδο. Οι μέγιστες διαστάσεις αντιστοιχούν στα Α<sub>4</sub>-Α<sub>5</sub> και Ο<sub>4</sub>-Ο<sub>5</sub> νευροτόμια. Η αύξηση των διαστάσεων στα ογκώματα οφείλεται κυρίως στην αύξηση της φαιάς ουσίας, λόγω του μεγάλου αριθμού των νευρώνων για τη νύρωση των άκρων. Ο μεγαλύτερος όγκος της λευκής ουσίας, ο οποίος ελαττώνεται κεφαλουραίως, παρατηρείται στην αυχενική μοίρα του νωτιαίου μυελού. Τα ανιόντα αισθητικά δερμάτια αυξάνονται από την ιερή προς την αυχενική μοίρα, λόγω της διαρκούς προσθήκης νέων κεντρομόλων ιών, ενώ, αντίθετα, τα κατιόντα κινητικά δερμάτια ελαττώνονται από την αυχενική προς την ιερή μοίρα λόγω της εν τω μεταξύ κατάληξης των φυγόκεντρων ιών στα διάφορα επίπεδα.

Το σαν «Η» ή «πεταλούδα» σχήμα της φαιάς ουσίας μεταβάλλεται στα διάφορα επίπεδα, όπως επίσης μεταβάλλεται και το σχήμα της επιχειλίας ζώνης του **Lissauer A-Δ1**.

Στην αυχενική μοίρα το οπίσθιο κέρασ είναι στενό και καταλήγει στη σπογγιώδη ζώνη **A2**. Η έξω γωνία, μεταξύ πρόσθιου και οπίσθιου κέρατος, καταλαμβάνεται από το δικτυωτό σχηματισμό **A-Δ3**. Οι αισθητικές ίνες του άλγους συνάπτονται στη ραχιαία πηκτωματώδη ουσία (Rolandi) **A-Δ4**. Οι ιδιοδέκτριες αισθητικές νευρικές ίνες από τους μύς (μυϊκές ατράκτους) συνάπτονται στο ραχιαίο πυρήνα του **Clarke AB5** όπου αρχίζουν δερμάτια για την παρεγκεφαλίδα. Η φαιά ουσία της θωρακικής μοίρας έχει μικρό μέγεθος και το οπίσθιο κέρασ της είναι λεπτό αλλά με αναπτυγμένο ραχιαίο πυρήνα. Στο ευμέγεθες οπίσθιο κέρασ της οσφυϊκής και της ιερής μοίρας του νωτιαίου μυελού η πηκτωματώδης ουσία **ΓΔ4** έχει μεγάλο μέγεθος και ραχιαία περιβάλλεται από στενή σπογγιώδη ζώνη **ΓΔ2**.

Στη θωρακική μοίρα του νωτιαίου μυελού το πλάγιο κέρασ σχηματίζεται από τον **έξω διάμεσο πυρήνα B6**, που αποτελείται κυρίως από τα σπλαγχνοκινητικά κύτταρα του συμπαθητικού, των οποίων οι φυγόκεντρες ίνες (προγαγγλιακές) εξέρχονται από το νωτιαίο μυελό με την πρόσθια ρίζα του. Συμπαθητικά νευρικά κύτταρα υπάρχουν επίσης και στον **έσω διάμεσο πυρήνα B7**. Στην ιερή μοίρα του νωτιαίου μυελού (I<sub>2</sub>-I<sub>4</sub>) οι παρασυμπαθητικοί νευρώνες σχηματίζουν τον **έξω και τον έσω διάμεσο πυρήνα Δ8**.

Το **πρόσθιο κέρασ** είναι πολύ διογκωμένο στην αυχενική μοίρα και περιέχει διάφορους κινητικούς πυρήνες: την **έσω ομάδα των πυρήνων (πρόσθιος έσω πυρήνας A9 και οπίσθιος έσω πυρήνας A10)** και την **έξω ομάδα των πυρήνων (πρόσθιος έξω πυρήνας A11, οπίσθιος έξω πυρήνας A12 και οπισθοπίσθιος έξω πυρήνας A13)**. Αντίθετα, στη θωρακική μοίρα του νωτιαίου μυελού το πρόσθιο κέρασ είναι λεπτό και υπάρχουν λίγες μόνο ομάδες νευρικών κυττάρων. Το πρόσθιο κέρασ διογκώνεται και πάλι πάρα πολύ στην οσφυϊκή και στην ιερή μοίρα του νωτιαίου μυελού όπου εκπορεύονται τα νεύρα για τα κάτω άκρα.



Δ Ιερή μοίρα

**Ανιόντα Δεμάτια**

**Δεμάτια της Πρόσθιας και Πλάγιας Δέσμης**

**Πλάγιο νωτιοθαλαμικό δεμάτιο A1.** Οι προαγωγοί (κεντρομόλες) νευρικές ίνες της οπίσθιας ρίζας, που αποτελούν τις ίνες της έξω δεσμιδίας A2, στην επιχείλιδα ζώνη του Lissauer υποδιαίρονται και απολήγουν στα κύτταρα της *πηκτωματώδους ουσίας* και στα κύτταρα του *ιδίου πυρήνα των οπίσθιων κεράτων*. Οι νευρικές ίνες από τα κύτταρα αυτά χιάζονται κατά τον *πρόσθιο λευκό σύνδεσμο* και φερόμενες στην αντίθετη πλάγια δέσμη απαρτίζουν το *πλάγιο νωτιοθαλαμικό δεμάτιο* που καταλήγει στο θάλαμο. Με το δεμάτιο αυτό άγονται διεγέρσεις σχετικές με το *άλγος* και τη *θερμοκρασία*, ως και *έξω- και ιδιοδέκτριες διεγέρσεις*. Οι ίνες του δεματίου εμφανίζουν *σωματοτοπογραφική διάταξη*: οι νευρικές ίνες που προέρχονται από την *ιερή* και την *οσφυϊκή μοίρα* πορεύονται *έξω* και *πίσω*, ενώ από τη *θωρακική* και *αυχενική μοίρα* πορεύονται *έσω* και *μπροστά*. Επίσης οι νευρικές ίνες του πόνου βρίσκονται *επιφανειακά*, ενώ οι ίνες της *θερμοκρασίας* πορεύονται *βαθύτερα*.

**Πρόσθιο νωτιοθαλαμικό δεμάτιο A3.** Οι ίνες του δεματίου προέρχονται και αυτές από τα κύτταρα του *πυρήνα των οπίσθιων κεράτων*, οι οποίες μετά χιασμό στον *πρόσθιο λευκό σύνδεσμο* φέρονται στην *αντίθετη πρόσθια δέσμη* του νωπιαίου μυελού και αποτελούν το *πρόσθιο νωτιοθαλαμικό δεμάτιο*. Άγουν *διεγέρσεις σχετικές με την αδρή πίεση* και την *αφή*. Και τα δύο νωτιοθαλαμικά δεμάτια θεωρούνται ως *οδός της πρωτοπαθούς αισθητικότητας*.

Το *νωτιοτετραδυμικό δεμάτιο A5* φέρει στο τετράδυμο διεγέρσεις *άλγος* κυρίως (συστολή της κόρης σε άλγος). (*Σημείωση του μεταφραστή*: Οι νευρικές ίνες του εκφύονται από κύτταρα του *οπίσθιου κέρατος* του αντίθετου ημιμορίου. Ανέρχεται μεταξύ *πρόσθιου-πλάγιου νωτιοθαλαμικού δεματίου* και *καταλήγει στα πρόσθια διδύμια*).

**Δεμάτια της Οπίσθιας Δέσμης**

**Ισχνό δεμάτιο του Goll Γ6 και σφηνοειδές δεμάτιο του Burdach Γ7.** Από τις νευρικές ίνες της οπίσθιας ρίζας, οι ίνες που αποτελούν την *έσω δεσμιίδα*, με παχύ μυελώδες έλυτρο, εισέρχονται χωρίς σύναψη στην οπίσθια δέσμη του νωπιαίου μυελού και αποσχίζονται σε *μακρούς ανιόντες* και *βραχείς κατιόντες κλάδους*. Οι *ανιόντες κλάδοι* απαρτίζουν τα *ανιόντα δεμάτια* της οπίσθιας δέσμης, *ισχνό* και *σφηνοειδές*. Άγουν *εξωδέκτριες* και *ιδιοδέκτριες διεγέρσεις* *επικριτικής αισθητικότητας* (οι *έξω-*

*δέκτριες* πληροφορίες σχετίζονται με την *εντόπιση* και την *ποιότητα της αίσθησης*, οι *ιδιοδέκτριες* πληροφορίες με τη *θέση των άκρων* και τη *στάση του σώματος*). Οι *ίνες των δεματιών της οπίσθιας δέσμης* έχουν *σωματοτοπογραφική διάταξη*: οι *ίνες από την ιερή μοίρα* πορεύονται *όλως προς τα έξω*, και *προς τα έξω* πορεύονται *κατά σειρά* οι *ίνες της οσφυϊκής* και της *θωρακικής μοίρας (ισχνό δεμάτιο)*. Οι *νευρικές ίνες από το Θ<sub>1</sub>* προς τα *άνω* μέχρι το *A<sub>2</sub>* *νευροτόμιο* πορεύονται *εντελώς* προς τα *έξω* και αποτελούν το *σφηνοειδές δεμάτιο*.

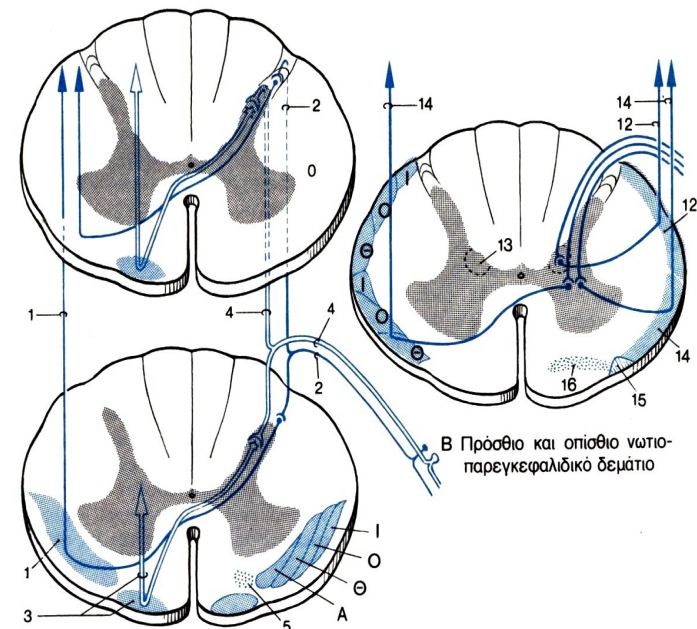
Οι *βραχείς κατιόντες κλάδοι Γ8* απολήγουν στα *κύτταρα των οπίσθιων κεράτων* *κάτωτερων νευροτομίων* και αποτελούν το *κομματοειδές δεμάτιο του Schultze Δ9* στην *αυχενική μοίρα*, το *ωοειδές δεμάτιο* στη *θωρακική μοίρα Δ10* και το *τριγωνικό δεμάτιο των Phillipe-Gombault Δ11* στην *ιερή μοίρα* του νωπιαίου μυελού.

**Παρεγκεφαλιδικά Δεμάτια της Πλάγιας Δέσμης**

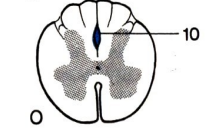
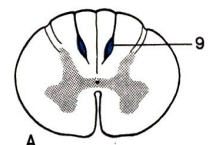
**Οπίσθιο ή ραχιαίο νωτιοπαρεγκεφαλιδικό δεμάτιο (Flechsig) B12.** Κεντρομόλες νευρικές ίνες από την *οπίσθια ρίζα* *καταλήγουν στα νευρικά κύτταρα του ραχιαίου πυρήνα του Clarke Β13*. Από τα νευρικά κύτταρα αυτού του πυρήνα αρχίζει το *ραχιαίο νωτιοπαρεγκεφαλιδικό δεμάτιο*, το οποίο, *αχίαστο*, πορεύεται στην *περιφέρεια της λευκής ουσίας της σύστοιχης πλάγιας δέσμης* και *δια των κάτω σκελών της παρεγκεφαλίδας φέρεται σ' αυτήν*. Άγει *ιδιοδέκτριες* κυρίως *διεγέρσεις* από τους *μυς*, τους *τένοντες* και τις *αρθρώσεις*.

**Πρόσθιο ή κοιλιακό νωτιοπαρεγκεφαλιδικό δεμάτιο (Gowers) B13.** Αρχίζει από τα *κύτταρα του οπίσθιου κέρατος*. Οι νευρικές τους ίνες φέρονται στο *σύστοιχο* ή στο *αντίθετο ημιμόριο* του νωπιαίου μυελού (*χιαστό* και *αχίαστο δεμάτιο*) και πορεύονται στην *περιφέρεια της λευκής ουσίας της πλάγιας δέσμης*, *μπροστά* από το προηγούμενο δεμάτιο, και *διά των άνω σκελών* *καταλήγουν στην παρεγκεφαλίδα*. Άγει *εξωδέκτριες* και *ιδιοδέκτριες διεγέρσεις*. Και τα *δύο παρεγκεφαλιδικά δεμάτια* έχουν *σωματοτοπογραφική διάταξη των ινών* τους: οι *νευρικές ίνες από την ιερή μοίρα* πορεύονται *ραχιαία* ενώ από την *οσφυϊκή* και τη *θωρακική κοιλιακά*.

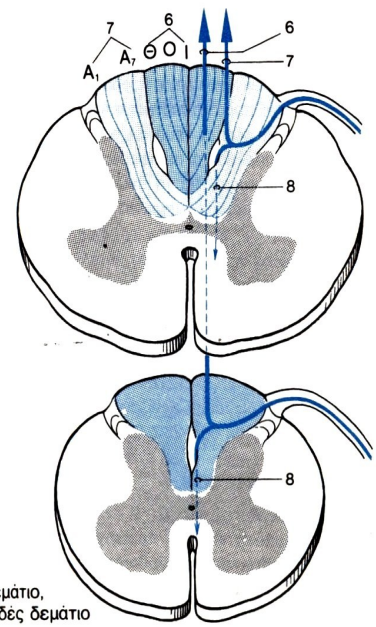
Το *νωτιοελαϊκό δεμάτιο B14* και το *νωτιοαιθουσαίο δεμάτιο B15* εκπορεύονται από νευρικά κύτταρα του *οπίσθιου κέρατος της αυχενικής μοίρας* του νωπιαίου μυελού και άγουν *ιδιοδέκτριες* κυρίως *διεγέρσεις* στην *κάτω ελαία* του *προμήκη* και στους *αιθουσαίους πυρήνες*.



A Πλάγιο και πρόσθιο νωτιοθαλαμικό δεμάτιο



Δ Κατιόντα δεμάτια της οπίσθιας δέσμης



Γ Ισχνό δεμάτιο, σφηνοειδές δεμάτιο

## Κατιόντα Δεμάτια

### Φλοιονωτιαία Οδός, Πυραμιδικά Δεμάτια Α

Το μεγαλύτερο μέρος των ινών προέρχεται από την πρόσθια κεντρική έλικα και την προκινητική χώρα (περιοχές 4 και 6), μερικές δε ίνες θεωρείται ότι προέρχονται από τις φλοιώδεις περιοχές του βρεγματικού λοβού. 80% περίπου των ινών της φλοιονωτιαίας οδού χιάζονται στον προμήκη, στο **χιασμό των πυραμίδων A1**, κατέρχονται στην πλάγια δέσμη του αντίθετου ημιμορίου του νωτιαίου μυελού και αποτελούν το **πλάγιο πυραμιδικό δεμάτιο A2**. Οι υπόλοιπες ίνες κατέρχονται αχιάστες στη σύστοιχη πρόσθια δέσμη του νωτιαίου μυελού και αποτελούν το **πρόσθιο πυραμιδικό δεμάτιο A3**. Οι νευρικές ίνες αυτού του δεματίου χιάζονται στον πρόσθιο λευκό σύνδεσμο του νευροτομίου στο οποίο καταλήγουν. Περισσότερες από τις μισές νευρικές ίνες των πυραμιδικών δεματίων καταλήγουν στα πρόσθια κέρατα της φαϊάς ουσίας της αυχενικής μοίρας του νωτιαίου μυελού, προοριζόμενες για τη νευρώση των άνω άκρων, και το 1/4 περίπου των ινών καταλήγει στην **οσφυοίερη μοίρα** για τη νευρώση των κάτω άκρων. Στο πλάγιο πυραμιδικό δεμάτιο υπάρχει σωματοτοπογραφική διάταξη των νευρικών ινών: οι νευρικές ίνες για το κάτω άκρο πορεύονται περιφερικά, ενώ οι ίνες για τον κορμό και το άνω άκρο πορεύονται βαθύτερα. Οι περισσότερες από τις νευρικές ίνες απολήγουν σε διάμεσους (συνδετικούς) νευρώνες, που μεταδίδουν τις ώσεις για την εκούσια κίνηση στα κύτταρα των προσθίων κεράτων. Οι νευρικές αυτές ίνες όχι μόνο μεταβιβάζουν νευρικές ώσεις στα κύτταρα των προσθίων κεράτων, αλλά προκαλούν επίσης και έντονη φλοιώδη αναστολή μέσω διαμέσων ανασταλτικών νευρώνων (βλέπε σελ. 282, 290).

### Εξωπυραμιδικές Οδοί

Οι εξωπυραμιδικές οδοί **B** και εν γένει το εξωπυραμιδικό σύστημα περιλαμβάνουν κατιόντα συστήματα: το **αιθουσωνωτιαίο δεμάτιο B4** (ισορροπία, μυϊκός τόνος), το **προσθιοπλάγιο δικτυονωτιαίο δεμάτιο B5** από

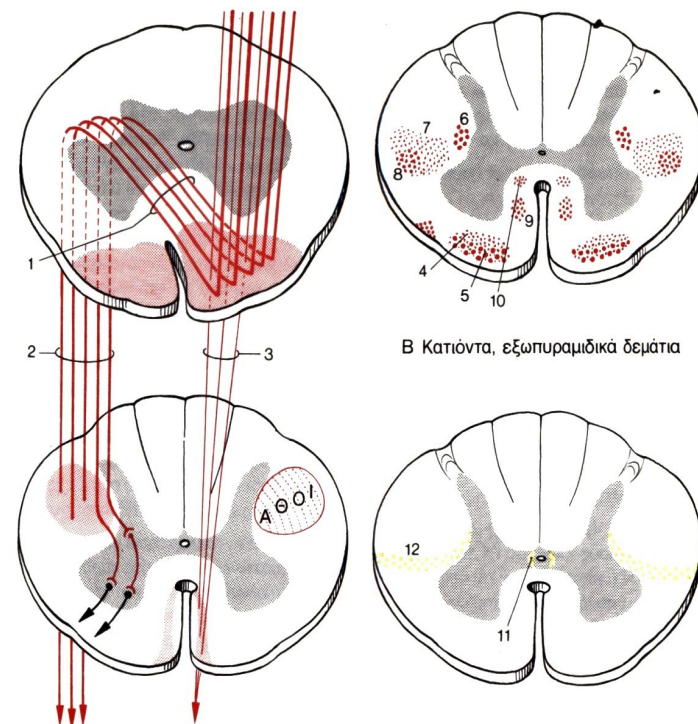
τη γέφυρα, το **πλάγιο δικτυονωτιαίο δεμάτιο B6** από τον προμήκη και το **καλυππρονωτιαίο δεμάτιο B7** από το μέσο εγκέφαλο. Το **ερυθρονωτιαίο δεμάτιο B8** (το οποίο στον άνθρωπο αντικαθίσταται κατά μεγάλο μέρος από το καλυππρονωτιαίο) και το **τετραδυμνωτιαίο δεμάτιο B9** απολήγουν στην αυχενική μοίρα του νωτιαίου μυελού και διαφοροποιούν τις κινήσεις της κεφαλής και του άνω άκρου. Η **έσω επιμήκης δεσμίδα B10** περιέχει διάφορα συστήματα νευρικών ινών από το εγκεφαλικό στέλεχος (σελ. 134).

### Οδοί του Αυτονόμου Νευρικού Συστήματος

Οι οδοί του αυτονόμου νευρικού συστήματος **Γ** αποτελούνται από αμύελες και ελάχιστα εμμύελες που σπάνια σχηματίζουν δεμάτια. Η παρασπενδυματική οδός **Γ11** πορεύεται εκατέρωθεν του κεντρικού νευρικού σωλήνα του νωτιαίου μυελού. Οι ανιούσες και κατιούσες ίνες της φτάνουν στο διάμεσο εγκέφαλο (υποθάλαμο) και άγουν ώσεις για τη γεννητική λειτουργία. Κοιλιακά από την πυραμιδική οδό κατέρχεται η οδός για την αγγειοσυστολή και την έκκριση του ιδρώτα (Foerster) **Γ12**, η οποία εμφανίζει την ίδια σωματοτοπογραφική διάταξη όπως και η πλάγια πυραμιδική οδός.

### Αναγνώριση των Δεματίων

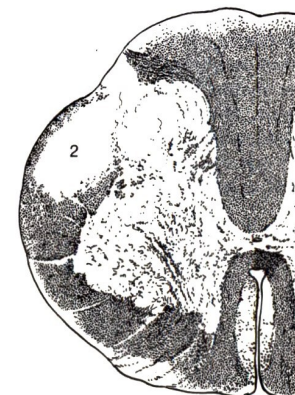
Τα διάφορα δεμάτια δεν αναγνωρίζονται στις εγκάρσιες διατομές του φυσιολογικού νωτιαίου μυελού. Μόνο μετά από πειραματικές βλάβες (διατομή) ή βλάβες στο νωτιαίο μυελό, ή κατά τη διάπλαση, διακρίνονται μερικά δεμάτια. Οι ίνες των διαφόρων δεματίων υφίστανται μυελίνωση σε διαφορετικούς χρόνους κατά τη διάπλαση και έτσι ξεχωρίζουν μεταξύ τους, όπως π.χ. το πυραμιδικό δεμάτιο **Δ2** του οποίου αργεί η μυελίνωση. Επίσης, μετά από βλάβη, οι νευρικές ίνες περιφερικά από τη βλάβη υφίστανται εκφύλιση και έτσι διακρίνεται η περιοχή την οποία καταλαμβάνουν στο νωτιαίο μυελό, π.χ. το ισχνό δεμάτιο **Ε13**.



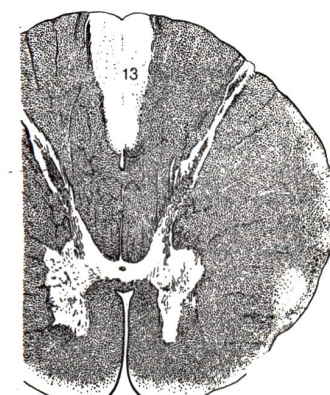
A Φλοιονωτιαία οδός. Πρόσθιο και πλάγιο πυραμιδικό δεμάτιο

B Κατιόντα, εξωπυραμιδικά δεμάτια

Γ Δεμάτια του ANΣ



Δ Αμύελο πυραμιδικό δεμάτιο σε νεογνό



Ε Εκφύλιση του ισχνού δεματίου μετά από βλάβη στο νωτιαίο μυελό



## Αγγεία του Νωτιαίου Μυελού

Ο νωτιαίος μυελός αγγειώνεται από δύο πηγές, από το ζευγάρι των σπονδυλικών αρτηριών και από *επιχώριες ή μεταμερείς αρτηρίες* (μεσοπλευρίες και οσφυϊκές).

Οι **δύο σπονδυλικές αρτηρίες A1**, πριν από τη συνένωσή τους για το σχηματισμό της βασικής αρτηρίας, χορηγούν τις δύο λεπτές *οπίσθιες νωτιαίες αρτηρίες*, οι οποίες με τη σειρά τους σχηματίζουν δίκτυο λεπτών αρτηριών στη ραχιαία επιφάνεια του νωτιαίου μυελού. Στο ύψος του χιασμού των πυραμίδων στον προμήκη, συνενώνονται δύο άλλοι κλάδοι των σπονδυλικών αρτηριών και σχηματίζουν την **πρόσθια νωτιαία αρτηρία A2**, η οποία πορεύεται κατά μήκος της πρόσθιας επιφάνειας του νωτιαίου μυελού, στην είσοδο της πρόσθιας μέσης αύλακας.

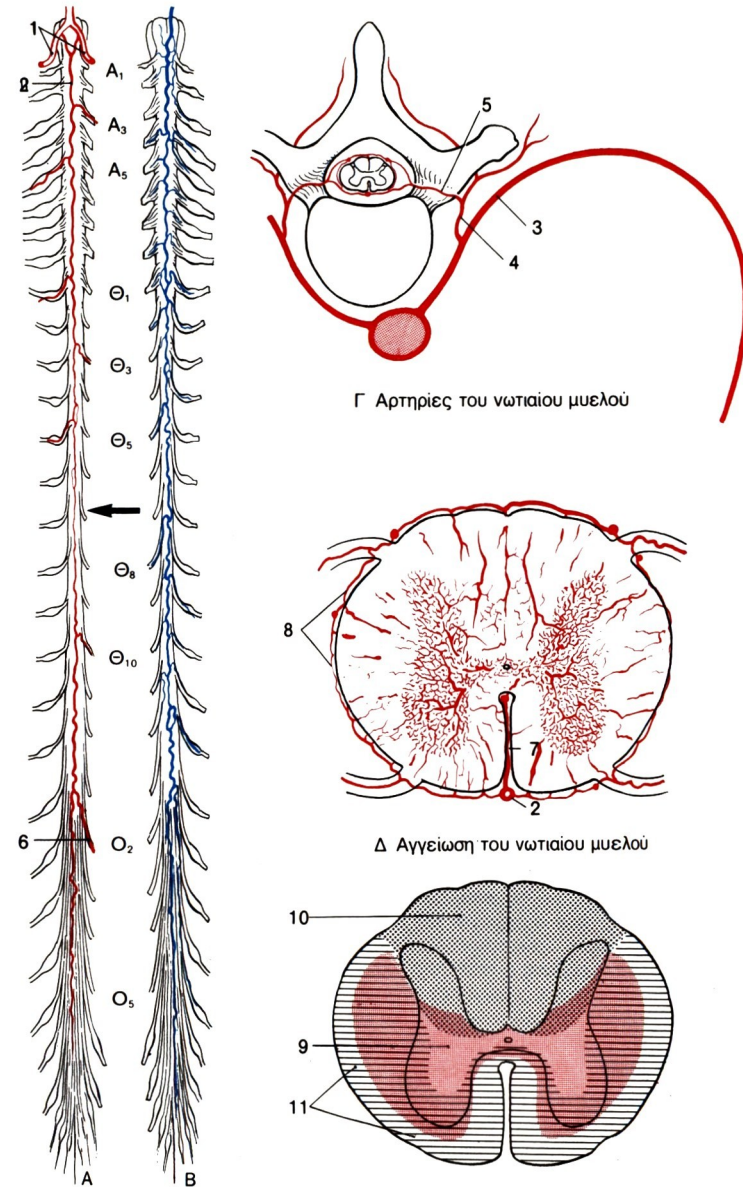
**Επιχώριες (μεταμερείς) αρτηρίες Γ3.** Από ραχιαίους κλάδους Γ4 των επιχώριων αρτηριών (μεσοπλευριών και οσφυϊκών) και από τις σπονδυλικές αρτηρίες εκφύονται νωτιαίοι κλάδοι Γ5. Οι νωτιαίοι αυτοί κλάδοι διέρχονται από τα μεσοσπονδύλια τρήματα και διαιρούμενοι έκαστος σε κοιλιακό και ραχιαίο κλάδο διανέμονται στις μήνιγγες και στις ρίζες των νωτιαίων νεύρων (ριζικές αρτηρίες). Από τα 31 ζεύγη των νωτιαίων αρτηριών μόνο 8-10 φτάνουν μέχρι το νωτιαίο μυελό για να τον αιματώσουν. Τα νευροτόμια στα οποία φτάνουν οι ριζικές αρτηρίες, καθώς και το εύρος αυτών των αγγείων, ποικίλλουν πολύ. Οι μεγαλύτερες ριζικές αρτηρίες αντιστοιχούν στην περιοχή του οσφυϊκού ογκώματος, μεταξύ O<sub>12</sub> και O<sub>3</sub> νευροτομίου (**μεγάλη ριζική αρτηρία A6**).

Η **πρόσθια νωτιαία αρτηρία** εμφανίζει το μεγαλύτερο εύρος της στο αυχενικό και στο οσφυϊκό όγκωμα, ενώ στο μέσο της θωρακικής μοίρας είναι λεπτότατη. Η περιοχή αυτή στερείται αιμάτωσης και από ριζικές αρτηρίες και γι' αυτό είναι η πιο επιρρεπής σε κυκλοφορικές διαταραχές. Σύμφωνα με τις παραλλαγές των ριζικών αρτηριών οι διαταραχές αυτές μπορεί να εμφανισθούν και σε άλλες μοίρες του νωτιαίου μυελού.

Από την πρόσθια νωτιαία αρτηρία εκφύονται πολλαπλές αρτηρίες της **πρόσθιας μέσης αύλακας Δ7**, οι οποίες στην αυχενική και τη θωρακική μοίρα του νωτιαίου μυελού εισέρχονται εναλλάξ στο δεξιό ή στο αριστερό ημιμόριο του νωτιαίου μυελού στον πρόσθιο λευκό σύνδεσμο, ενώ στην οσφυϊκή και στην ιερή μοίρα του νωτιαίου μυελού αποσχίζονται σε δύο κλάδους. Επί πλέον, από την πρόσθια νωτιαία αρτηρία εκφύονται κλωνία τα οποία αναστομούμενα με όμοια κλωνία από τις οπίσθιες νωτιαίες αρτηρίες σχηματίζουν γύρω από το νωτιαίο μυελό το **περιμυελικό δίκτυο** (αγγειακό στέφανο) Δ8, από το οποίο εκφύονται μικρά αρτηρίδια τα οποία εισόδουν και αγγειώνουν τις περιφερικές στιβάδες της λευκής ουσίας του νωτιαίου μυελού. Με μεθόδους έγχυσης χρωστικών στα αγγεία έχει αποδειχθεί ότι η φαιά ουσία έχει πλουσιότερη αιμάτωση από τη λευκή ουσία.

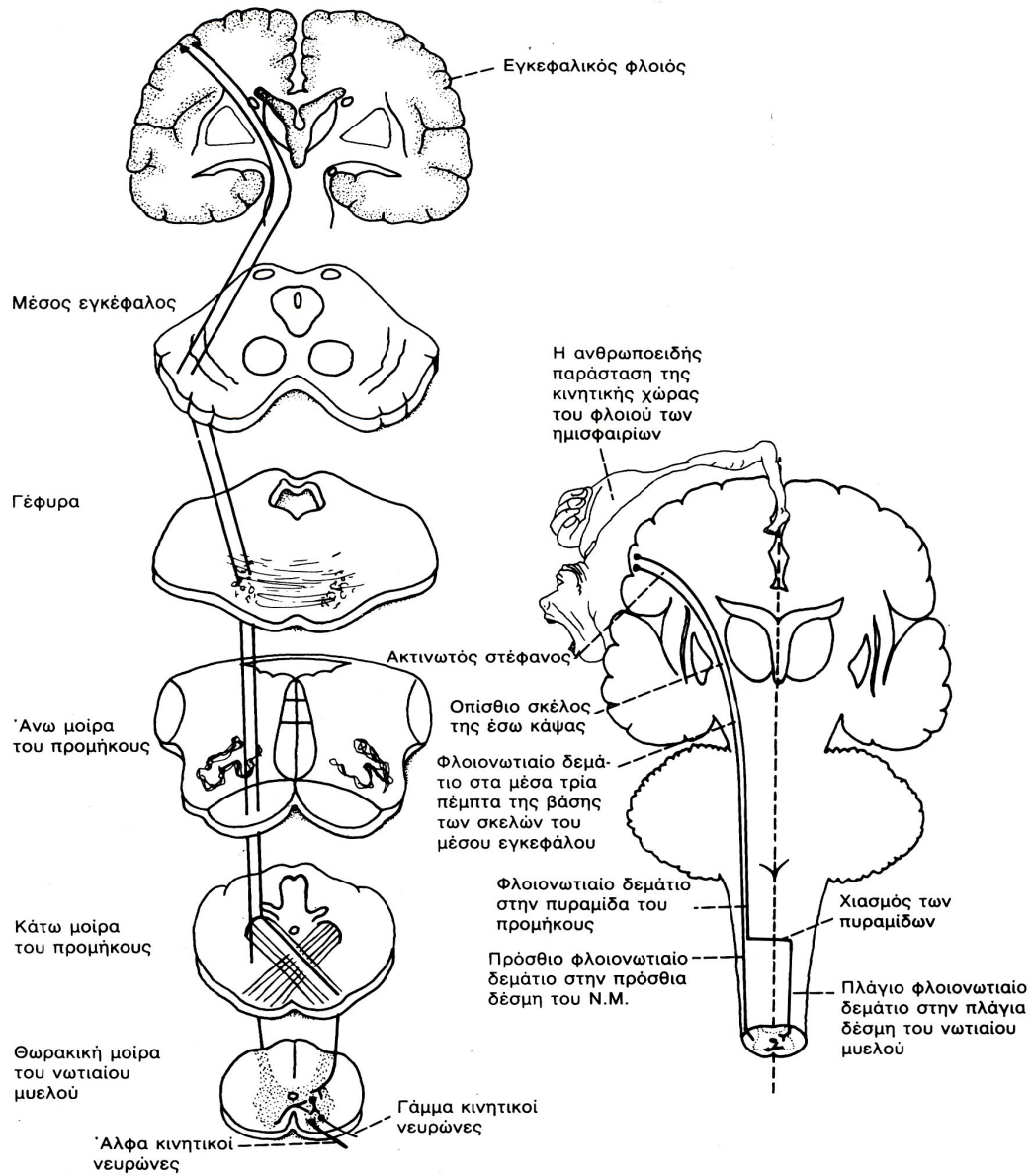
Η **πρόσθια νωτιαία αρτηρία** με τους κλάδους της αιματώνει τα πρόσθια κέρατα, τη βάση των οπίσθιων κεράτων και το μεγαλύτερο μέρος της προσθιοπλάγιας δέσμης E9. Οι **οπίσθιες νωτιαίες αρτηρίες E10** διανέμονται στις οπίσθιες δέσμες και στο υπόλοιπο των οπίσθιων κεράτων. Η περιφερική ζώνη των πρόσθιων και των πλάγιων δεσμών αιματώνεται από το περιμυελικό δίκτυο, E11.

Οι **νωτιαίες φλέβες Β** σχηματίζουν δίκτυο στο οποίο ξεχωρίζουν η πρόσθια νωτιαία φλέβα και δυο οπίσθιες νωτιαίες φλέβες. Από τις φλέβες αυτές, και εν γένει από το φλεβικό δίκτυο, το αίμα απάγεται κατά μήκος των ριζών προς το επισκληρίδιο φλεβώδες πλέγμα (βλέπε 2ο τόμο, σελ. 64). Οι νωτιαίες φλέβες μέχρι την έξοδό τους από τη σκληρή μήνιγγα δεν έχουν βαλβίδες.

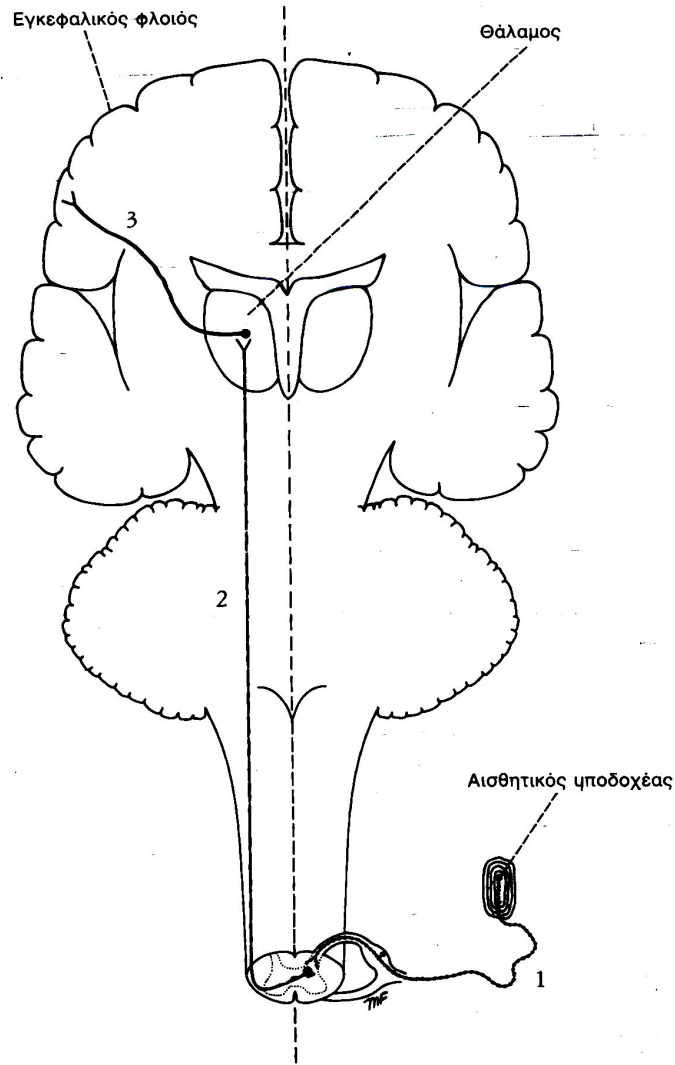


Αρτηρίες και φλέβες του νωτιαίου μυελού

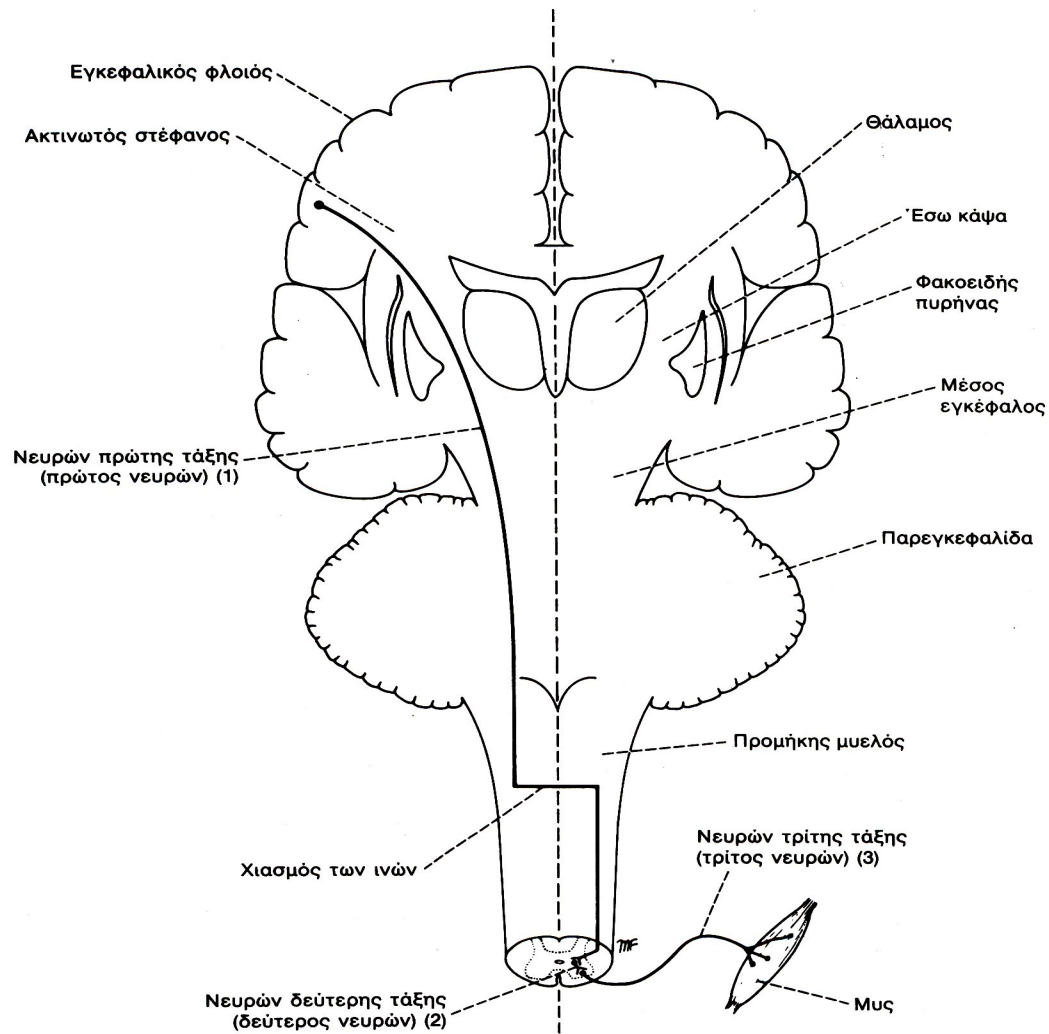
Ε Ζώνες αιμάτωσης από τις αρτηρίες του νωτιαίου μυελού (κατά Gillilan)



Εικ. 21-3. Φλοιονωτιαία δεμάτια.

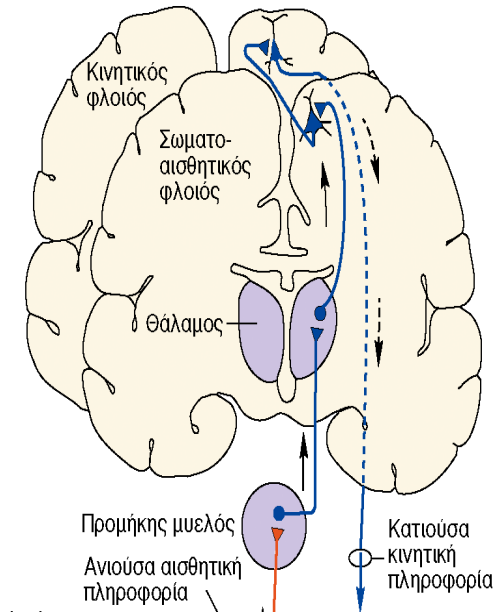
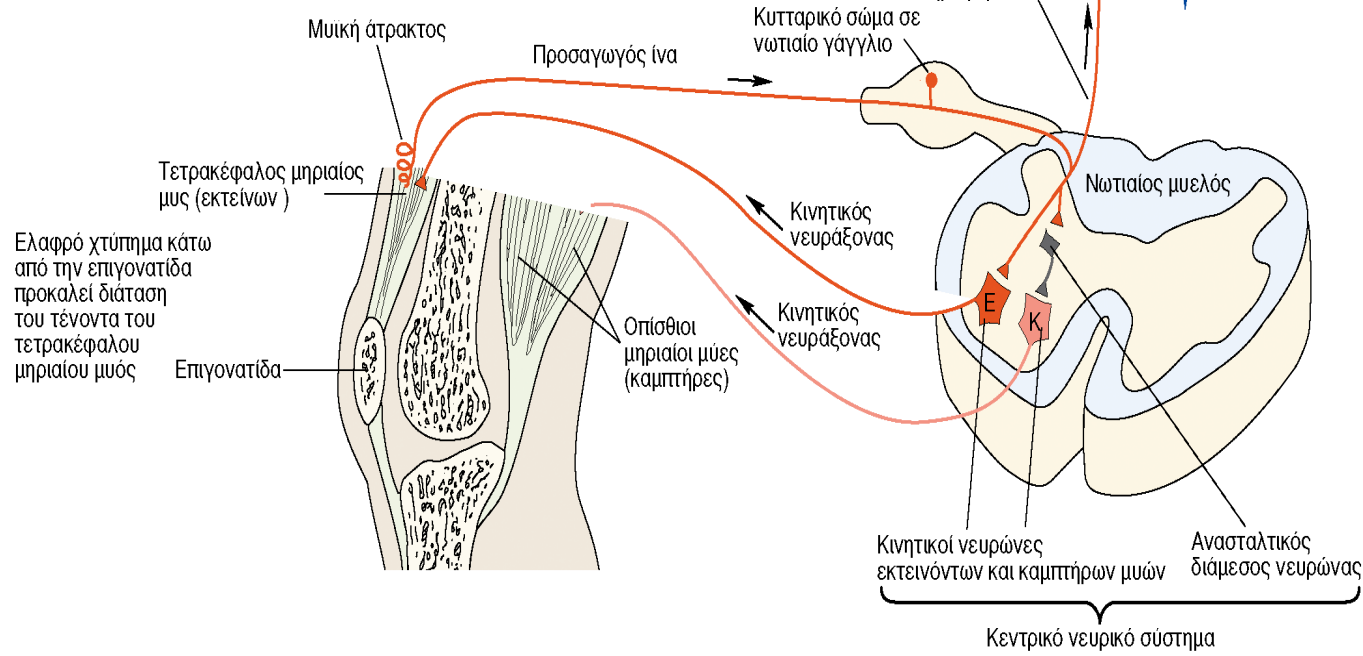


**Εικ. 20-1.** Η απλούστερη μορφή της ανιούσας αισθητικής οδού από την αισθητική νευρική απόληξη στον αισθητικό υποδοχέα μέχρι το φλοιό του ημισφαιρίου (εγκεφαλικό φλοιό). Συμμετέχουν τρεις αλληλοδιάδοχοι νευρώνες.



**Εικ. 21-1.** Απλοποιημένη διάταξη της κατιούσας κινητικής οδού από το φλοιό των εγκεφαλικών ημισφαιρίων μέχρι τους γραμμωτούς μυς. Παρατηρήστε ότι μεσολαβούν τρεις νευρώνες.

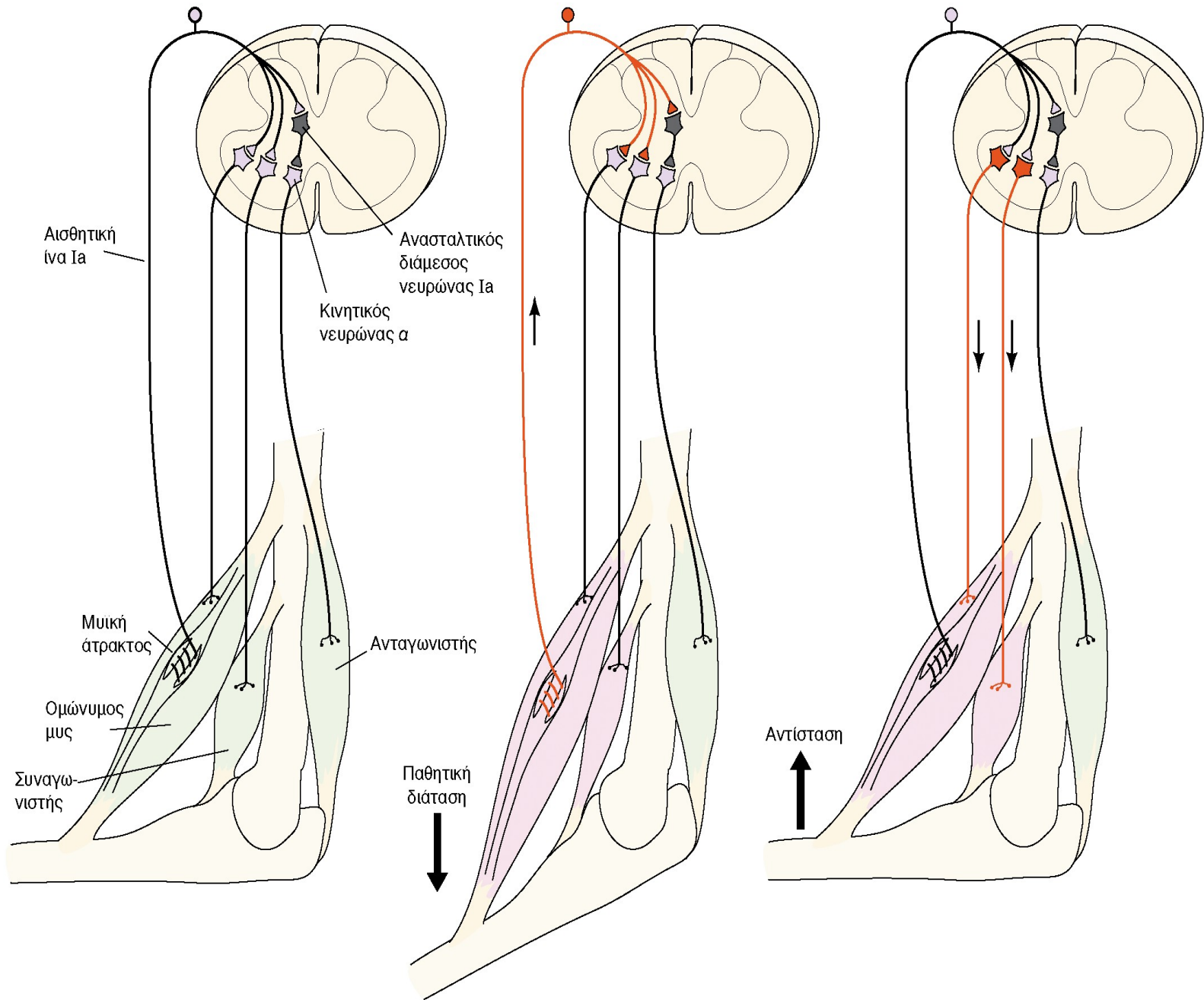
**Εικόνα 2-6** Το αντανακλαστικό της επιγονατίδας είναι ένα παράδειγμα μονοσυναπτικού αντανακλαστικού συστήματος, μιας απλής συμπεριφοράς που ελέγχεται με απευθείας συνδέσεις μεταξύ αισθητικών και κινητικών νευρώνων. Στο σχεδιάγραμμα αυτό, κάθε κινητικός νευρώνας εκτεινόντων ή καμπτήρων μυών αντιπροσωπεύει έναν πληθυσμό αρκετών κυττάρων. Ελαφρό χτύπημα κάτω από την επιγονατίδα διατείνει τον τένοντα του τετρακέφαλου μηριαίου μυός, ενός μυός που εκτείνει την κνήμη. Όταν ο μυς εκτείνεται από την τάση του τένοντα, οι πληροφορίες για την αλλαγή αυτή μεταφέρονται με προσαγωγούς (αισθητικούς) νευρώνες στο κεντρικό νευρικό σύστημα. Στον νοτιαίο μυελό, οι αισθητικοί νευρώνες επιδρούν άμεσα στους κινητικούς νευρώνες που συσπών τον τετρακέφαλο. Επί πλέον, δρουν μέσω διάμεσων νευρώνων, για να αναστείλουν τους κινητικούς νευρώνες που, αλλιώς, θα συσπούσαν τους ανταγωνιστές μυς, τους οπίσθιους μηριαίους. Οι δράσεις αυτές συνδυάζονται για να παραγάγουν την αντανακλαστική συμπεριφορά.

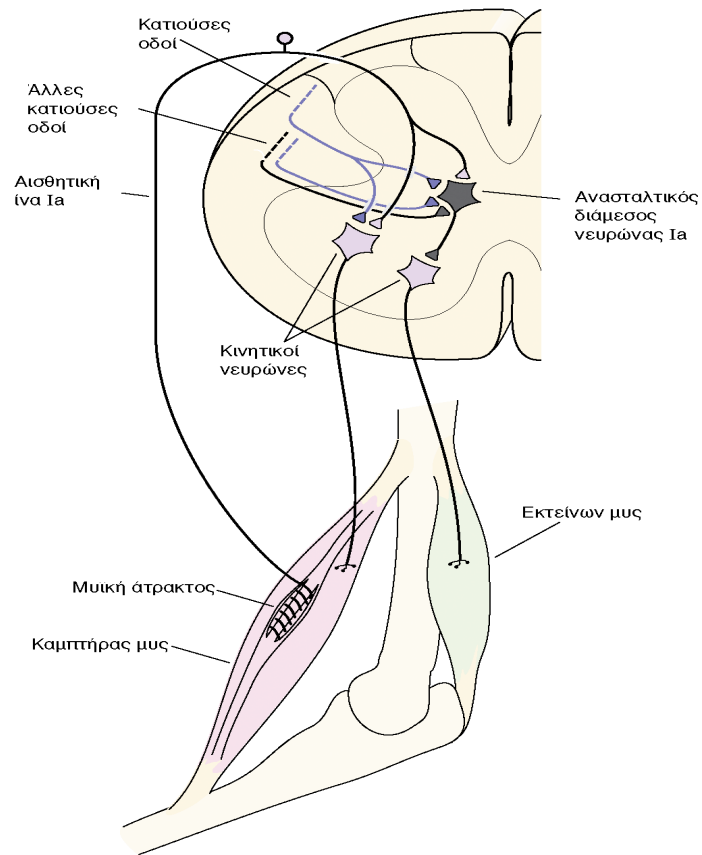


**A** Κύκλωμα νωτιαίου αντανακλαστικού

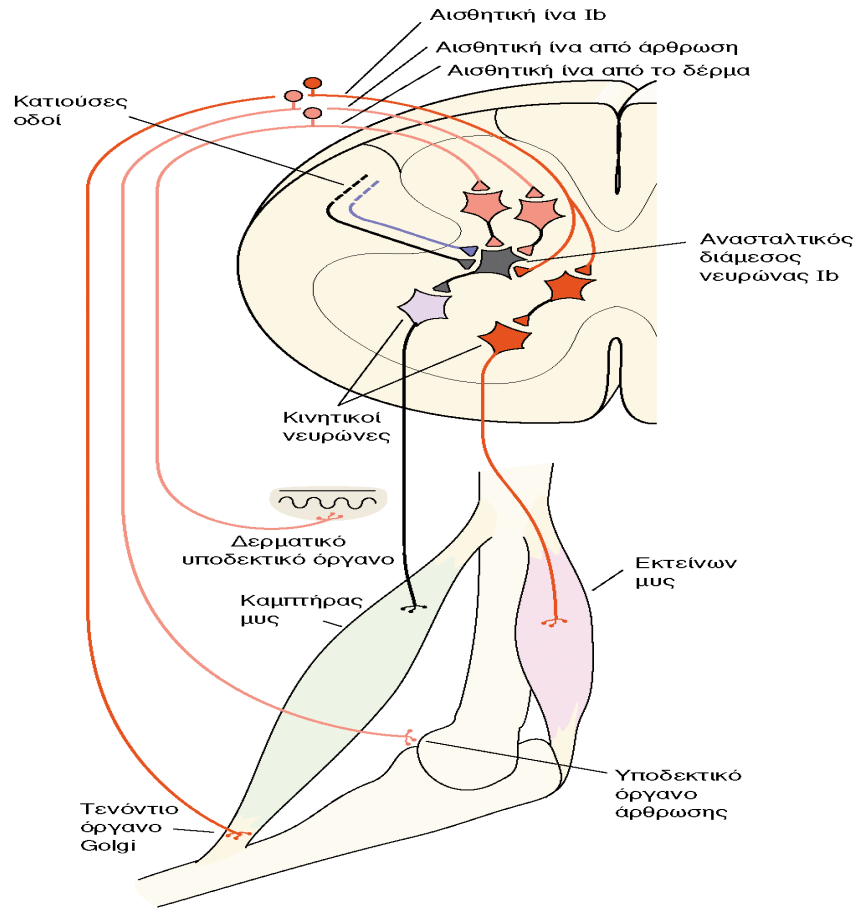
**B** Διάταση

**Γ** Σύσπαση



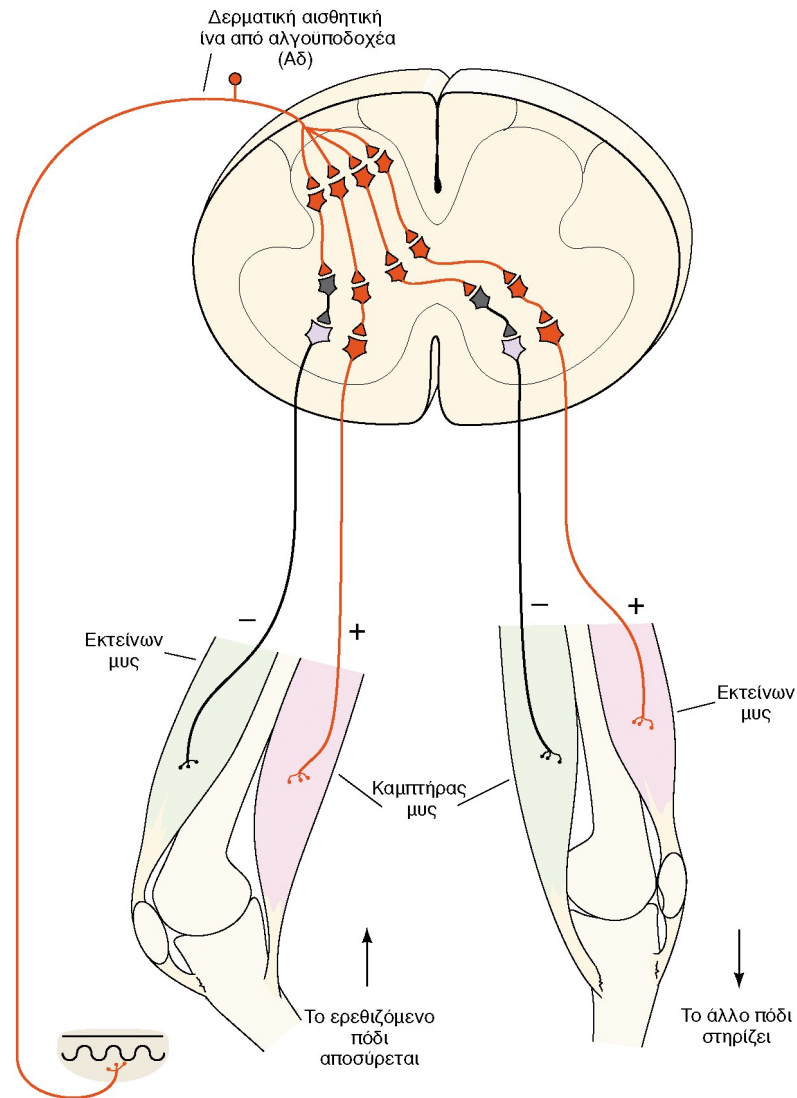


**Εικόνα 28-2** Τα ανώτερα κινητικά κέντρα είναι ικανά να συντονίζουν ανταγωνιστές μυς σε μια άρθρωση μέσω μίας μόνο εντολής σε έναν ανασταλτικό διάμεσο νευρώνα Ia. Αυτός ο ανασταλτικός διάμεσος νευρώνας διεκπεραιώνει την αλληλένδετη εννεύρωση στα κυκλώματα του μυοτατικού ανακλαστικού (το πολύ απλοποιημένο αυτό σχήμα δείχνει λίγες μόνο από τις πολλές αισθητικές ίνες). Επί πλέον, ο διάμεσος νευρώνας δέχεται ώσεις από κατιούσες φλοιονωτιαίες ίνες, με αποτέλεσμα ένα κατιόν σήμα για τη δραστηριοποίηση μιας ομάδας μυών να οδηγεί αυτομάτως στη χαλάρωση των ανταγωνιστών. Άλλες κατιούσες οδοί πραγματοποιούν διεγερτικές και ανασταλτικές συνδέσεις με τον διάμεσο αυτό νευρώνα. Όταν η ισορροπία των ώσεων μετακινείται προς μεγαλύτερη αναστολή, μειώνεται η αλληλένδετη αναστολή και παρατηρείται ταυτόχρονη σύσπαση των ανταγωνιστών μυών.



**Εικόνα 28-3** Αισθητικές ίνες από τα τενόντια όργανα Golgi παρέχουν ένα σύστημα αρνητικής ανάδρασης για τη ρύθμιση της τάσης του ομώνυμου και των συναγωνιστών μυών, μέσω του ανασταλτικού διάμεσου νευρώνα Ib. Διεγείρουν επίσης κινητικούς νευρώνες ανταγωνιστών, μέσω ενός διεγερτικού διάμεσου νευρώνα. Έτσι, το κινητικό αποτέλεσμα του ερεθισμού των τενόντιων οργάνων είναι αντίθετο από εκείνο του ερεθισμού των μυϊκών ατράκτων. Οι ανασταλτικοί διάμεσοι νευρώνες Ib δέχονται συγκλίνουσες ώσεις από υποδοχείς των αρθρώσεων και του δέρματος και από κατιούσες οδούς και έτσι ασκούν έλεγχο στις κινήσεις στις οποίες η ολοκλήρωση διαφόρων ειδών αισθήσεων είναι σημαντική, όπως, π.χ., στην αφή.





**Εικόνα 28-4** Το αντανακλαστικό απόσυρσης προκαλεί κάμψη του ερεθιζόμενου άκρου και έκταση του άλλου άκρου. Ο ερεθισμός των δερματικών αισθητικών ινών, όπως είναι η ίνα από έναν αλγούποδοχέα, προκαλεί διέγερση των ομόπλευρων εκτεινόντων μυών, ενώ παράγει την αντίθετη απόκριση στο ετερόπλευρο άκρο (το χιαστό αντανακλαστικό έκτασης). Οι δερματικές ώσεις κα-

τανέμονται σε πολλά επίπεδα του νωτιαίου μυελού, με αποτέλεσμα το πλήρες αντανακλαστικό να συνεπάγεται τη σύσπαση μύων σε όλες τις αρθρώσεις και των δύο άκρων. Η εικόνα δείχνει τις οδούς μόνο για ένα νευροτόμιο του νωτιαίου μυελού. (Από Schmidt, 1983, τροποποιημένη.)