

Βασικά Γάγγλια

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Μορφολογία & Τοπογραφική Ανατομική <i>Ραβδωτό Σώμα</i> <i>Προτείχισμα</i> <i>Αμυγδαλοειδές Σώμα</i> <i>Ανώνυμη Ουσία</i> <i>Επικλινής Πυρήνας</i> ■ Συνδέσεις του Ραβδωτού Σώματος <i>Προσαγωγές Ίνες</i> | <ul style="list-style-type: none"> <i>Απαγωγές Ίνες</i> ■ Συνδέσεις της Ωχράς Σφαίρας <i>Προσαγωγές Ίνες</i> <i>Απαγωγές Ίνες</i> ■ Λειτουργίες των Βασικών Πυρήνων <i>Προσαγωγό Σύστημα</i> <i>Απαγωγό Σύστημα</i> |
|---|--|

Εισαγωγή

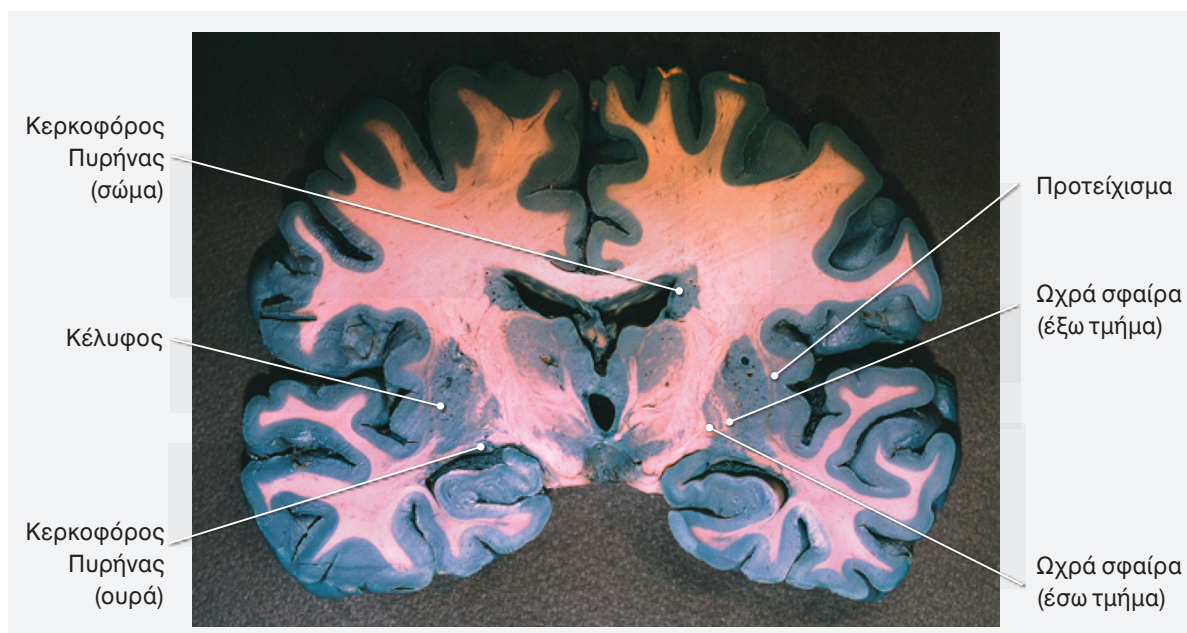
- Τα βασικά γάγγλια είναι οι πυρήνες του τελικού εγκεφάλου. Αποτελούν ευκρινείς μάζες φαιάς ουσίας που εντοπίζονται μέσα στη λευκή ουσία της βάσης κάθε εγκεφαλικού ημισφαιρίου. Βρίσκονται κάτω από το έδαφος της πλάγιας κοιλίας και μεταξύ της τρίτης κοιλίας και της Νήσου του Reil.
- Παίζουν σημαντικό ρόλο στον έλεγχο της στάσης και των εκουσίων κινήσεων.
- Περιλαμβάνουν αμφοτερόπλευρα:
 - Το **ραβδωτό σώμα** που αποτελείται από τον **κερκοφόρο πυρήνα**, το **κέλυφος** και την **ωχρά σφαίρα**. Έχουν στενή σχέση μεταξύ τους τόσο ανατομικά όσο και λειτουργικά.
 - Το **προτείχισμα ή ταινιοειδή πυρήνα**
 - Την **αμυγδαλή** (αμυγδαλοειδές σώμα **(Εικ.9.1)**).
- Υποδιαίρεση του συμπλέγματος:

1. Το ραβδωτό σώμα

- Αποτελείται από τον φακοειδή πυρήνα και τον κερκοφόρο πυρήνα.
- Βρίσκεται επί τα εκτός του θαλάμου και σε διατομές εμφανίζει ραβδωτή όψη (ραβδώσεις φαιάς ουσίας από τον ένα πυρήνα στον άλλο διασχίζουν την έσω κάψα).
- Διαδραματίζει ρόλο στον έλεγχο της στάσης και κίνησης.
- Το ραβδωτό σώμα έχει σημαντικές συνδέσεις με άλλες περιοχές, όπως με τον θάλαμο, τον υποθαλάμιο πυρήνα του διάμεσου εγκεφάλου και τη μέλαινα ουσία του μέσου εγκεφάλου.

2. Ο φακοειδής πυρήνας

- Βρίσκεται μέσα στο άνοιγμα της κώνης της έσω κάψας. Το πρόσθιο σκέλος της έσω κάψας χωρίζει τον φακοειδή πυρήνα από την κεφαλή του κερκοφόρου πυρήνα, ενώ το οπίσθιο σκέλος της έσω κάψας τον χωρίζει από



Εικόνα 9.1

Μετωπιαία (στεφανιαία) τομή των εγκεφαλικών ημισφαιρίων που απεικονίζει τα βασικά γάγγλια.

τον θάλαμο.

- Υποδιαιρείται σε:
 - **Κέλυφος:** το οποίο βρίσκεται προς τα έξω, είναι μεγαλύτερο και έχει σκουρότερο χρώμα.
 - **Ωχρά σφαίρα:** η οποία βρίσκεται προς τα έσω, είναι μικρότερη και έχει πιο ανοικτό χρώμα (**Πίνακας 9.1**).

3. Το νεοραβδωτό σώμα

- Αποτελείται από την κεφαλή του κερκοφόρου πυρήνα και το κέλυφος και θεωρείται ξεχωριστή οντότητα. Ο κερκοφόρος πυρήνας και το κέλυφος έχουν κοινή νευρωνική οργάνωση, κοινά συστήματα νευροδιαβιβαστών και κοινές συνδέσεις.
- Η ωχρά σφαίρα αποκαλείται και **παλαιοραβδωτό σώμα**.
- Η αμυγδαλή (αμυδαλοειδές σώμα) αποκαλείται και **αρχираβδωτό σώμα**.

Μορφολογία & Τοπογραφική Ανατομική

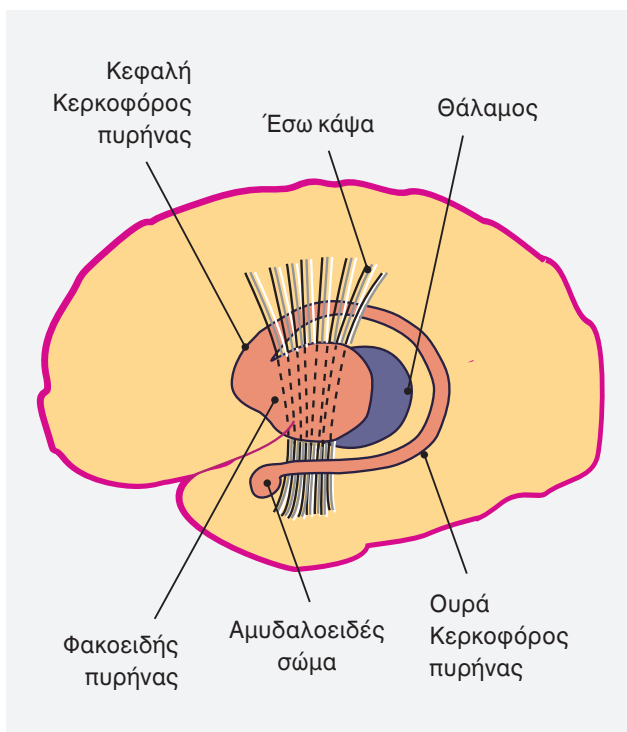
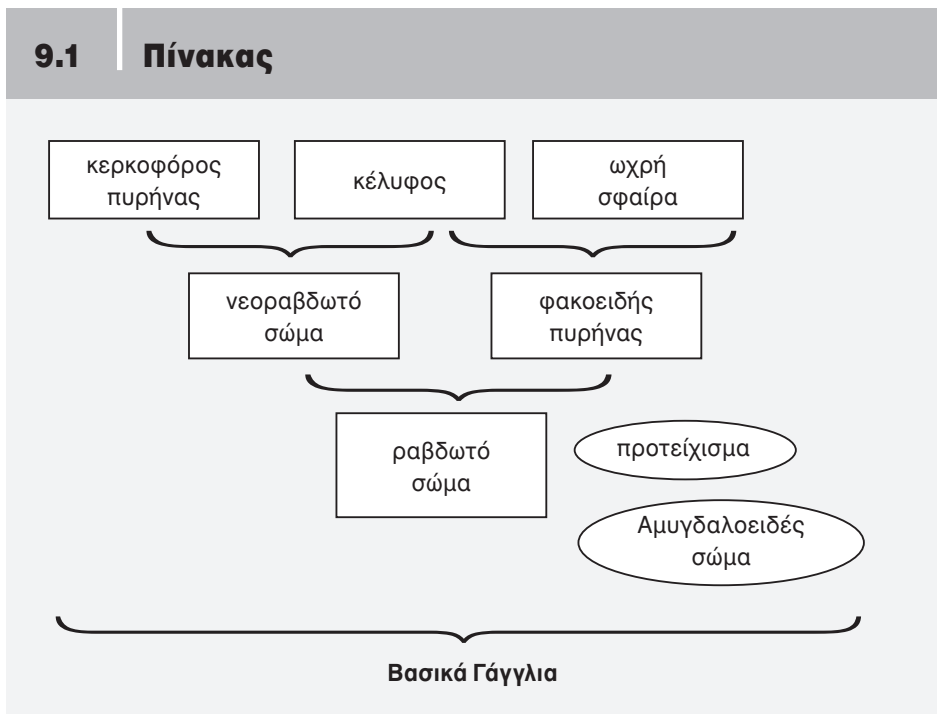
Ραβδωτό Σώμα

- Είναι ο σπουδαιότερος και μεγαλύτερος πυρήνας.

- Βρίσκεται επί τα εκτός του θαλάμου και χωρίζεται με λευκή ουσία (της έσω κάψας) σε δύο πυρήνες: τον κερκοφόρο και τον φακοειδή πυρήνα.

Κερκοφόρος Πυρήνας

- Είναι μια μεγάλη ομοιογενής μάζα φαιάς ουσίας.
- Έχει σχήμα "C" ή αγκύλης με το κυρτό προς τα πάνω και το άνοιγμα προς τα εμπρός και κάτω του θαλάμου, σε στενή σχέση με την πλάγια κοιλία.
- Εμφανίζει τρία μέρη: την κεφαλή, το σώμα και την ουρά.
- Η **Κεφαλή του κερκοφόρου πυρήνα**.
 - Βρίσκεται μπροστά από το μεσοκοιλιακό τμήμα, και σχηματίζει το έξω και κάτω τοίχωμα του μετωπιαίου κέρατος της πλάγιας κοιλίας.
 - Προς τα κάτω επικοινωνεί με την πρόσθια διάτρητη ουσία.
 - Η έξω και ραχιαία επιφάνεια της κεφαλής χωρίζεται από τον φακοειδή πυρήνα με το πρόσθιο σκέλος της έσω κάψας (**Εικ 9.2**).
 - Προς τα έξω και κοιλιακά, η κεφαλή συνέχε-

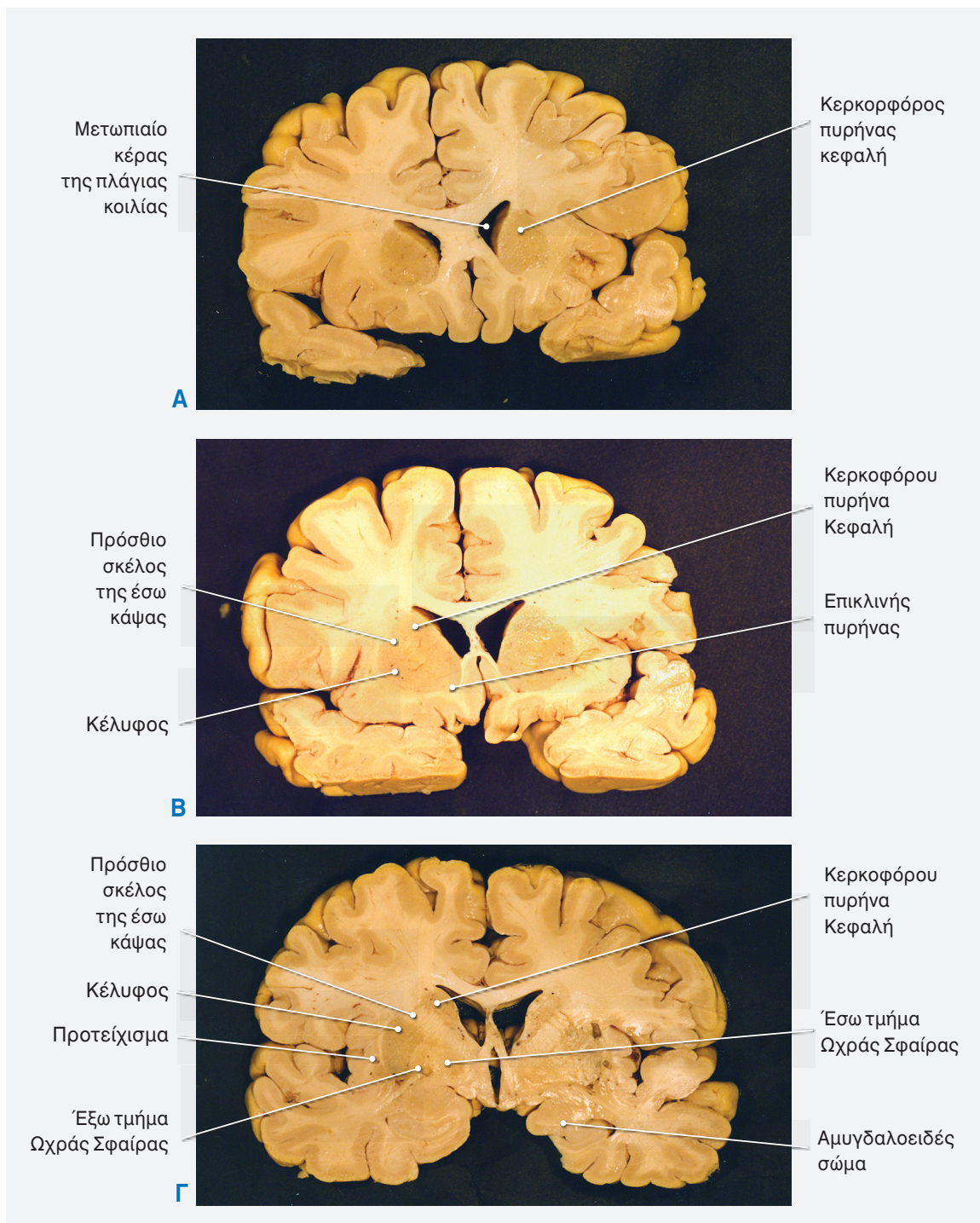


Εικόνα 9.2

Έξω επιφάνεια του αριστερού κερκοφόρου πυρήνα και του θαλάμου. Η πορεία της έσω κάψας φαίνεται με τις γραμμές. Το οπίσθιο σκέλος της έσω κάψας διαχωρίζει την ωχρά σφαίρα και το κέλυφος από τον θάλαμο. Το πρόσθιο σκέλος της έσω κάψας διαχωρίζει το κέλυφος και την κεφαλή του κερκοφόρου πυρήνα.

ται με το κέλυφος του φακοειδούς πυρήνα, διαμέσου και κάτω από το πρόσθιο σκέλος της έσω κάψας. Το κοιλιακό τμήμα του ραβδωτού σώματος στο επίπεδο αυτό ονομάζεται **λοφίδιο του κερκοφόρου πυρήνα ή επικλινής πυρήνας**. Ο επικλινής πυρήνας συνδέεται με το μεταχιακό σύστημα.

- Το Σώμα του κερκοφόρου πυρήνα
 - Το σώμα συνεχίζεται με την κεφαλή στην περιοχή του μεσοκοιλιακού τρήματος.
 - Είναι επίμηκες και στενό σε σχήμα, και ακολουθεί την καμπύλη της πλάγιας κοιλίας.
 - Σχηματίζει μέρος του εδάφους του σώματος (κεντρική μοίρα) της πλάγιας κοιλίας.
 - Προς τα έσω χωρίζεται από τον θάλαμο με τη μεθόριο ταινία και φλέβα.
 - Προς τα κάτω και έξω χωρίζεται από τον φακοειδή πυρήνα με την έσω κάψα.
- Η Ουρά του κερκοφόρου πυρήνα
 - Αποτελεί τη συνέχεια του σώματος προς το οπίσθιο τμήμα του θαλάμου.
 - Είναι μακρά και λεπτή.
 - Κατευθύνεται προς τα εμπρός και κάτω και σχηματίζει την οροφή του κροταφικού κέρατος της πλάγιας κοιλίας.



Εικόνα 9.3

Σειρά από μετωπιαίες (στεφανιαίες) τομές του εγκεφάλου δια του ραβδωτού σώματος.

- Προς τα εμπρός καταλήγει στο αμυγδαλοειδές σώμα (**Εικ 9.3**).

Φακοειδής πυρήνας

- Βρίσκεται επί τα εκτός του κερκοφόρου πυρήνα βαθιά μέσα στη λευκή ουσία, μέσα στο

γόνυ της κάψας.

- Προς τα έσω έρχεται σε σχέση με την έσω κάψα.
- Το πρόσθιο σκέλος της κάψας τον χωρίζει από την κεφαλή του κερκοφόρου πυρήνα.
- Το οπίσθιο σκέλος της έσω κάψας τον χωρίζει από τον θάλαμο.

- Εμφανίζει σε εγκάρσια διατομή σχήμα τριγωνικό (βάση προς τα έξω) και σχήμα αμφίκυρτου φακού σε οβελιαία διατομή.
- Προς τα έξω, χωρίζεται από το προτείχισμα με την **έξω κάψα**, μια λεπτή ταινία λευκής ουσίας.
- Ο φακοειδής πυρήνας υποδιαιρείται με το **έξω μυελώδες πέταλο** (καθέτως φερόμενο πέταλο λευκής ουσίας) σε δύο μικρότερους πυρήνες στο κέλυφος και την ωχρά σφαίρα.

Κέλυφος

- Βρίσκεται επί τα εκτός του έξω μυελώδους πετάλου, το οποίο το χωρίζει από την ωχρά σφαίρα.
- Προς τα έξω βρίσκεται η λευκή ουσία (έξω κάψα)
- Είναι μεγαλύτερο και σκουρόχρωμο.
- Είναι συνεχόμενο με την κεφαλή του κερκοφόρου πυρήνα, στο πρόσθιο κάτω άκρο του.

Ωχρά σφαίρα

- Βρίσκεται επί τα εντός του έξω μυελώδους πετάλου.
- Είναι μικρότερη και ανοιχτόχρωμη σε σχέση με το κέλυφος.
- Το **έσω μυελώδες πέταλο** το υποδιαιρεί σε δύο μικρότερα τμήματα, το έξω και έσω.
- Το **έσω τμήμα της ωχράς σφαίρας** είναι μικρότερο και έχει πολλές κυτταρολογικές και συνδετικές ομοιότητες με τη **μέλαινα ουσία (δικτυωτό τμήμα)** του μέσου εγκεφάλου.
- Το **έξω τμήμα της ωχράς σφαίρας** χωρίζεται από το κέλυφος με το έξω μυελώδες πέταλο.

Προτείχισμα (ή ταινιώδης Πυρήνας)

- Είναι ένα λεπτό φαιό πέταλο.
- Φέρεται οβελιαία ανάμεσα στον φακοειδή πυρήνα και τη νήσο του Reil.
- Χωρίζεται από το κέλυφος του φακοειδούς πυρήνα με λευκή ουσία, την **έξω κάψα**.
- Χωρίζεται από τον φλοιό της νήσου του Reil, με μία λεπτή ταινία υποφλοιώδους λευκής ουσίας, την **εξώτατη κάψα**.
- Έρχεται σε σχέση με τον προαπιοειδή φλοιό και τον έξω πυρήνα του αμυγδαλοειδούς πυρήνα (σώμα) (**Εικ 9.4**).

Αμυγδαλοειδές Σώμα

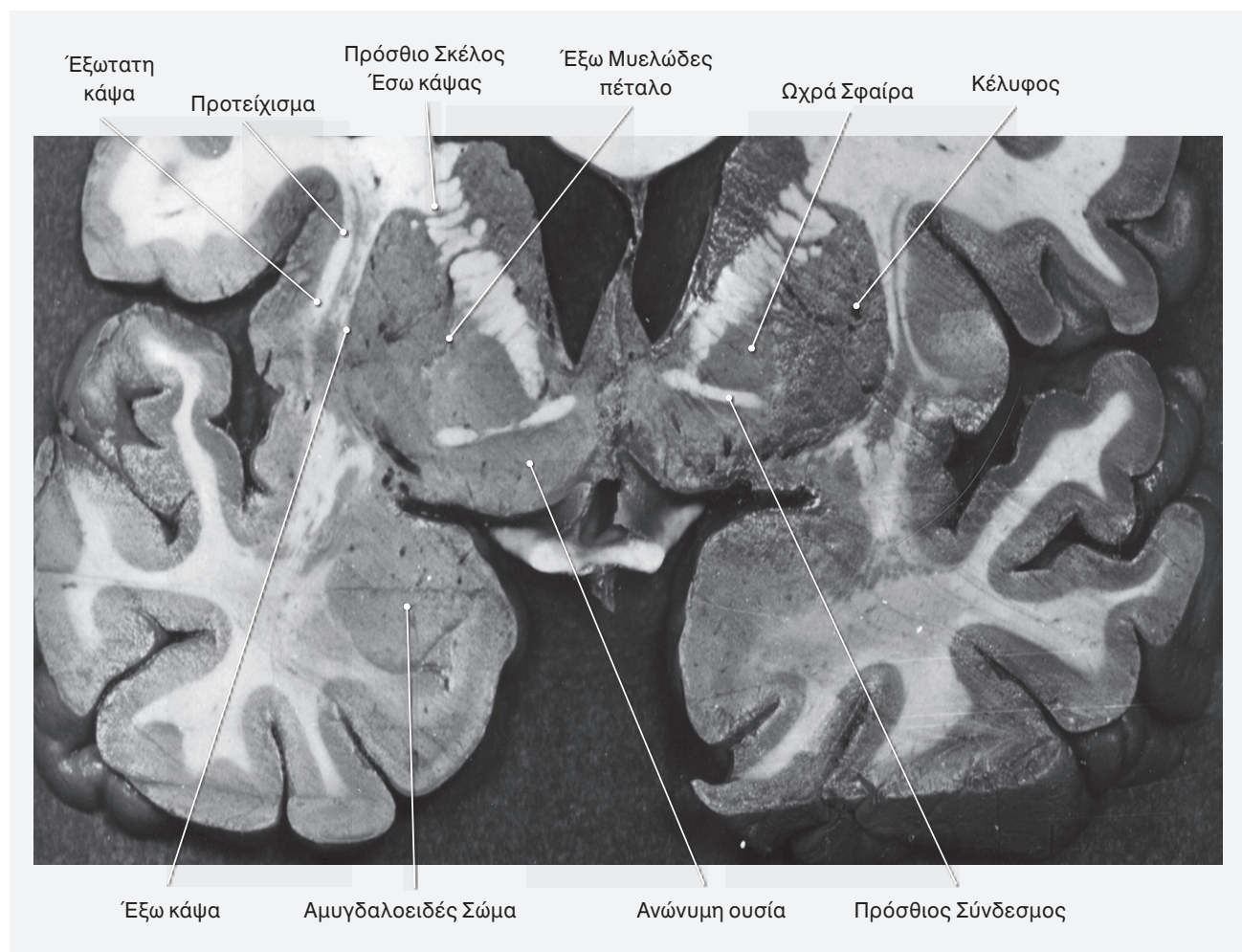
- Βρίσκεται στον κροταφικό λοβό, κοντά στο άγκιστρο. Προς τα πίσω συνεχίζεται με την ουρά του κερκοφόρου πυρήνα.
- Έρχεται σε σχέση με τον φλοιό του αγκίστρου προς τα άνω, την πρόσθια διάτρητη ουσία προς τα άνω και έσω, με την ουδό της νήσου του Reil προς τα εμπρός και την ουρά του κερκοφόρου πυρήνα προς τα πίσω.
- Λειτουργικά θεωρείται μέρος του μεταχιακού συστήματος.
- Το αμυγδαλοειδές σώμα, το οποίο έχει μέγεθος μικρού αμυγδάλου, αποτελεί ένα σύμπλεγμα μικρότερων πυρήνων, το οποίο περιβάλλεται από τον περιαμυγδαλικό φλοιό. Το σύμπλεγμα των πυρήνων υποδιαιρείται σε δύο ομάδες:
 - **τη βασική – έξω ομάδα**: περιλαμβάνει τον έξω, βασικό και επικουρικό αμυγδαλικό πυρήνα. Δέχεται οπτικές και ακουστικές πληροφορίες και συνδέεται με τον προαπιοειδή και τον ρινικό φλοιό.
 - **τη φλοιική – έσω ομάδα**: περιλαμβάνει τον φλοιικό, τον έσω και τον κεντρικό αμυγδαλικό πυρήνα. Εδώ καταλήγουν ίνες από τον οσφρητικό βολβό. Αποστέλλουν τις ίνες της **τελικής ταινίας**.

Ανώνυμη Ουσία

- Η σύνθετη περιοχή κάτω από το ραβδωτό σώμα αναφέρεται ως ανώνυμη ουσία. Περιέχει ομάδες από νευρικά κύτταρα και τον **βασικό πυρήνα του Meynert** (nucleus basalis).
- Ο βασικός μυρήνας προβάλλει στον φλοιό των ημισφαιρίων και έχει ως νευροδιαβιβαστή την ακετυλοχολίνη.
- Τα νευρικά κύτταρα της ανώνυμης ουσίας εκφυλίζονται στη νόσο του Alzheimer.

Επικλινής Πυρήνας

- Βρίσκεται στο πρόσθιο πέρας του ραβδωτού σώματος, στην κάτω μοίρα του προσθίου τμήματος του ημισφαιρίου.
- Οι προσαγωγές (κεντρόμολες) ίνες του ξεκινούν από το μεταχιακό σύστημα (κυρίως



Εικόνα 9.4

Μετωπιαία (στεφανιαία) τομή των εγκεφαλικών ημισφαιρίων που απεικονίζει το προτείχισμα και το αμυγδαλοειδές σώμα.

αμυγδαλοειδές σώμα, ιπποκάμπειος σχηματισμός, κλινοειδής πυρήνας της τελικής ταινίας) και την πρόσθια καλύπτρα του μέσου εγκεφάλου.

- Έχει κεντρικό ρόλο σε καταστάσεις εγρήγορσης, όπως συμβαίνει στα κυκλώματα ανταμοιβής (συναισθήματα ευφορίας και ικανοποίησης).
- Μαζί με τα βασικά γάγγλια, το μεταχιακό σύστημα προσδίδει χαρακτηριστική έκφραση στις συναισθηματικές αποκρίσεις (συνοδές χειρονομίες).
- Στον επικλινή πυρήνα, υπάρχει υποπληθυσμός κυττάρων, ο οποίος παράγει τις δυνωφίνες. Η προβολή του υποπληθυσμού λαμβάνει χώρα στο κοιλιακό τμήμα της ωχράς σφαίρας και την ανώδυμη ουσία.

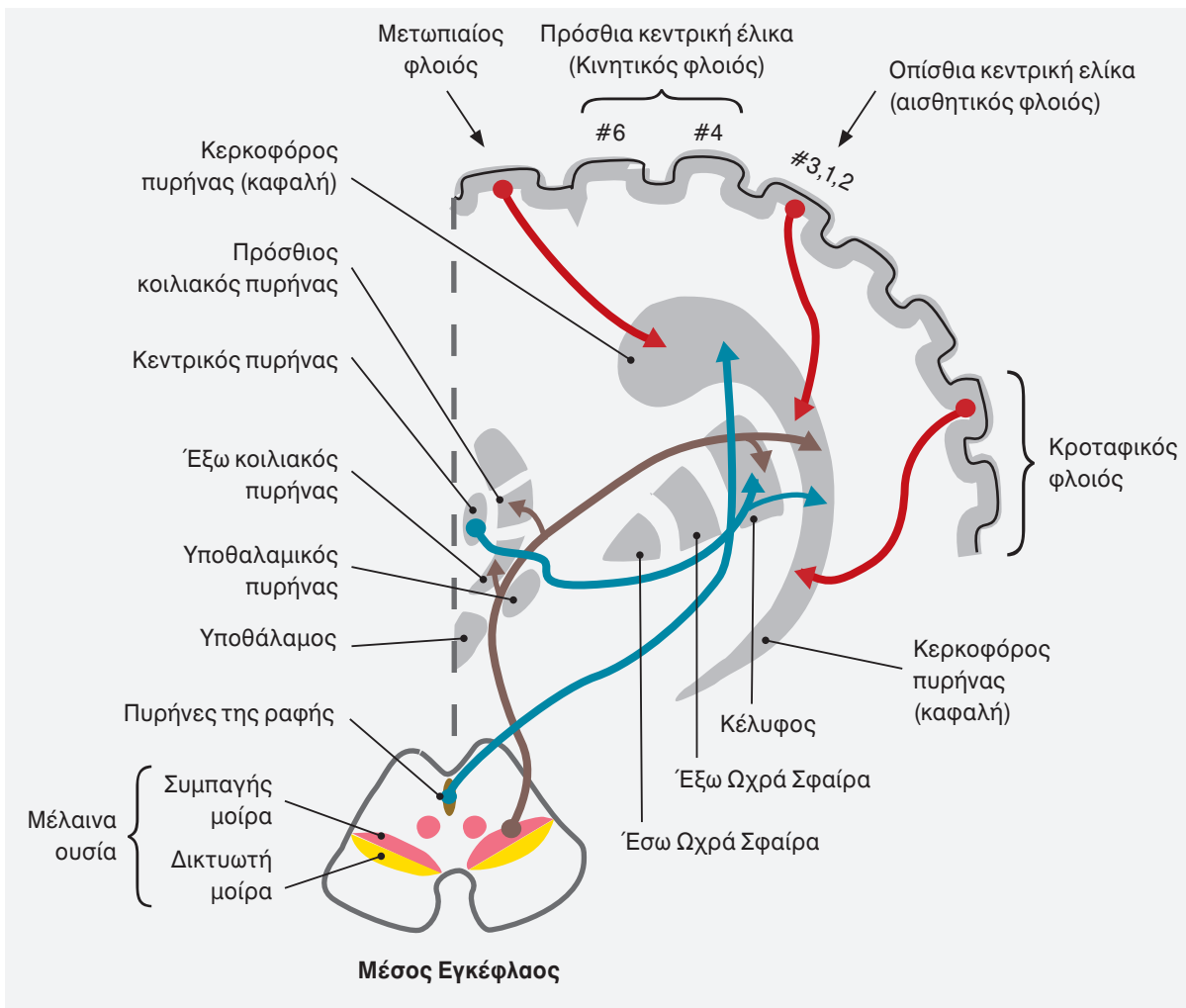
Συνδέσεις του Ραβδωτού Σώματος

Προσαγωγές Ίνες

- Οι προβολές αυτές είναι εκτεταμένες, περίπλοκες και γενικά τοπογραφικά οργανωμένες σε τρεις κύριες ομάδες: 1) φλοιοραβδωτές ίνες (από τον εγκεφαλικό φλοιό), 2) θαλαμοραβδωτές ίνες (από τον θάλαμο) και 3) μελινοραβδωτές ίνες (από τη μέλαινα ουσία του μέσου εγκεφάλου) (*Εικ 9.5*).

1. Φλοιοραβδωτές ίνες

- Όλα τα μέρη του φλοιού των ημισφαιρίων χορηγούν νευρικές ίνες προς τον κερκοφόρο πυρήνα και το κέλυφος.
- Οι περισσότερες ίνες προέρχονται από το ίδιο ημισφαίριο και ιδιαίτερα από τον κινητικό



Εικόνα 9.5

Σχηματικό διάγραμμα που απεικονίζει τις κύριες προσαγωγές συνδέσεις του ραβδωτού σώματος.

και *αισθητικό φλοιό*. Κινητικές περιοχές του μετωπιαίου λοβού προβάλλουν κυρίως στο κέλυφος (Το σώμα παρουσιάζεται σε ανεστραμμένη σωματοτυπική διάταξη.) Το κέλυφος θεωρείται το κυρίως κινητικό τμήμα του ραβδωτού σώματος, και μέρους του κινητικού κυκλώματος (*Πίνακας 9.2*).

- Πρόσθιες περιοχές του μετωπιαίου λοβού και συνειρμικών περιοχών προβάλλουν κυρίως στον κερκοφόρο πυρήνα. Ο κερκοφόρος πυρήνας έχει συνειρμικές λειτουργίες.
- Ο νευροδιαβιβαστής στις συνδέσεις αυτές είναι η γλουταμινική ουσία και οι φλοιοραβδωτές ίνες έχουν διεγερτική δράση στους ραβδωτούς νευρώνες.
- Σε διακοπή του κυκλώματος μεταξύ των βα-

σικών πυρήνων και του φλοιού των ημισφαιρίων συμβαίνει εκφύλιση της ωχράς σφαίρας η οποία οδηγεί στην **αθέτωση**, η οποία χαρακτηρίζεται από βραδείες, ελικοειδείς και άσκοπες κινήσεις (ειδικότερα των περιφερικών τμημάτων των άκρων).

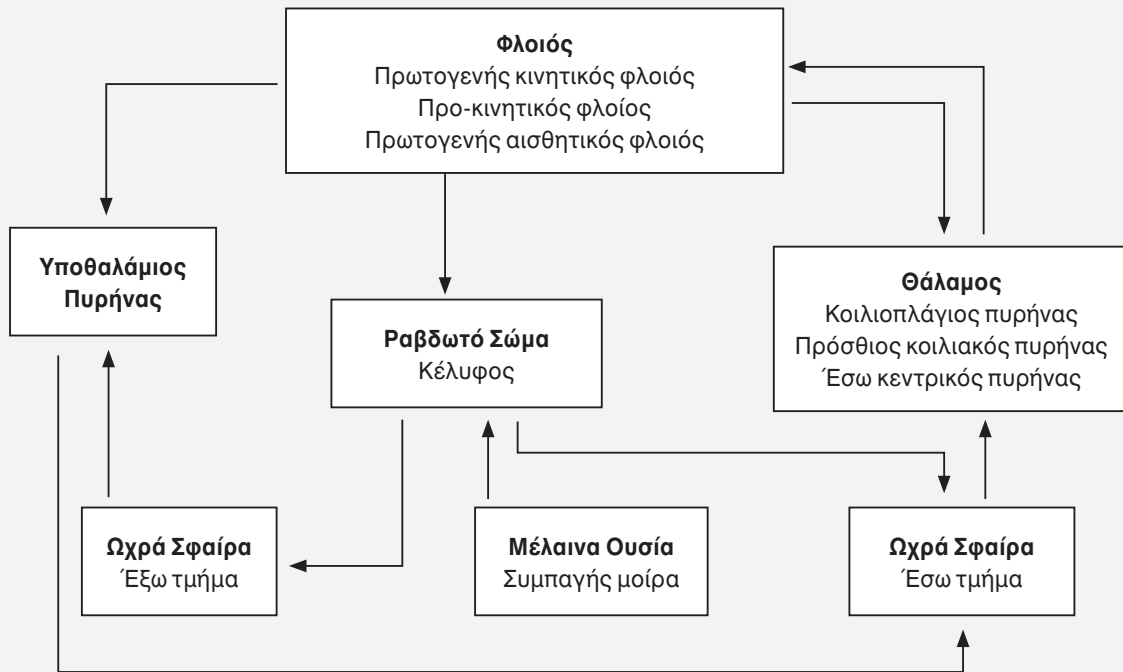
- Η κεφαλή του κερκοφόρου πυρήνα δέχεται ίνες από τον προμετωπιαίο φλοιό και συμμετέχει στην εκμάθηση των κινήσεων. Οι φλοιώδεις συνδέσεις συμμετέχουν στον προσχεδιασμό (στον τελικό σκοπό της κίνησης). Αυτές οι συνδέσεις αναφέρονται ως **γνωστικό κύκλωμα** (*Πίνακας 9.3*).

2. Θαλαμοραβδωτές ίνες

- Οι ενδοπετάλιοι πυρήνες του θαλάμου χορη-

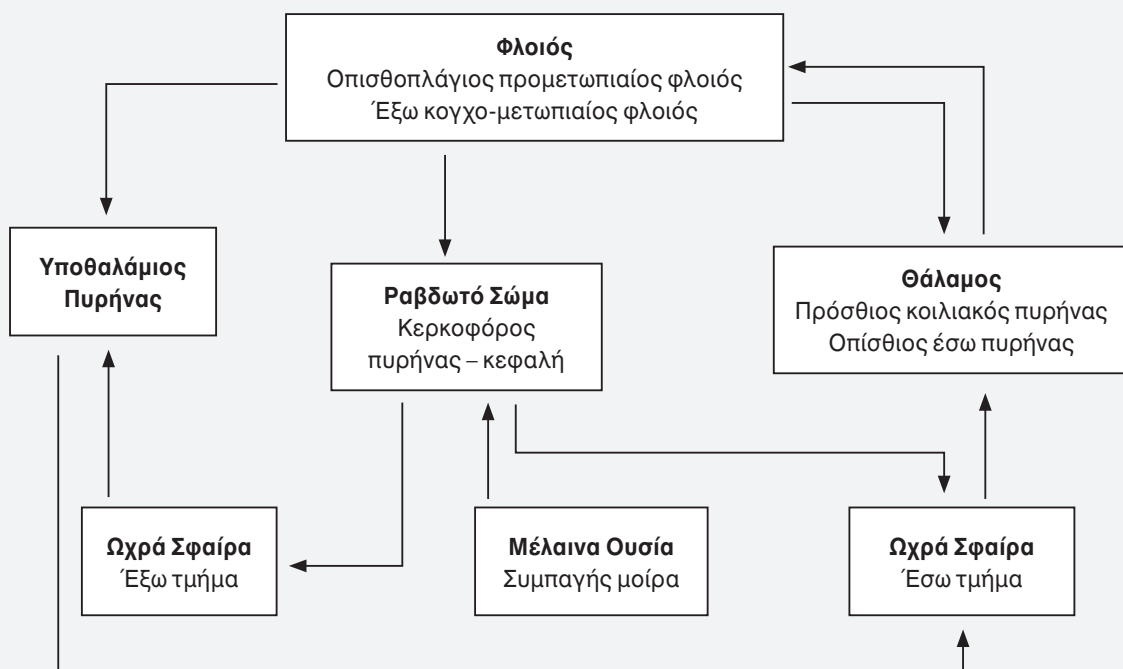
9.2 Πίνακας

Το Κινητικό Κύκλωμα



9.3 Πίνακας

Το Γνωστικό Κύκλωμα

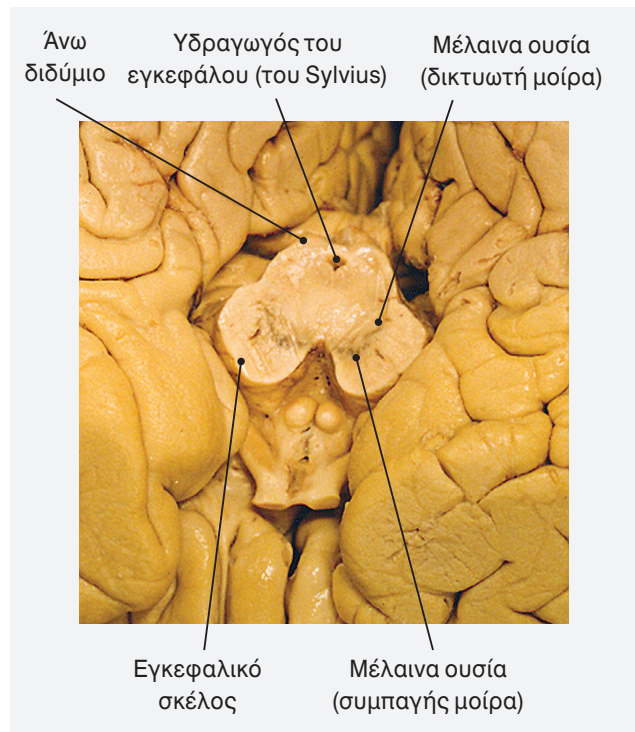


γούν ίνες στον κερκοφόρο πυρήνα και το κέλυφος.

- Επίσης, υπάρχουν θαλαμοραβδωτές ίνες από τους ενδοθαλαμικούς πυρήνες του ομόπλευρου θαλάμου.

3. Μελαινοραβδωτές ίνες

- Ο κερκοφόρος πυρήνας και το κέλυφος δέχονται ίνες από την ομόπλευρη **μέλαινα ουσία** του μέσου εγκεφάλου. Οι ίνες προβάλλουν από τη συμπαγή μοίρα της μέλαινας ουσίας (Εικ 9.6).
- Ως νευροδιαβιβαστή απελευθερώνουν **ντοπαμίνη**. Έχουν ανασταλτική και διεγερτική επίδραση, μέσω δύο ειδών συνάψεων.
 - **Οι νευρώνες της άμεσης οδού**- είναι διεγερτικοί μέσω των ντοπαμινεργικών νευρώνων τύπου D_1 .
 - **Οι νευρώνες της έμμεσης οδού**- είναι διεγερτικοί μέσω των ντοπαμινεργικών νευρώνων τύπου D_2 (Πίνακας 9.4 και 9.5)



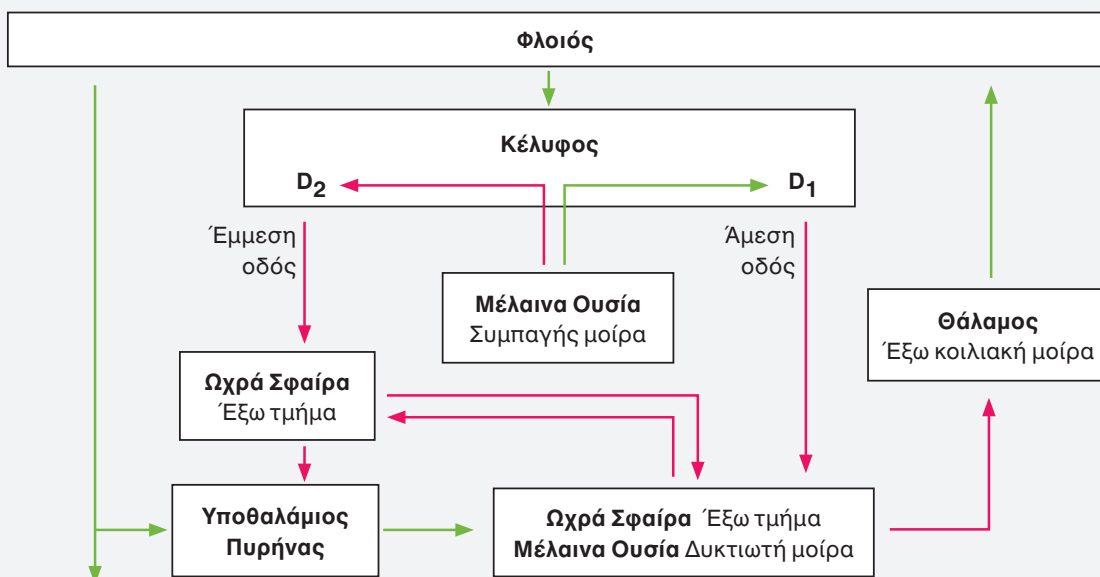
Εικόνα 9.6

Εγκάρσια τομή δια του μέσου εγκεφάλου στο ύψος των άνω διδυμίων που απεικονίζει τη μέλαινα ουσία.

9.4 Πίνακας

Λειτουργικές Συνδέσεις των Βασικών Γαγγλίων

■ Τα πράσινα τόξα είναι οδοί διέγερσης, ενώ τα κόκκινα τόξα είναι αναστολής.



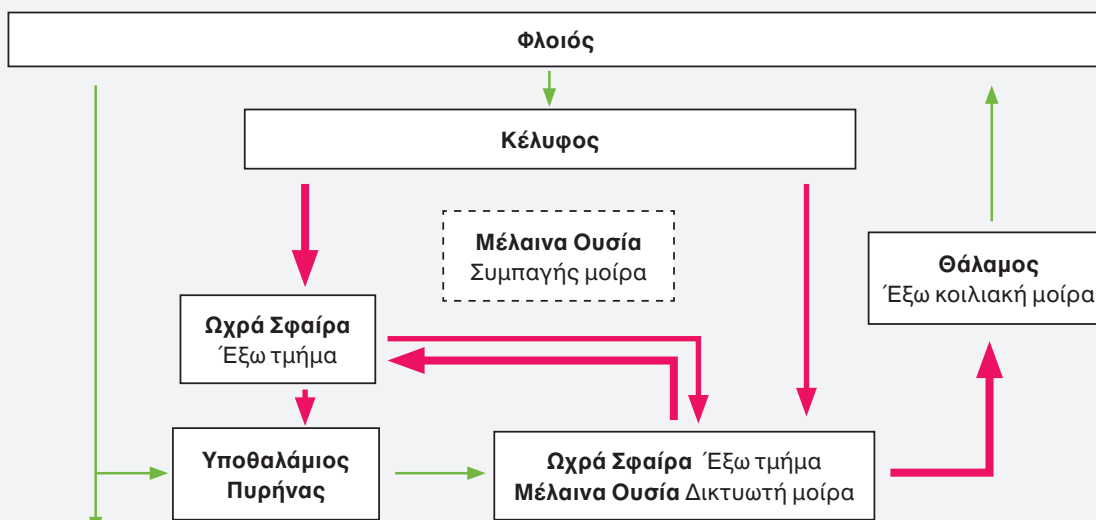
Εγκεφαλικός Στέλεχος, Νωτιαίος Μυελός

9.5 Πίνακας

Δυσλειτουργία των Συνδέσεων στη Νόσο του Parkinson

Τα πράσινα τόξα είναι οδοί διέγερσης, ενώ τα κόκκινα αναστολής.

Η εκφύλιση των νευρώνων της μελαινοραβδωτής οδού, επηρεάζει τις προσαγωγές συνδέσεις. (απεικόνιση με αλλαγές στο πάχος των γραμμών).



Εγκεφαλικό Στέλεχος, Νωτιαίος Μυελός

- Η ισορροπία ντοπαμίνης και ακετυλοχολίνης διασφαλίζει την ομαλή και αρμονική κίνηση.
- Στην **Νόσο του Parkinson**, τα νευρικά κύτταρα που παράγουν ντοπαμίνη νεκρώνονται, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει διαθέσιμη αρκετή ντοπαμίνη για να συνδεθεί με τους ντοπαμινικούς υποδοχείς στο απαγωγό νεύρο.
- Στην **Νόσο του Huntington**, υπερδραστηρι-

9.1 Κλινική Συσχέτιση

Νόσος του Parkinson

- Εμφανίζεται νευρωνική εκφύλιση της μέλαινας ουσίας (σε μικρότερο βαθμό υπάρχει νευρωνική εκφύλιση της ωχράς σφαίρας, του κελύφους και του κερκοφόρου πυρήνα).
- Υπάρχει απώλεια της μέλαινας ουσίας περίπου 60%.
- Η νευρωνική εκφύλιση έχει σαν αποτέλεσμα την εκφύλιση των ανασταλτικών μελαينو-ραβδωτών ινών και ελάττωση της ντοπαμίνης στο ραβδωτό σώμα.
- Αυτό προκαλεί την υπερευαισθησία των υποδοχέων ντοπαμίνης, οι οποίοι, υπερδραστηριοποιούνται με συνέπεια την εμφάνιση των ακόλουθων χαρακτηριστικών συμπτωμάτων:
 - Τρόμου (ακούσιος τρόμος πιο έντονος στην ηρεμία, ο οποίος μειώνεται κατά την εκούσια κίνηση).
 - Βραδυκινησίας (αργή κινητικότητα, μειωμένη επιδεξιότητα, ελαττωμένο άνοιγμα και κλείσιμο των βλεφάρων, σιελόρροια και ανέκφραστο προσωπίο).
 - Δυσκαμψία ή ακαμψία (προκαλείται από αύξηση του μυϊκού τόνου).
 - Αστάθεια (αίσθημα αστάθειας και τάση για πτώση).
 - Μείωση των στατικών αντανακλαστικών και της σπαστικότητας.

οποιούνται οι ντοπαμινοεκκριτικοί νευρώνες της μέλαινας ουσίας (Πίνακας 9.6).

- Η μέλαινα ουσία είναι τονικά ενεργή και έτσι ευνοεί τη δραστηριότητα της άμεσης οδού. Αυτή είναι απαραίτητη για την ενεργοποίηση του κινητικού φλοιού (κυρίως της συμπληρωματικής κινητικής περιοχής, πεδίο 6) στην έσω επιφάνεια των ημισφαιρίων.
 - Η συμπληρωματική κινητική περιοχή (πεδίο 6) αντιδρά σε εσωτερικά ερεθίσματα (σε αντίθεση με τον προκινητικό φλοιό που αντιδρά σε εξωτερικά ερεθίσματα). Συμμετέχει στον κινητικό προγραμματισμό.
 - Η κύρια λειτουργία είναι ο προσχεδιασμός της ακολουθίας των κινήσεων.
 - Προβάλλει στον κύριο κινητικό φλοιό (πεδίο 4).

9.2 Κλινική Συσχέτιση

Χορεία του Huntington

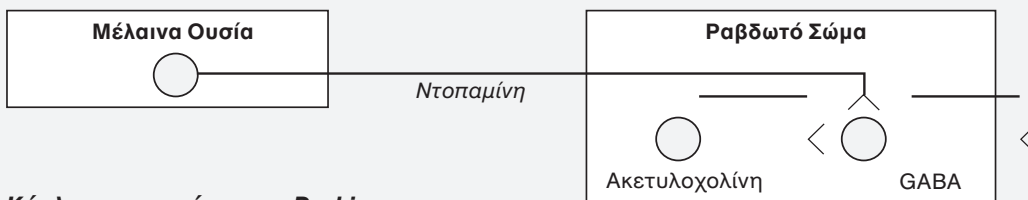
- Υπερδραστηριοποιούνται οι ντοπαμινοεκκριτικοί νευρώνες της μέλαινας ουσίας.
- Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η μελαινοραβδωτή οδός να αναστέλλει τη δράση του κερκοφόρου πυρήνα και του κελύφους.
- Τα νευρικά κύτταρα που περιέχουν τον νευροδιαβιβαστή GABA (γ-αμινοβουτυρικό οξύ) εκφυλίζονται.
- Η χορεία είναι μια διαδοχική σειρά ταχέων, ασύμμετρων και αποσπασματικών κινήσεων. Συνήθως αφορούν στις άπω μυϊκές ομάδες των άκρων.
- Χαρακτηριστικά συμπτώματα είναι οι ανώμαλες, ταχείες, απότομες, και σπασμωδικές κινήσεις.

9.6 Πίνακας

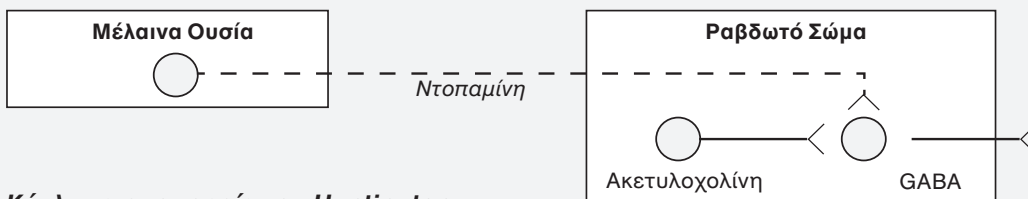
Κυκλώματα και Νευροδιαβιβαστές των Βασικών Γαγγλίων

Οι ντοπαμινεργικές μελανοραβδωτές συνδέσεις ασκούν ανασταλτική και διεγερτική δράση στο ραβδωτό σώμα. Στη νόσο του Parkinson, η απώλεια των μελανοραβδωτών ντοπαμινεργικών νευραξόνων προκαλεί αρνητικά σημεία (βραδυκινησία) αλλά και θετικά σημεία (τρόμος). Στη χορεία του Huntington τα νευρικά κύτταρα που περιέχουν τον νευροδιαβιβαστή GABA (γ-αμινοβουτυρικό οξύ) εκφυλίζονται.

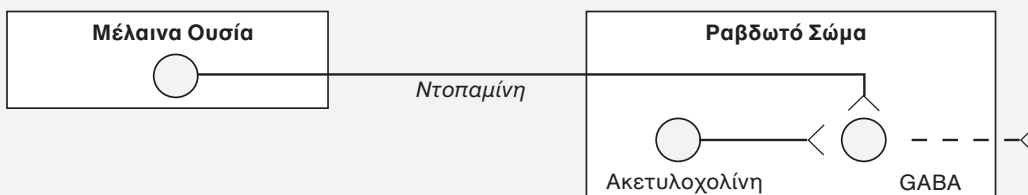
■ Φυσιολογικό κύκλωμα



■ Κύκλωμα στη νόσο του Parkinson



■ Κύκλωμα στη χορεία του Huntington



- Βλάβη στη συμπληρωματική κινητική περιοχή προκαλεί **ακινησία** (αδυναμία έναρξης μίας κίνησης του ετερόπλευρου κάτω άκρου).

4. Στελεχοραβδωτές ίνες

- Ο κερκοφόρος πυρήνας και το κέλυφος δέχονται ίνες του εγκεφαλικού στελέχους.
- Ο νευροδιαβιβαστής είναι η σεροτονίνη.
- Έχουν ανασταλτική επίδραση.

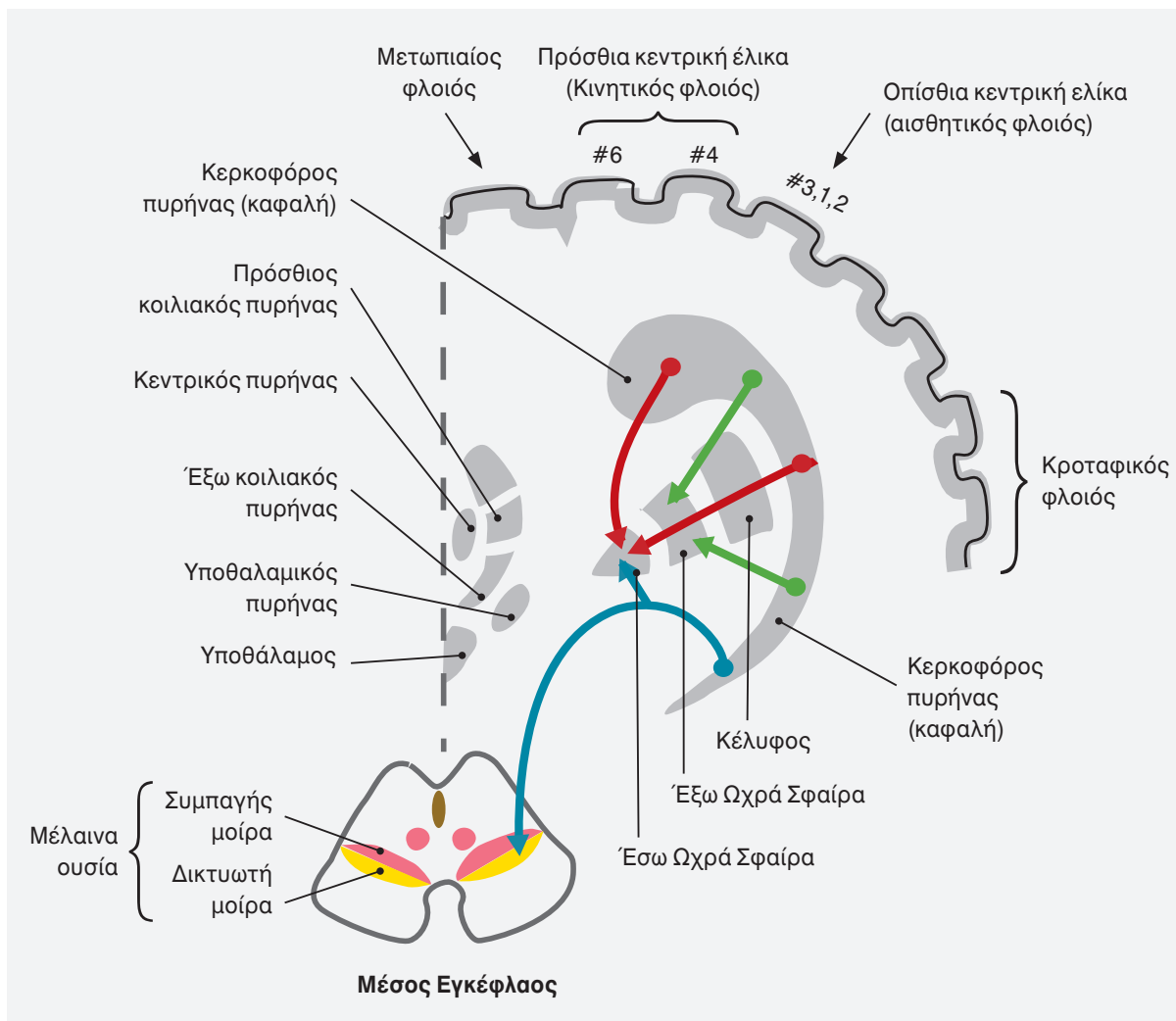
Απαγωγές Ίνες

- Οι προβλητικές ίνες του ραβδωτού σώματος είναι οργανωμένες σωματοτυπικά. Οι ωχροί νευρώνες συνδέονται κυρίως με κινήσεις των άκρων. Τα μέλαινα κύτταρα συνδεούνται με

τους μυς του κορμού και τους εξοφθάλμιους μυς (**Εικ 9-7**).

1. Ραβδωτο –ωχροσφαιρικές (ή ραβδωτο-ωχρές) ίνες

- Οι νευρικές ίνες φέρονται από τον **κερκοφόρο πυρήνα** και το **κέλυφος** προς την **ωχρά σφαίρα** (και τα δύο τμήματα).
- Ο νευροδιαβιβαστής είναι ουσία GABA. Υπάρχουν και εγκεφαλινοεργικές ραβδωχρες προβολές. Τα κύτταρα, τα οποία προβάλλουν στο έσω τμήμα της ωχράς σφαίρας περιέχουν την **ουσία P** και τη **δυνοφρίνη**. Τα κύτταρα, τα οποία προβάλλουν στο έξω τμήμα της ωχράς σφαίρας περιέχουν τη **μετε-**



Εικόνα 9.7

Σχηματικό διάγραμμα που απεικονίζει τις κύριες απαγωγές συνδέσεις του ραβδωτού σώματος.

γκεφαλίνη (met-enkephalin) [η οποία αναφέρεται και ως οπιοειδής αυξητικός παράγοντας (OGF)- ο οποίος είναι ενδογενές οπιοειδές πεπτίδιο - νευροδιαβιβαστής].

- Οι ραβδοτο-ωχρές ίνες έχουν ανασταλτική δράση στους νευρώνες της ωχράς σφαίρας.

2. Ραβδοτο – μέλαινες ίνες

- Φέρονται από τον κερκοφόρο πυρήνα και το κέλυφος προς τη μέλαινα ουσία.
- Ως νευροδιαβιβαστικές ουσίες χρησιμοποιούν: GABA, την ακετυλοχολίνη και την ουσία P (υπάρχουν ενδείξεις ότι η δινορφίνη και η εγκεφαλίνη είναι επίσης νευροενεργές ουσίες εδώ).

- Οι ραβδοτο-μέλαινες ίνες έχουν ανασταλτική δράση στους νευρώνες της μέλαινας ουσίας.

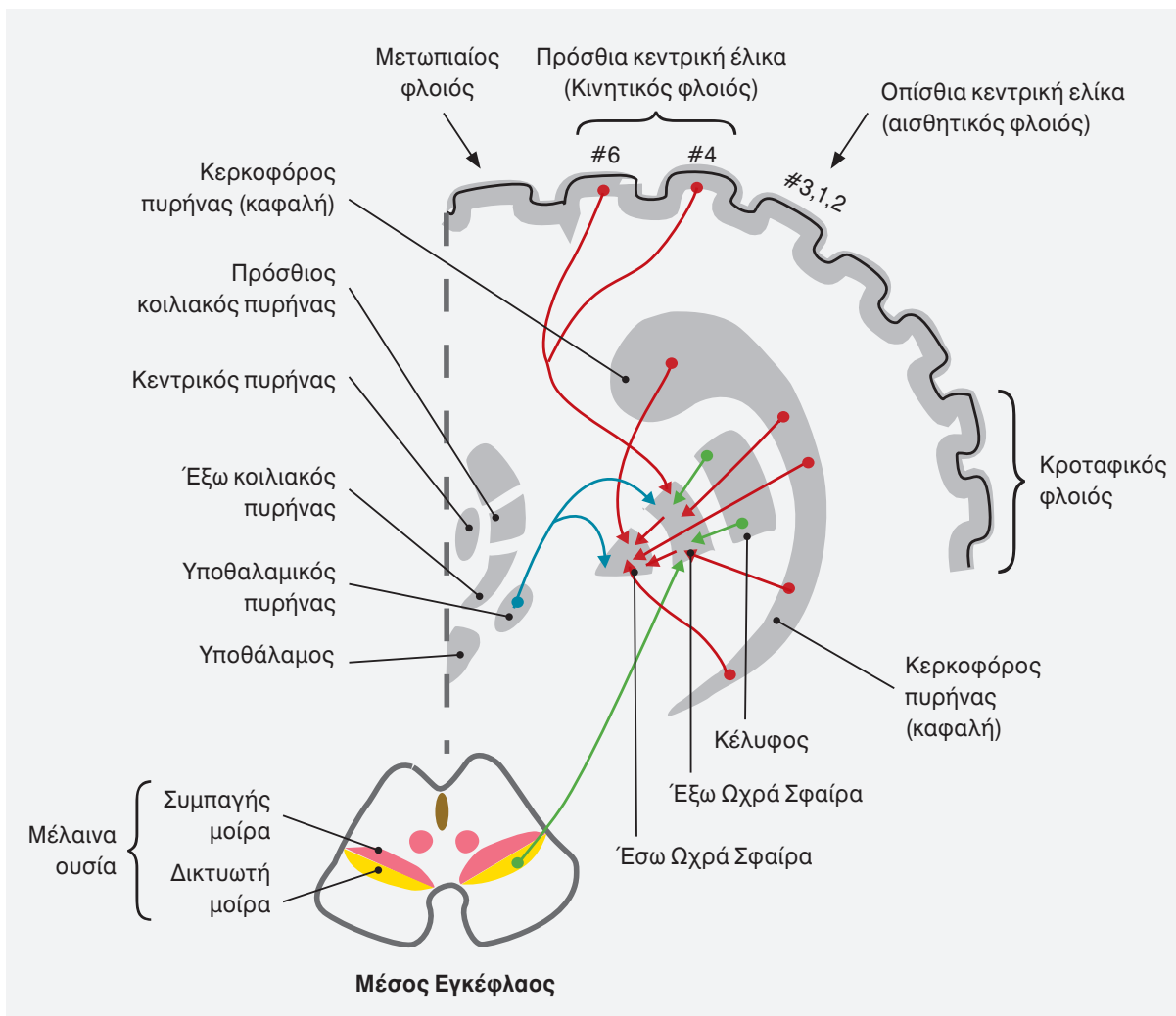
Συνδέσεις της Ωχράς Σφαίρας

Προσαγωγές Ίνες

- Η έσω και έξω ωχρά σφαίρα έχουν παρόμοιες προσαγωγές (κεντρομόλες) συνδέσεις. Οι απαγωγές (φυγόνεντρες) συνδέσεις, όμως διαφέρουν σημαντικά (Εικ 9.8).

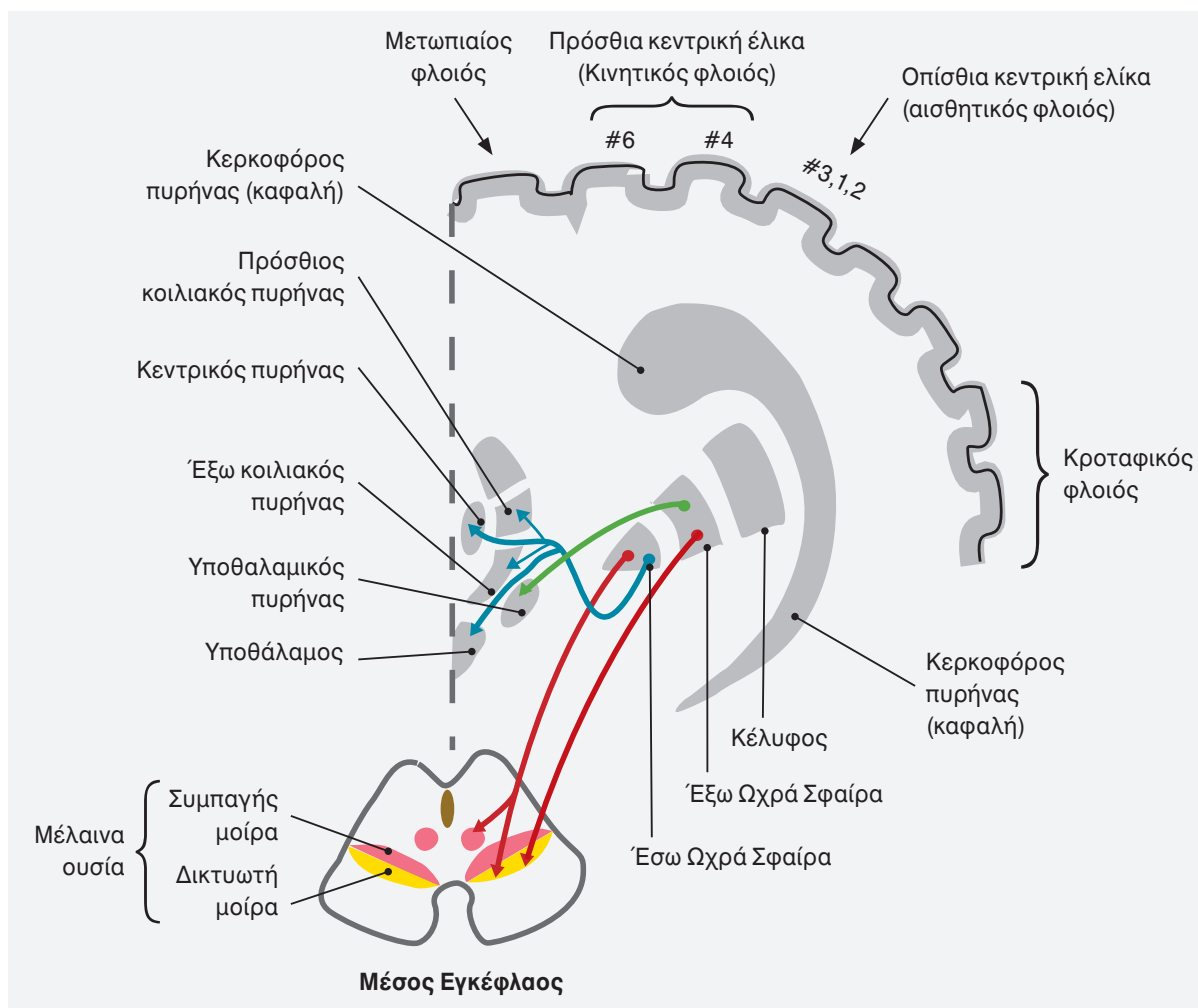
1. Ραβδοτο – ωχροσφαιρινικές (ή ραβδοτοωχρές) ίνες

- Φέρονται από τον κερκοφόρο πυρήνα και το κέλυφος στην ωχρά σφαίρα.



Εικόνα 9.8

Σχηματικό διάγραμμα που απεικονίζει τις κύριες προσαγωγές συνδέσεις της ωχράς σφαίρας.



Εικόνα 9.9

Σχηματικό διάγραμμα που απεικονίζει τις κύριες απαγωγές συνδέσεις της ωχράς σφαίρας.

- Προσαγωγές ίνες προέρχονται κυρίως από το ραβδωτό σώμα και τον **υποθαλάμιο πυρήνα**.
- Επιπλέον, οι ραβδωτές ίνες, οι οποίες ταξινομούνται σε δύο διαφορετικές ομάδες περιέχουν πεπτίδια συν-διαβιβαστές.
 - Ίνες που καταλήγουν στο έξω τμήμα της ωχράς σφαίρας περιέχουν **εγκεφαλίνες**.
 - Ίνες που καταλήγουν στο έσω τμήμα της ωχράς σφαίρας περιέχουν την **ουσία P** και **δουνοφρίνη**.
- Χρησιμοποιούν GABA ως νευροδιαβιβαστική ουσία.
- Οι ίνες φέρονται προς τα έξω διαμέσου της έσω κάψας και συμβάλλουν στην **υποθαλαμία δεσμίδα**.
- Καταλήγουν στην έσω και έξω μοίρα της ωχράς σφαίρας. (περισσότερο στην έσω μοίρα). Ο υποθαλάμιος πυρήνας αποστέλλει ίνες στο δικτυωτό τμήμα της μέλαινας ουσίας. (**υποθαλαμομέλαινες ίνες**)
- Ο υποθαλαμοωχρές και οι υποθαλαμομέλαινες ίνες έχουν κεντρικό ρόλο στη φυσιολογική λειτουργία των βασικών γαγγλίων.

2. Υποθαλαμοωχρές ίνες

- Προβλητικές ίνες, οι οποίες εκφύονται από τον **υποθαλάμιο πυρήνα** κάτω από τον θάλα-

Απαγωγές Ίνες

- Παρόλο που η έσω και η έξω ωχρά σφαίρα έχουν παρόμοιες προσαγωγές συνδέσεις,

οι απαγωγές (φυγόκεντρες) συνδέσεις διαφέρουν σημαντικά. Το έσω τμήμα της ωχράς σφαίρας είναι παρόμοιο στη δομή και λειτουργία με το δικτυωτό τμήμα της μέλαινας ουσίας. Θεωρούνται και οι δύο περιοχές (έσω ωχρά σφαίρα και δικτυωτό της μέλαινας ουσίας) ως το απαγωγό τμήμα των βασικών γαγγλίων. Αποτελούν την πηγή του μεγαλύτερου μέρους των απαγωγών ινών των βασικών γαγγλίων, τα οποία προβάλλονται στα διάφορα μέρη του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος (**Εικ 9.9**).

Ωχρές-Θαλαμικές ίνες

- Αποτελούν την κύρια οδό των βασικών γαγγλίων και υποδιαιρούνται σε δεσμίδες.
- **Φακοειδής δεσμίδα:** φέρεται στους θαλαμικούς πυρήνες (από την κοιλιακή μοίρα της έσω μοίρας της ωχράς σφαίρας στον πρόσθιο κοιλιακό πυρήνα του θαλάμου). Πορεύονται οι ίνες γύρω από το πρόσθιο άκρο της έσω κάψας (**φακοειδής αγκύλη**). Η φακοειδής

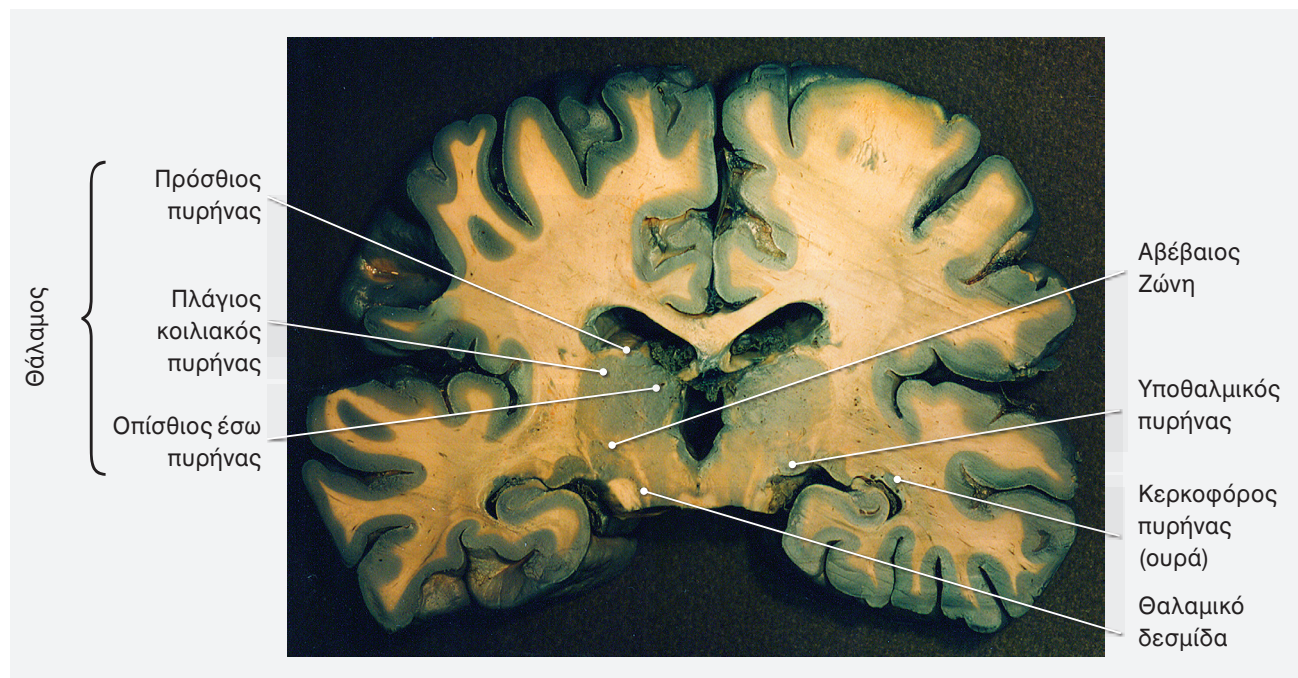
δεσμίδα φέρεται στην υποθαλάμια χώρα και σχηματίζει:

- τη **θαλαμική δεσμίδα:** δημιουργείται μετά τη συνένωση της φακοειδούς δεσμίδας με τη φακοειδή αγκύλη και φέρεται στον πρόσθιο κοιλιακό πυρήνα του θαλάμου (**Εικ 9.10**).
- την **ωχροϋποθαλάμια δεσμίδα:** φέρεται στον κοιλιακό – έσω πυρήνα του υποθαλάμου. Οι ίνες φέρονται και στην κυτταρική περιοχή του υποθαλάμου της **αβέβαιης ζώνης**, η οποία βρίσκεται μεταξύ του θαλάμου και του υποθαλάμιου πυρήνα. Η **αβέβαιη ζώνη** (zona incerta) είναι μία ζώνη φαιάς ουσίας μεταξύ του υποθαλαμικού πυρήνα και της θαλαμικής δεσμίδας.
- **Ωχροκαλυπτρική δεσμίδα:** φέρεται από το έσω τμήμα της ωχράς σφαίρας στην καλύπτρα (στον ερυθρό πυρήνα, τη μέλαινα ουσία, τον διάμεσο πυρήνα και τον πυρήνα του οπισθίου συνδέσμου) του μέσου εγκεφάλου.
- **Υποθαλάμια δεσμίδα:** φέρεται στους πυρήνες της υποθαλάμιας χώρας, στην εξωτερική μοίρα.
- Οι ωχροθαλαμικές ίνες προβάλλουν στον **πρόσθιο κοιλιακό και τον κοιλιακό έξω πυρήνα του θαλάμου**.
- Στη συνέχεια, οι πυρήνες αυτοί προβάλλουν διεγερτικές ίνες στις κινητικές περιοχές του μετωπιαίου λοβού (κυρίως στον πρωτογενή κινητικό φλοιό στην πρόσθια κεντρική έλικα.)
- Ένα τμήμα των απαγωγών ινών της ωχράς σφαίρας πορεύονται ουραία προς την καλύπτρα του μέσου εγκεφάλου.
 - Καταλήγουν στον **πυρήνα της καλύπτρας των σκελών της γέφυρας (γεφυροσκελιαίος πυρήνας)** στην καλύπτρα του μέσου εγκεφάλου.
 - Ο γεφυροσκελιαίος πυρήνας βρίσκεται στο όριο μεταξύ μέσου εγκεφάλου και γέφυρας, κοντά στα άνω σκέλη της παρεγκεφαλίδας.
- Έσω ωχρά σφαίρα
 - Προβάλλει μαζί με το δικτυωτό τμήμα της μέλαινας ουσίας, κυρίως στον θάλαμο στον **έξω κοιλιακό πυρήνα, τον πρόσθιο κοιλιο-**

9.1 Βασικές Αρχές

Το Ραβδωτό Σώμα

- Το ραβδωτό σώμα περιλαμβάνει τον κερκοφόρο πυρήνα, το κέλυφος και την ωχρά σφαίρα.
- Το κέλυφος και η ωχρά σφαίρα αποτελούν τον φακοειδή πυρήνα και χωρίζονται μεταξύ τους με το έξω μυελώδες πέταλο.
- Το ραβδωτό σώμα έχει ρόλο κυρίως στον έλεγχο της θέσης και της κίνησης.
- Ο κερκοφόρος πυρήνας και το κέλυφος είναι λειτουργικές οντότητες και αποτελούν «περιοχές πρόσληψης».
 - Ο κερκοφόρος πυρήνας και το κέλυφος δέχονται προσαγωγές ίνες από τον εγκεφαλικό φλοιό, τους ενδοπεταλιαίους θαλαμικούς πυρήνες και τη συμπαγή μοίρα της μέλαινας ουσίας.
- Οι απαγωγές συνδέσεις τους είναι κυρίως προς την ωχρά σφαίρα και τη δικτυωτή μοίρα της μέλαινας ουσίας.



Εικόνα 9.10

Μετωπιαία (στεφαναία) τομή των εγκεφαλικών ημισφαιρίων που απεικονίζει τη θαλαμική δεσμίδα και την αβέβαιη ζώνη.

9.2 Βασικές Αρχές

Η Ωχρά Σφαίρα

- Η ωχρά σφαίρα έχει δύο τμήματα τα οποία χωρίζονται με το έσω μυελώδες πέταλο: την έσω και την έξω ωχρά σφαίρα.
- Το **έσω τμήμα** είναι μικρότερο και παρουσιάζει αρκετές κυτταρολογικές και συνδετικές ομοιότητες με τη **μέλαινα ουσία** (δικτυωτό τμήμα) του μέσου εγκεφάλου.
- Η **έσω και έξω ωχρά σφαίρα** έχουν παρόμοιες προσαγωγές (κεντρομόλες) συνδέσεις. Δέχονται προσαγωγές ίνες από το ραβδωτό σώμα και τον υποθαλάμιο πυρήνα.
- Οι απαγωγές (φυγόκεντρες) συνδέσεις, όμως διαφέρουν σημαντικά μεταξύ της έσω και έξω ωχράς σφαίρας.

- Το **έσω τμήμα** προβάλλει κυρίως στον θάλαμο (κοιλιακό πρόσθιο, κοιλιακό πλάγιο ή έξω και μεσοκεντρικό πυρήνα).
 - Το έσω τμήμα της ωχράς σφαίρας είναι παρόμοιο στη δομή και λειτουργία με το δικτυωτό τμήμα της μέλαινας ουσίας.
 - Θεωρούνται ως το απαγωγό τμήμα των βασικών γαγγλίων γιατί αποτελούν την πηγή του μεγαλύτερου μέρους των απαγωγών ινών των βασικών γαγγλίων τα οποία προβάλλονται στα διάφορα μέρη του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος.
- Το **έξω τμήμα** της ωχράς σφαίρας προβάλλει στον υποθαλάμιο πυρήνα.

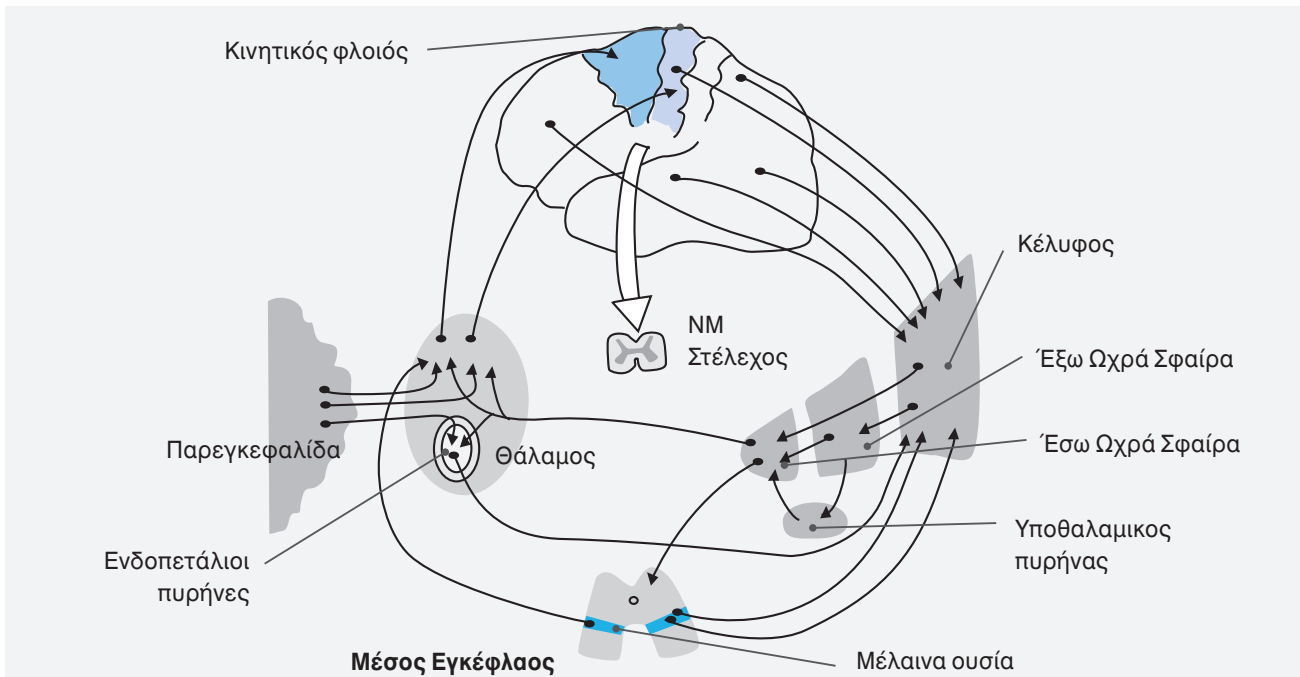
ακό πυρήνα και τον μέσο κεντρικό πυρήνα και την καλύπτρα του μέσου εγκεφάλου.

- Χρησιμοποιούν GABA ως νευροδιαβιβαστή και έχουν ανασταλτική δράση.
- Έξω ωχρά σφαίρα
 - Προβάλλει κυρίως στον **υποθαλάμιο πυρήνα**.

- Χρησιμοποιούν GABA ως νευροδιαβιβαστή και έχουν ανασταλτική δράση.

Λειτουργίες των Βασικών Πυρήνων

- Τα βασικά γάγγλια συνδέονται μεταξύ τους, και με πολλές διαφορετικές περιοχές, με



Εικόνα 9.11

Σχηματικό διάγραμμα που απεικονίζει το κινητικό κύκλωμα που συνδέει τον φλοιό, το ραβδωτό σώμα και τον θάλαμο για τον προγραμματισμό μίας κίνησης.

ένα πολύπλοκο σύστημα (συνδέονται με τον εγκεφαλικό φλοιό, τον θάλαμο, τον υποθάλαμο και το εγκεφαλικό στέλεχος).

- Οι βασικοί πυρήνες ελέγχουν τις κινήσεις έμμεσα, δια του φλοιού και όχι άμεσα δια των κατιουσών οδών (Εικ 9.11).
- Οι βασικοί πυρήνες ανήκουν στο “έξω πυραμιδικό κινητικό σύστημα” το οποίο έχει στενή ανατομική και λειτουργική σχέση με το πυραμιδικό σύστημα (το κύριο κινητικό σύστημα).

Προσαγωγό Σύστημα

- Στην εκτέλεση μίας κίνησης, διεγέρσεις μεταφέρονται διαμέσου των φλοιονωπιαίων, φλοιοπρομικών (φλοιοβολβικών) και φλοιοραβδωτών ιών.
- Το ραβδωτό σώμα δέχεται προσαγωγές πληροφορίες από το μεγαλύτερο μέρος του φλοιού. Οι γλουταμινεργικές ίνες διεγείρουν τα νευρικά κύτταρα του ραβδωτού σώματος.
- Το ραβδωτό σώμα δέχεται προσαγωγές ίνες από τον θάλαμο, την υποθαλάμια χώρα και τη μέλαινα ουσία. Οι πληροφορίες αυτές “αλληλοσυσχετίζονται” εντός ραβδωτού σώματος.

- Η δραστηριότητα των βασικών πυρήνων εκλύεται με πληροφορίες από τον αισθητικό φλοιό, τον θάλαμο και το εγκεφαλικό στέλεχος δηλαδή, δρουν σαν **Κεντρικό συντονιστικό όργανο**.
- Οι βασικοί πυρήνες ρυθμίζουν τις αδρές κινήσεις των αντίθετων άκρων. Σε καταστροφή του κινητικού φλοιού, ο ασθενής δεν έχει την ικανότητα να εκτελέσει λεπτές, επιδέξιες κινήσεις των χεριών και ποδιών του αντίθετου ημιμορίου του σώματος.
- Η ωχρά σφαίρα ελέγχει τη θέση των κεντρικών τμημάτων των άκρων και των περιστροφικών κινήσεων του σώματος. Η λειτουργία της ωχράς σφαίρας εντείνεται πριν αρχίσει ο κινητικός φλοιός να ενεργοποιεί τις εκάστοτε κινήσεις των χεριών και ποδιών. Με τον τρόπο αυτόν, η ωχρά σφαίρα προετοιμάζει μια κίνηση, φέροντας τον κορμό στην κατάλληλη στάση και ρυθμίζει τον τόνο των μυϊκών ομάδων.

Απαγωγό Σύστημα

- Το ραβδωτό σώμα στην συνέχεια, έχει δύο οδούς, μέσω των οποίων ελέγχεται το κινητι-

κό σύστημα (μέσω της δραστηριότητας των βασικών γαγγλίων).

- **Άμεση Οδός – Από το έσω τμήμα της ωχράς σφαίρας**
 - Ραβδωτωχοροί και ραβδωτομέλαινοι νευρώνες προκαλούν την απευθείας αναστολή των έσω ωχρών νευρικών κυττάρων ή των νευρώνων του δικτυωτού τμήματος.
 - Επειδή τα νευρικά κύτταρα του έσω τμήματος της ωχράς σφαίρας και του δικτυωτού τμήματος της μέλαινας ουσίας είναι ανασταλτικά, η αναστολή τους από τις ραβδωτές ίνες οδηγεί στην απώλεια αναστολής των στόχων τους, όπως συμβαίνει στον θάλαμο.
 - Η αυξημένη δραστηριότητα του θαλάμου προκαλεί τη διέγερση των νευρώνων του φλοιού των ημισφαιρίων.
 - Έτσι, υποστηρίζονται και διευκολύνονται οι κινήσεις που βρίσκονται σε εξέλιξη.
- **Έμμεση Οδός – Από το έσω τμήμα του υποθαλάμιου πυρήνα**
 - Απαγωγές ίνες του ραβδωτού σώματος καταλήγουν στο έξω τμήμα της ωχράς σφαίρας και αναστέλλουν τη δραστηριότητα των νευρικών κυττάρων.
 - Επειδή οι κύριες απαγωγές ίνες της έξω ωχράς καταλήγουν στον υποθαλάμιο πυρή-

9.3 Κλινική Συσχέτιση

Νοσήματα με Εκφύλιση στα Βασικά Γάγγλια

- *Νόσος του Parkinson*
- *Χορεία του Huntington (μείζων χορεία)*
- *Παραμορφωτική μυϊκή δυστονία (η δυστονία αναφέρεται σε συνεχείς μυϊκές συσπάσεις, οι οποίες οδηγούν σε λήψη παθολογικής θέσης ή συστροφής).*
- *Σύνδρομο Gilles de la Tourette – Tic (τα tic είναι στερεοτυπικές κινήσεις, εντελώς χαρακτηριστικές για κάθε άτομο).*

να, ο πυρήνας αυτός χάνει την ανασταλτική του δράση. Έτσι, η αύξηση της δράσης των υποθαλαμικών νευρώνων προκαλεί αύξηση της δραστηριότητας των νευρώνων της ωχράς και της μέλαινας ουσίας.

- Αυτό προκαλεί αναστολή των θαλαμικών και φλοιωδών κυττάρων, με αποτέλεσμα την αναστολή της ακούσιας κίνησης.
- Ανακυκλούμενη νευρική οδός
 - Οι απαγωγές ίνες επαναφέρονται στις προηγούμενες περιοχές.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Brooks DJ. *The role of the basal ganglia in motor control: contributions from PET. J Neurol Sci* 1995; 133: 1-13
2. Carpenter MB, Sutin J. *Human Neuroanatomy. 8th Edition. Williams & Wilkins, Baltimore, 1983*
3. Crossman AR. *Functional anatomy of movement disorders. J Anat* 2000; 196:519-525
4. Curzon G. *The biochemistry of the basal ganglia and Parkinson's disease. Postgrad Med J.* 53: 719-725, 1977
5. Chiara G (ed) *GABA and the Basal Ganglia New York: RAVEN PRESS, 1981*
6. Haber SN. *Neurotransmitters in the human and nonhuman primate basal ganglia. Hum Neurobiol* 5: 159-168, 1986
7. Haines DE. *Neuroanatomy: An Atlas Of Structures, Sections and Systems. Williams & Wilkins: BALTIMORE, 1994*
8. Humphrey DR. *Corticospinal systems and their control by premotor cortex, basal ganglia and cerebellum. (Chap 19) Jn: Neurobiology, Willis WD (assoc. ed.) Jn: The Clinical Neurosciences, Rosenberg RN (ed.) Churchill Livingstone: New York, 1983*
9. Lee T, Seeman P, Rajput A, Farley IJ, Hornykiewicz O. *Receptor basis for dopaminergic supersensitivity in Parkinson's disease. Nature. (LOND)* 273: 59-61, 1978
10. Mc Geer PL, Mc Geer EG. *Integration of motor functions in the basal ganglia. Jn: The BASAL GANGLIA II: Structure and Function, Current Concepts, eds. Carpenter MB, Jayorman A. PLENUM PRESS: New York, 1987*
11. Penney JB, Jr, Young AB. *Speculations on the functional anatomy of basal ganglia disorders, ANNU REV NEUROSCI* 6: 73, 1983
12. Snell RS. *Clinical Neuroanatomy for Medical Students, 3rd Edition, Little, Brown, Boston, 1992*
13. Williams PL, Warwick R, Dyson M, Bannister LH. *Gray's Anatomy (37th Brit e.) Philadelphia: Saunders, 1989*