

Τα Κατιόντα Δεμάτια και Οδοί

- Εισαγωγή
- Το Πυραμιδικό Σύστημα
Φλοιονωτιαία Δεμάτιο
- Το Εξωπυραμιδικό Σύστημα
Αιθουσονωτιαίο Δεμάτιο
Δικτυονωτιαίο Δεμάτιο
Κεντρική Καλυπτική Οδός
Ελαιονωτιαίο Δεμάτιο
Καλυπτρονωτιαίο Δεμάτιο
Έσω Επιμήκης Δεσμίδα
Τετραδυμονωτιαίο Δεμάτιο
Ραχιαία Επιμήκης Δεσμίδα
Φλοιο-γεφυρο-παρεγκεφαλιδική Οδός

Εισαγωγή

- Τα κατιόντα δεμάτια του νωτιαίου μυελού εκφύονται από τον εγκεφαλικό φλοιό και το στέλεχος του εγκεφάλου.
- Οι οδοί αυτοί έχουν σχέση με τον έλεγχο της κίνησης, το πυϊκό τόνο, τα νωτιαία αντανακλαστικά, τις αυτόνομες νωτιαίες λειτουργίες και τη μεταφρορά αισιθητικών πληροφοριών στα υψηλότερα κέντρα.
- Η πυραμιδική οδός επηρεάζει κυρίως την ταχύτητα και επιδεξιότητα των εκουσιών κινήσεων. Τα σημαντικότερα κατιόντα δεμάτου του πυραμιδικού συστήματος είναι:
 - Το φλοιονωτιαίο δεμάτιο
 - Το φλοιοπρομηκηκή δεμάτιο

- Όμως φαίνεται, οι απλές εκούσιες κινήσεις ρυθμίζονται από εξωπυραμδικά δεμάτια. Τα σημαντικότερα κατιόντα δεμάτια του εξωπυραμδικού συστήματος είναι:
 - Το το ερθυρονωτιαίο δεμάτιο
 - Το τετραδυμονωτιαίο δεμάτιο
 - Το αιθουσονωτιαίο δεμάτιο
 - Το δικτυονωτιαίο δεμάτιο
 - Το ραφονωτιαίο δεμάτιο
 - Το αμινεργικό δεμάτιον
 - Το αυτονομο δεμάτιο
- Πολλές περιοχές του εγκεφάλου παίζουν σημαντικό ρόλο στην εκτέλεση πολύπλοκων κινητικών δράσεων. Περιλαμβάνονται:
 - ο φλοιός
 - τα βασικά γάγγλια
 - ο υποθαλάμιος πυρήνας
 - η μέλαινα ουσία
 - ο ερυθρός πυρήνας
 - ο δικτυωτός σχηματισμός
 - ο αιθουσαίος πυρήνας
 - η παρεγκεφαλίδα
 - ο θάλαμος
- **Οι κινητικοί νευρώνες** των πρόσθιων κεράτων της φαιάς ουσίας του νωτιαίου μυελού, χορηγούν νευρικές ίνες, δια των πρόσθιων ριζών των νωτιαίων νεύρων (τελική κινητική οδός για τους μυς).
- Οι κατώτεροι κινητικοί νευρώνες βομβαρδίζονται με νευρικές ώσεις, από ανώτερα κέντρα του προμήκου της γέφυρας του μέσου εγκεφάλου και του φλοιού των ημισφαιρίων όπως επίσης και ώσεις από τις κατά μήκος του νωτιαίου μυελού εισερχόμενες δια των οπίσθιων ριζών (αισθητικές ίνες) ίνες από διάφορα υπερνωτιαία κέντρα κατέρχονται στη λευκή ουσία του νωτιαίου μυελού, διατάσσονται σε δέσμες και αποτελούν τα κατιόντα δεμάτια.

Το Πυραμδικό Σύστημα

- **Η πυραμδική οδός** είναι η οδός των εκουσιών κινήσεων. Έχει ιδιαίτερα σχέση με τον έλεγχο της εκούσιας, διακριτής, δεξιοτεχνικής κίνησης (“κλασματική κίνηση”), ειδικά εκείνων των άνω άκτρων.
 - Ασκει συνεχή τονική διέγερση η οποία βοηθά τις ταχείες κινήσεις.
 - Ελέγχει τα υποφλοιώδη κινητικά κέντρα.
 - Ρυθμίζει τη δραστηριότητα των πυρήνων των πρόσθιων κεράτων του νωτιαίου μυελού.
- Κινητικές ώσεις φέρονται από τον φλοιό προς τους σκελετικού μυς. Αρχίζει από τα μέσα και μεγάλα πυραμοειδή κύτταρα της κινητικής αλω (πεδίο 4 κατά Brodmann) και εν μέρει της προκινητικής (πεδίο 6 κατά Brodmann) και διακρίνεται σε δύο δεσμίδες: την **φλοιοπρομηκική** και την **φλοιονωτιαία δεσμίδα**.

- **Η φλοιοπρομηκική δεσμίδα** αποτελεί την κινητική οδό των εγκεφαλικών νεύρων (6-12).
 - **Πρώτος κινητικός νευρώνας:** αποτελείται από τα πυραμοειδή κύτταρα του κάτω τμήματος της κινητικής χώρας. Νευρικές ίνες φέρονται διαμέσου του ακτινωτού στεφάνου, του γόνυ της έσω κάψας, της βάσης του εγκεφαλικού σκέλους, της βασικής μοίρας της γέφυρας (πυραμιδικά ογκώματα), του προμήκη (πυραμίδες).
 - **Δεύτερος κινητικός νευρώνας:** αποτελείται από τους ετεροπλάγιους κινητικούς πυρήνες των εγκεφαλικών νεύρων. Από αυτά εκφύονται τα κινητικά εγκεφαλικά νεύρα (6-12) οι οποίες νευρώνουν τους σκελετικούς μύες.
- **Φλοιονωτιαία δεσμίδα** αποτελεί την κινητική οδό των νωτιαίων νεύρων
 - **Πρώτος κινητικός πυρήνας:** Πυραμοειδή κύτταρα του μέσου και άνω τμήματος της κινητικής χώρας. Νευρικές ίνες φέρονται διαμέσου του ακτινωτού στεφάνου, του πρόσθιου ημιμορίου του οπίσθιου σκέλους της έσω κάψας, της βάσης του εγκεφαλικού σκέλους, της βασικής μοίρας της γέφυρας (πυραμιδικά ογκώματα), του προμήκη μυελού (σχηματίζει την πυραμίδα).
 - Περισσότερες πυραμιδικές ίνες (80-90%) χιάζονται με τις αντίθετες. Φέρονται στην αντίθετη πλάγια δέσμη του νωτιαίου, **πλάγιο πυραμιδικό δεμάτιο** (χιαστό). *(ο χιασμός γίνεται περίπου στα όρια μεταξύ προμήκη και νωτιαίου μυελού)*
 - Οι υπόλοιπες φέρονται εν μέρει στο **σύστοιχο πλάγιο πυραμιδικό δεμάτιο** (αχίαστες ίνες ~10%) και εν μέρει στην πρόσθια δέσμη του σύστοιχου ημιμορίου: **πρόσθιο πυραμιδικό δεμάτιο** (αχίαστο). Πιο κάτω χιάζονται κι αυτές (διαμέσου του λευκού συνδέσμου) και καταλήγουν στο αντίθετο πρόσθιο κέρας.
 - Από τα κύτταρα των πρόσθιων κεράτων φεύγουν νέοι νευρίτες με τις πρόσθιες ρίζες των νωτιαίων νεύρων (κινητικές ίνες) και νευρώνουν τους γραμμωτούς μύες. **(Κλινική Συσχέτιση 29.2) (Κλινική Συσχέτιση 29.3)**

Ανατομική οργάνωση

Η κατιούσα κινητική οδός από τον φλοιό μέχρι τους μυς συνήθως αποτελείται από τρεις νευρώνες.

- **Ο πρώτος νευρώνας** εκπορεύεται από το φλοιό. Συνάπτεται με ένα συνδετικό νευρώνα μέσα στο πρόσθιο κέρας του νωτιαίου μυελού.
- **Ο δεύτερος νευρώνας** είναι βραχύς άξονας και συνάπτεται μέσα στο πρόσθιο κέρας του νωτιαίου μυελού.
- **Ο τρίτος νευρώνας** (κατώτερος κινητικός) νευρώνει τον σκελετικό μυ.

Λειτουργίες

- Αποτελούν τη νευρική οδό για τις εκούσιες, ξεχωριστές κινήσεις, ιδιαίτερα των περιφερικών τμημάτων των άκρων.
- Δεν είναι η μοναδική νευρική οδός που συμβάλλει στις εκούσιες κινήσεις.
- Είναι (κυρίως) η οδός που προσδίδει ταχύτητα και επιδεξιότητα στις εκούσιες κινήσεις.
- Χρησιμεύει στις ταχείες και επιδέξιες κινήσεις
- Πολλές από τις απλές, βασικές εκούσιες κινήσεις εξυπηρετούνται από άλλα κατιόντα δεμάτια.

Φλοιονωτιαία Δεμάτιο

Φλοιός

- Οι αρχικές πυραμιδικές ίνες είναι οι άξονες των **πυραμοειδών κυττάρων της πέμπτης στιβάδας** του φλοιού.
 - Περίπου το 1/3 των ινών εκπορεύονται από τον *κύριο κινητικό φλοιό* (πεδίο 4 κατά Brodmann).
 - Το 1/3 από τον *δευτερεύοντα κινητικό φλοιό* (πεδίο 6 κατά Brodmann) και άλλες προμετωπιαίες περιοχές.
 - Το 1/3 από το *βρεγματικό φλοιό* (πεδία 3, 1, 2 κατά Brodmann) και άλλες βρεγματικές περιοχές (πεδία 5, 7 κατά Brodmann), όπως επίσης και από τον κροταφικό και τον ινιακό λοβό.
 - Δηλαδή, τα 2/3 των ινών εκπορεύονται από την πρόσθια κεντρική έλικα (και μετωπιαίες περιοχές) και το 1/3 από την οπίσθια κεντρική έλικα).
- Ίνες από τον βρεγματικό λοβό (και από τον κροταφικό και ινιακό λοβό) δεν ελέγχουν την κινητική λειτουργία αλλά, επηρεάζουν τη ροή των αισθητικών πληροφοριών. Οι ίνες αυτές καταλήγουν στον σφηνοειδή και ισχύο πυρήνα και στη ραχιαία πηκτωματώδη ουσία.
- Ο ερεθισμός των διαφόρων μερών της πρόσθιας κεντρικής έλικας προκαλεί κινήσεις διαφόρων μερών του αντίπλευρου ημιμορίου του σώματος.
- Τα διάφορα μέρη του σώματος αντιπροσωπεύονται σε συγκεκριμένες θέσεις της πρόσθιας κεντρικής έλικας (**κινητικό ανθρωπάριο του Penfield**). Η ανθρωποειδής παράσταση είναι μια παραλλαγμένη εικόνα του ανθρώπου. Τα διάφορα μέρη του σώματος, έχουν μέγεθος ανάλογο προς την έκταση του φλοιού, από την οποία ελέγχονται. Η περιοχή που ελέγχει τις κινήσεις στο πρόσωπο, βρίσκεται προς τα κάτω και η περιοχή που ελέγχει τις κινήσεις του κάτω άκρου βρίσκεται προς τα επάνω του παράκεντρου λοβίου.
- Οι περισσότερες ίνες (περίπου 60%) είναι εμμύελες, σχετικώς βραδείας απαγωγής και λεπτές και περίπου 40% είναι αμύελες.
- Πολύ κοντά στην έκφυσή τους, οι πυραμιδικές ίνες χορηγούν παλίνδρομους κλάδους προς παρακείμενες περιοχές του φλοιού. Πιστεύεται ότι ασκούν ανασταλτική δράση.
- Οι ίνες συγκλίνουν στον ακτινωτό στέφανο και διέρχονται από το οπίσθιο σκέλος της έσω κάψας.
 - **Διάταξη:** Οι ίνες πλησιέστερες προς το γόνυ, προορίζονται για την αυχενική μοίρα του σώματος. Οι οπίσθιες ίνες προορίζονται για τη νεύρωση του κάτω άκρου. (Δηλαδή, οι ίνες έχουν συγκεκριμένη σωματοτοπογραφική διάταξη.) (Εικ 29.6) (Κλινική Συσχέτιση 29.4)

Μέσος εγκέφαλος

- Η πυραμιδικές ίνες βρίσκονται στην βάση του σκέλους του μέσου εγκεφάλου (τα μεσαία 3/5 της βάσης). (Εικ 29.7)
- Οι ίνες των αυχενικών μερών πορεύονται προς τα έσω και οι ίνες του κάτω άκρου πορεύονται προς τα έξω.
- Από έξω προς τα μέσα η σωματοτοπογραφική διάταξη των ινών είναι: ίνες από βρεγματικό λοβό, κάτω άκρο – κορμός – άνω άκρο – κεφαλή.

Γέφυρα

- Οι ίνες βρίσκονται κάτω από τα πυραμιδικά ογκώματα.
- Στη γέφυρα το δεμάτιο διασπάται σε περισσότερες δεσμίδες, λόγω παρεμβολής των εγκάρσιων γεφυροπαρεγκεφαλιδικών ινών.
- Η σωματοτοπία των ινών στη γέφυρα είναι λιγότερο εμφανής, αλλά η σωματοτοπογραφική διάταξη υπάρχει (από επάνω προς τα κάτω: κεφαλή – άνω άκρο – κορμός – κάτω άκρο).

Προμήκης Μυελός

- Οι δεσμίδες συγκεντρώνονται και σχηματίζουν έναεπίμηκες έπαρμα, την πυραμίδα.
- Στο όριο του προμήκους με το νωτιαίο μυελό, οι περισσότερες ίνες χιάζονται: **χιασμός των πυραμίδων (του Mistichelli)**. (Οι ίνες από τις περιοχές που είναι υπεύθυνες για τα άνω άκρα, χιάζονται ρυγχαία σε σχέση με εκείνες που είναι υπεύθυνες για τα κάτω άκρα).
- Κατά το χιασμό των πυραμίδων, περίπου το 80-90% των ινών χιάζονται. Οι ίνες που χιάζονται εισέρχονται στην αντιπλευρη δέσμη του νωτιαίου μυελού και συγκροτούν το **πλάγιο φλοιονωτιαίο** (ή πυραμιδικό) **δεμάτιο**.

Νωτιαίος Μυελός

- **Το πλάγιο φλοιονωτιαίο δεμάτιο:** Οι ίνες για το άνω άκρο πορεύονται προς τα μέσα και οι ίνες για το κάτω άκρο προς τα έξω. Κατέρχονται σε όλο το μήκος του νωτιαίου μυελού και καταλήγουν στα πρόσθια κέρατα όλων των νευροτομιών. Περίπου το 50% των ινών καταλήγουν στην αυχενική μοίρα, 20% στη θωρακική μοίρα και 30% στην οσφυϊκή μοίρα.
- **Το πρόσθιο φλοιονωτιαίο δεμάτιο:** Αρχικά πορεύεται αχίαστο στην πρόσθια δέσμη της λευκής ουσίας, μέχρι την ανώτερη θωρακική μοίρα του νωτιαίου μυελού. Τελικά, οι ίνες χιάζονται (στο λευκό σύνδεσμο) και καταλήγουν στα πρόσθια κέρατα του νωτιαίου μυελού του αντίθετου ημιμορίου των αυχενικών και ανώτερων θωρακικών νευροτομιών.
- Οι περισσότερες ίνες συνάπτονται με βραχείς συνδεδετικούς νευρώνες, με **άλφα κινητικούς νευρώνες** (στη Ζώνη IX) και μερικούς **γάμμα κινητικούς νευρώνες**. Μόνο οι μεγαλύτερες φλοιονωτιαίες ίνες συνάπτονται απευθείας με τους κινητικούς νευρώνες. Οι συνδεδετικοί νευρώνες που στη συνέχεια συνάπτονται με τα άλφα κινητικά κύτταρα βρίσκονται στη Ζώνη VII.
- **Άλφα κινητικοί νευρώνες:** νευρώνουν τους γραμμωτούς (σκελετικούς) μυς.
- **Γάμμα κινητικοί νευρώνες:** νευρώνουν ενδοκαψικές μυϊκές ίνες των νευρομυϊκών ατράκτων.
- Οι ίνες που εκπορεύονται από το σωματοκινητικό φλοιό καταλήγουν κυρίως στις Ζώνες VII-IX του νωτιαίου μυελού. Οι ίνες που εκπορεύονται από τον σωματοαισθητικό φλοιό καταλήγουν στις Ζώνες IV και V. Υπάρχει σωματοτοπογραφική διάταξη των άλφα νευρώνων στη Ζώνη IX. Οι νευρώνες του κορμού βρίσκονται προς τα έσω και οι νευρώνες των άκρων προς τα έξω. **(Κλινική Συσχέτιση 29.5)**

Κλάδοι των φλοιονωτιαίων δεματίων

- Πολύ κοντά μετά την έκφυσή τους, χορηγούνται κλάδοι που επιστρέφουν στον εγκεφαλικό φλοιό. Δρουν ανασταλτικά παρακειμένων περιοχών του φλοιού και

«ενημερώνουν» συνεχώς τους υποφλοιώδεις πυρήνες για τη δραστηριότητα του κινητικού φλοιού.

- Κλάδοι:
 - στον κερκοφόρο πυρήνα
 - στον φακοειδή πυρήνα
 - στον ερυθρό πυρήνα
 - στους ελαϊκούς πυρήνες
 - σε δικτυωτός σχηματισμό
- Στη συνέχεια, οι περιοχές αυτές, μπορεί να αντιδράσουν, στέλνοντας ώσεις στους άλφα και γάμα κινητικούς νευρώνες, με άλλες κατιούσες οδούς
- **Κλάδοι του κατώτερου κινητικού νευρώνα:** οι ίνες κατά τη διαδρομή τους για να εισέλθουν στην πρόσθια ρίζα του νωτιαίου μυελού, χορηγούν παράπλευρους κλάδους, συνάπτονται με τα κύτταρα του Renshaw (Ζώνη IV και V). Αυτά με τη σειρά τους συνάπτονται με τα κινητικά κύτταρα (**κατώτερος κινητικός νευρώνας**). Με τη λειτουργία τους αναστέλλουν τη δραστηριότητα του κατώτερου κινητικού νευρώνα.

Δικτυωτός σχηματισμός

- Ελέγχει τη λειτουργία των άλφα και γάμμα κινητικών νευρώνων. Ο έλεγχος αυτός γίνεται με τη **δικτυωτοβολβική και τη δικτυωτονωτιαία οδό**.
- Τροποποιεί και προσαρμόζει τον μυϊκό τόνο και τα αντανακλαστικά τόξα.
- Προκαλεί αμοιβαία αναστολή (π.χ. *όταν συσπώνται οι καμπτήρες μυς, χαλαρώνουν οι ανταγωνιστές εκτεινόντες*).
- Μαζί με τη συμβολή της αιθουσαίας συσκευής διατηρεί τον τόνο των μυών για τη διατήρηση της όρθιας στάσης.

Θάλαμος (Κοιλιακοί έξω πυρήνες)

Ο πρόσθιος κοιλιακός πυρήνας:

- Συνδέεται με τον δικτυωτό σχηματισμό, τη μέλαινα ουσία, το ραβδωτό σώμα, τον προμετωπιαίο φλοιό και άλλους θαλαμικούς πυρήνες.
- Παρεμβάλλεται στην οδό μεταξύ του ραβδωτού σώματος και του μετωπιαίου φλοιού και επηρεάζει τις δραστηριότητες του κινητικού φλοιού.

Ο έξω κοιλιακός πυρήνας:

- Έχει τις ίδιες συνδέσεις με τον πρόσθιο κοιλιακό πυρήνα, ενώ επιπλέον δέχεται ίνες από την παρεγκεφαλίδα.
- Εκπέμπει ίνες προς την κινητική και προκινητική χώρα και επηρεάζει τη μυϊκή λειτουργία.

Βασικά Γάγγλια

- Τα βασικά γάγγλια συνδέονται τόσο μεταξύ τους όσο και με άλλες περιοχές.
- Η δραστηριότητα εκλύεται με τις πληροφορίες από τον αισθητικό φλοιό, το θάλαμο και το εγκεφαλικό στέλεχος και διοχετεύεται στην ωχρά σφαίρα. Επηρεάζει τη δραστηριότητα του κινητικού φλοιού και άλλων κινητικών κέντρων στο εγκεφαλικό στέλεχος. Έτσι οι βασικοί πυρήνες ελέγχουν τις κινήσεις των μυών, εμμέσως δια του φλοιού.
- Καταστροφή του κινητικού φλοιού, αποστερεί την ικανότητα εκτέλεσης λεπτών, επιδέξιων κινήσεων των χεριών και των ποδιών, του αντιθέτου ημιμορίου του

σώματος. Ο ασθενής είναι ικανός να εκτελεί αδρές κινήσεις των αντιθέτων άκρων.

- **Η ωχρά σφαίρα** παίζει σημαντικό ρόλο στον έλεγχο των αξονικών και γυροειδών κινήσεων και της θέσης των κεντρικών τμημάτων των άκρων. Η δραστηριότητα αυξάνεται πριν αρχίσουν οι ενεργητικές κινήσεις των περιφερικών μερών των άκρων. Συμβάλλει στην κατάλληλη στάση του κορμού και των άκρων, για την ιδανικότερη μυϊκή λειτουργία, πριν ο φλοιός ενεργοποιήσει τις κινήσεις των χεριών και των ποδιών.

Η εκτέλεση μιας εκούσιας κίνησης

- Μια σειρά διαφορετικών μυών υποβάλλονται σε συστολή. Με τη δράση διαφόρων κατιόντων δεματίων επηρεάζεται η δραστηριότητα των κατώτερων κινητικών νευρώνων (άμεσα ή έμμεσα –μέσω συνδεδετικών νευρώνων)
- Οι πληροφορίες στα κατιόντα δεμάτια καθοδηγούνται από:
 - τα αισθητικά συστήματα
 - τους οφθαλμούς
 - τα αυτιά
 - τους ίδιους τους μυς
 - τη μνήμη
 - συναισθηματικές παραστάσεις
 - μέρη του μεταιχμιακού συστήματος (συγκινησιακή κατάσταση)
- **Τα φλοιονωτιαία δεμάτια** ελέγχουν τους πρωταγωνιστές μυς υπεύθυνη για μια κίνηση (ιδιαίτερα των πολύ επιδέξιων κινήσεων των περιφερικών τμημάτων των άκρων).
- **Τα άλλα υπερνωτιαία κατιόντα δεμάτια** έχουν μείζονα ρόλο στις απλές, βασικές, εκούσιες κινήσεις και επιφέρουν αναγκαία προσαρμογή του μυϊκού τόνου.
- Τα **βασικά γάγγλια** και η **παρεγκεφαλίδα** δεν χορηγούν αμέσως δεμάτια που επηρεάζουν τις δραστηριότητες του κατώτερου κινητικού νευρώνα, αλλά επηρεάζουν σημαντικά τις εκούσιες κινήσεις. Η επίδραση γίνεται έμμεσα με ίνες που προβάλλουν στο φλοιό και στο εγκεφαλικό στέλεχος.

Το Εξωπυραμιδικό Σύστημα

- Εκτός από την πυραμιδική οδό, υπάρχει μια σειρά από φλοιώδη και υποφλοιώδη κέντρα και δεμάτια που συγκροτούν στο σύνολό τους το εξωπυραμιδικό σύστημα.
- Το εξωπυραμιδικό σύστημα αποτελείται από φυγόκεντρες νευρικές οδοί οι οποίες απολήγουν στους κινητικούς νευρώνες των εγκεφαλικών και νωτιαίων νευρώνων, και με τη σειρά τους επηρεάζουν τη λειτουργία των σκελετικών μυών.
- Είναι το δεύτερο κινητικό σύστημα που επηρεάζει τη λειτουργία των σκελετικών μυών και δρα χωρίς τη συμμετοχή της βούλησης.
- Αποτελείται από φλοιώδη κέντρα, υποφλοιώδη κέντρα και τα δεμάτια του εξωπυραμιδικού συστήματος.
- Με το εξωπυραμιδικό σύστημα επιτελούνται:
 - **Οι παρακινήσεις:** ακούσιες κινήσεις που συνοδεύουν με τις εκούσιες (π.χ. οι μορφασμοί και οι χειρονομίες κατά την ομιλία).
 - Πολύπλοκες συνδυασμένες κινήσεις: κατά τη βάδιση και το χορό.

- Ελέγχει ακούσιες κινήσεις που γίνονται υποσυνείδητα (π.χ. αιωρήσεις των άνω άκρων κατά τη βάδιση).
 - Καθορίζει τη σειρά, το βαθμό και το χρόνο σύσπασης των μυών που θα επιτελέσουν μια κίνηση.
 - Στην εκτέλεση μιας εκούσιας κίνησης ρυθμίζει τη χαλάρωση των ανταγωνιστικών μυών.
 - Κινήσεις άμυνας και φυγής: μετά από πόνο ή φόβο (σε ανταπόκριση ακουστικών ή οπτικών ερεθισμάτων).
 - Τόνος των μυών και ρύθμιση των κινήσεων. Διατηρεί την ισορροπία. Κατά την επιτέλεση της κίνησης ενός άκρου προκαλεί ταυτόχρονη διέγερση στα άλλα άκρα και τον κορμό.
- Υπάρχουν δεμάτια που ανήκουν στο εξωπυραμιδικό σύστημα και είναι κεντρομόλα όπως:
 - Νωτιοτετραδυμικό δεμάτιο
 - Νωτιοδικτυωτό δεμάτιο
 - Πρόσθιο και οπίσθιο νωτιοπαρεγκεφαλιδικό δεμάτιο
 - Νωτιοελαϊκό δεμάτιο

Φλοιώδη κέντρα:

- Το σπουδαιότερο είναι η προκινητική χώρα (πεδίο 6 κατά Brodmann).
- Άλλες περιοχές του μετωπιαίου λοβού (πεδία 8, 9, 24 κατά Brodmann).
- Ινιακούς λοβούς (πεδίο 19 κατά Brodmann).
- Περιοχές του βρεγματικού και κροταφικού λοβού.

Υποφλοιώδη κέντρα:

- Ραβδωτό σώμα
- Ωχρή σφαίρα
- Μέλαινα ουσία
- Ερυθρός πυρήνας
- Υποθάλαμος
- Πυρήνες του δικτυωτού σχηματισμού
- Θάλαμος (κυρίως ο πρόσθιος-κοιλιακός πυρήνας)
- Γεφυρικοί πυρήνες
- Πυρήνες της κάτω ελαίας
- Φλοιός και πυρήνες της παρεγκεφαλίδας
- Αιθουσαίοι πυρήνες

Δεμάτια του εξωπυραμιδικού συστήματος:

- Ερυθρονωτιαίο δεμάτιο (του Monakow)
- Αιθουσονωτιαίο δεμάτιο
- Δικτυονωτιαίο δεμάτιο
- Κεντρική καλυπτική οδός
- Ελαιονωτιαίο δεμάτιο (του Bechterew)
- Καλυπτρονωτιαίο δεμάτιο
- Τετραδυμονωτιαίο δεμάτιο
- Φλοιο-γεφυρο-παρεγκεφαλιδική οδός

- Έσω επιμήκης δεσμίδα
- Ραχιαία επιμήκης δεσμίδα (του Schutz)
- Νωτιοδικτυωτό δεμάτιο
- Πρόσθιο και οπίσθιο νωτιοπαρεγκεφαλικό δεμάτιο
- Νωτιοελαϊκό δεμάτιο
- Εκτός από τις μακρές κατιούσες (και ανιούσες) οδούς του εξωπυραμιδικού συστήματος, υπάρχουν βραχείες συνδέσεις ανάμεσα στα υποφλοιώδη κέντρα.

Το Ερυθρονωτιαίο Δεμάτιο

- Το ερυθρονωτιαίο δεμάτιο δεν είναι ιδιαίτερα αναπτυγμένο στους ανθρώπους.
- Είναι χιαστό και βρίσκεται στην πλάγια δέσμη, μπροστά από το πλάγιο πυραμιδικό.
- Εκπορεύεται από τον ερυθρό πυρήνα της καλύπτρας του μέσου εγκεφάλου και χιάζεται με το αντίθετο δεμάτιο (**κοιλιακός χιασμός της καλύπτρας**)
- Φέρεται κάτω από το έδαφος της 4^{ης} κοιλίας και συνεχίζει στην πλάγια δέσμη νωτιαίου μυελού.
- Καταλήγει στα κινητικά κύτταρα, κυρίως στην αυχενική μοίρα του πρόσθιου κέρατος του νωτιαίου μυελού.
- Ρυθμίζει τους καμπήρες των άνω άκρων κατά την κίνηση. (Εξασκεί έλεγχο πάνω στον τόνο των μυών.)
- Διεγέρσεις από τον ερυθρό πυρήνα μεταβιβάζονται επίσης στο νωτιαίο μυελό διαμέσου των **δικτυονωτιαίων δερματίων** και του **καλυπτρονωτιαίου δεματίου**.

Αιθουσονωτιαίο Δεμάτιο

- Το αιθουσονωτιαίο δεμάτιο αποτελεί κατιόν δεμάτιο το οποίο μεταβιβάζει διεγέρσεις από τους αιθουσαίους πυρήνες προς τους μυς. Είναι σημαντική οδό με την οποία αυξάνεται αυτόματα ο τόνος των κατάλληλων αντιβαρικών μυών κατά την ετερόπλευρη πλάγια κάμψη της κεφαλής. Έχει σχέση με τον τόνο των μυών και την ισορροπία του σώματος (επιτυγχάνει αντανακλαστικές κινήσεις). Χρησιμεύει στη διατήρηση του κέντρου βάρους μεταξύ των ποδιών.
- Οι αιθουσαίοι πυρήνες (στη ραχιαία μοίρα της γέφυρας), δέχονται διεγέρσεις από τον λαβύρινθο, ιδιαίτερα από το ελλειπτικό κυστίδιο, σχετικές με τη θέση της κεφαλής, με το αιθουσαίο νεύρο. Λαμβάνουν ερεθίσματα και από την παρεγκεφαλίδα.
- Το δεμάτιο εκπορεύεται κυρίως από τον **έξω αιθουσαίο πυρήνα** (του Deiter), κατέρχεται στο ομόπλευρο ημιμόριο ως πλάγιο αιθουσονωτιαίο δεμάτιο. (Είναι αχίαστο.) Κατέρχεται στην πρόσθια επιφάνεια της πρόσθιας δέσμης του νωτιαίου μυελού.
- Το δεμάτιο απολήγει στα κύτταρα του πρόσθιου κέρατος. Ίνες από το δεμάτιο περιεμβάλλονται στις διεγερτικές επιδράσεις στους εκτεινόντες κινητικούς νευρώνες.
- Υπάρχουν ερωτηματικά ανάμεσα στους νευροανατόμους εάν υφίσταται το έσω αιθουσονωτιαίο δεμάτιο και εάν οι ίνες της έσω μοίρας του εκπορεύονται από τον ετερόπλευρο κάτω αιθουσαίο πυρήνα. Θεωρείται ότι ο έσω αιθουσαίος πυρήνας χορηγεί κατιούσες ίνες στην ομόπλευρη έσω επιμήκη δεσμίδα (ή έσω

αιθουσονωτιαίο δεμάτιο), το οποίο βρίσκεται πλησίον της πρόσθιας μέσης σχισμής.

Δικτυονωτιαίο Δεμάτιο

- Ο δικτυονωτός σχηματισμός της γέφυρας και του προμήκη χορηγεί τις δικτυονωτιαίες ίνες.
- Εμπηρεάζουν τις εκούσιες κινήσεις, την αντανακλαστική δραστηριότητα και το μυϊκό τόνο, ελέγχοντας τη δραστηριότητα των άλφα και γάμμα κινητικών νευρώνων.
- Αποτελείται από δύο δεμάτια: το πρόσθιο και πλάγιο δικτυονωτιαίο δεμάτιο και ένα μεγάλο μέρος συνάπτεται με τις πυραμιδικές ίνες από την προκινητική χώρα (κυρίως).

Πρόσθιο δικτυονωτιαίο δεμάτιο

- Το πρόσθιο δικτυονωτιαίο δεμάτιο έχει διεγερτική δράση στους κινητικούς νευρώνες των πρόσθιων κεράτων του νωτιαίου μυελού. (Υπάρχουν νευροανατόμοι που πιστεύουν ότι μόνο η αυχενική μοίρα του νωτιαίου μυελού συνδέεται με το πρόσθιο δεμάτιο).
- Οι κατιούσες ίνες του πρόσθιου δικτυονωτιαίου δεματίου είναι αχίαστες και εκπορεύονται κυρίως από τους διάσπαρτους πυρήνες του δικτυωτού σχηματισμού του μέσου εγκεφάλου και της γέφυρας.
- Το δεμάτιο πορεύεται στην πρόσθια δέσμη του νωτιαίου μυελού.

Πλάγιο δικτυονωτιαίο δεμάτιο

- Το πλάγιο δικτυονωτιαίο δεμάτιο, σε αντίθεση με το πρόσθιο δεμάτιο, έχει ανασταλτική δράση στους κινητικούς νευρώνες των πρόσθιων κεράτων του νωτιαίου μυελού, όπου καταλήγει.
- Οι νευρικές ίνες του πλάγιου δικτυονωτιαίου δεματίου είναι αχίαστες και εκπορεύονται (κυρίως) από τους πυρήνες του δικτυωτού σχηματισμού του προμήκους.
- Πορεύεται στην πλάγια δέσμη του νωτιαίου μυελού.

Κεντρική Καλυπτρική Οδός

- Αποτελείται από τέσσερα δεμάτια τα οποία αρχίζουν (κυρίως) από τα βασικά γάγγλια και καταλήγουν στον **πυρήνα της ελαίας**. Πορεύεται στο εγκεφαλικό στέλεχος επί τα εντός του ερυθρού πυρήνα, κοντά στο κέντρο της καλύπτρας.
- Μερικές ίνες συνάπτονται με το δικτυωτό σχηματισμό και με δικτυοδικτυωτές ίνες πορεύονται τελικά με τα δικτυονωτιαία δεμάτια.
- Από τον κάτω πυρήνα της ελαίας, νευρικές ίνες φέρονται διαμέσου του κάτω σκέλους της παρεγκεφαλίδας, με το **ελαιοπαρεγκεφαλιδικό δεμάτιο** στο ετερόπλευρο ημιμόριο του παρεγκεφαλιδικού φλοιού.
- Αποτελείται από:
 - **Ωχροελαϊκό δεμάτιο:** αρχίζει από το φακοειδή πυρήνα και καταλήγει στον κάτω πυρήνα της ελαίας.
 - **Ερυθροδικτυωτό δεμάτιο:** αρχίζει από τον ερυθρό πυρήνα και καταλήγει στους πυρήνες του δικτυωτού σχηματισμού του προμήκους και της γέφυρας.

- **Ερυθροελαϊκό δεμάτιο (του Probst-Gamber):** αρχίζει από τον ερυθρό πυρήνα και καταλήγει στον κάτω πυρήνα της ελαίας.
- **Δικτυοελαϊκό δεμάτιο:** αρχίζει από τους πυρήνες του δικτυωτού σχηματισμού και της κεντρικής φαιάς ουσίας του προμήκου και της γέφυρας και καταλήγει στον κάτω πυρήνα της ελαίας.

Ελαιονωτιαίο Δεμάτιο (του Bechterew)

- Αρχίζει από τον κάτω πυρήνα της ελαίας, χιάζεται και στη συνέχεια πορεύεται στην πλάγια δέσμη της αυχενικής μοίρας του νωτιαίου μυελού.
- Καταλήγει στους κινητικούς νευρώνες των πρόσθιων κεράτων. *(Υπάρχουν κάποιες ενδενξεις ότι επηρεάζει τη λειτουργία των κινητικών νευρώνων, αλλά μερικοί νευροανατόμοι το αμφισβητούν).*

Καλυπτρονωτιαίο Δεμάτιο

- Αρχίζει από πυρήνες της καλύπτρας και εν μέρει του δικτυωτού σχηματισμού του μέσου εγκεφάλου και συνήθως δεν χιάζεται.
- Καταλήγει σε διάφορα μέρη όπως: στους πυρήνες του δικτυωτού σχηματισμού, της γέφυρας και του προμήκου, στους πυρήνες της ελαίας, στους κινητικούς πυρήνες των εγκεφαλικών νεύρων (στο εγκεφαλικό στέλεχος) και στους κινητικούς νευρώνες των πρόσθιων κεράτων του νωτιαίου μυελού.

Έσω Επιμήκης Δεσμίδα

- Εκτείνεται από το μέσο εγκέφαλο μέχρι το νωτιαίο μυελό και βρίσκεται κοιλιακά της κεντρικής φαιάς ουσίας του εγκεφαλικού στελέχους.
- Λίγες νευρικές ίνες από τους αισθητικούς πυρήνες του τριδύμου νεύρου εισέρχονται επίσης στην έσω επιμήκη δεσμίδα.

Λειτουργίες

- Ελέγχει την αρμονική συνεργασία των διαφόρων εγκεφαλικών νεύρων που συνδέει μεταξύ τους (π.χ. η νευρική σύνδεση μεταξύ των υπογλώσσων νεύρων επιτυγχάνει συνδυασμένες κινήσεις της γλώσσας και των χειλέων κατά την ομιλία).
- Ελέγχει τις αντανακλαστικές κινήσεις των οφθαλμών και συνδυάζει τις κινήσεις αυτών με τις κινήσεις της κεφαλής και του λαιμού.
- Ελέγχει και συνδέει το οφθαλμοκαρδιακό αντανακλαστικό με το δακρυϊκό αντανακλαστικό.

- Εμφανίζει τρεις μοίρες:

1. **Εξωπυραμιδική μοίρα:** Αποτελείται από:

- **Το διάμεσο πυρήνα (του Cajal):** βρίσκεται στην προτετραδυμική χώρα του μέσου εγκεφάλου
- **Τον πυρήνα του οπίσθιου συνδέσμου (του Darkschevitsch):** βρίσκεται στην προτετραδυμική χώρα του μέσου εγκεφάλου.

Οι πυρήνες αυτοί δέχονται αχίαστες ίνες από το ραβδωτό σώμα και χιαστές προσαγωγές ίνες από το οδοντωτό πυρήνα της παρεγκεφαλίδας. Από τον διάμεσο πυρήνα φέρονται απαγωγές ίνες προς τον νωτιαίο μυελό.

2. **Μεσοπυρηνική μοίρα:** Αποτελείται από τις βραχείες συνδετικές νευρικές ίνες που συνδέουν τους ακόλουθους πυρήνες:
 - Πυρήνες των οφθαλμοκινητικών μυών
 - Μικτός πυρήνας του πνευμονογαστρικού νεύρου
 - Κινητικός πυρήνας του τρίδουμου νεύρου
 - Πυρήνας του υπογλώσσιου νεύρου
 - Πυρήνας του προσωπικού νεύρου.

3. **Η αιθουσαία μοίρα:** Συνδέει την αιθουσαία συσκευή (άνω, κάτω, έξω, έσω αιθουσαίους πυρήνες) με:
 - Το έξωπυραμιδικό σύστημα (διαμέσου των πυρήνων της εξωπυραμιδικής μοίρας).
 - Τους οφθαλμοκινητικούς και τραχηλικούς μυς διαμέσου των πυρήνων των οφθαλμοκινητικών εγκεφαλικών νεύρων. (3^η, 4^η, 6^η συζυγία: κοινό κινητικό, τροχλιακό και απαγωγό νεύρο αντίστοιχα).

Τετραδυμονωτιαίο Δεμάτιο

- Το τετραδυμονωτιαίο δεμάτιο προκαλεί αντανακλαστικές κινήσεις της κεφαλής και των άνω άκρων οι οποίες σχετίζονται με τα οπτικά ερεθίσματα. (τα οπτικά ερεθίσματα είναι αυτά που φέρονται από τους πυρήνες των πρόσθιων διδυμίων).
- *Πολλοί νευροανατόμοι υποστηρίζουν ότι υπάρχουν δύο επιμέρους δεμάτια που αποτελούν το τετραδυμονωτιαίο δεμάτιο.*

Πρόσθιο τετραδυμονωτιαίο δεμάτιο (του Lowenthal)

- Αποτελεί την κύρια φυγόκεντρο οδό από το τετράδυμο προς τον νωτιαίο μυελό και μερικοί νευροανατόμοι πιστεύουν ότι υφίσταται μόνο αυτό.
- Οι κατιούσες νευρικές ίνες εκπορεύονται από τους πυρήνες των πρόσθιων διδυμίων και χιάζονται με το αντίθετο στην καλύπτρα του μέσου εγκεφάλου, στο ραχιαίο χιασμό της καλύπτρας.
- Το δεμάτιο πορεύεται στην πρόσθια δέσμη της λευκής ουσίας του νωτιαίου μυελού και κατάληγει στην ανώτερη θωρακική μοίρα του νωτιαίου μυελού (στους πυρήνες των πρόσθιων κεράτων).
- Πολλοί νευροανατόμοι ξεχωρίζουν την προραχιαία δεσμίδα που αποτελείται από το πρόσθιο τετραδυμονωτιαίο μαζί με το τετραδυμοπρομηκικό δεμάτιο το οποίο καταλήγει στους κινητικούς πυρήνες των εγκεφαλικών νεύρων

Πλάγιο τετραδυμονωτιαίο δεμάτιο

- Αποτελείται από νευρικές ίνες που εκπορεύονται από τα πρόσθια διδύμια και φέρονται (αχίαστες) στην πλάγια δέσμη της λευκής ουσίας του νωτιαίου μυελού.
- Καταλήγουν στην αυχενική μοίρα του νωτιαίου μυελού (στους πυρήνες των πρόσθιων κεράτων).

Ραχιαία Επιμήκης Δεσμίδα (του Schutz)

- Εκτείνεται από τον υποθάλαμο μέχρι την κλειστή μοίρα του προμήκη και αποτελείται από κεντρομόλες και φυγόκεντρες ίνες που συνδέουν τον υποθάλαμο με πυρήνες του εγκεφαλικού στελέχους (κινητικούς και παρασυμπαθητικούς).

- Οι πυρήνες που συνδέονται είναι οι ακόλουθοι:
 - Υποθαλάμιοι πυρήνες
 - Κινητικοί πυρήνες: τριδύμο νεύρο, προσωπικό νεύρο, υπογλώσσιο νεύρο
 - Παρασυμπαθητικοί πυρήνες: ραχιαίος πυρήνας του πνευμονογαστρικού νεύρου, κάτω σιαλικός πυρήνας, άνω σιαλικός πυρήνας, πυρήνας του Edinger-Westphal (πυρήνας της κόρης του οφθαλμού)
 - Πυρήνες των πρόσθιων διδυμίων
 - Πυρήνας της ηνίας
 - Πυρήνας της μονήρους δεσμίδας
- Ρυθμίζει αντανάκλαστικά στην έκκριση σιέλου μετά την επίδραση οσφρητικών και γευστικών ερεθισμάτων και τα αντανάκλαστικά της γλώσσας.

Φλοιο-γεφυρο-παρεγκεφαλιδική Οδός

- Εκπορεύονται ίνες από το φλοιό των ημισφαιρίων και κυρίως από το μετωπιαίο λοβό και καταλήγουν στους γεφυρικούς πυρήνες στη βασική μοίρα της γέφυρας.
- Οι φλοιογεφυρικές ίνες διακρίνονται σε:
 - **Μετωπογεφυρικές ίνες (ή δεμάτιο του Arnold):**
Αρχίζουν από το μετωπιαίο λοβό, διέρχονται από τον ακτινωτό στέφανο και φτάνουν στο πρόσθιο σκέλος της έσω κάψας. Διέρχονται από το έσω άκρο της βάσης του εγκεφαλικού σκέλους και καταλήγουν στους γεφυρικούς πυρήνες της ανώτερης μοίρας της γέφυρας.
 - **Κροταφογεφυρικές ίνες (δεμάτιο του Turk):**
Αρχίζουν από τον κροταφικό φλοιό, διέρχονται από τον ακτινωτό στέφανο και στη συνέχεια από την υποφακοειδή μοίρα της έσω κάψας. Διέρχονται από το έξω άκρο της βάσης του εγκεφαλικού σκέλους και καταλήγουν στους γεφυρικούς πυρήνες της κατώτερης μοίρας της γέφυρας.
 - **Βρεγματοϊνιογεφυρικές ίνες:**
Αρχίζουν από τον βρεγματικό και ινιακό φλοιό, διέρχονται από τον ακτινωτό στέφανο και στη συνέχεια από τη μεταφακοειδή μοίρα της έσω κάψας. Διέρχονται από το έξω άκρο της βάσης του εγκεφαλικού σκέλους και καταλήγουν στους γεφυρικούς πυρήνες της κατώτερης μοίρας της γέφυρας.

Σχηματική απεικόνιση της πυραμιδική οδός



