



# Νευροφυσιολογία και Αισθήσεις

Διάλεξη 15  
Κίνηση από το ΚΝΣ  
(CNS Control of Movement)



- **Ο εγκέφαλος επηρεάζει τη δραστηριότητα του νωτιαίου μυελού**
  - Εθελούσιες κινήσεις (Voluntary movements)
- **Ιεραρχικός Έλεγχος**
  - Ανώτερο επίπεδο: Στρατηγική (στόχος της κίνησης)
  - Ενδιάμεσο Επίπεδο: Τακτική (σειρά από συσπάσεις μυών)
  - Κατώτερο Επίπεδο: Εκτέλεση (ενεργοποίηση νευρώνων και μυών)
- **Αισθητηριακό - κινητικό (sensorimotor) σύστημα**
  - Πληροφορίες από τα αισθητήρια όργανα που χρησιμοποιούνται από το κινητικό σύστημα



# Προγραμματισμός της Κίνησης από τον Εγκεφαλικό Φλοιό

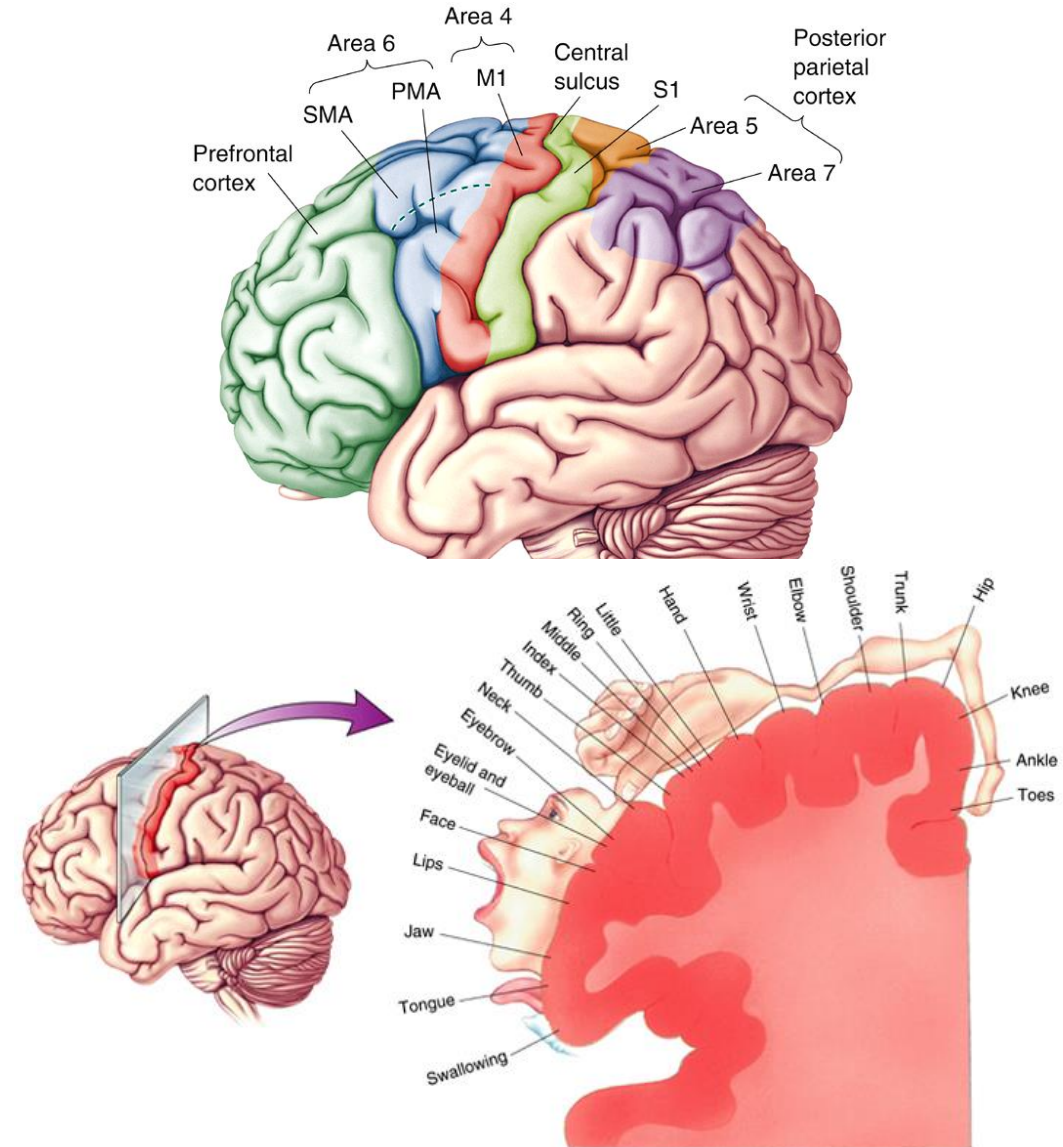


- **Κινητικός Φλοιός (Motor Cortex)**

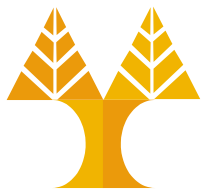
- Σωματοτοπική Οργάνωση (Somatotopic organization)
- Περιοχές 4 και 6 του Μετωπιαίου Λοβού

- **Περιοχή 4 = “Πρωτοταγής Κινητικός Φλοιός (Primary motor cortex)” ή “M1”**

- Εκτέλεση του κινητικού προγράμματος από τους άνω κινητικούς νευρώνες
- Άνω κινητικοί νευρώνες → Κάτω κινητικοί νευρώνες → Σύσπαση



# Αρχικοποίηση της Κίνησης από τον Πρωτοταγή Κινητικό Φλοιό

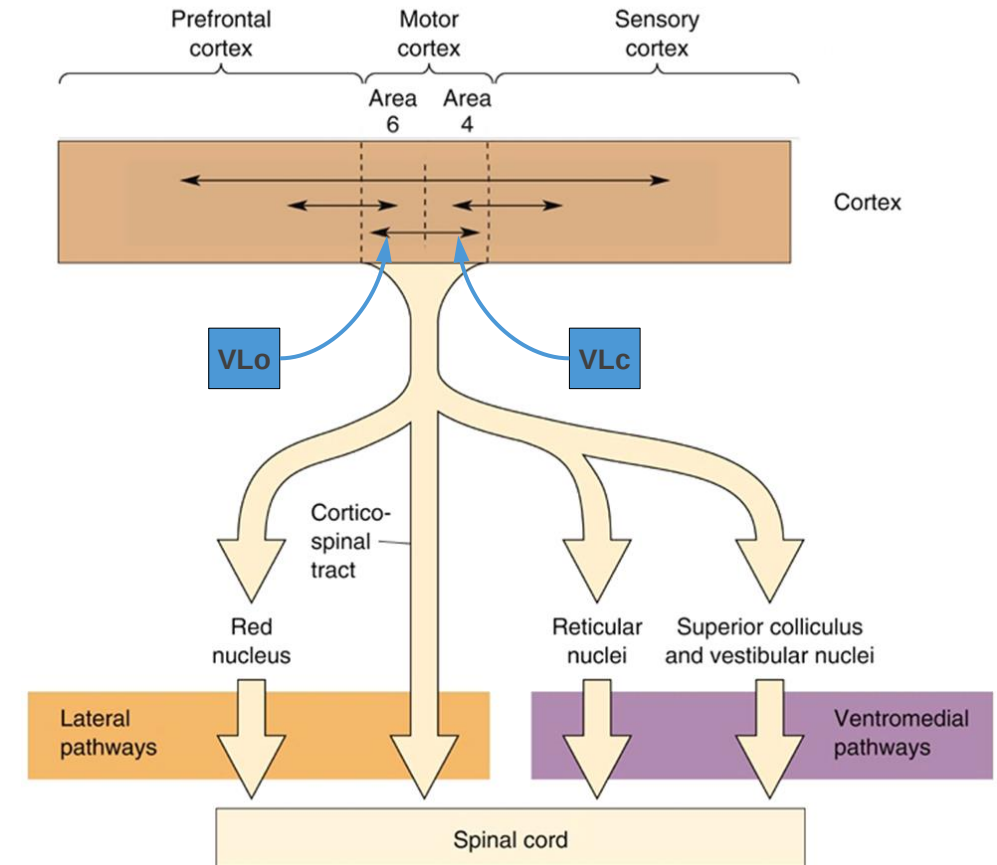


- **Είσοδοι-Έξοδοι στο M1**

- Έξοδος
  - Πυραμοειδή κύτταρα στη φλοιακή στοιβάδα 5 του M1
- Είσοδοι
  - Φλοιακές περιοχές
  - Θάλαμος

- **Ηλεκτρικό ερέθισμα στην Περιοχή 4**

- Σύσπαση ενός μικρού αριθμού μυϊκών ινών

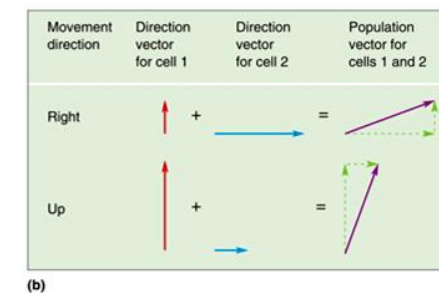
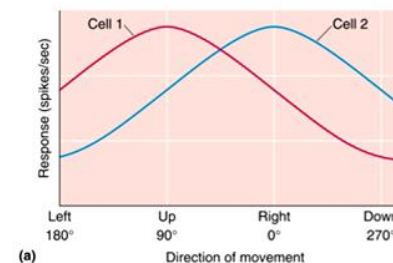
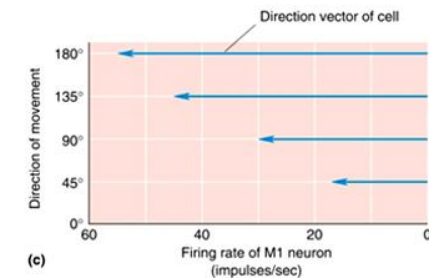
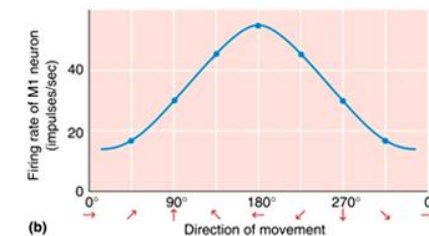
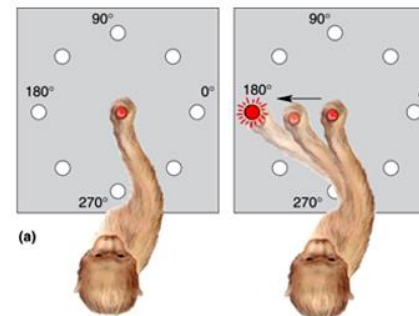


# Αρχικοποίηση της Κίνησης από τον Πρωτοταγή Κινητικό Φλοιό



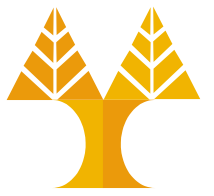
## • Κωδικοποίηση της κίνησης στον M1

- Δραστηριότητα αριθμού νευρώνων κωδικοποιεί τη δύναμη και την κατεύθυνση της κίνησης
- Η κατεύθυνση της κίνησης κωδικοποιείται από τη συλλογική (collective) δραστηριότητα πολλών νευρώνων
  - Κινητικός Φλοιός: Δραστηριότητα για κάθε κίνηση
  - Η δραστηριότητα ενός νευρώνα αποτελεί μια “ψήφο”
  - Η κατεύθυνση της κίνησης καθορίζεται από τη σύμπτυξη (και τον μέσο όρο)
  - Διάνυσμα Πληθυσμού (Population Vector)
- Ο κινητικός χάρτης του εγκεφάλου παρουσιάζει πλαστικότητα (Malleable Motor Map)
  - Πειραματικά ενδείξεις από αρουραίους
    - Ερέθισμα M1 → κίνηση τριχοειδών ινών (δηλ. μουστακιών)
    - Μετά από αποκοπή νευρώνα τριχοειδών ινών
    - Ερέθισμα M1 → κίνηση τριχοειδών ινών
  - Αποκωδικοποίηση της δραστηριότητας του M1
    - Διεπαφή υπολογιστή-εγκεφάλου
    - Βοήθεια σε ασθενείς με αναπηρίες



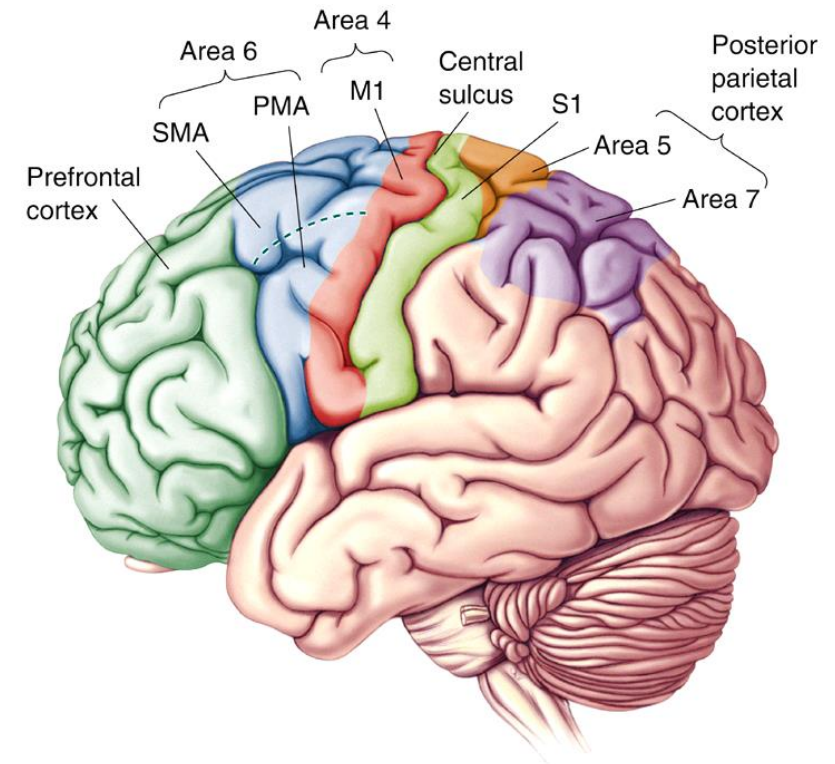


# Προγραμματισμός της Κίνησης από τον Εγκεφαλικό Φλοιό

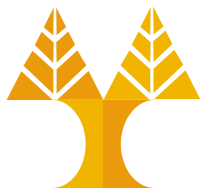


- **Περιοχή 6 = “Ανώτερες Κινητικές Περιοχές”**

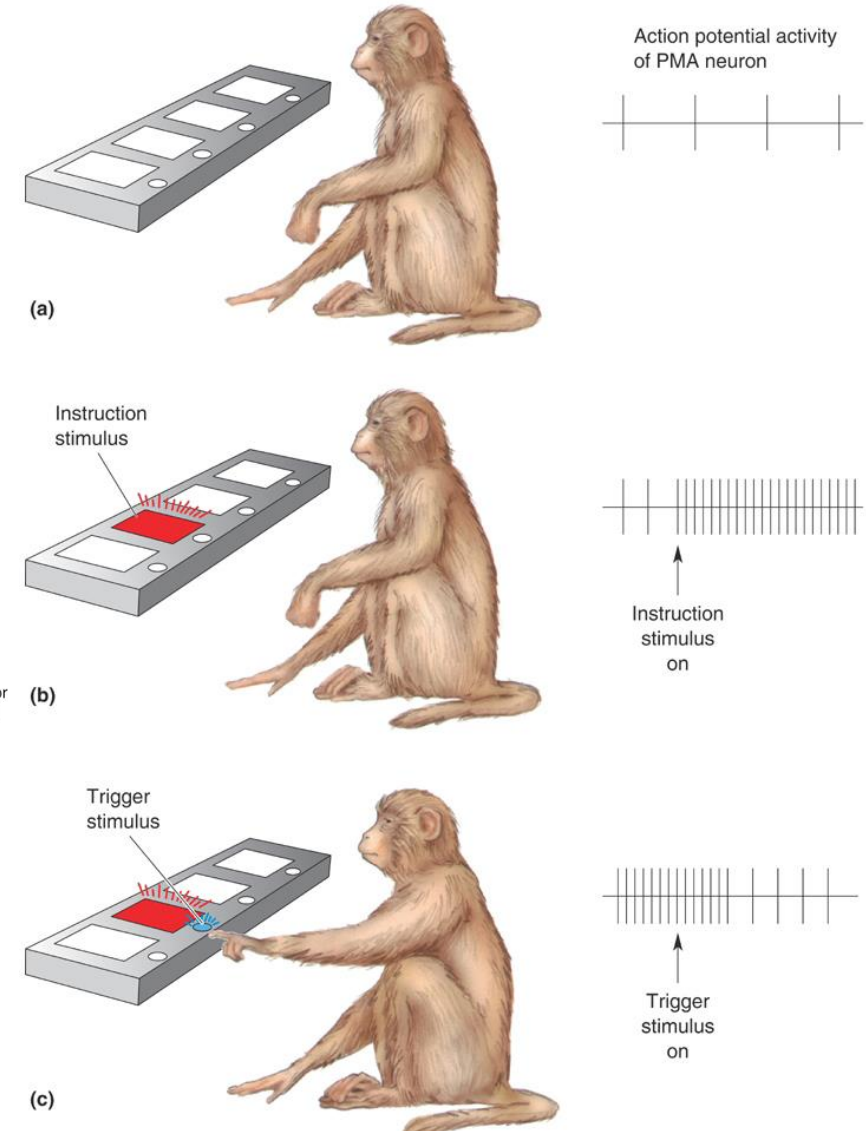
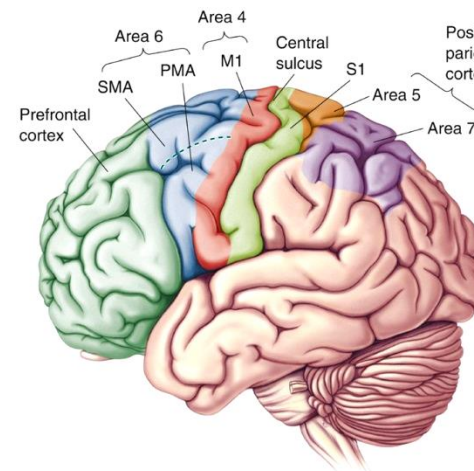
- Δύο περιοχές με παρόμοιες λειτουργίες
- “Προγραμματισμός” της κίνησης
- Σειρά συσπάσεων που θα καταλήξει στη σωστή κίνηση
- Προκινητικός Φλοιός (Premotor cortex)
  - Εγγύς κινητικές μονάδες (proximal motor units)
  - Κατευθύνει τον προσανατολισμό (orientation) του σώματος
  - Ενεργεί με βάση εξωτερικά στοιχεία
- Συμπληρωματικός Κινητικός Φλοιός (Supplementary motor cortex)
  - Περιφερικές κινητικές μονάδες (distal motor units)
  - Προγραμματίζει πολύπλοκες σειρές από κινήσεις



# Προγραμματισμός της Κίνησης από τον Εγκεφαλικό Φλοιό



- **Νευρωνικοί Συσχετισμοί του Προγραμματισμού της Κίνησης**
  - Δραστηριότητα στις κινητικές περιοχές αφυπνισμένων ζώων
    - Περιοχή 6 είναι σημαντική για τον προγραμματισμό
      - “Λάβετε θέσεις”- Βρεγματικός και Μετωπιαίος Λοβός
      - “Ετοιμοί”- Συμπληρωματική και Προκινητική περιοχή
      - “Μπρος”- Είσοδος στη περιοχή 6 από άλλες υποφλοιώδεις περιοχές
  - Τραύματα στην Περιοχή 6
    - Αδυναμία εκτέλεσης πολύπλοκων κινητικών στόχων = απραξία (apraxia)



# Προγραμματισμός της Κίνησης από τον Εγκεφαλικό Φλοιό



## • Προμετωπιαίος (Prefrontal)

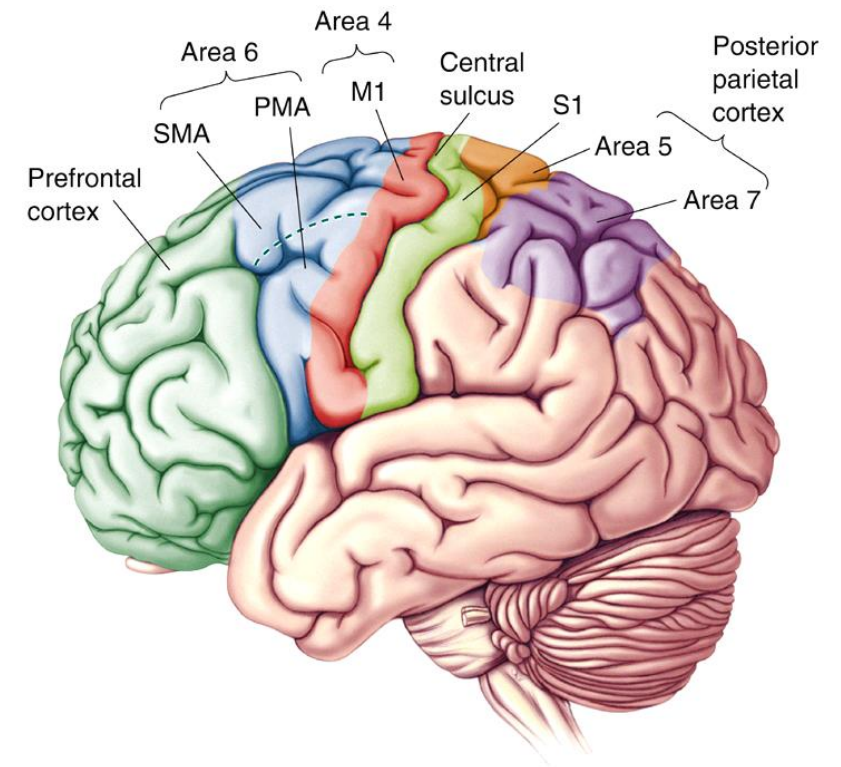
- Αφηρημένη σκέψη (Abstract thought), λήψη αποφάσεων (decision making) και πρόβλεψη (anticipation) των συνεπειών της κίνησης
- Τα ανώτερα επίπεδα ελέγχου της κίνησης
  - Αποφάσεις σχετικά με τις κινήσεις και τα αποτελέσματά τους
- “Στρατηγική” της κίνησης

## • Οπίσθιος Βρεγματικός (Posterior Parietal)

- Αντίληψη της εικόνας του σώματος και του χώρου
  - Είσοδοι από τον σωματοαισθητικό φλοιό
  - Είσοδοι από τις ανώτερες οπτικές περιοχές (π.χ. MT)

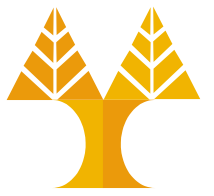
## • Παρακολούθηση της ενεργοποίησης του φλοιού που συνοδεύει εθελούσια κίνηση (με PET)

- Αποδεικνύει ύπαρξη ανώτερου προγραμματισμού
- Η Περιοχή 6 είναι ενεργοποιημένη ακόμα και όταν κάποιος εκτελεί δοκιμαστική την κίνηση μέσα στο μυαλό του



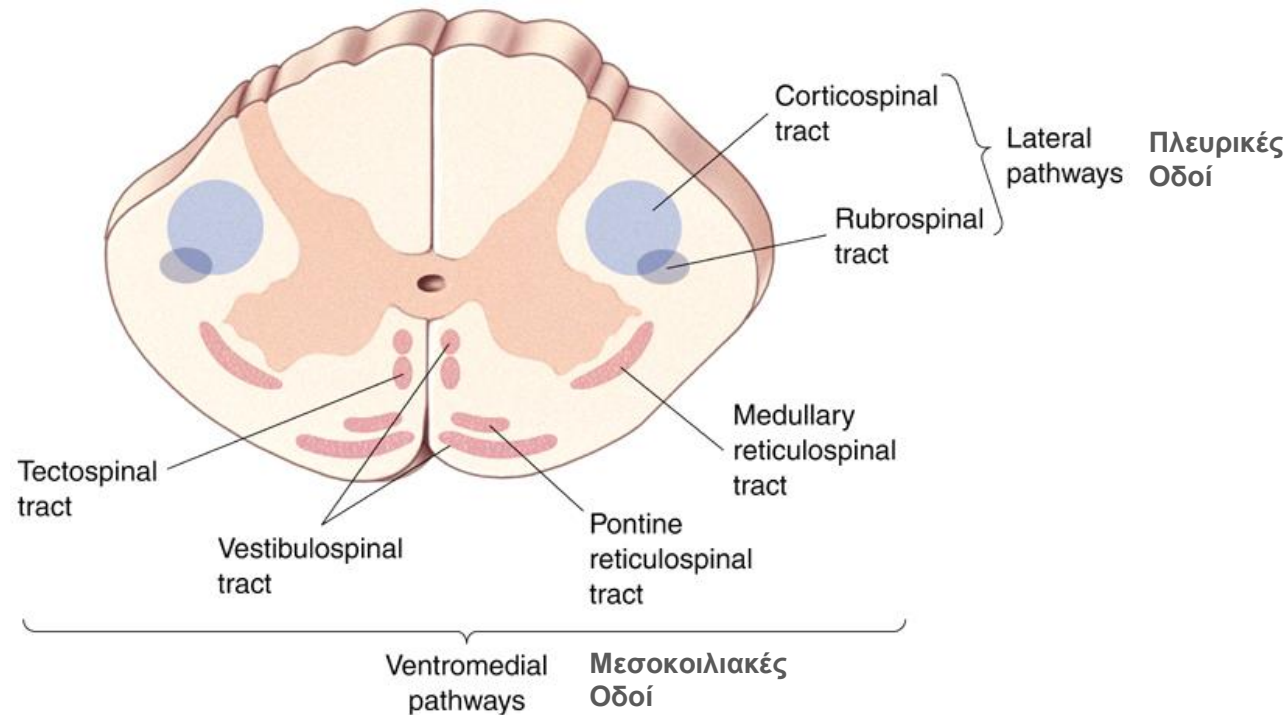


# Κατιούσες Νωτιαίοι Οδοί (Descending Spinal Tracts)



- Άξονες από τον εγκέφαλο κατέρχονται από δύο κύριες οδούς

- Πλευρικές Οδοί (Lateral Pathways) → Εθελούσια Κίνηση
- Μεσοκοιλιακές Οδοί (Ventromedial Pathways) → Ακούσια Κίνηση

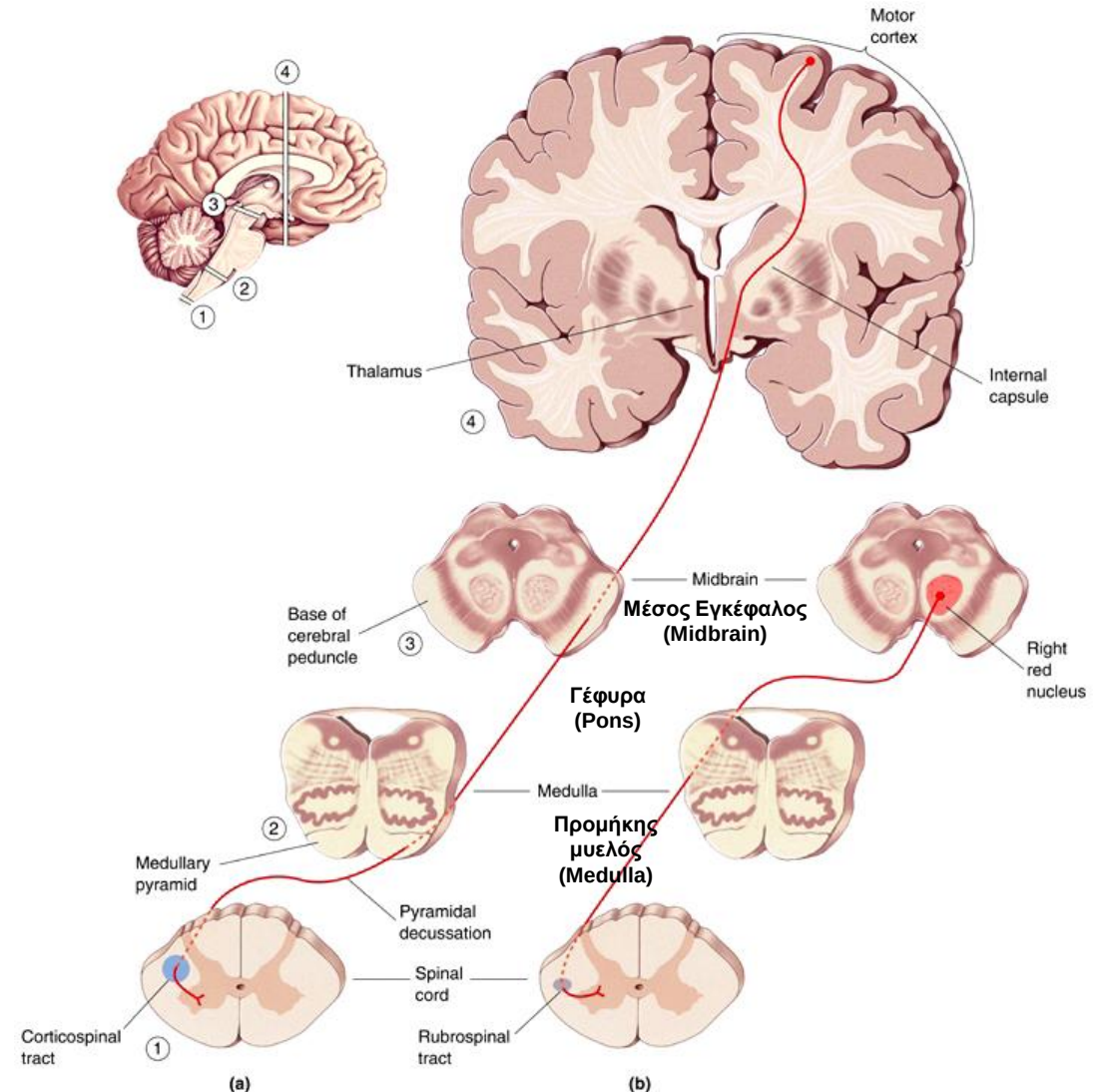


# Κατιούσες Νωτιαίοι Οδοί (Descending Spinal Tracts)



## • Πλευρικές Οδοί (Lateral Pathways)

- Εθελούσια κίνηση → κάτω από άμεσο φλοιακό έλεγχο
- Συντονισμός κινήσεων (από το στέλεχος)
- Αποτελέσματα τραυμάτων στις πλευρικές οδούς
  - Απώλεια τμηματικών κινήσεων των άκρων
- Εγκεφαλικά Επεισόδια στον πρωτοταγή φλοιό
  - Παράλυση στη αντίθετη πλευρά
  - Σημαντική ανάρρωση



# Κατιούσες Νωτιαίοι Οδοί (Descending Spinal Tracts)



- **Μεσοκοιλιακές Οδοί (Ventromedial Pathways)**

- Στάση και Κίνηση (Posture and Locomotion)
  - Έλεγχος από το Στέλεχος
  - Λαμβάνει και συνδυάζει αισθητήριες πληροφορίες

- **Αιθουσονωτιαία οδός (Vestibulospinal tract)**

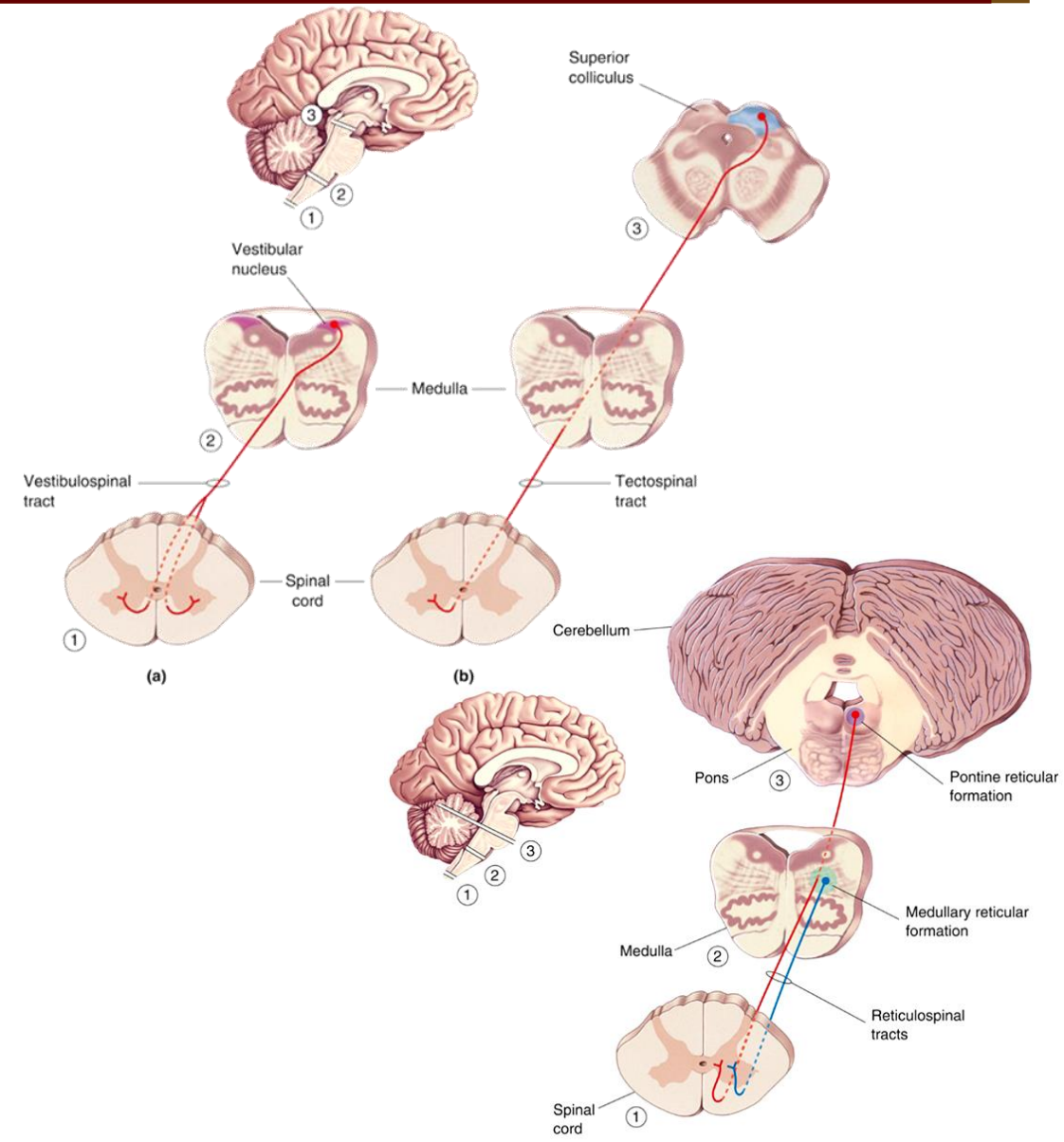
- Είσοδος από το αιθουσιαίο σύστημα
- Ισορροπία της κεφαλής και σταθεροποίηση των ματιών

- **Καλυπτονωτιαία Οδός (Tectospinal tract)**

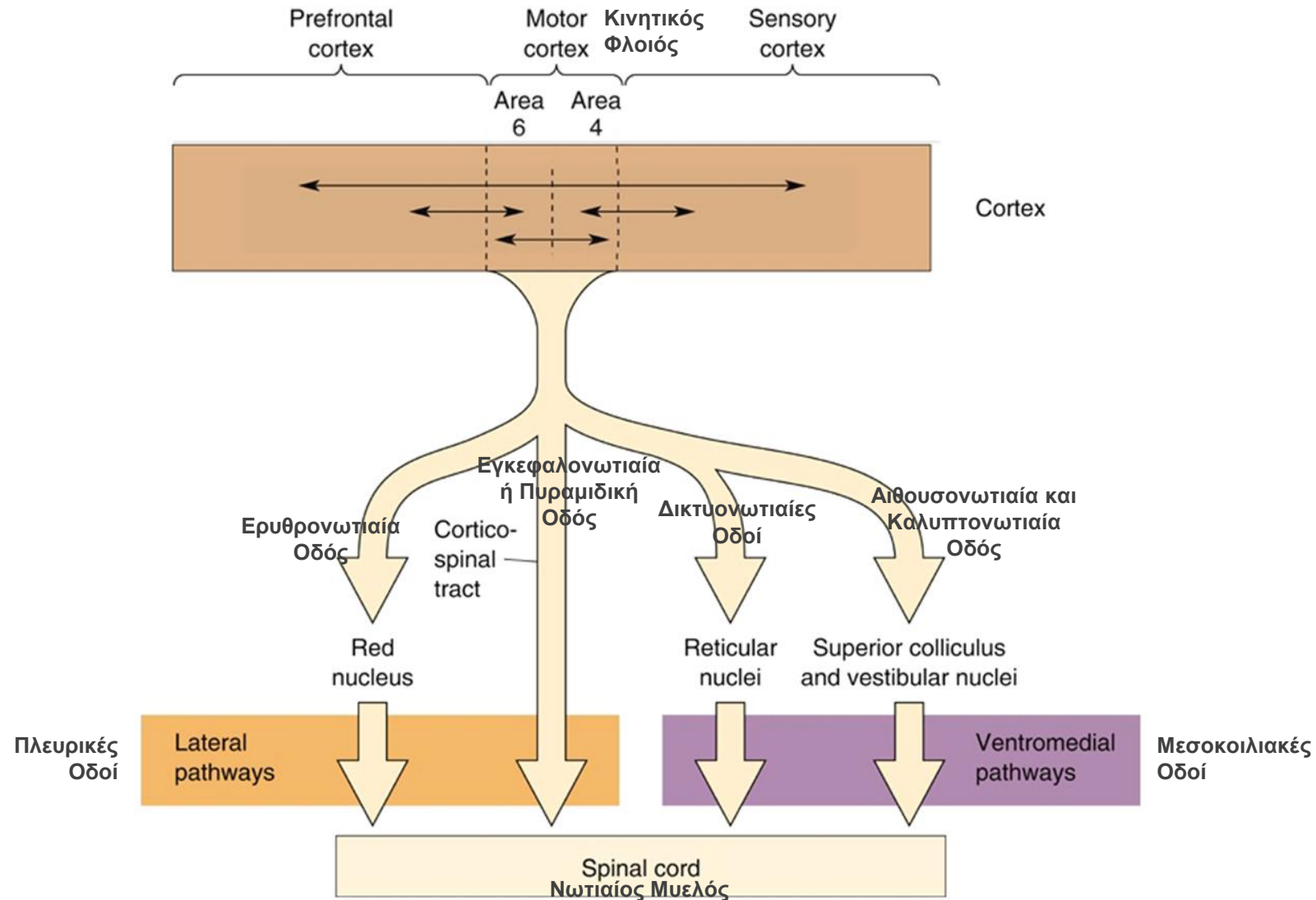
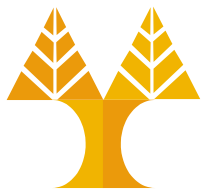
- Είσοδος από τον αμφιβληστροειδή και τον Οπτικό Φλοιό
- Κίνηση κεφαλής και ματιών ώστε να ακολουθούν κινούμενο στόχο

- **Γεφυριδική (Pontine) και Προμήκης (Medullary) Δικτυονωτιαίες οδοί (Reticulospinal tract)**

- Ενισχύουν και μειώνουν αντίστοιχα τα αντανακλαστικά στη βαρύτητα



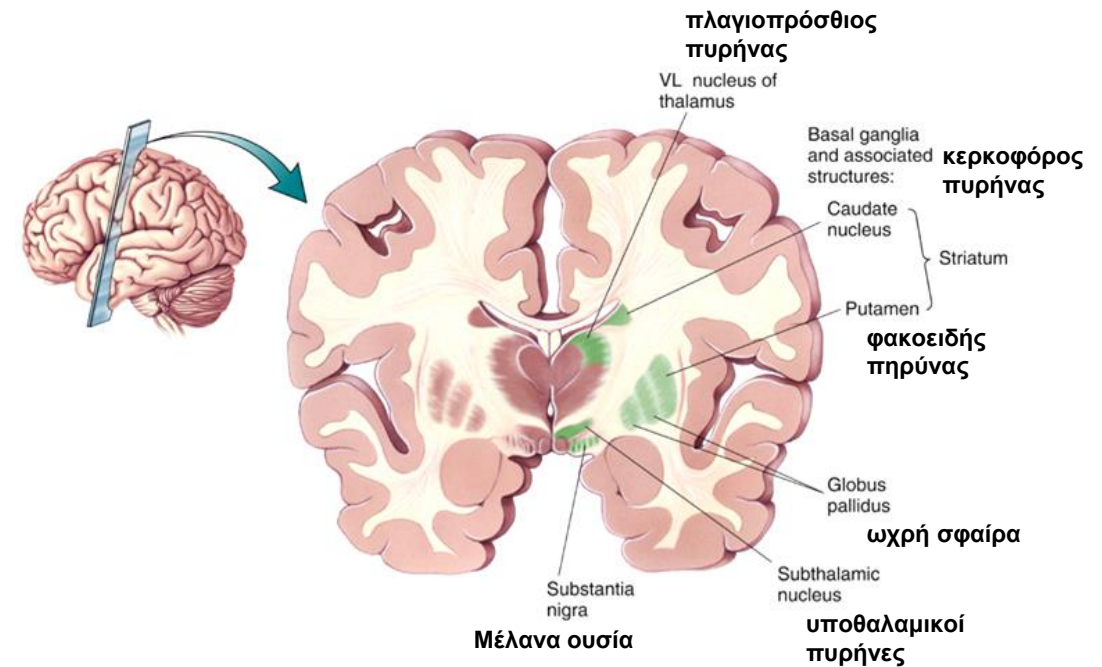
# Κατιούσες Νωτιαίοι Οδοί (Descending Spinal Tracts)



# Τα Βασικά Γάγγλια (The Basal Ganglia)



- Περιοχές φαιάς ουσίας μέσα στη λευκή ουσία
- Οι ενέργειες τους μεταβάλλουν τη δραστηριότητα των κινητικών διαδρομών
  - Ισορροπία ανασταλτικών και διεγερτικών νευρώνων → διατηρούν τον σωστό μυϊκό τόνο (muscle tone)
    - Επιλέγουν και συντηρούν σωστή κίνηση και ταυτόχρονα καταστέλλουν ανεπιθύμητες κινήσεις
  - Ελέγχουν και συντονίζουν αργές και συνεχείς συσπάσεις
    - Ιδιαίτερα αυτές που έχουν να κάνουν με στάση και στήριγμα του σώματος





# Τα Βασικά Γάγγλια (The Basal Ganglia)

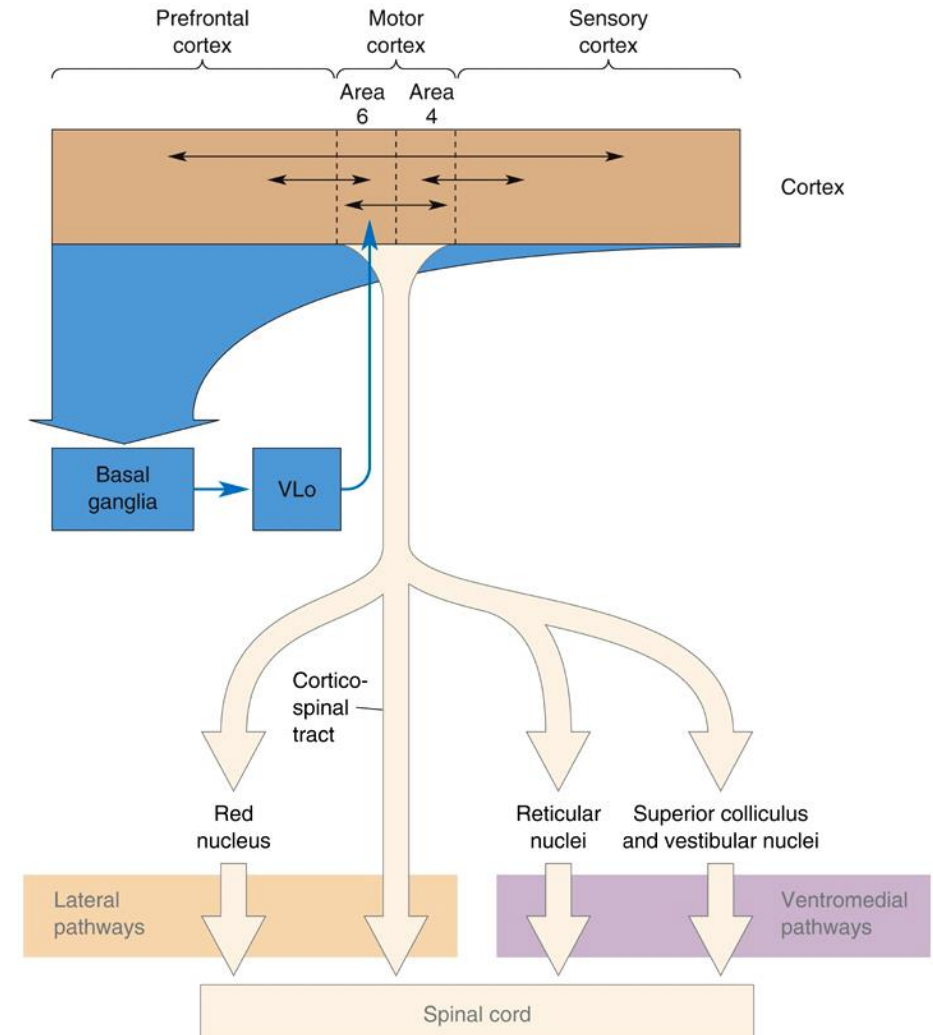


- **Βασικά Γάγγλια (Basal ganglia)**

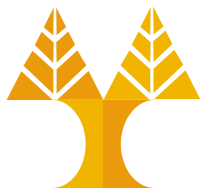
- Προβάλλουν στον Θαλάμου
- Από εκεί στην Περιοχή 6 (Προκινητικός Φλοιός και Συμπληρωματικός Κινητικός Φλοιός )
- Μεγάλος αριθμός παράλληλων κυκλωμάτων
- Παίζουν κάποιο ρόλο και στη μνήμη και στις νοητικές λειτουργίες (cognitive functions)

- **Φλοιός**

- Προβάλλει πίσω στα βασικά γάγγλια
- Σχηματίζεται ένα “βρόγχος”

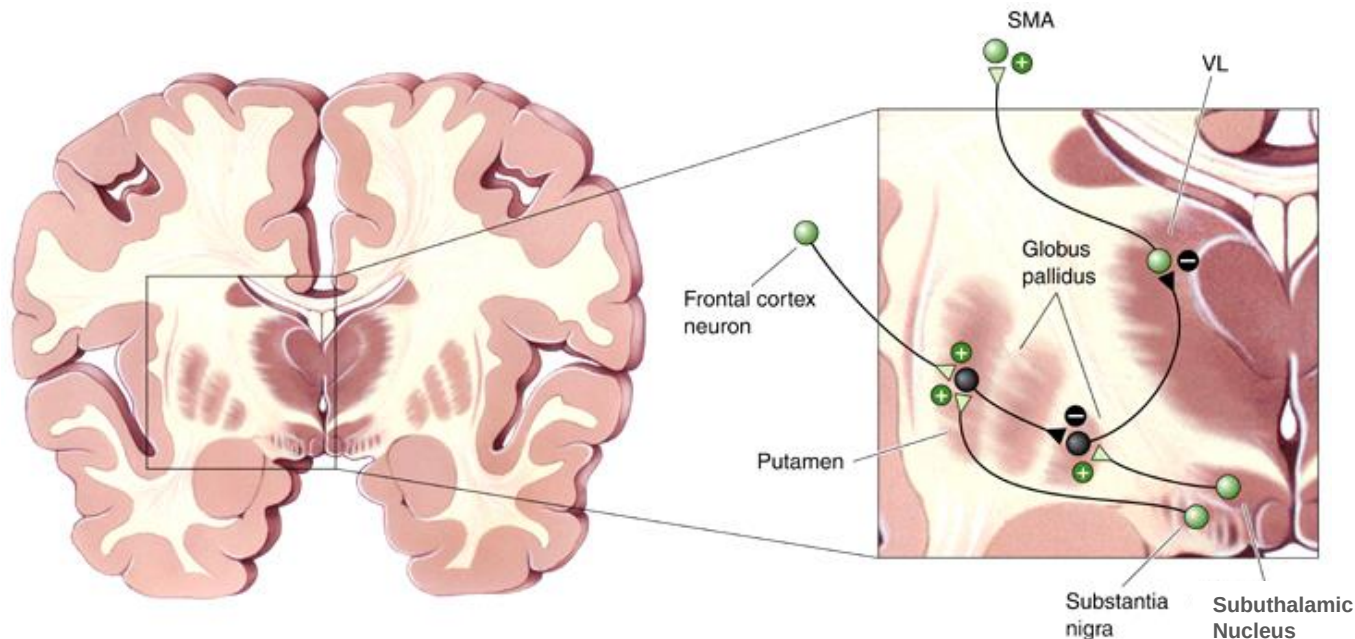


# Τα Βασικά Γάγγλια (The Basal Ganglia)



- **Κινητικός Βρόγχος → Επιλογή και αρχικοποίηση εθελούσιας κίνησης**

- Μελανά Ουσία (Substantia Nigra)
- Διεγερτικές συνδέσεις από τον Φλοιό στο Φακοειδή Πυρήνα (putamen)
- Διεγείρονται νευρώνες στο ΦΠ
- Αναστέλλονται νευρώνες στην Ωχρή Σφαίρα (Globus Pallidus)
- Σταματά η αναστολή των νευρώνων του θαλάμου (VL)
- Ενισχύεται τη δραστηριότητα στο Συμπληρωματικό Κινητικό Φλοιό



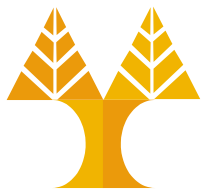
# Τα Βασικά Γάγγλια (The Basal Ganglia)



## • Διαταραχές των Βασικών Γαγγλίων

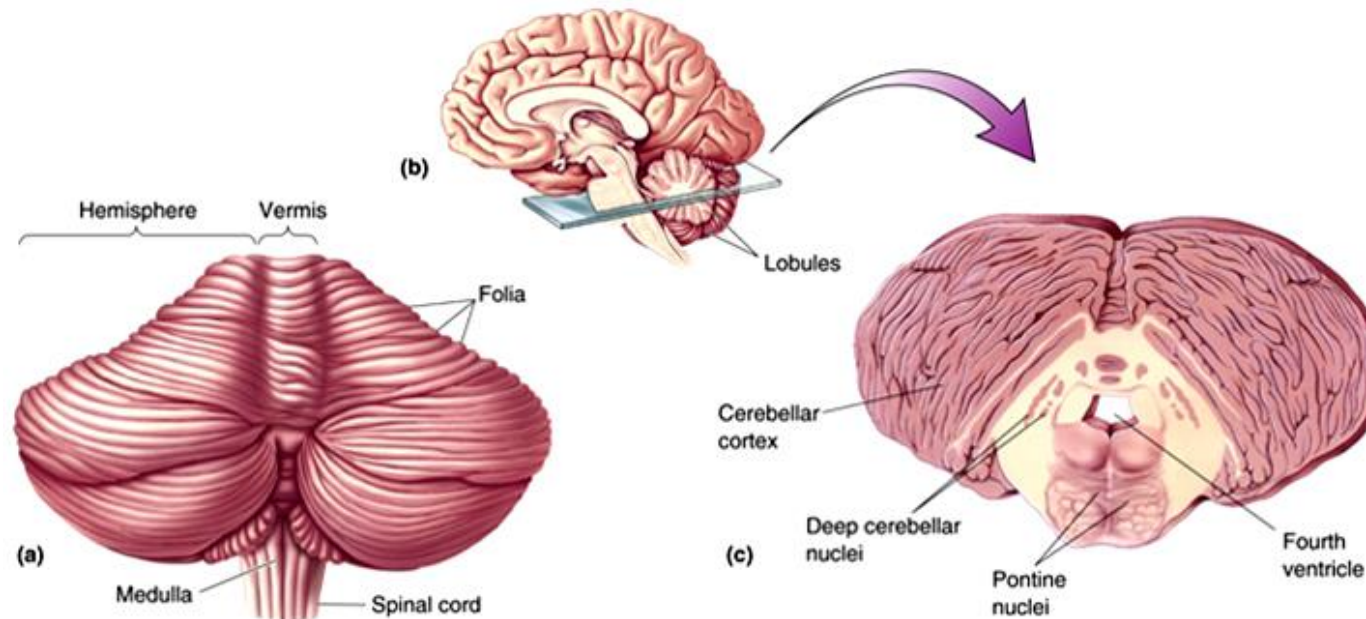
- Υποκινησία (Hypokinesia) και Υπερκινησία (hyperkinesia)
- Ασθένεια Parkinson's
  - Συμπτώματα: Βραδυκινησία (Bradykinesia), ακινησία (akinesia), δισκαμψία (rigidity) και τρόμος (tremor) στα χέρια και το σαγόνι
  - Οργανική Αιτία: Εκφυλισμός των εισόδων από τη Μέλαινα Ουσία στον Φακοειδή Πυρήνα
  - Θεραπεία με Dopa: Διευκολύνει την παραγωγή Δοπαμίνης για να ενισχυθεί η δραστηριότητα του ΣΚΦ
- Ασθένεια Huntington's
  - Συμπτώματα: Υπερκινησία (Hyperkinesia), Δισκινησία (dyskinesia), άνοια (dementia), νοητική ανικανότητα (cognitive disability), αναταραχές προσωπικότητας (personality disorder)
  - Οργανική Αιτία: Έντονη απώλεια νευρώνων στα βασικά γάγγλια και σε άλλες περιοχές του εγκεφάλου
- Ημιβαλλισμός (Hemiballismus)
  - Βίαια, εξφενδονιστική κίνηση στη μια πλευρά του σώματος
  - Οργανική Αιτία: Βλάβη στον υποθαλαμικό πυρήνα (subthalamic nucleus)

# Η Παρεγκεφαλίδα (The Cerebellum)



- **Ανατομία της Παρεγκεφαλίδας**

- Φύλλα (Folia) και Λοβία (Lobules)
  - Περισσότερη επιφάνεια → 50% των νευρώνων του ΚΝΣ
- Βαθύς Πυρήνες της Παρεγκεφαλίδας (Deep cerebellar nuclei)
  - Αναμεταδίδουν εξόδους από τον φλοιό της παρεγκεφαλίδας προς το εγκεφαλικό στέλεχος
- Ακρωραίο λοβίο (Vermis)
  - Συμβάλλει στις Μεσοκοιλιακές Οδούς (ventromedial pathways)
- Ημισφαίρια της Παρεγκεφαλίδας (Cerebellar hemispheres)
  - Συμβάλλουν στις πλευρικές οδούς (lateral pathways)

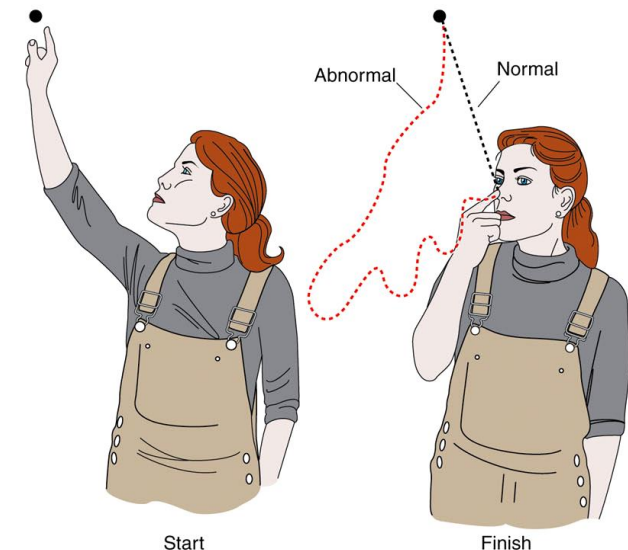
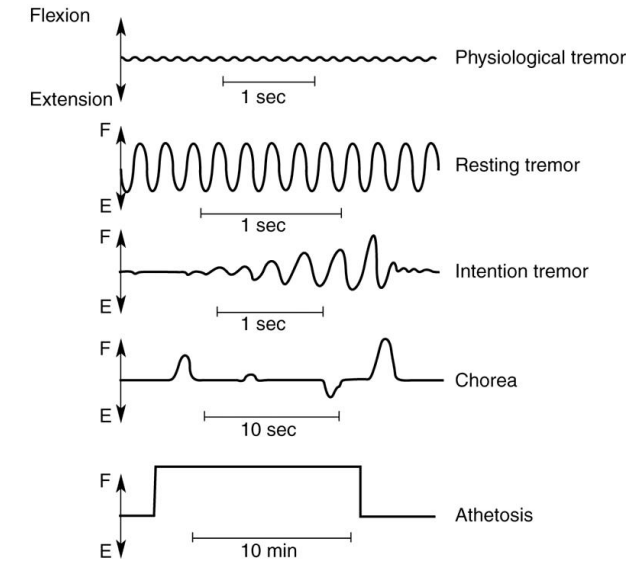


# Η Παρεγκεφαλίδα (The Cerebellum)



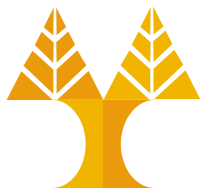
## • Λειτουργία

- Συντονισμός της ακολουθίας των μυϊκών συσπάσεων
- Τραύματα στην Παρεγκεφαλίδα → Αταξία (Ataxia)
  - Ασυντόνιστες και ανακριβείς κινήσεις
  - Συμπτώματα
    - Δυσυνεργία (Dysynergia) = αποδόμηση συνεργιστικών κινήσεων
    - Δυσμετρία (Dysmetric) = ανακρίβεια (innacuracy)
    - Μοιάζει με μέθη (alcohol intoxication)
- Προθετικός τρομός (Intention tremor) → παρουσιάζεται κατά την διάρκεια της συνειδητής κίνησης (voluntary activity)





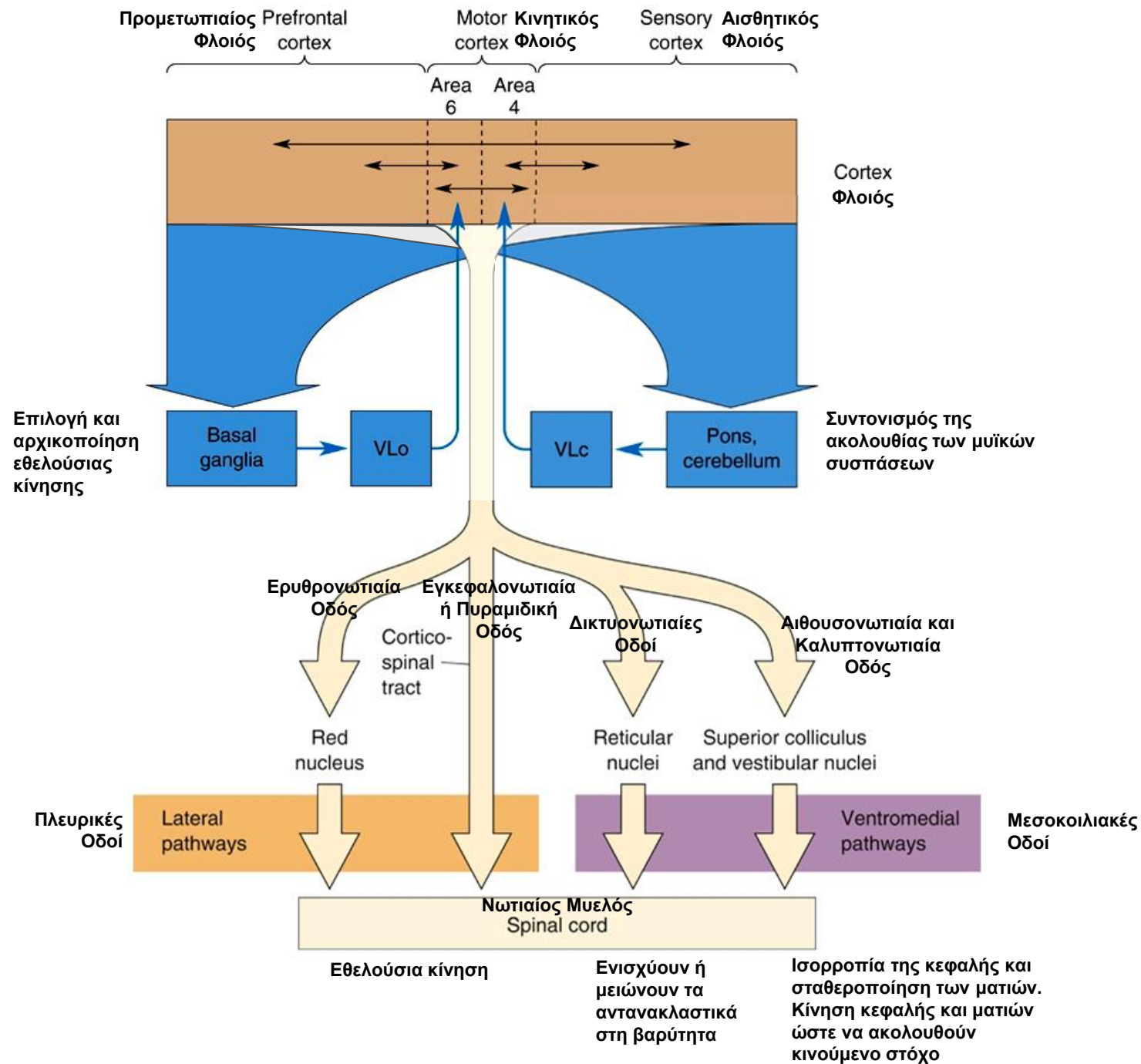




- **Το παράδειγμα του Παγδατή**

- Περπάτημα
  - Παρεγκεφαλίδα → Μεσοκοιλιακές Οδοί → Κινητικές Μονάδες στα πόδια → Κίνηση
- Έτοιμος να σερβίρει
  - Στρατηγική Σερβιρίσματος
    - Αισθητήριες πληροφορίες από το βρεγματικό λοβό
    - Προμετωπιαίος λοβός
  - Προγραμματισμός
    - Περιοχή 6
  - Ρίψη και χτύπημα
    - Αύξηση δραστηριότητας βασικών γαγγλίων (αρχικοποίηση)
    - Δραστηριότητα ΣΚΦ
    - Φλοιακά σήματα προς Δικτυονωτιαίες οδούς → Απελευθέρωση των μυών που αντιτίθενται στη βαρύτητα
    - Ενεργοποίηση M1 → Πλευρικές Οδοί → ενεργοποιούν κινητικούς νευρώνες → κίνηση
    - Αύξηση δραστηριότητας της παρεγκεφαλίδας







Διάλεξη 16

Η Γλώσσα

(Language)