

1. Κεντρικό Νευρικό Σύστημα

1.1. Νευρικό Σύστημα

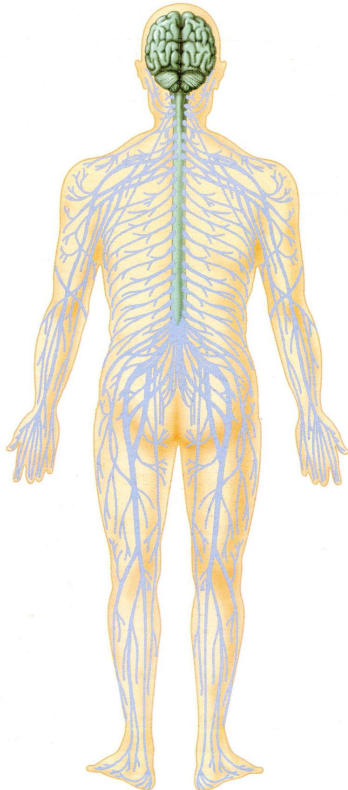
1.1.1. Ανατομία του Νευρικού Συστήματος:

Το νευρικό σύστημα αποτελείται από ένα κεντρικό και ένα περιφερικό τμήμα (πίνακας 1, σχήμα 1).

(α) Το κεντρικό τμήμα του νευρικού συστήματος ονομάζεται Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ) και αποτελείται από τον Νωτιαίο Μυελό και τον Εγκέφαλο.

(β) Το περιφερικό τμήμα του νευρικού συστήματος ονομάζεται Περιφερικό Νευρικό Σύστημα (ΠΝΣ) και αποτελείται από τα νεύρα.

Σε αντίθεση με το ΚΝΣ που περιβάλλεται από οστέινες δομές (κρανίο και σπονδυλική στήλη) το ΠΝΣ δεν προστατεύεται από οστά.



Νευρικό Σύστημα	
Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ)	Περιφερικό Νευρικό Σύστημα (ΠΝΣ)
Εγκέφαλος + Νωτιαίος Μυελός	Νεύρα

Πίνακας 1

Σχήμα 1: Το κεντρικό νευρικό σύστημα (πράσινο) και το περιφερικό νευρικό σύστημα (μπλέ).

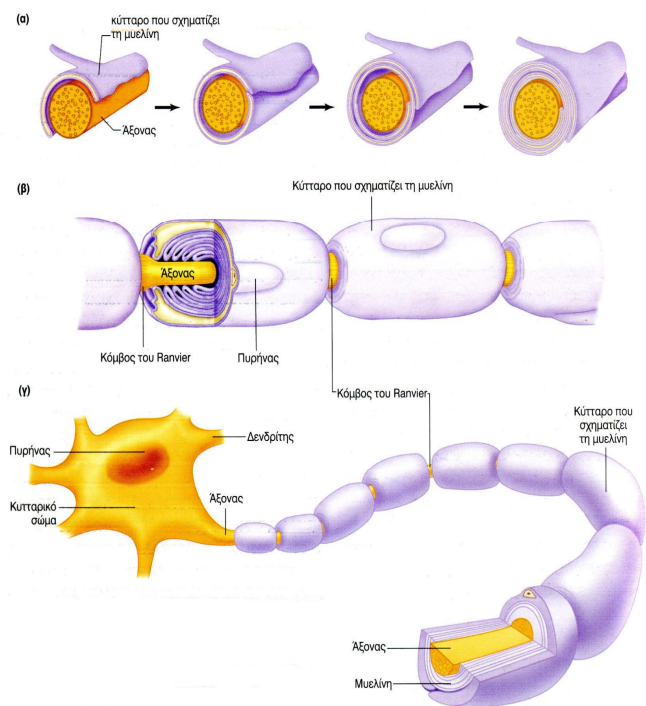
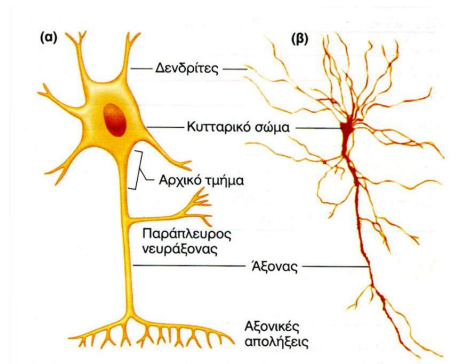
1.1.2. Λειτουργίες του Νευρικού Συστήματος:

- Να δέχεται και να μεταφέρει αισθητικές πληροφορίες τόσο από το εξωτερικό περιβάλλον όσο και από το υπόλοιπο σώμα μέσω της κεντρομόλου μοίρας του Περιφερικού Νευρικού Συστήματος στο Κεντρικό Νευρικό Σύστημα.
- Να επεξεργάζεται τις πληροφορίες που προσλαμβάνει στο ΚΝΣ (νωτιαίος μυελός για τα αντανακλαστικά, εγκέφαλος για τις ανώτερες και πιο σύνθετες συμπεριφορές μας)
- Να απαντά στα ερεθίσματα που δέχεται. Δηλαδή να ρυθμίζει και να ελέγχει μια απόκριση/ απάντηση στα ερεθίσματα που δέχεται μέσω της φυγόκεντρου μοίρας του Περιφερικού Νευρικού Συστήματος. Η απάντηση αυτή μπορεί να είναι είτε εκούσια όπως πχ το να απομακρυνθούμε από έναν κίνδυνο, είτε ακούσια πχ το να ιδρώνουμε όταν ζεσταινόμαστε υπερβολικά.

1.2. Νευρικό Ιστός= Νευρικά και Νευρογλοιακά κύτταρα

Το νευρικό σύστημα αποτελείται από έναν τύπο ιστού: τον νευρικό ιστό. Με τη σειρά του ο νευρικό ιστός αποτελείται από νευρικά κύτταρα και από νευρογλοιακά κύτταρα (ή νευρογλοία ή, απλά, γλοία κύτταρα). Τα νευρικά κύτταρα μεταδίδουν τις νευρικές ώσεις (τα ενεργά δυναμικά) που είναι ο κύριος ρόλος τους νευρικού ιστού, ενώ τα νευρογλοιακά κύτταρα υποβοηθούν αυτή τη λειτουργία αφενός με το να θρέφουν και να προστατεύουν τα νευρικά κύτταρα και αφετέρου με το να διευκολύνουν τις νευρικές ώσεις.

Σχήμα 2: Το νευρικό κύτταρο (αριστερά). Δεξιά ένα νευρικό κύτταρο και πολλά νευρογλοιακά κύτταρα (κύτταρα που σχηματίζουν μυελίνη).



1.2.1. Νευρογλοιακά κύτταρα

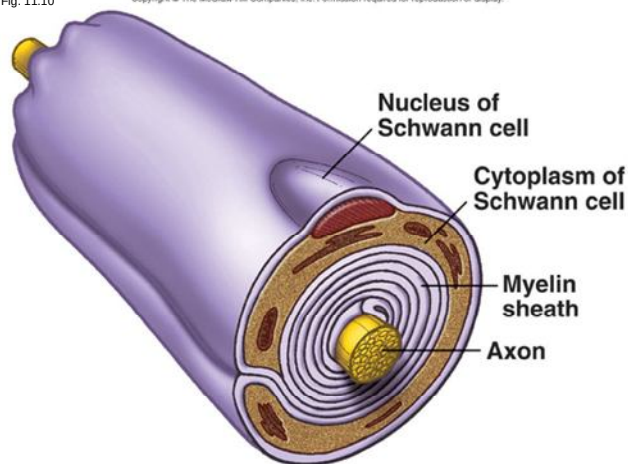
Τα γλοία κύτταρα που βρίσκονται στο ΠΝΣ λέγονται κύτταρα Schwann («Ζβάν»), ενώ τα γλοία κύτταρα που βρίσκονται στο ΚΝΣ λέγονται ολιγοδενδροκύτταρα (αυτά παράγουν μυελίνη) και αστροκύτταρα (αυτά δεν παράγουν μυελίνη αλλά θρέφουν τους νευρώνες και τους προστατεύουν απομακρύνοντας τοξικές ουσίες).

1.2.1.1. Ο ρόλος της μυελίνης-Ταχύτητα διάδοσης νευρικής ώσης

Τα γλοία κύτταρα προάγουν τη διάδοση της νευρικής ώσης με το να δημιουργούν γύρω από τον νευράξονα των νευρικών κυττάρων μία επικάλυψη μυελίνης που τον μονώνει ηλεκτρικά. Η μυελίνη είναι μια λιπόφιλη ουσία η οποία ενσωματώνεται στην κυτταρική μεμβράνη των γλοίων κυττάρων. (Θυμάστε ότι η κυτταρική μεμβράνη στο εσωτερικό της είναι έντονα λιπόφιλη, διώχνει δηλαδή το νερό). Τα γλοία κύτταρα περιτυλίγουν πολλαπλές φορές την μεμβράνη τους γύρω από τον νευράξονα, δημιουργώντας τα έλυτρα της μυελίνης (σχ.2 και 3). Το στρώμα μυελίνης που περιβάλλει τον νευράξονα δεν είναι συνεχές, αλλά διακόπτεται ανά τακτά διαστήματα κατά μήκος του άξονα του νευρικού κυττάρου. Στα σημεία στα οποία δεν υπάρχει η μυελίνη ο νευράξονας είναι γυμνός και τα σημεία αυτά ονομάζονται κόμβοι Ranvier (σχ.2). Τα ενεργά δυναμικά δεν περνούν την μυελίνη (η οποία είναι ένα μονωτικό υλικό) και κάνουν «άλμα» ή «σάλτο» από τον έναν κόμβο Ranvier στον επόμενο γεγονός που αυξάνει την ταχύτητα διάδοσής τους. Επομένως, ο βασικός ρόλος της μυελίνης είναι να αυξάνει σημαντικά την ταχύτητα διάδοσης των ενεργών δυναμικών κατά μήκος της νευρικής ίνας.

Fig. 11.10

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



Εικόνα 3

1.2.1.2. Εμμύελες και Αμύελες ίνες

Υπάρχουν νευρικά κύτταρα των οποίων οι νευρικές ίνες (οι νευράξονες) έχουν επικάλυψη μυελίνης και άλλα που δεν έχουν ή που έχουν πολύ λίγη. Οι νευρικές ίνες των πρώτων ονομάζονται εμμύελες (εν + μυελίνη), ενώ εκείνες των άλλων κυττάρων αμύελες (α + μυελίνη). Με όσα είπαμε παραπάνω αντιλαμβάνεστε ότι η ταχύτητα αγωγής διάδοσης των ενεργών δυναμικών θα είναι μεγάλη για τις εμμύελες ίνες και μικρή για τις αμύελες ίνες.

Ερώτηση: Σε μια ασθένεια του νευρικού συστήματος γνωστή ως σκλήρυνση κατά πλάκας τα γλοία κύτταρα εξασθενίζουν και δεν παράγουν μυελίνη. Τί περιμένετε να συμβεί στον ασθενή;

Ποιοί παράγοντες ορίζουν την ταχύτητα διάδοσης των νευρικών ώσεων;

- 1) Η παρουσία της μυελίνης.
- 2) Η διάμετρος της νευρικής ίνας: όσο πιο μεγάλη η διάμετρος τόσο πιο μεγάλη η ταχύτητα διάδοσης των νευρικών ώσεων.

Ανάλογα λοιπόν με την ταχύτητα διάδοσής τους έχουμε νευρικές ίνες διαφορετικών ταχυτήτων:

Νευρική ίνα	Διάμετρος(μ)	Ταχύτητα αγωγής(m/sec)
Aα	12-20	70-120
Aβ	5-12	30-70
Aγ	3-6	15-30
Aδ	2-5	12-30
C	0.5-2	0.5-2

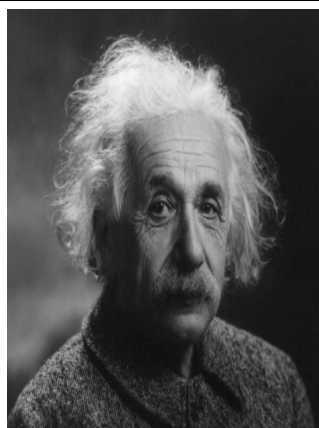
Πίνακας 2

Σημειώστε ότι μία ταχύτητα αγωγής γύρω στα 100 m/sec ισοδυναμεί με 360 km/hr. Δηλαδή πολύ γρηγορότερα κι από ένα γρήγορο αυτοκίνητο!

Ερώτηση: Εφόσον και η διάμετρος της νευρικής ίνας ορίζει την ταχύτητα αγωγής τί χρειάζεται η μυελίνη;

- Αν η διάμετρος του νευράξονα ήταν ο αποκλειστικός παράγοντας της ταχύτητας των νευρικών ώσεων τότε το ανθρώπινο σώμα θα απαιτούσε σπονδυλική στήλη μεγέθους κορμού δέντρου για να πετύχει ταχύτητες αγωγής παρόμοιες με αυτές που έχουμε τώρα σε μια πολύ μικρότερη σπονδυλική στήλη όπου ο νωτιαίος μυελός φέρει νευρικά κύτταρα με εμμύελες ίνες.

Άρα συνδράμουν και οι δυο αυτοί παράγοντες (βαθμός μυελίνωσης και διάμετρος) από κοινού στον καθορισμό της ταχύτητας διάδοσης των νευρικών ώσεων. Έτσι οι αμύελες ίνες είναι ταυτοχρόνως μικρής διαμέτρου (π.χ. οι αισθητικές ίνες C του πόνου).

Πλαίσιο 1**Νευρολογία: Το άλλο (...ξεχασμένο) μισό του εγκεφάλου**

Συνήθως όταν αναφερόμαστε στον νευρικό ιστό τείνουμε να σκεφτόμαστε μονάχα τα νευρικά κύτταρα (ή νευρώνες). Ωστόσο, οι νευρώνες αποτελούν μονάχα το 10% των κυττάρων στο ΚΝΣ, το υπόλοιπο είναι νευρογλοιακά κύτταρα ή νευρογλοία. Τα νευρογλοιακά κύτταρα καταλαμβάνουν το 50% του όγκου του εγκεφάλου και του νωτιαίου μυελού. Επιπλέον, τα νευρογλοιακά κύτταρα παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο καθώς υποστηρίζουν φυσιολογικά και μεταβολικά τους νευρώνες.

Άλμπερτ Αϊνστάιν (1879-1955)

Ο Αϊνστάιν, ένας από τους ευφυέστερους ανθρώπους στην ιστορία της επιστήμης, είχε περισσότερα νευρογλοιακά κύτταρα, αντί για περισσότερους νευρώνες, όπως πολλοί στην αρχή περίμεναν.

Βιβλιογραφική πρόταση

Τίτλος βιβλίου: *Η βιογραφία ενός μεγάλου*, Συγγραφέας: Ζήσιμος Λορεντζάτος, Εκδόσεις: Δόμος.

1.2.2. Τα νευρικά κύτταρα

Οι τρεις κατηγορίες νευρώνων

1. Προσαγωγοί νευρώνες

- A. Μεταφέρουν πληροφορίες που συλλέγουν από τους αισθητήρες των περιφερικών τους απολήξεων μέσα στο κεντρικό νευρικό σύστημα.
- B. Το κυτταρικό σώμα και η μακριά περιφερική αποφυάδα του άξονα βρίσκονται στο περιφερικό νευρικό σύστημα, ενώ η μικρή κεντρική αποφυάδα του άξονα εισέρχεται στο κεντρικό νευρικό σύστημα.
- Γ. Δεν έχουν δένδριτες.

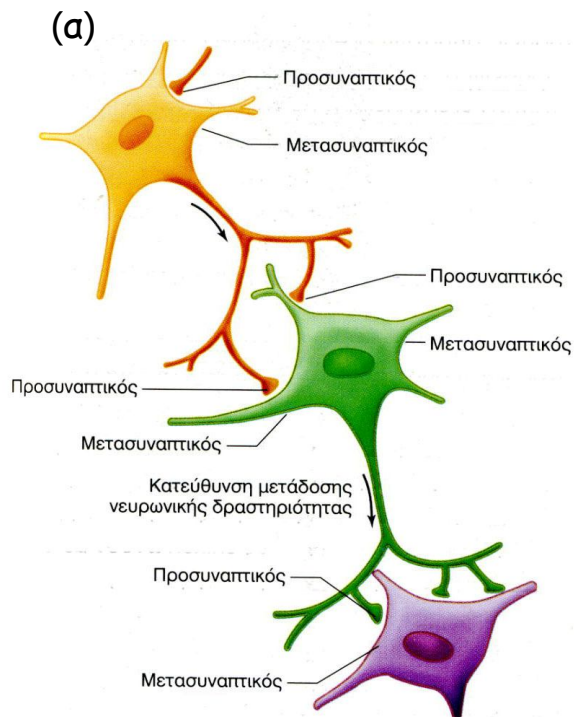
2. Απαγωγοί νευρώνες

- A. Μεταφέρουν πληροφορίες έξω από το κεντρικό νευρικό σύστημα προς τα εκτελεστικά κύτταρα, ιδίως στους μυς, αδένες ή άλλους νευρώνες.
- B. Το κυτταρικό σώμα, οι δένδριτες και ένα μικρό μέρος του άξονα βρίσκονται μέσα στο κεντρικό νευρικό σύστημα. Το μεγαλύτερο όμως μέρος του άξονα βρίσκεται στο περιφερικό νευρικό σύστημα.

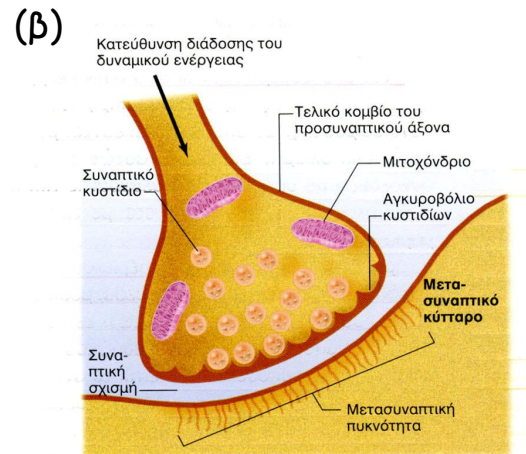
3. Διανευρώνες

- A. Λειτουργούν ως ολοκληρωτές και τροποποιητές σημάτων
- B. Ενσωματώνουν ομάδες προσαγωγών και απαγωγών νευρώνων σε αντανακλαστικά κυκλώματα
- Γ. Βρίσκονται εξ ολοκλήρου μέσα στο κεντρικό νευρικό σύστημα.
- Δ. Αποτελούν το 99% του συνόλου των νευρώνων.

Πίνακας 3: προσαγωγοί (ή κεντρομόλοι) νευρώνες, απαγωγοί (ή φυγόκεντροι) νευρώνες, διανευρώνες ή ενδιάμεσοι νευρώνες



Σχήμα 4: (α) Στην κατεύθυνση διάδοσης της νευρικής ώσης ένα νευρικό κύτταρο μπορεί να είναι προσυναπτικό (πριν δηλαδή τη σύναψη) ή μετασυναπτικό. (β) Η σύναψη.



1.3. Το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα

1.3.1. Το κεντρικό νευρικό σύστημα από έξω προς τα μέσα

1. Εξωτερικά τόσο ο εγκέφαλος όσο και ο νωτιαίος μυελός περιβάλλονται από οστά, το κρανίο και την σπονδυλική στήλη, αντίστοιχα. Η σπονδυλική στήλη σχηματίζει τον σπονδυλικό σωλήνα, μέσα στον οποίο βρίσκεται ο νωτιαίος μυελός.
2. Εσωτερικά των οστών αυτών, δηλαδή προχωρώντας εσωτερικά του κρανίου και της σπονδυλικής στήλης συναντούμε τρεις μεμβράνες, τις μήνιγγες, οι οποίες περιβάλλουν τον εγκέφαλο και τον νωτιαίο μυελό.
3. Εσωτερικά των μηνίγγων υπάρχει το εγκεφαλονωτιαίο υγρό.
4. Ακολουθεί ο νευρικός ιστός. Στον νευρικό ιστό τόσο του εγκεφάλου, όσο και του νωτιαίου μυελού συναντούμε δύο περιοχές με διαφορετικά χρώματα: γκριζο ή άσπρο. Μάλιστα, η περιοχή με γκριζο χρώμα ονομάζεται **φαιά ουσία** και η περιοχή με άσπρο χρώμα ονομάζεται **λευκή ουσία**.

Η φαιά ουσία σχηματίζεται από τα κυτταρικά σώματα πολλών νευρικών κυττάρων μαζεμένων, ενώ η λευκή ουσία σχηματίζεται από τις εμύελες νευρικές ίνες των ίδιων αυτών νευρικών κυττάρων. Πολλοί νευράξονες μαζί έχουν χρώμα λευκό αφού οι νευράξονες έχουν την μυελίνη (που είναι λευκή), ενώ πολλά σώματα νευρικών κυττάρων δίνουν ένα χρώμα γκριζο (φαιό) αφού το κυτταρικό σώμα-όπως θυμάστε-σε αντίθεση με τον νευράξονα δεν έχει μυελίνη.

Στον εγκέφαλο τα σώματα των νευρικών κυττάρων είναι διαταγμένα στην περιφέρεια/φλοιό/επιφάνεια του εγκεφάλου, ενώ οι νευράξονες είναι στραμμένοι προς το εσωτερικό του εγκεφάλου.

Το αποτέλεσμα είναι στον εγκέφαλο η φαιά ουσία να είναι εξωτερικά, ενώ η λευκή ουσία εσωτερικά.

Αντιθέτως, στο νωτιαίο μυελό τα κυτταρικά σώματα είναι κεντρικά, στο εσωτερικό του νωτιαίου μυελού, ενώ οι νευρικές τους ίνες κατευθύνονται στην περιφέρεια του νωτιαίου μυελού: οι μακριές εμμύελες ίνες τοποθετημένες σε δέσμες και μεταφέρουν πληροφορίες από τον εγκέφαλο προς το νωτιαίο μυελό και αντίστροφα, καθώς και μεταξύ των διαφόρων επιπέδων του νωτιαίου μυελού.

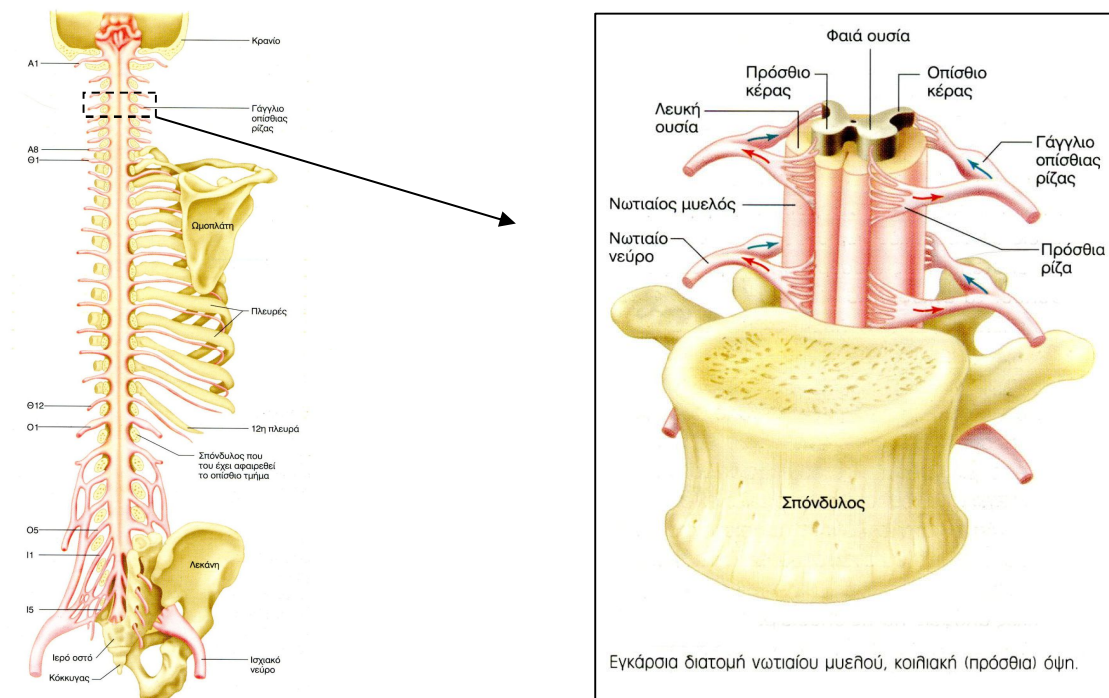
Το αποτέλεσμα είναι στον νωτιαίο μυελό η φαιά ουσία να βρίσκεται εσωτερικά, ενώ η λευκή εξωτερικά.

Οι μήνιγγες:

- Οι μήνιγγες είναι οι εξής τρεις: σκληρή, αραχνοειδή, χοριοειδή.
- Όταν μολυνθούν προκαλείται μια φλεγμονή που ονομάζεται **μηνιγγίτιδα**.
- Ανάμεσα στις μήνιγγες παράγεται το **εγκεφαλονωτιαίο υγρό** το οποίο γεμίζει το χώρο ανάμεσα στον νευρικό ιστό (εγκέφαλο, νωτιαίο μυελό) και τις μήνιγγες/οστά. Το εγκεφαλονωτιαίο υγρό περιέχει όλα τα συστατικά του πλάσματος εκτός από λευκώματα και προστατεύει τον νευρικό ιστό από κακώσεις αποσβένοντας τους κραδασμούς. (Φανταστείτε έναν εγκέφαλο σε ένα γυάλινο δοχείο άδειο ή γεμάτο υγρό. Που θα ήταν περισσότερο προστατευμένος;).

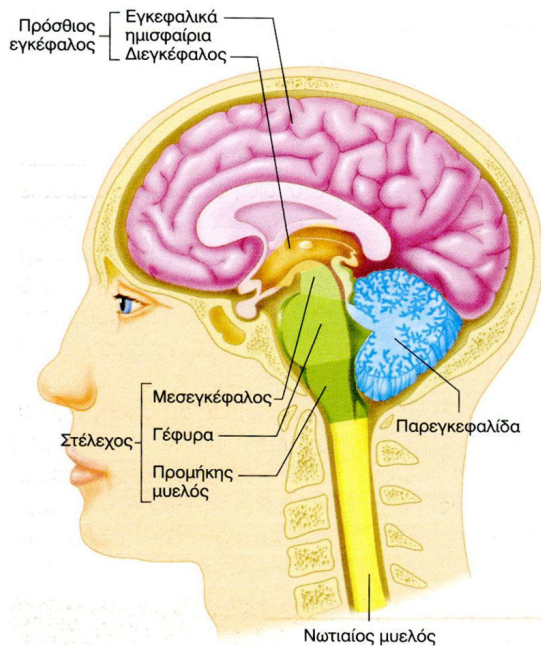
1.3.2. Ο νωτιαίος μυελός

Ο νωτιαίος μυελός δέχεται και στέλνει πληροφορίες από και προς το ΤΝΣ (σχ.5)



Σχήμα 5: Από τον νωτιαίο μυελό εκφύονται 31 ζεύγη νωτιαίων νευρών. Οι άξονες των απαγωγών νευρών φεύγουν μέσω των πρόσθιων ριζών. Σε μικρή απόσταση από τον νωτιαίο μυελό οι πρόσθιες και οι οπίσθιες ρίζες σχηματίζουν μαζί ένα νωτιαίο νευρό σε κάθε πλευρά του νωτιαίου μυελού. (**Προσοχή: άλλο πρόσθια /οπίσθια ρίζα, και άλλο πρόσθιο/οπίσθιο κέρα**). Ομάδες προσαγωγών ινών από τα περιφερικά νεύρα εισέρχονται μέσω των οπισθίων ριζών. Μικρές διογκώσεις, τα γάγγλια των οπισθίων ριζών, περιέχουν **τα κυτταρικά σώματα των προσαγωγών νευρώνων**. Υπάρχουν 31 ζεύγη νωτιαίων νευρών που εξέρχονται από τα μεσοσπονδύλια τρήματα.

1.3.3. Ο εγκέφαλος



Σχήμα 6

Μορφολογική οργάνωση του εγκεφάλου

Αποτελείται από:

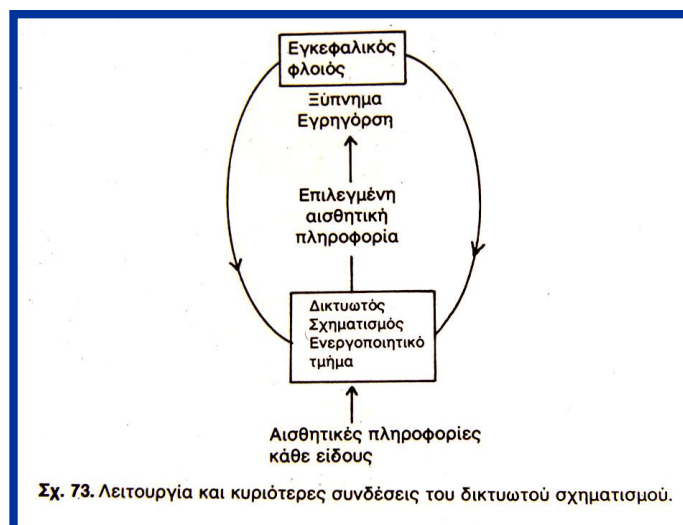
1. Το στέλεχος
2. Παρεγκεφαλίδα
3. Πρόσθιο εγκέφαλο ή Τηλεγκέφαλο (= εγκεφαλικά ημισφαίρια + διεγκέφαλος)

Στέλεχος= προμήκης μυελός + γέφυρα + μεσεγκέφαλος

Διεγκέφαλος= θάλαμος + υποθάλαμος

Λειτουργίες του εγκεφάλου (κοιτάξτε-μη μάθετε!- τον πίνακα 3-σελ. 10):

A) Στέλεχος: περιέχει κέντρα νευρικής ρύθμισης και συντονισμού ζωτικών λειτουργιών του σώματος όπως της καρδιακής λειτουργίας και της αναπνοής.



Σχήμα 7

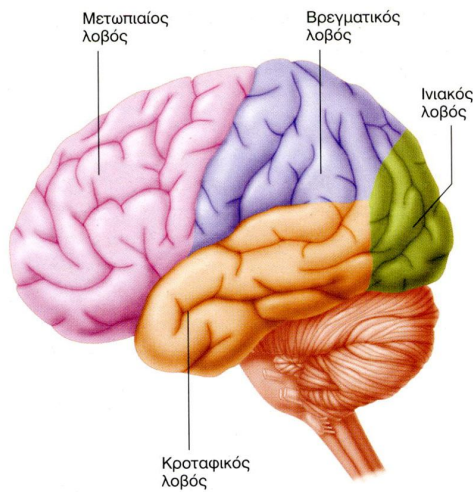
Επιπλέον το στέλεχος περιέχει τον **δικτυωτό σχηματισμό** που είναι το ενεργοποιητικό σύστημα του εγκεφάλου: -όταν ο δικτυωτός σχηματισμός δεν είναι ενεργός...κοιμόμαστε, ενώ όταν ο δικτυωτός σχηματισμός ενεργοποιηθεί τότε...ξυπνάμε! -ένας έντονος πόνος ενεργοποιεί τον δικτυωτό σχηματισμό ώστε να ενεργοποιηθεί η προσοχή μας και κινητοποιηθούμε, να είμαστε δηλαδή σε εγρήγορση!

Β) Παρεγκεφαλίδα: συντονίζει κινήσεις των σκελετικών μυών

Γ) Πρόσθιο εγκέφαλο:

Εγκεφαλικά ημισφαίρια: Δομή με Έλικες και αύλακες (για αύξηση της επιφάνειας)

- Οι πιο βαθιές αύλακες χωρίζουν κάθε ημισφαίριο σε λοβούς:
- Μετωπιαίο, βρεγματικό, ινιακό, κροταφικό (σχήματα 8 και 9).



Σχήμα 8

Η εξωτερική στιβάδα (η «φλούδα») των ημισφαιρίων αποτελεί τον **φλοιό** του εγκέφαλου.

Οι αισθητικές πληροφορίες από την περιφέρεια γίνονται αντιληπτές και συνειδητές μονάχα όταν καταλήξουν στον φλοιό!

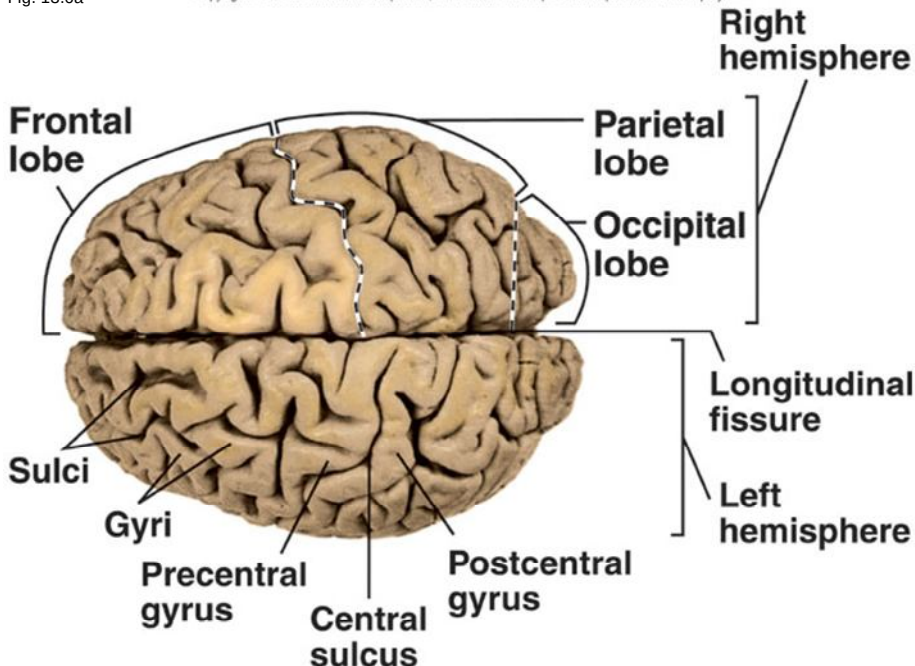
Οι σωματοαισθητικές, οι οπτικές και ακουστικές αισθητικές πληροφορίες καταλήγουν στον φλοιό του **βρεγματικού**, τον **ινιακού** και **κροταφικού** λοβού αντίστοιχα.

Από τον φλοιό, όμως, των ημισφαιρίων ξεκινούν και οι εντολές για τις εκούσιες κινήσεις μας. Ο φλοιός του μετωπιαίου λοβού είναι ο **κινητικός** μας φλοιός.

Όλες οι πληροφορίες από την περιφέρεια περνούν από τον **θάλαμο** (**διεγκέφαλος**) προκειμένου να καταλήξουν στον φλοιό. Ο θάλαμος είναι το «παράθυρο» του φλοιού στον κόσμο. Όταν «κλείσει» ο θάλαμος χάνεται η επαφή μας με τον κόσμο. Π.χ. όταν ξυπνούμε, ενεργοποιείται ο δικτυωτός σχηματισμός που με τη σειρά του ενεργοποιεί («ανοίγει») τον θάλαμο και επομένως μας κάνει δεκτικούς στις πληροφορίες από το περιβάλλον.

Fig. 13.6a

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



Σχήμα 9

Πίνακας 3

Σύνοψη των λειτουργιών των πιο σημαντικών τμημάτων του εγκεφάλου

I. Στέλεχος

- A. Περιέχει όλες εκείνες τις ίνες, που το διαπερνούν και ενώνουν λειτουργικά το νωτιαίο μυελό, τον πρόσθιο εγκέφαλο και την παρεγκεφαλίδα
- B. Περιέχει το δικτυωτό σχηματισμό και διάφορα κέντρα ολοκλήρωσης, περιλαμβανομένων και εκείνων που είναι υπεύθυνα για τη καρδιαγγειακή και την αναπνευστική δραστηριότητα (Κεφάλαια 14 και 15)
- Γ. Περιλαμβάνει τους πυρήνες των κρανιακών νεύρων από το III έως το XII

II. Παρεγκεφαλίδα

- A. Συντονίζει τις κινήσεις περιλαμβανομένων αυτών που αφορούν στη στάση και στην ισορροπία του σώματος (Κεφάλαιο 12)
- B. Συμμετέχει σε κάποιες μορφές μάθησης (Κεφάλαιο 13)

III. Πρόσθιος εγκέφαλος**A. Εγκεφαλικά ημισφαίρια**

- 1. Περιλαμβάνουν τον εγκεφαλικό φλοιό ο οποίος συμμετέχει στην αντίληψη (Κεφάλαιο 9), τη γένεση των κινήσεων που απαιτούν επιδεξιότητα (Κεφάλαιο 12), τη λογική σκέψη, τη μάθηση και τη μνήμη (Κεφάλαιο 13)
- 2. Περιλαμβάνουν τους υποφλοιικούς πυρήνες, συμπεριλαμβανομένων και αυτών που συμμετέχουν στο συντονισμό της δραστηριότητας των σκελετικών μυών (Κεφάλαιο 12)
- 3. Περιλαμβάνουν ίνες συνδετικών οδών

B. Θάλαμος

- 1. Είναι ένας ενδιάμεσος σταθμός συναπτικής μεταβίβασης για τις αισθητικές οδούς κατά την πορεία τους προς τον εγκεφαλικό φλοιό (Κεφάλαιο 9)
- 2. Συμμετέχει στον έλεγχο συντονισμού των σκελετικών μυών (Κεφάλαιο 12)
- 3. Παίζει ρόλο-κλειδί στη συνειδητοποίηση (Κεφάλαιο 13)

Γ. Υποθάλαμος

- 1. Ρυθμίζει τη λειτουργία της πρόσθιας υπόφυσης (Κεφάλαιο 10)
- 2. Ρυθμίζει την ομοίωση των σωματικών υγρών (Κεφάλαιο 16)
- 3. Συμμετέχει στη ρύθμιση του αυτόνομου νευρικού συστήματος (Κεφάλαια 8 και 18)
- 4. Ρυθμίζει τη συμπεριφορά της πρόσληψης τροφής και υγρών (Κεφάλαιο 18)
- 5. Ρυθμίζει το αναπαραγωγικό σύστημα (Κεφάλαια 10 και 19)
- 6. Ενισχύει ορισμένες συμπεριφορές (Κεφάλαιο 13)
- 7. Παράγει και ρυθμίζει τον περιεικοσιτετράωρο ρυθμό (Κεφάλαια 7, 9, 10 και 18)
- 8. Συμμετέχει στη γένεση της συναισθηματικής συμπεριφοράς (Κεφάλαιο 13)

Δ. Μεταϊχμιακό σύστημα

- 1. Συμμετέχει στη γένεση των συναισθημάτων και της συναισθηματικής συμπεριφοράς (Κεφάλαιο 13)
- 2. Παίζει ουσιαστικό ρόλο σε όλους τους τύπους μάθησης (Κεφάλαιο 13)