



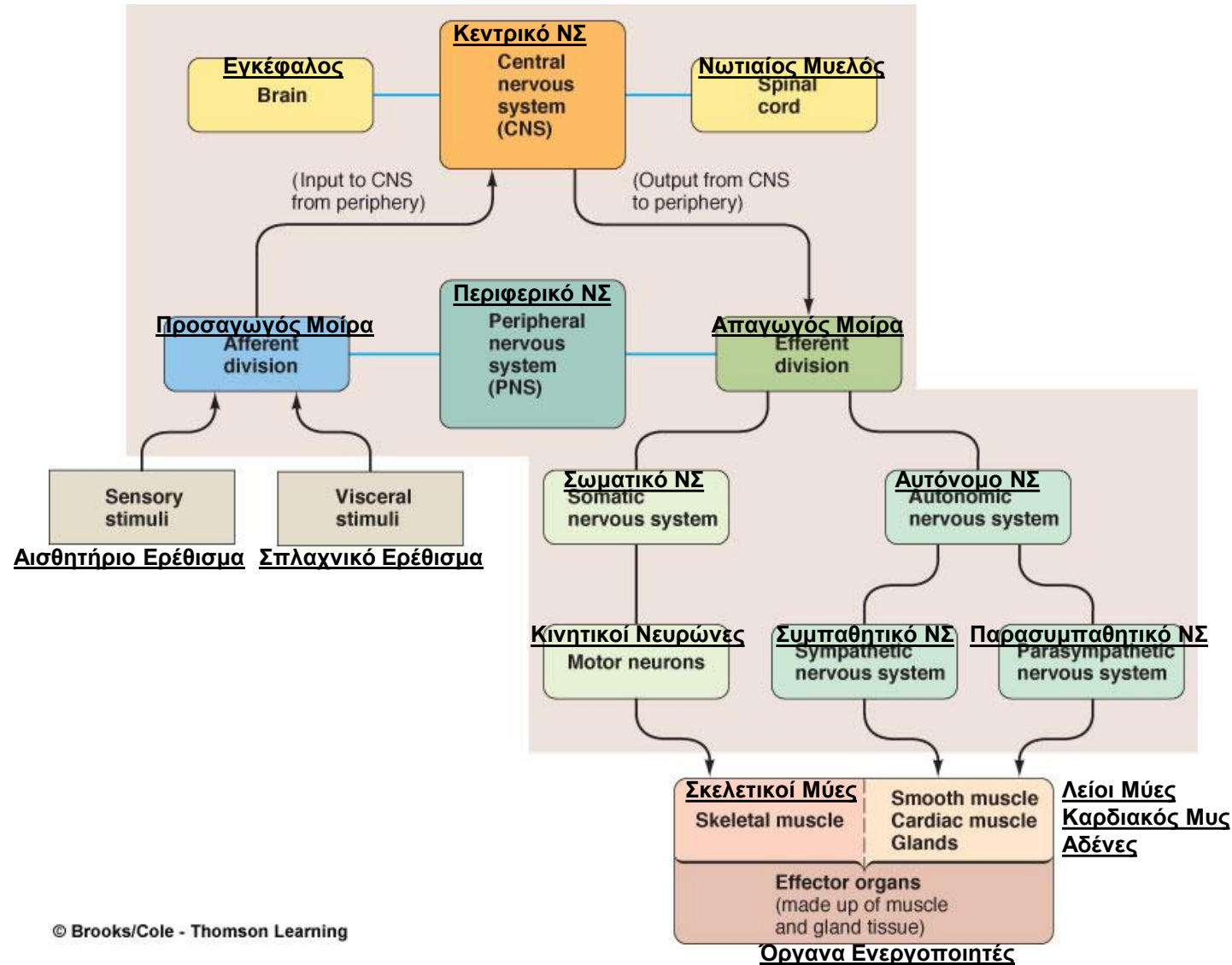
Νευροφυσιολογία και Αισθήσεις

Διάλεξη 8

Νευροανατομία (Neuroanatomy)

(Κεφάλαιο 7 APPENDIX και Διάλεξη)

Οργάνωση του Νευρικού Συστήματος



Οργάνωση του Νευρικού Συστήματος



- **Προσαγωγοί Νευρώνες (Afferent neurons)**

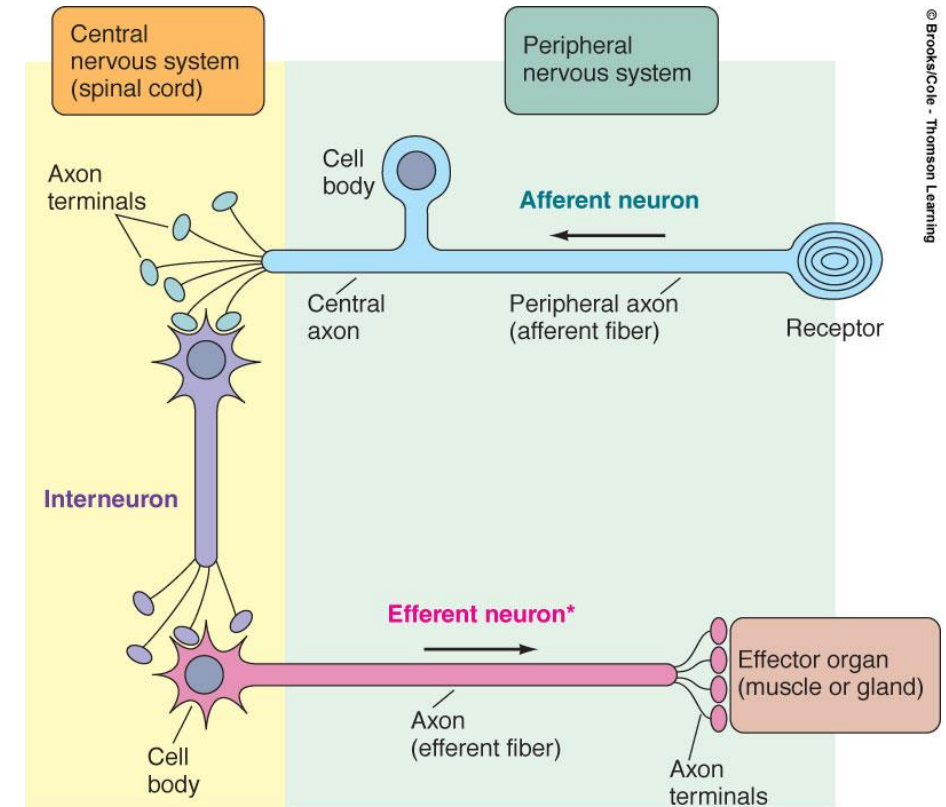
- Στέλνει σήματα, από το εξωτερικό και το εσωτερικό του σώματος, στο κεντρικό νευρικό σύστημα ή σε ανώτερα κέντρα επεξεργασίας

- **Απαγωγοί Νευρώνες (Efferent neurons)**

- Στέλνει σήματα από το κεντρικό νευρικό σύστημα προς την περιφέρεια (όργανα και αδένες) ή προς κατώτερα κέντρα επεξεργασίας

- **Διάμεσοι Νευρώνες (Interneurons)**

- Βρίσκονται μόνο στο ΚΝΣ
- Ευθύνονται για
 - Ολοκλήρωση της προσαγόμενης πληροφορίας και σχηματισμό μιας απαγωγού απόκρισης
 - Ανώτερες διανοητικές (mental) λειτουργίες



* Efferent autonomic nerve pathways consist of a two-neuron chain between the CNS and the effector organ.

Μήνιγγα και ΕΝΥ

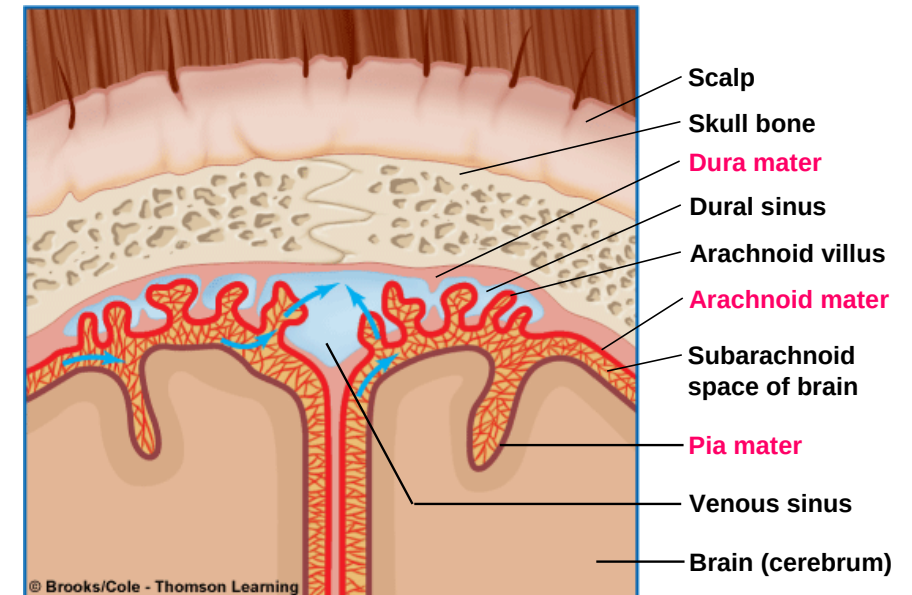
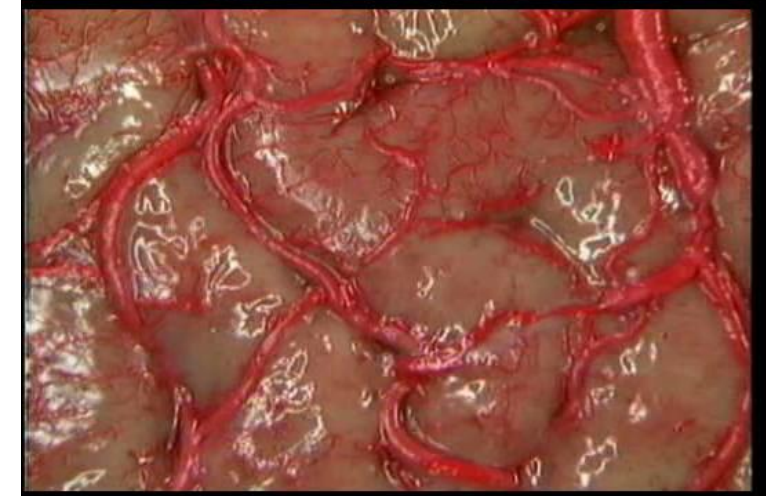


• Προστασία του ΚΝΣ

- Σκληρές οστέινες δομές του κρανίου και της σπονδυλικής στήλης (cranium and vertebral column)
- Τρεις μεμβράνες, τα μήνιγγα (meninges) προστατεύουν και τρέφουν το ΚΝΣ
- Ο εγκέφαλος επιπλέει μέσα στο εγκεφαλονωτιαίο υγρό (cerebrospinal fluid - CSF)
- Ο, πολύ ειδικευμένος, Αιματο-Εγκεφαλικός Φραγμός (blood-brain barrier – BBB) δεν επιτρέπει σε βλαβερές ουσίες να φτάσουν στον εγκέφαλο

• Μηνιγγικές Μεμβράνες (Meningial Membranes)

- Σκληρά Μήνιγγα (Dura matter)
 - Δύο σκληρά στρώματα κυρίως ενωμένα
 - Φλεβικοί (venal) και Σκληρικοί (Dural) κόλποι (sinuses) αποστρέφουν το αίμα και το ΕΝΥ
- Αραχνοειδές Σύστημα (Arachnoid matter)
 - Πολλά αιμοφόρα αγγεία
 - Αραχνοειδείς λάχνες (Arachnoid villi) → το ΕΝΥ επιστρέφει στις φλέβες
- Μαλακά Μήνιγγα (Pia matter)
 - Η μεμβράνη πιο κοντά στον εγκέφαλο και τα επενδυτικά κύτταρα (ependymal cells)

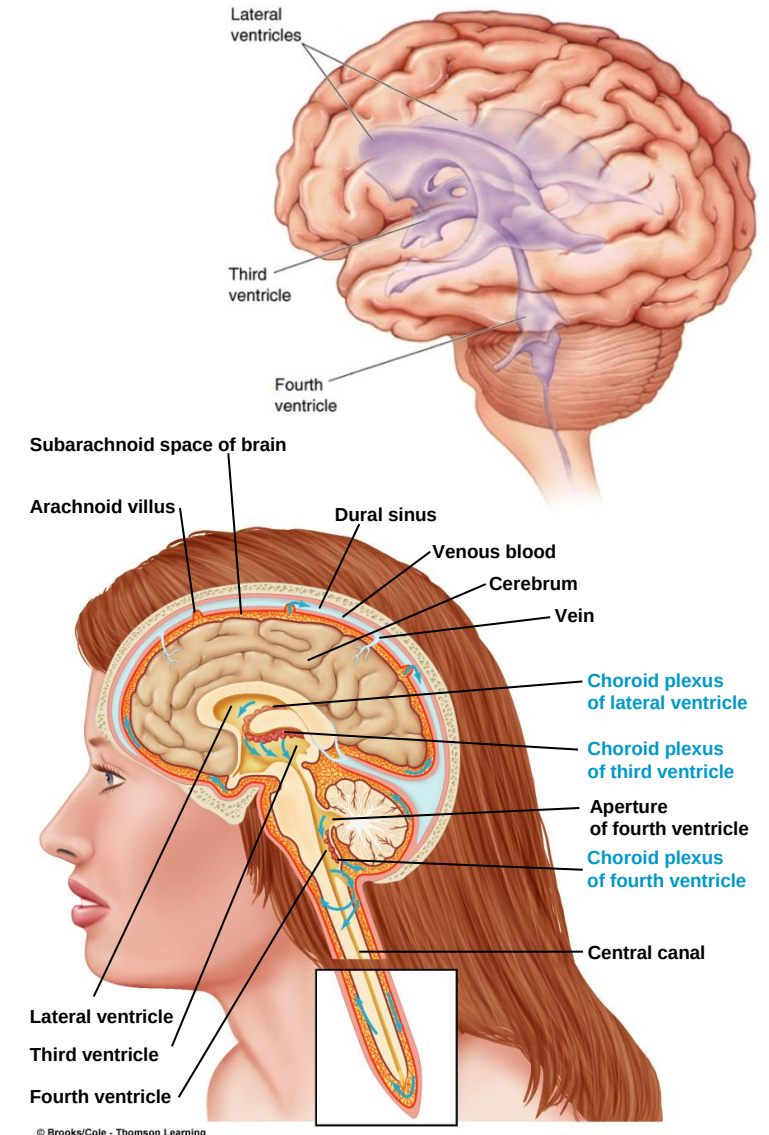


Μήνιγγα και ENY



- **Εγκεφαλονωτιαίο υγρό (cerebrospinal fluid - CSF)**

- Χαρακτηριστικά
 - Ίδια πυκνότητα (density) όπως και ο εγκέφαλος → επιπλέει και προστατεύεται από κραδασμούς
 - Το ENY υγρό και τα κύτταρα μπορούν να ανταλλάζουν μόρια → το ENY πρέπει να ελέγχεται πολύ προσεκτικά
- Σχηματίζεται από χοριοειδή πλέγματα (choroid plexuses) στις κοιλίες (ventricles)
 - Πολλά αιμοφόρα αγγεία (σαν “κουνουπίδι”)
 - Επιλεκτική και ελεγχόμενη μεταφορά
 - Διαφέρει από το πλάσμα (plasma)
 - Π.χ. χαμηλότερο K^+ και ψηλότερο Na^+
 - 125-150 ml κάθε μέρα
- Ροή (Flow)
 - Κοιλίες → Υποαραχνοειδής χώρος (subarachnoid space) → Γύρω από όλο τον εγκέφαλο και νωτιαίο μυελό → πάνω μέρος → αραχνοειδείς λάχνες (arachnoid villi) → Επιστροφή στους κόλπους (sinuses)
- Πίεση (Pressure)
 - 10 mm Hg.
 - Ακόμα και μικρή μείωση (π.χ. κατά την διάρκεια οσφυονωτιαίας παρακέντησης (spinal tap) → σφοδροί πονοκεφάλοι



Μήνιγγα και ΕΝΥ

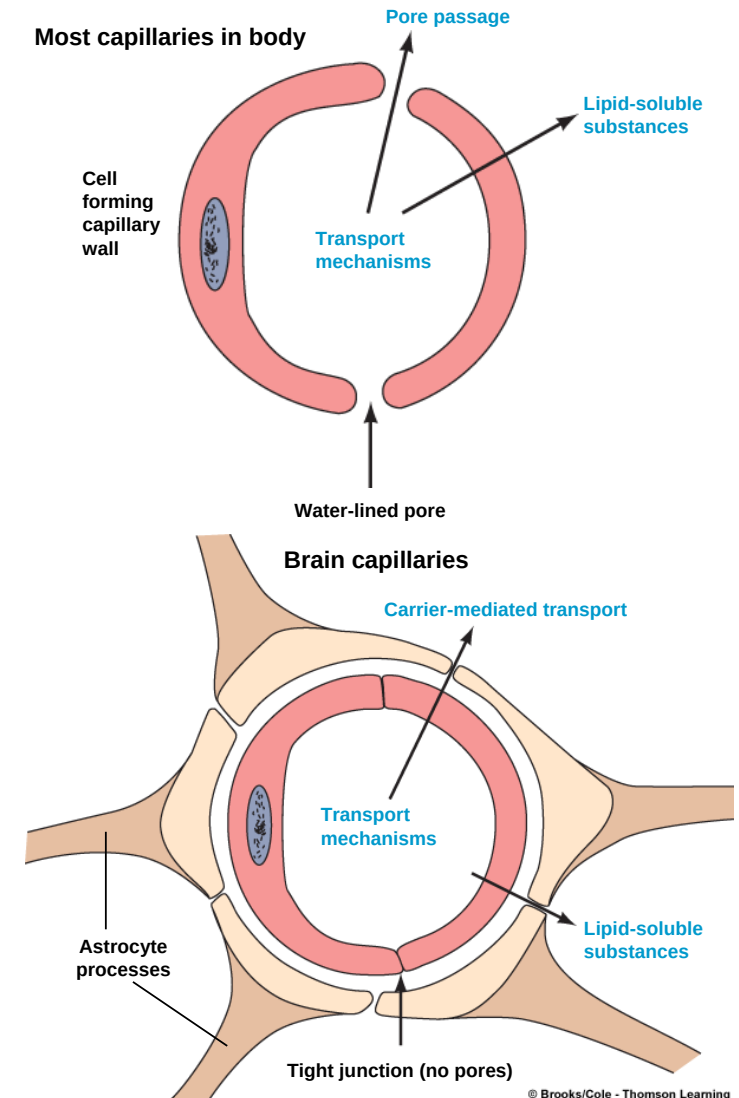


- **Αιματο-Εγκεφαλικός Φραγμός (blood-brain barrier – BBB)**

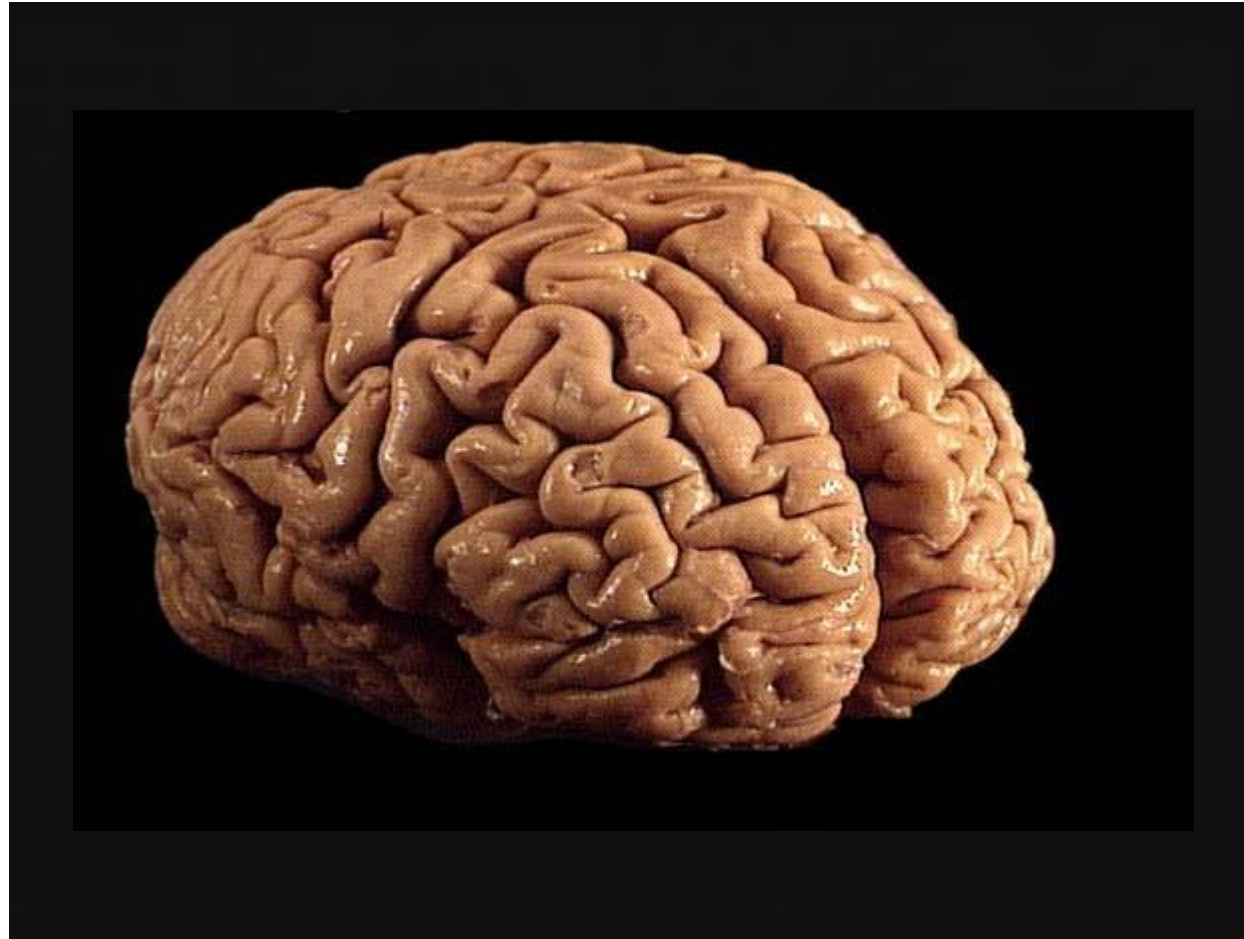
- Στενές συνδέσεις (Tight junctions) μεταξύ των ενδοθηλιακών κυττάρων των τριχοειδών αγγείων (capillaries) του εγκεφάλου → ανατομικός περιορισμός (restriction)
- Διαχέονται ελεύθερα μόνο ελάχιστα μόρια
 - Λιποδιαλυτά μόρια (O_2 , CO_2 , αλκοόλ, στεροειδείς ορμόνες)
 - Νερό
- Προσεκτική και ελεγχόμενη ανταλλαγή μεταξύ του αίματος και ΕΝΥ για οτιδήποτε άλλο
- Προτερήματα
 - Ο εγκέφαλος προστατεύεται από αλλαγές στο ECF και επικίνδυνα μόρια στο αίμα
- Μειονεκτήματα
 - Μόνο περιορισμένος αριθμός φαρμάκων μπορεί να διαπεράσει των ΑΕΦ

- **Τροφή (Nourishment) του εγκεφάλου**

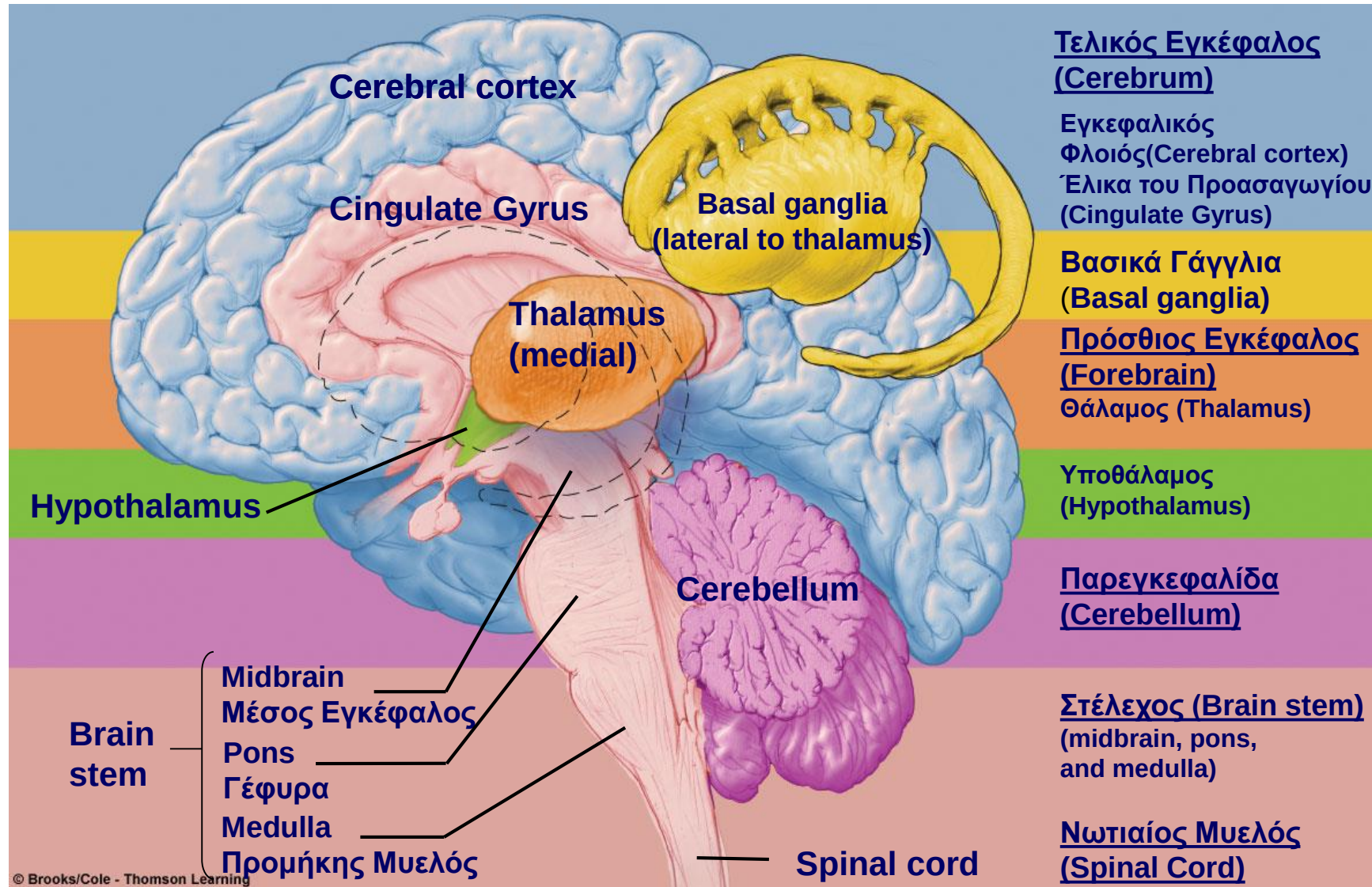
- Ο εγκέφαλος μπορεί να χρησιμοποιήσει μόνο γλυκόζη (glucose) και μόνο αεροβικά (στην παρουσία O_2)
- Εξαρτάται απόλυτα από την κυκλοφορία του αίματος
- Πολύ ευαίσθητος στις αλλαγές της παροχής αίματος
 - Βλάβη χωρίς $O_2 > 4-5$ mins



Γενική Δομή του ΚΝΣ



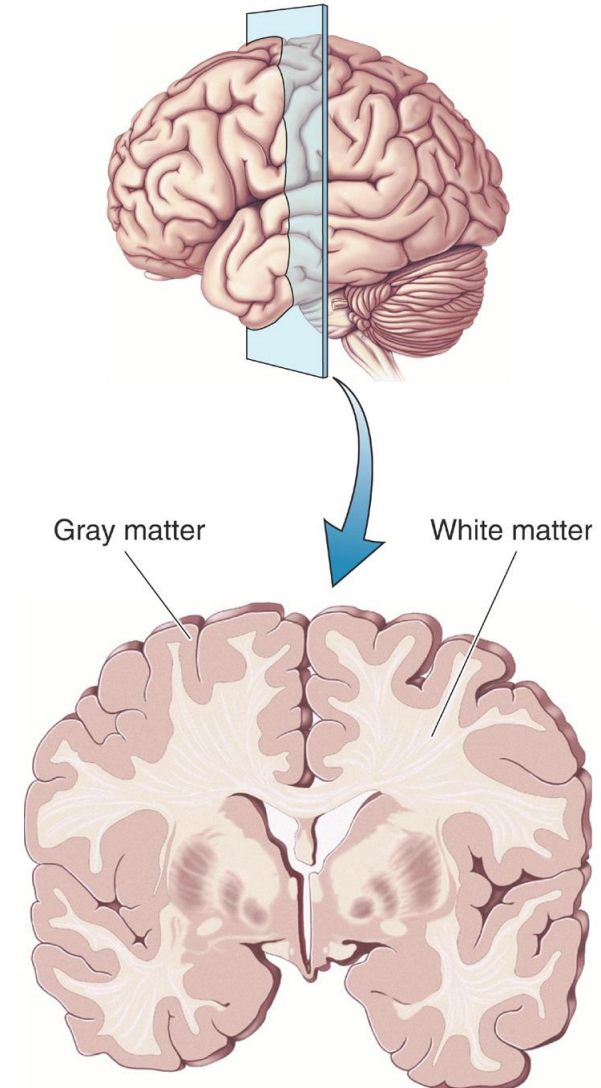
Γενική Δομή του ΚΝΣ



Εγκεφαλικός Φλοιός (Cerebral Cortex)



- **Τελικός Εγκέφαλος (Cerebrum)**
 - Δεξί και αριστερό ημισφαίριο (hemisphere)
 - Έλικες (Gyri) και Αύλακες (sulci)
 - Μεσολόβιο (Corpus callosum) ενώνει τις δύο πλευρές
- **Λευκή ουσία (White matter)**
 - Μυελώδεις άξονες (myelinated axons)
 - Το εσωτερικό μέρος
 - Διασυνδέσεις (Interconnects)
- **Εγκεφαλικός Φλοιός (Cerebral Cortex) ή Φαιά ουσία (Gray matter)**
 - Σώματα των νευρώνων (cell bodies)
 - Εξωτερικό μέρος
 - Οργανωμένο σε κάθετες στήλες με 6 στρώματα η κάθε μια
 - Κάθε στήλη έχει τη δική της λειτουργία
 - Διαφορές προέρχονται από
 - Διαφορετικές εισόδους/εξόδους
 - Διαφορές στα στρώματα
 - Μοιράζεται σε 4 ζεύγη λοβών (lobes)



Neuroscience: Exploring the Brain, 3rd Ed, Bear, Connors, and Paradiso Copyright © 2007 Lippincott Williams & Wilkins

Εγκεφαλικός Φλοιός (Cerebral Cortex)



• Λοβοί

• Μετωπιαίος (Frontal)

- Ρυθμίζει τη σκέψη, το σχεδιασμό, τη στρατηγική, τη δημιουργικότητα, τον προγραμματισμό ατομικών αναγκών και το συναίσθημα
- Εκούσια κίνηση (voluntary movement)

• Βρεγματικός (Parietal)

- Είναι υπεύθυνος για την αίσθηση του πόνου, το άγγιγμα, τη γεύση, τη θερμοκρασία, την πίεση, την ιδιοδεκτική αίσθηση (proprioception)
- Σχετίζεται ακόμα με τα μαθηματικά και τη λογική

• Κροταφικός (Temporal)

- Κυρίως σχετίζεται με την ακουστική αίσθηση
- Παίζει ρόλο ακόμα στη μνήμη και στην επεξεργασία των συναισθημάτων.

• Ινιακός (Occipital)

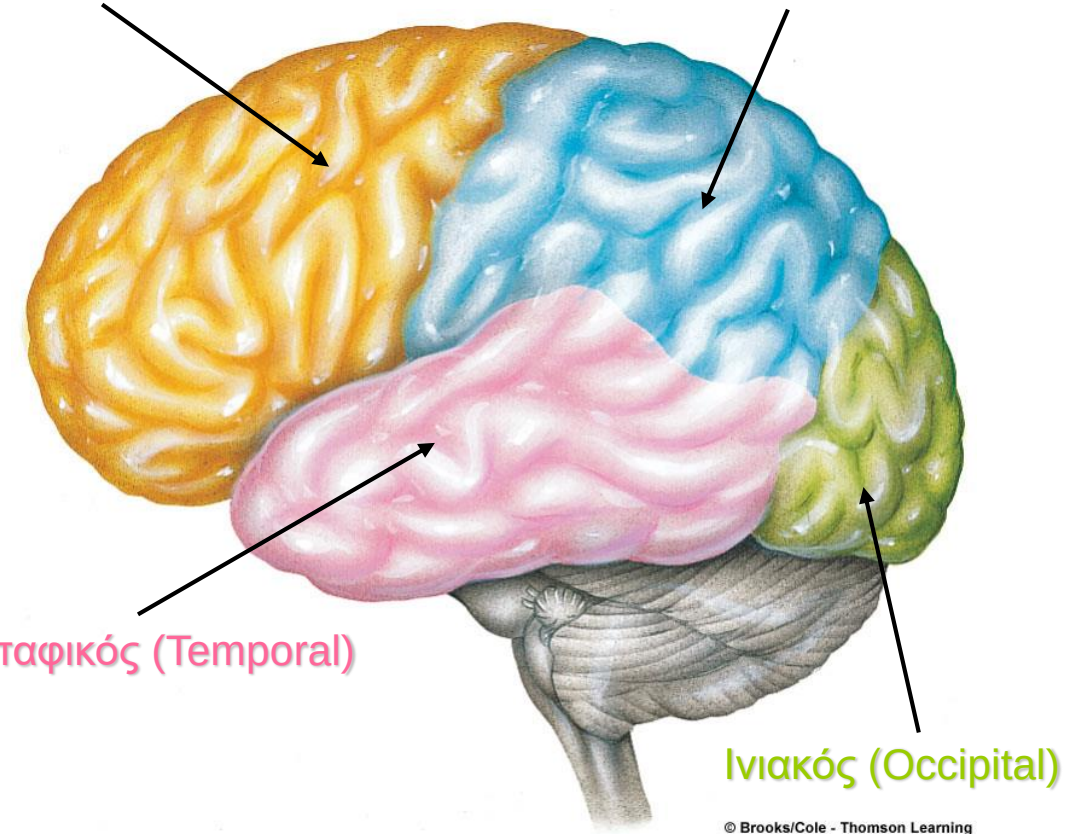
- Επεξεργάζεται τις οπτικές πληροφορίες

Μετωπιαίος (Frontal)

Βρεγματικός (Parietal)

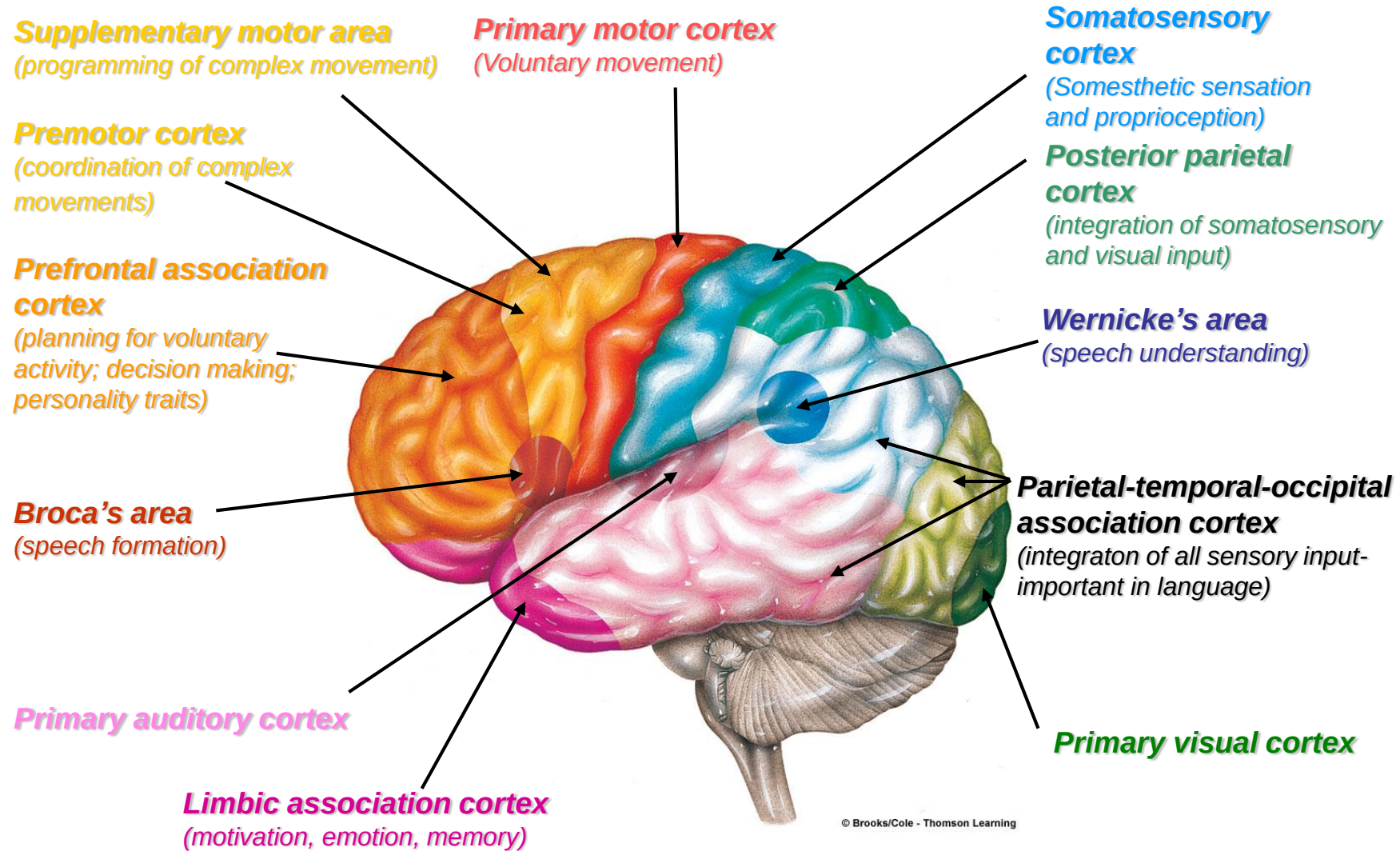
Κροταφικός (Temporal)

Ινιακός (Occipital)



© Brooks/Cole - Thomson Learning

Εγκεφαλικός Φλοιός (Cerebral Cortex)

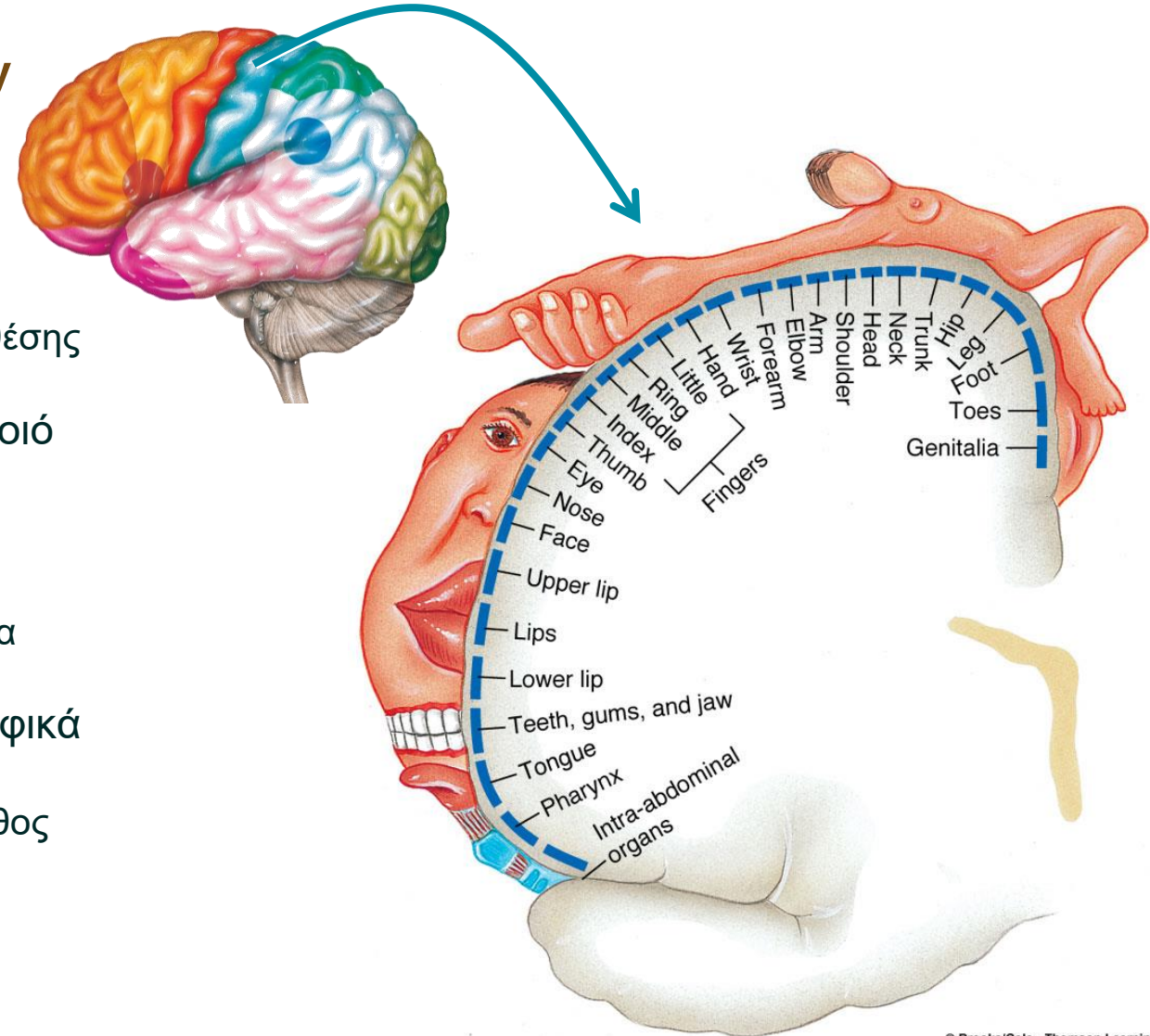


Εγκεφαλικός Φλοιός (Cerebral Cortex)

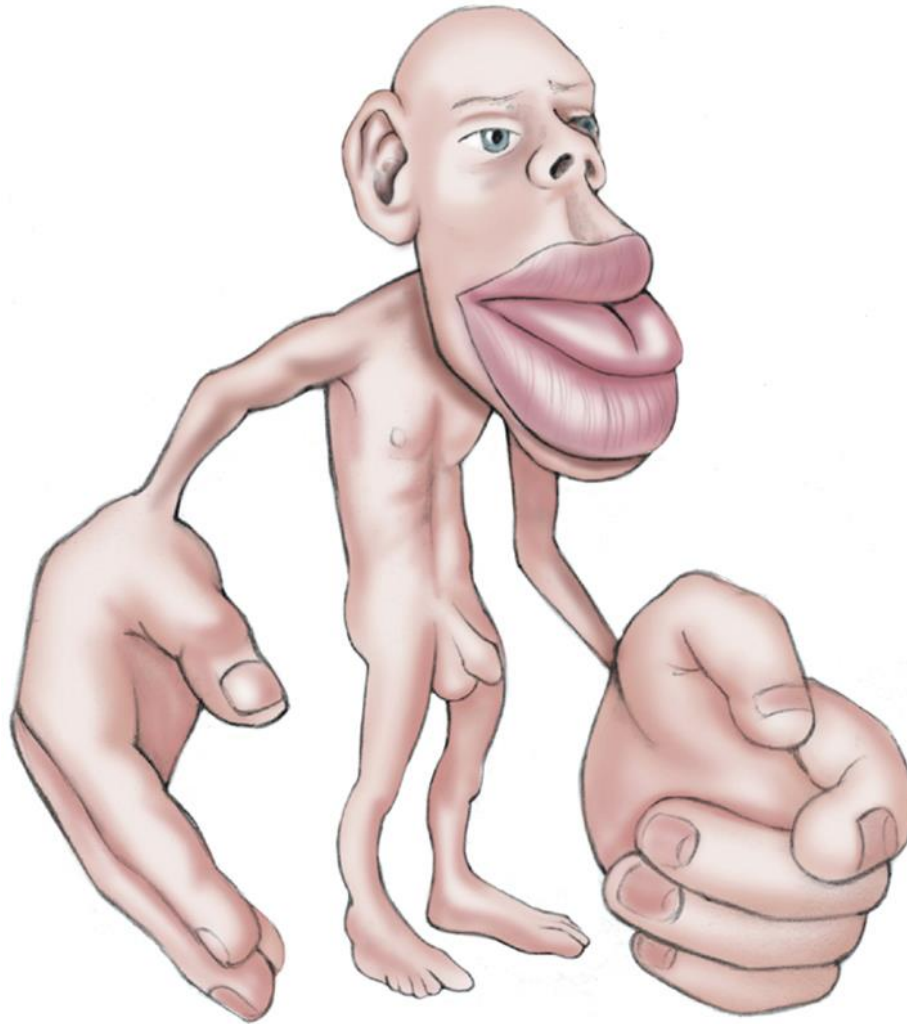
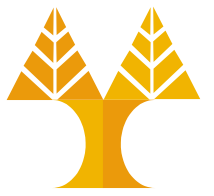


- **Πρωτοταγής Σωματοαισθητικός Φλοιός (Primary Somatosensory Cortex)**

- Βρεγματικός Λοβός (Parietal Lobe)
- Αισθήσεις από το σώμα (επιφάνεια)
 - Αφή, Πίεση, Πόνος, Θερμοκρασία
 - Ιδιοδεκτική αίσθηση (proprioception) δηλαδή αίσθηση θέσης στο χώρο
- Προβάλλονται (Projected) στον Σωματοαισθητικό Φλοιό
 - Αρχική επεξεργασία και αντίληψη
- Δέχεται πληροφορίες από την αντίθετη πλευρά του σώματος
 - Καταστροφή της δεξιάς πλευράς → αισθητήριο έλλειμμα στην αριστερή πλευρά
- Οι περιοχές του σώματος χαρτογραφούνται τοπογραφικά (topographically mapped)
 - Οι περιοχές κάθε οργάνου δεν αντιπροσωπεύουν μέγεθος
 - Ανάλογες τις ακρίβειας (precision) και ευαισθησίας (sensitivity)
 - Sensory Homunculus



Εγκεφαλικός Φλοιός (Cerebral Cortex)



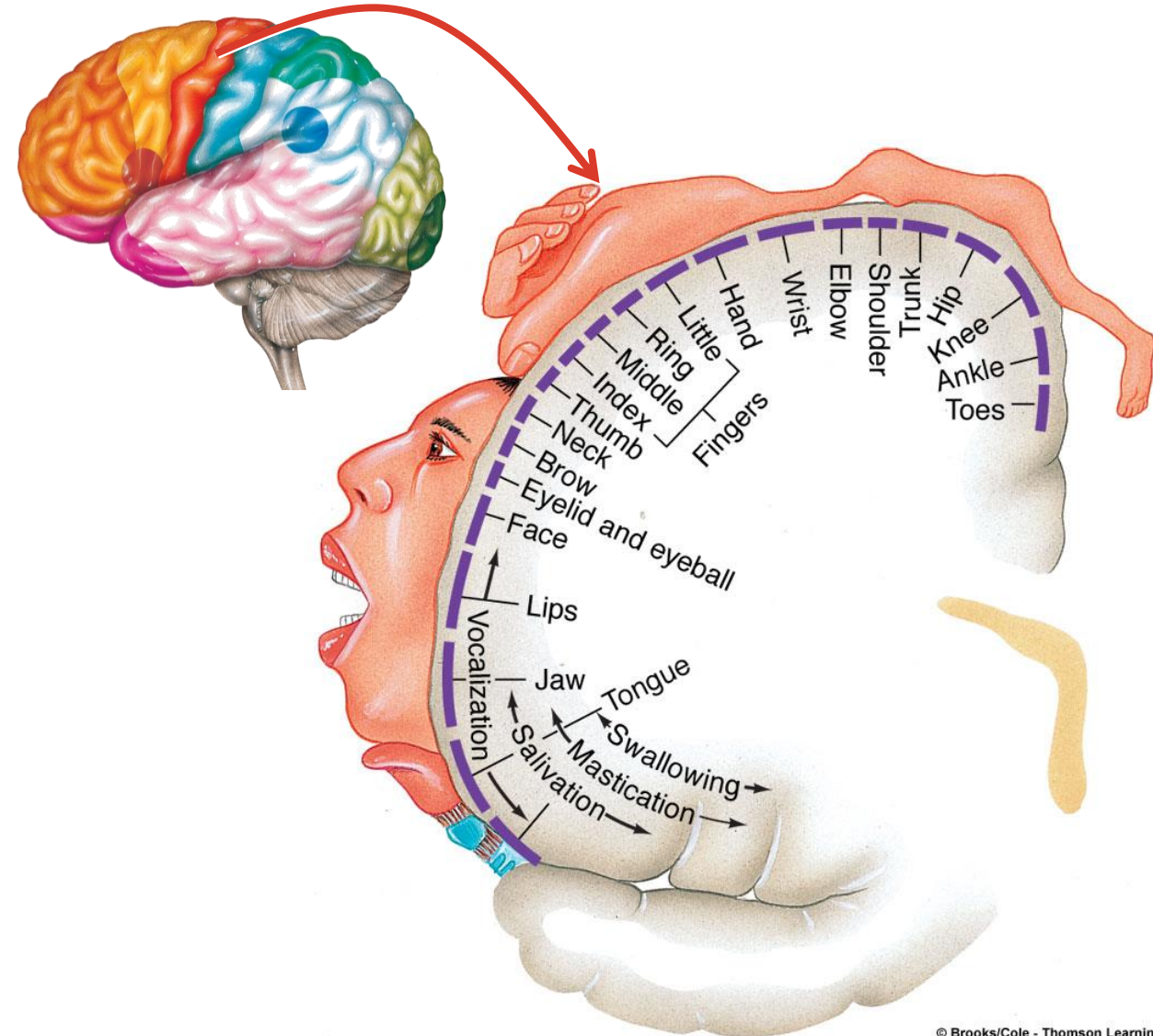
Neuroscience: Exploring the Brain, 3rd Ed, Bear, Connors, and Paradiso Copyright © 2007 Lippincott Williams & Wilkins

Εγκεφαλικός Φλοιός (Cerebral Cortex)

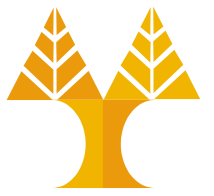


- **Πρωτοταγής Κινητικός Φλοιός (Primary Motor Cortex)**

- Μετωπιαίος Λοβός (Frontal lobe)
- Έλεγχος της εκούσιας κίνησης των μυών
- Ελέγχει την κίνηση στην αντίθετη πλευρά του σώματος
 - Διαδρομές (Tracts) από τον φλοιό διασταυρώνουν στο επίπεδο του εγκεφαλικού στελέχους πριν ακολουθήσουν στο νωτιαίο μυελό
 - Καταστροφή της δεξιάς πλευράς → κινητικό έλλειμμα στην αριστερή πλευρά
- Περιοχές του σώματος χαρτογραφούνται τοπογραφικά
 - Οι περιοχές κάθε οργάνου δεν αντιπροσωπεύουν μέγεθος
 - Ανάλογες τις ακρίβειας (precision) και πολυπλοκότητας (complexity) της κίνησης
 - Motor Homunculus

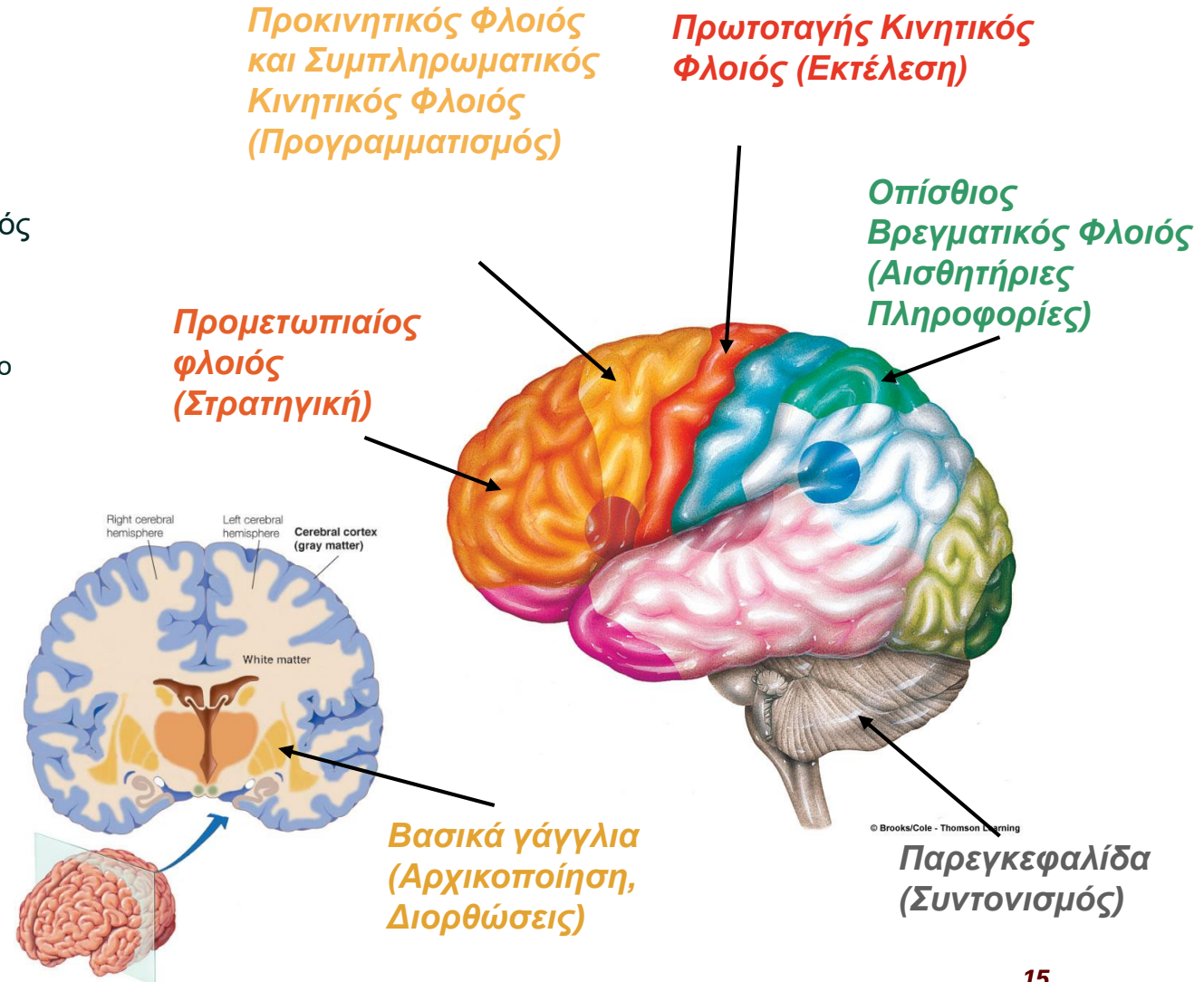


Εγκεφαλικός Φλοιός (Cerebral Cortex)



• Κίνηση (Movement)

- Ο κινητικός φλοιός από μόνος του δεν προκαλεί κίνηση
- Στρατηγική Εκούσιας Κίνησης
 - Προμετωπιαίος φλοιός (Prefrontal cortex)
- Προγραμματισμός της κίνησης
 - Προκινητικός Φλοιός (Premotor cortex) και Συμπληρωματικός Κινητικός Φλοιός (Supplementary motor cortex)
 - Κατευθύνουν τον προσανατολισμό (orientation) του σώματος
 - Προγραμματίζουν πολύπλοκες σειρές από κινήσεις
 - Πρέπει να ενημερωθούν για τη σχέση του σώματος με τον στόχο
 - Ενεργούν με βάση εξωτερικές πληροφορίες
- Εκτέλεση της κίνησης
 - Πρωτοταγής Κινητικός Φλοιός (Primary Motor Cortex)
- Αισθητήρια ανάδραση
 - Οπίσθιος Βρεγματικός Φλοιός (Posterior parietal cortex)
 - Πίσω από τον σωματοαισθητικό φλοιό
 - Ενημερώνει για τη θέση
- Διορθώσεις
 - Βασικά γάγγλια (Basal Ganglia)
 - Αρχικοποίηση και διορθώσεις
 - Επιλέγουν και συντηρούν σωστή κίνηση και ταυτόχρονα καταστέλλουν ανεπιθύμητες κινήσεις
 - Παρεγκεφαλίδα (Cerebellum)
 - Συντονισμός της κίνησης (Motor coordination)



Εγκεφαλικός Φλοιός (Cerebral Cortex)

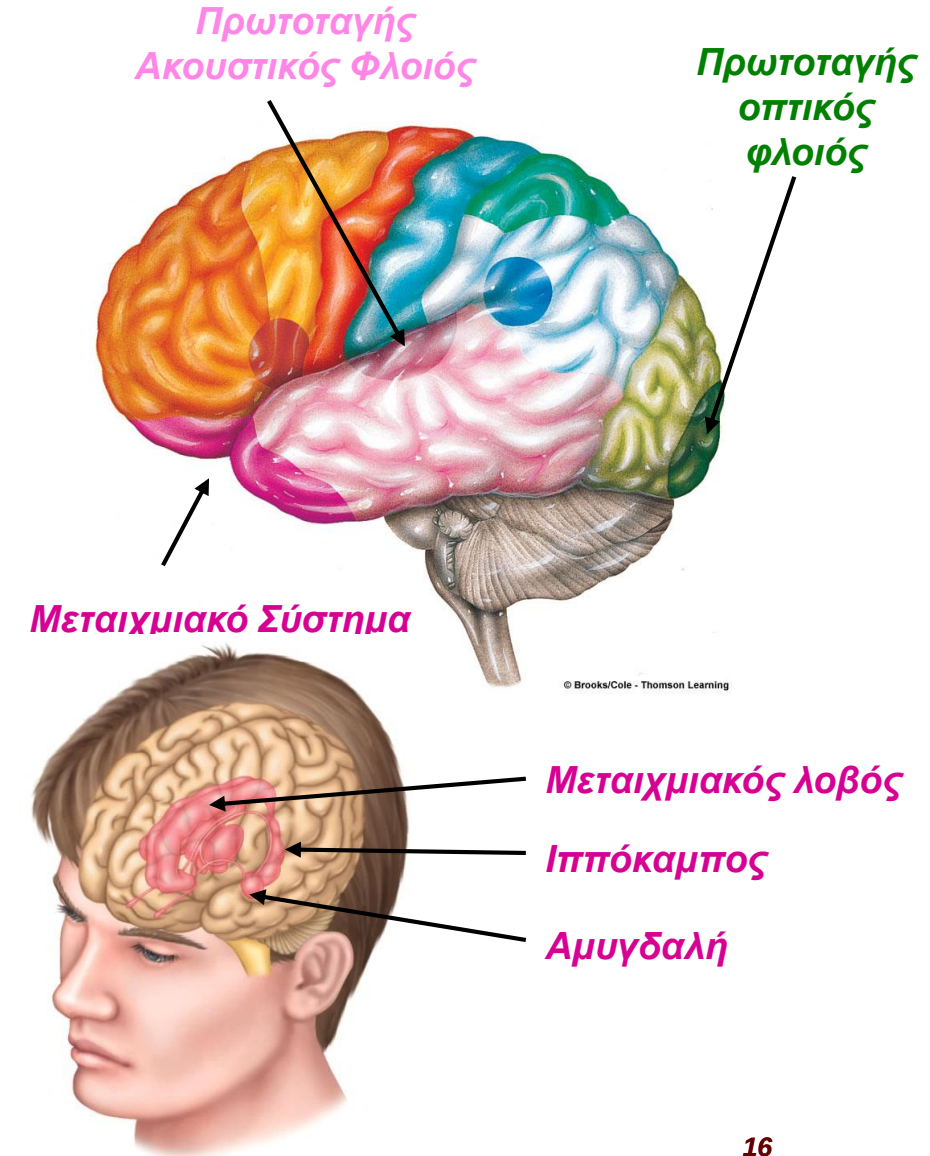


- **Ινιακός Λοβός (Occipital Lobe)**

- Πρωτοταγής οπτικός φλοιός (Primary visual cortex)
- Δέχεται πληροφορίες από τα μάτια μέσα από το οπτικό νεύρο
- Παίζει, επίσης, ρόλο στο συντονισμό της κίνησης των ματιών
- Η επεξεργασία των “εικόνων” γίνεται στον βρεγματικό και κροταφικό λοβό

- **Κροταφιαίος Λοβός (Temporal Lobe)**

- Περιέχει τα ακουστικά κέντρα τα οποία δέχονται ηχητικές πληροφορίες από το αυτιά
- Ερμηνεία και συσχέτιση ακουστικής και οπτικής πληροφορίας
- Περιλαμβάνει και τον μεταιχμιακό λοβό (Limbic Lobe), τον ιππόκαμπο (hippocampus) και την αμυγδαλή (amygdala)
- Μαζί με τα βασικά γάγγλια, τον θάλαμο και τον υποθάλαμο
 - Συναισθηματική κατάσταση και βασικές μορφές συμπεριφοράς
 - Μνήμη (memory) και μάθηση (learning)

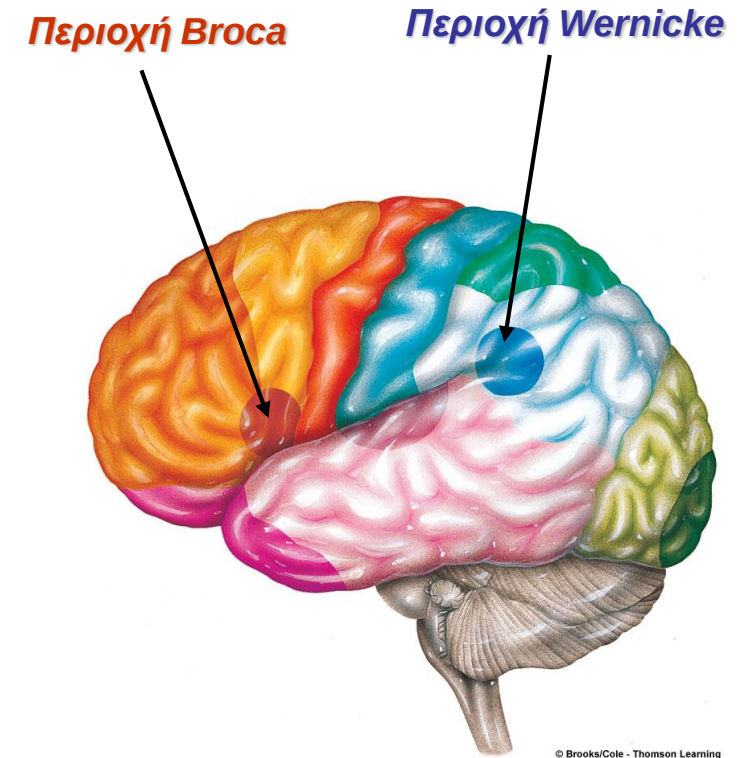


Εγκεφαλικός Φλοιός (Cerebral Cortex)



• Γλώσσα (Language)

- Οι περιοχές της γλώσσας βρίσκονται μόνο σε ένα ημισφαίριο (συνήθως το αριστερό)
- Δυο ξεχωριστές ικανότητες
 - Έκφραση (Expression): η ικανότητα της παραγωγής ομιλίας
 - Κατανόηση (Comprehension): η δυνατότητα της κατανόησης του λόγου
- Περιοχή Broca (Broca's area)
 - Ικανότητα της έκφρασης
 - Στον μετωπιαίο λοβό, σε συνεργασία με την περιοχή που ελέγχει τους κατάλληλους μύες
- Περιοχή Wernicke (Wernicke's area)
 - Κατανόηση της γλώσσας
 - Βρεγματο-Κροταφικό-Ινιακή Συνειρμική Περιοχή (association area) → κατανόηση τόσο γραπτής όσο και προφορικής γλώσσας

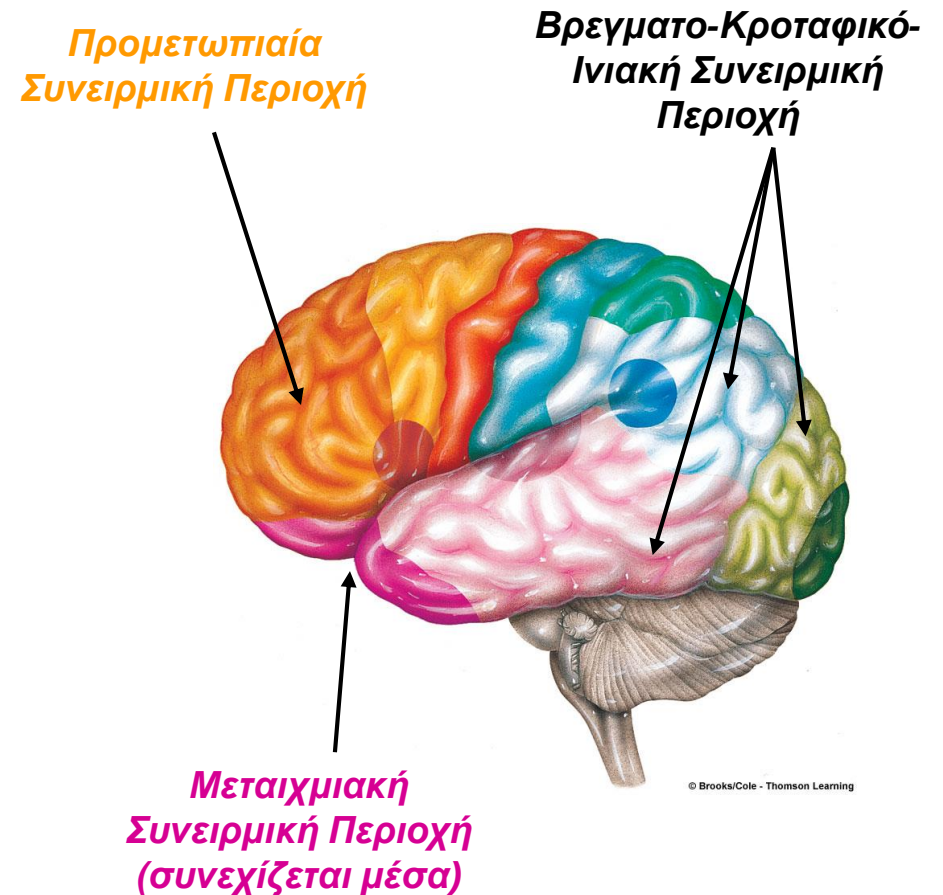


Εγκεφαλικός Φλοιός (Cerebral Cortex)



• Συνειρμικές Περιοχές (Association areas)

- Προμετωπιαία Συνειρμική Περιοχή
 - Ρυθμίζει τη σκέψη, το σχεδιασμό, τη στρατηγική, τη δημιουργικότητα, τον προγραμματισμό ατομικών αναγκών και το συναίσθημα
 - Στρατηγική εκούσιας κίνησης (voluntary movement)
 - Προβλήματα οδηγούν σε αλλαγές στην προσωπικότητα
- Βρεγματο-Κροταφικό-Ινιακή Συνειρμική Περιοχή
 - Ολοκλήρωση (Integration) σωματικών, ακουστικών και οπτικών αισθήσεων από τους τρεις λοβούς
 - Ενώνουν τις περιοχές Broca και Wernicke
- Μετ αιχμιακή Συνειρμική Περιοχή
 - Κίνητρα Συμπεριφοράς ή Υποκίνηση (Motivation), συναίσθημα (emotion), και μνήμη (memory)

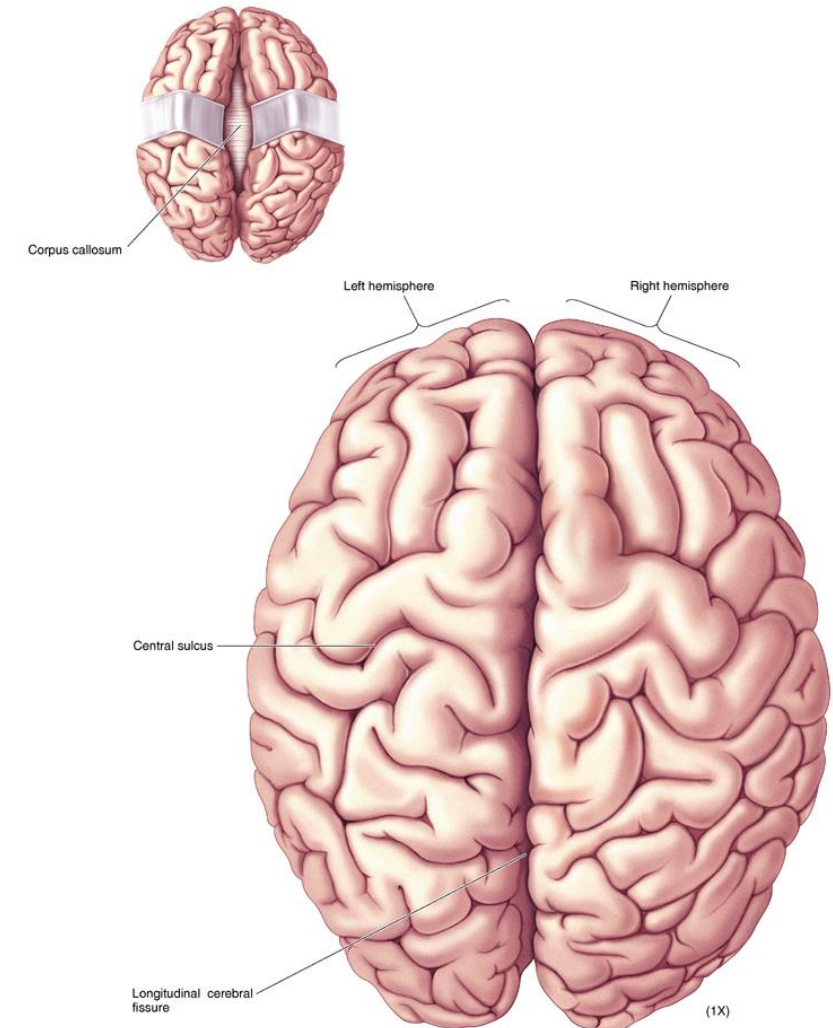


Εγκεφαλικός Φλοιός (Cerebral Cortex)



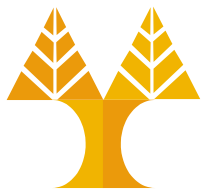
- **Ασυμμετρία και κυριαρχία (dominance) των ημισφαιρίων**

- Στους πιο πολλούς το αριστερό ημισφαίριο είναι το κυρίαρχο
 - Λογικές, αναλυτικές και αλληλοδιαδοχικές λειτουργίες και ομιλία
 - Καλύτερο στο να περιγράφει εμφάνιση του προσώπου
- Το δεξιό ημισφαίριο
 - Αντίληψη (perception) του χώρου, καλλιτεχνικές και μουσικές ικανότητες
 - Καλύτερο στο να αναγνωρίζει τα πρόσωπα
- Κάθε ημισφαίριο δέχεται πληροφορίες και από την αντίθετη πλευρά μέσω του μεσολοβίου (Corpus callosum)



Neuroscience: Exploring the Brain, 3rd Ed, Bear, Connors, and Paradiso Copyright © 2007 Lippincott Williams & Wilkins

Διάμεσος εγκέφαλος (Diencephalon)

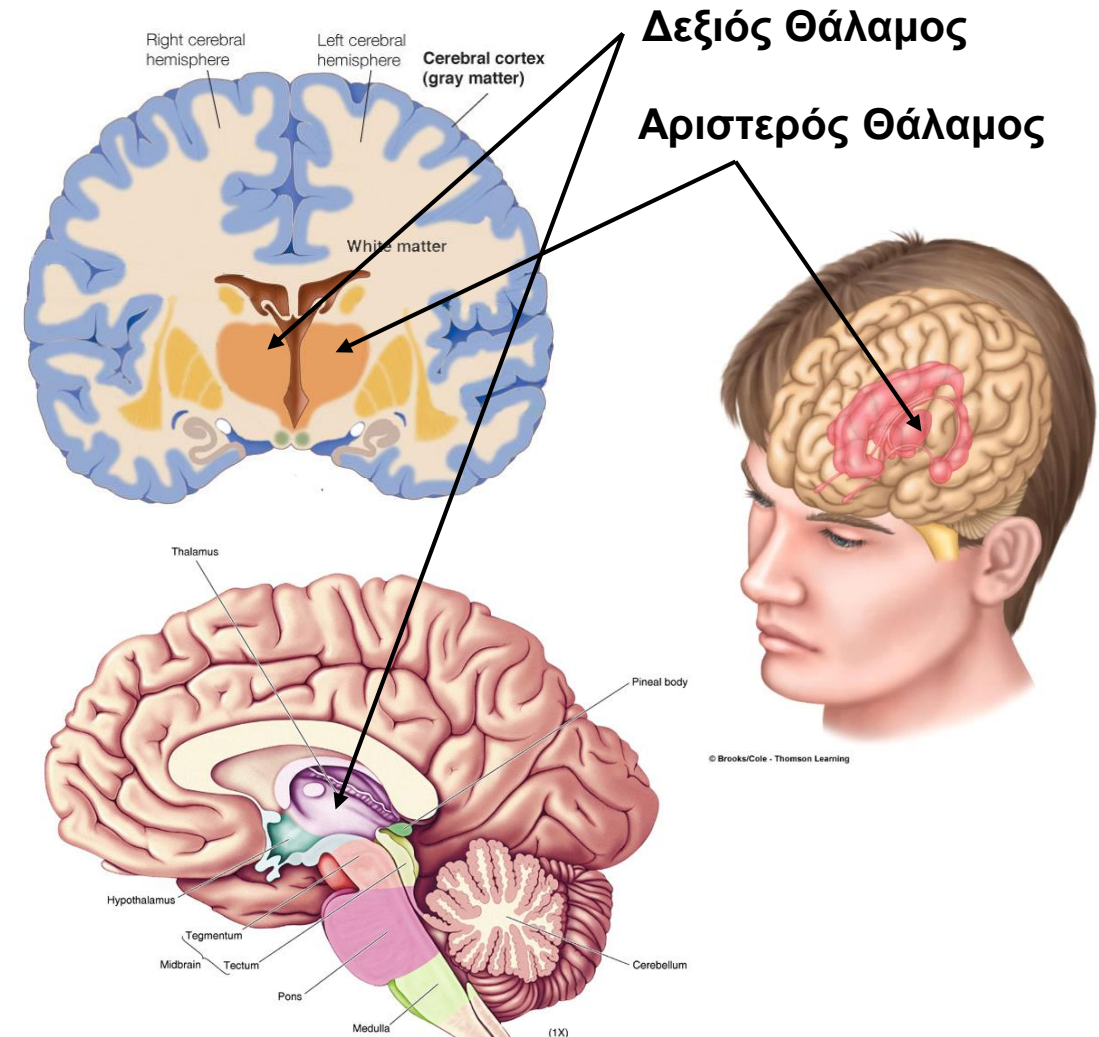


- **Διάμεσος εγκέφαλος (Diencephalon)**

- Θάλαμος (Thalamus)
- Υποθάλαμος (Hypothalamus)

- **Θάλαμος (Thalamus)**

- Σταθμός αναμετάδοσης (relay station)
- Δέχεται τις αισθητήριες πληροφορίες καθ' οδόν προς τον φλοιό
 - Κατευθύνει την προσοχή (π.χ. αφύπνιση όταν κλαίει το μωρό)
- Δέχεται αισθητήριες πληροφορίες από διάφορα μέρη του σώματος
- Ολοκληρώνει (integrates) σημαντικές πληροφορίες για τον έλεγχο της κίνησης
- Οι πληροφορίες επεξεργάζονται σε συγκεκριμένες περιοχές του (πυρήνες)

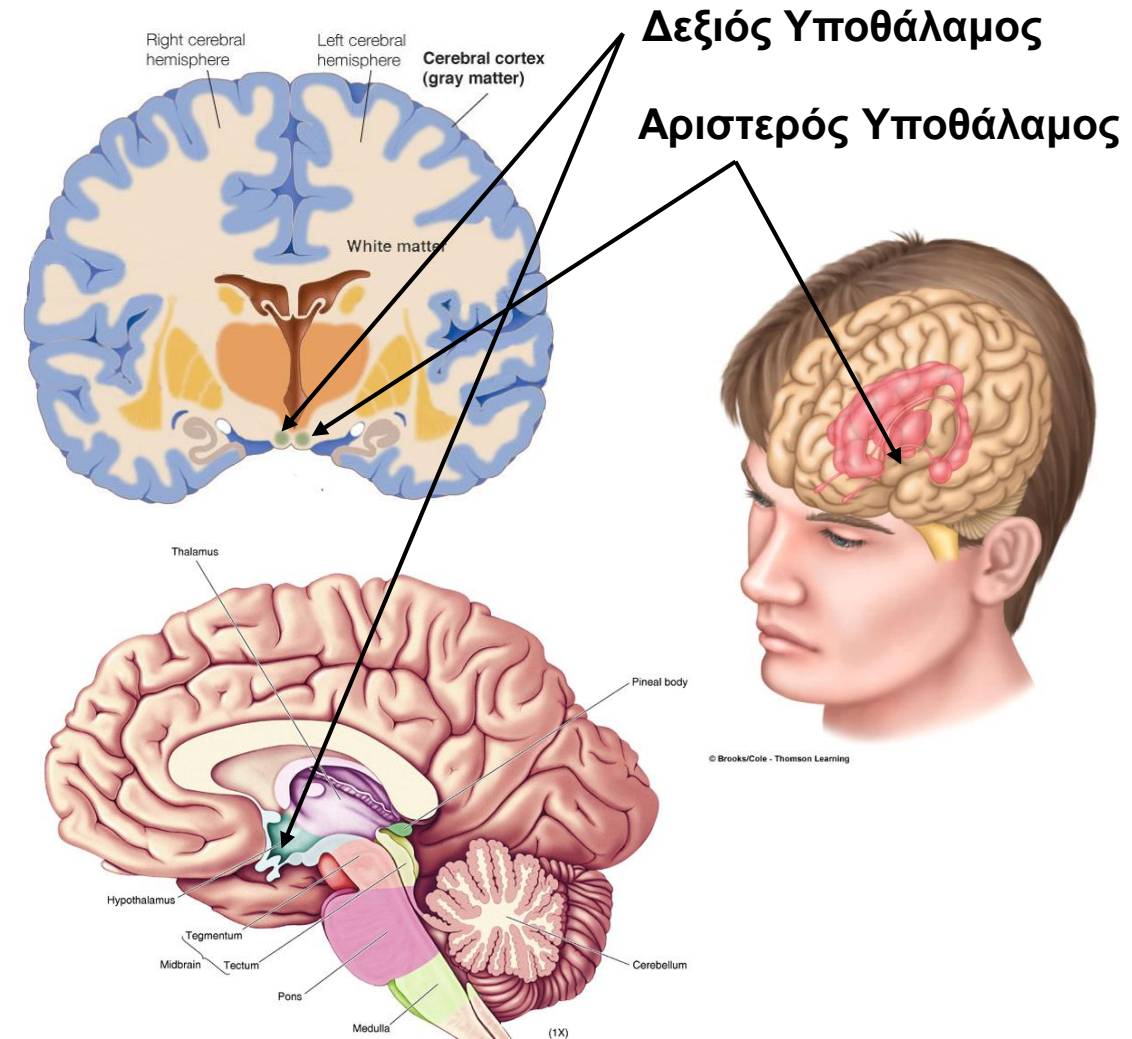


Διάμεσος εγκέφαλος (Diencephalon)

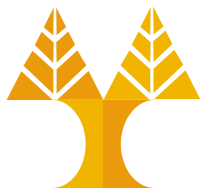


• Υποθάλαμος (Hypothalamus)

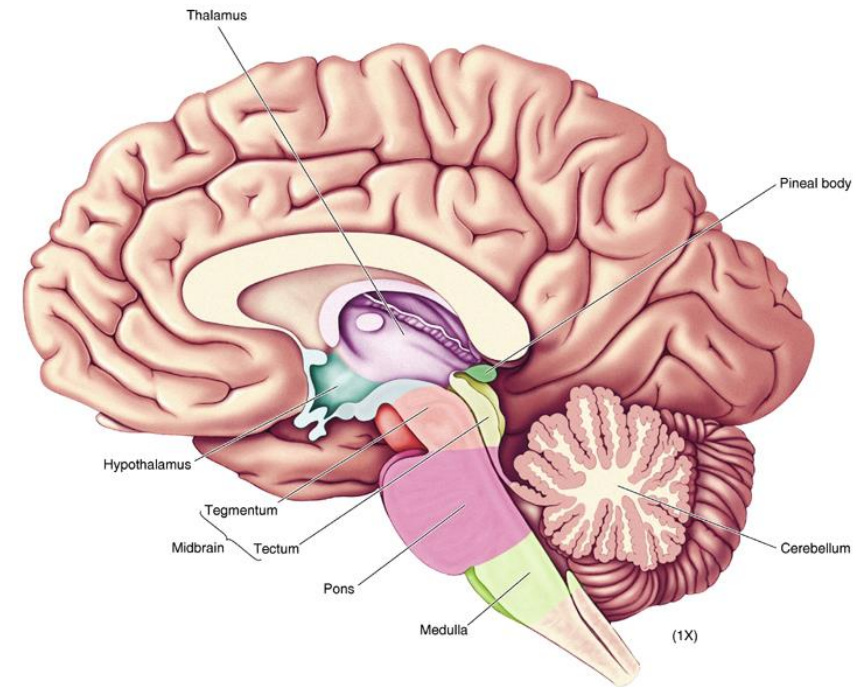
- Ομοιοστατικός Έλεγχος (Homeostatic control)
 - Θερμοκρασία (temperature)
 - Δίψα και ούρηση (thirst and urine production)
 - Κατανάλωση φαγητού (food intake)
 - Έκκριση ορμονών από την υπόφυση (pituitary)
 - Συσπάσεις της μήτρας και παραγωγή γάλακτος
- Κέντρο συντονισμού του ΑΝΣ
- Επηρεάζει συναισθηματικές και συμπεριφορικές μορφές έκφρασης
- Συμμετέχει στον κύκλο του ύπνου-αφύπνισης (sleep-wake cycle)



Εγκεφαλικό Στέλεχος (Brain Stem)

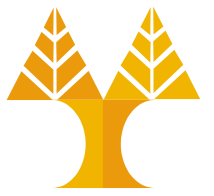


- **Συνδετικός κρίκος μεταξύ του εγκεφάλου και του νωτιαίου μυελού**
- **Λειτουργίες**
 - Συστοιχίες από νευρώνες ελέγχουν
 - Λειτουργία της καρδιάς και των αιμοφόρων αγγείων
 - Αναπνοή και βήχα (cough)
 - Πνιγμό (gag), κατάποση (swallow), εμετό (vomit) και πολλές πεπτικές λειτουργίες
 - Ύπνο
 - Τα κρανιακά νεύρα (cranial nerves) ξεκινούν από το εγκεφαλικό στέλεχος
 - Δέχεται και ολοκληρώνει (integrates) όλες τις αισθητήριες πληροφορίες
 - Συμμετέχει στον έλεγχο των μυϊκών αντανakλαστικών της ισορροπίας στάσης του σώματος (posture), καθώς και οπτικών και ακουστικών αντανakλαστικών
 - Διαμορφώνει την ευαισθησία των αντανakλαστικών του νωτιαίου μυελού (spinal reflexes)
 - Ελέγχει τη μετάδοση αισθητήριων πληροφοριών (ειδικά του πόνου) προς τον υπόλοιπο εγκέφαλο

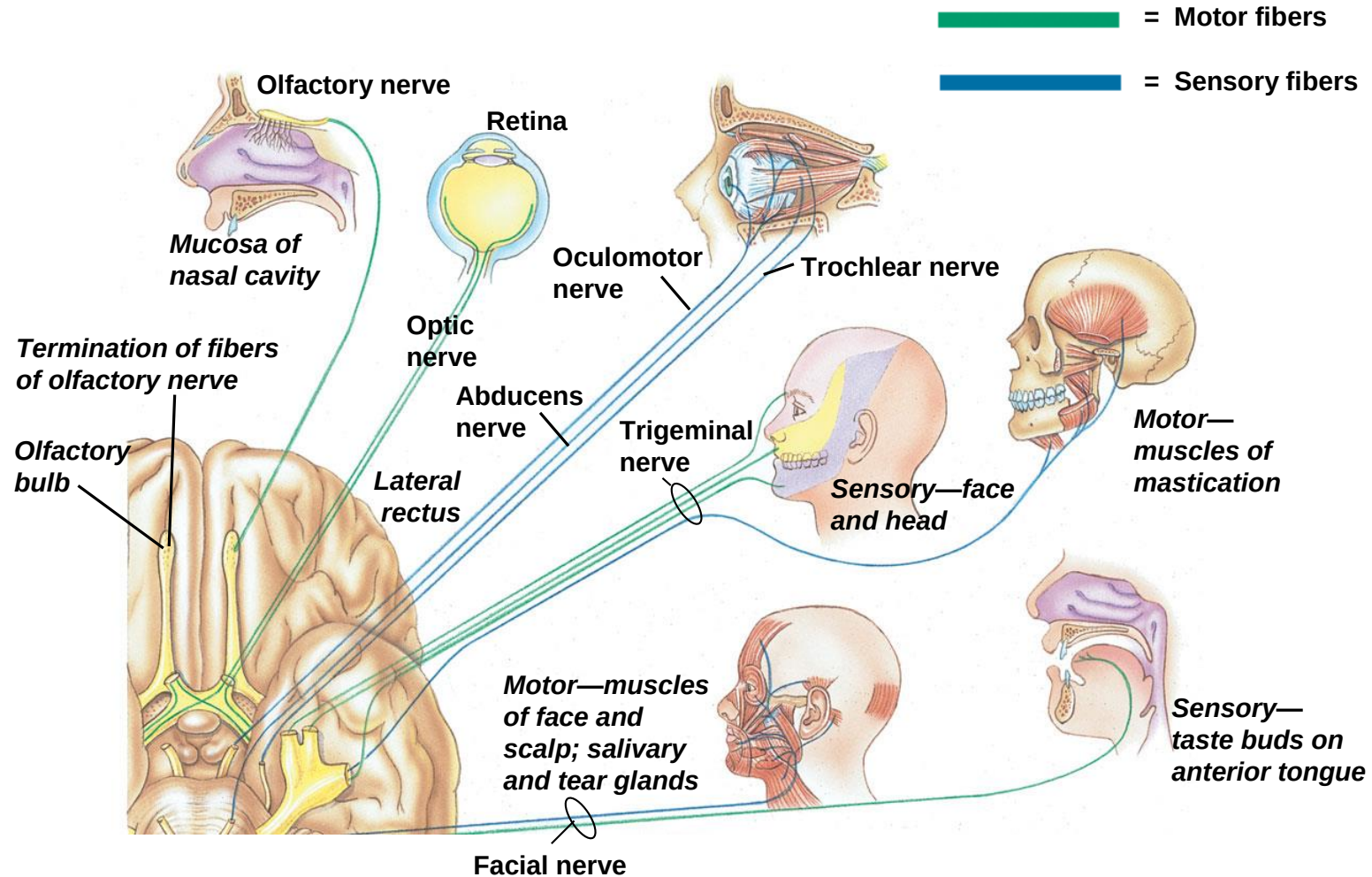


Neuroscience: Exploring the Brain, 3rd Ed, Bear, Connors, and Paradiso Copyright © 2007 Lippincott Williams & Wilkins

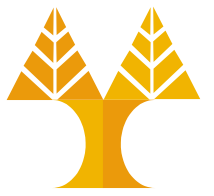
Εγκεφαλικό Στέλεχος (Brain Stem)



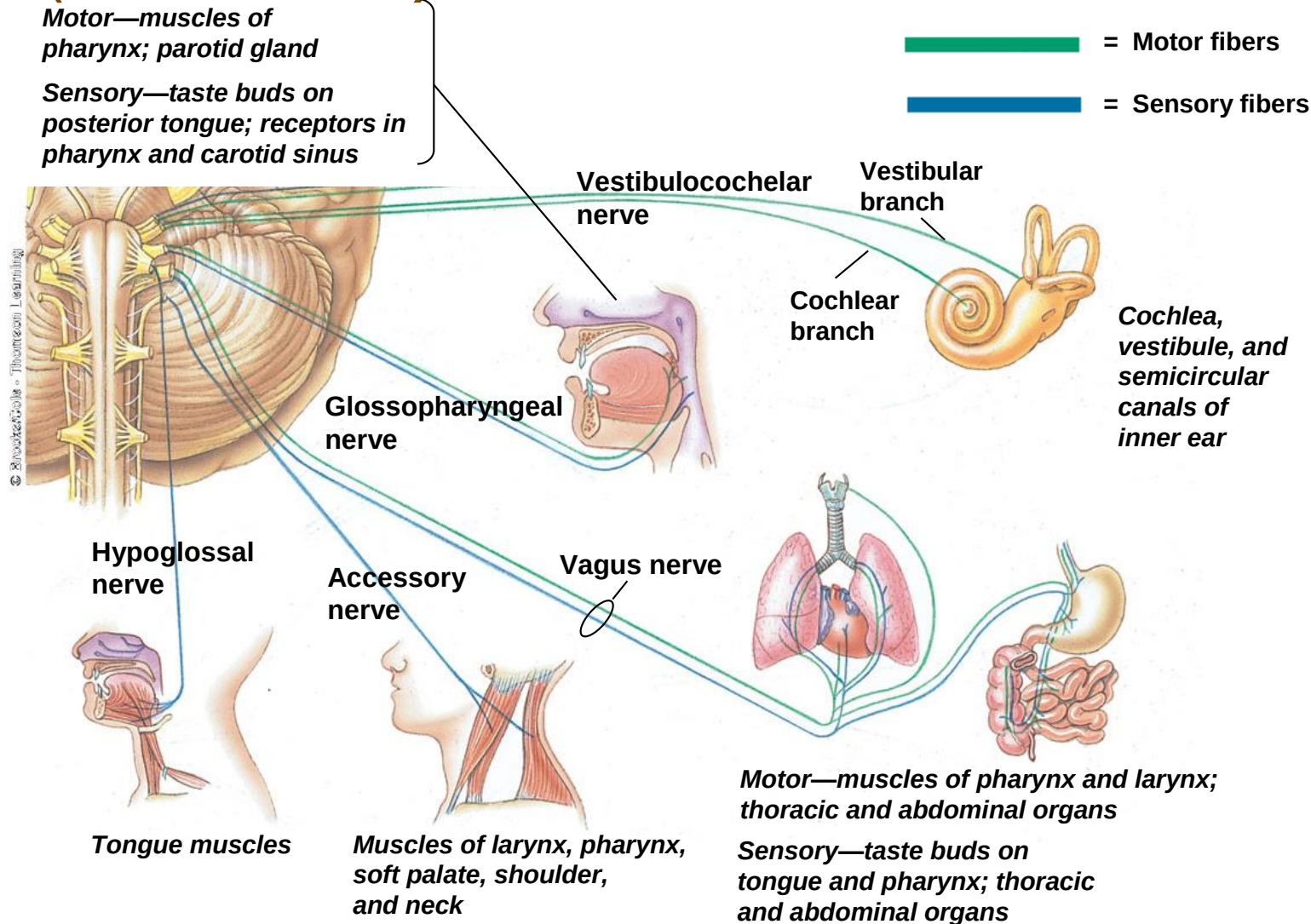
- Κρανιακά Νεύρα (Cranial Nerves)



Εγκεφαλικό Στέλεχος (Brain Stem)



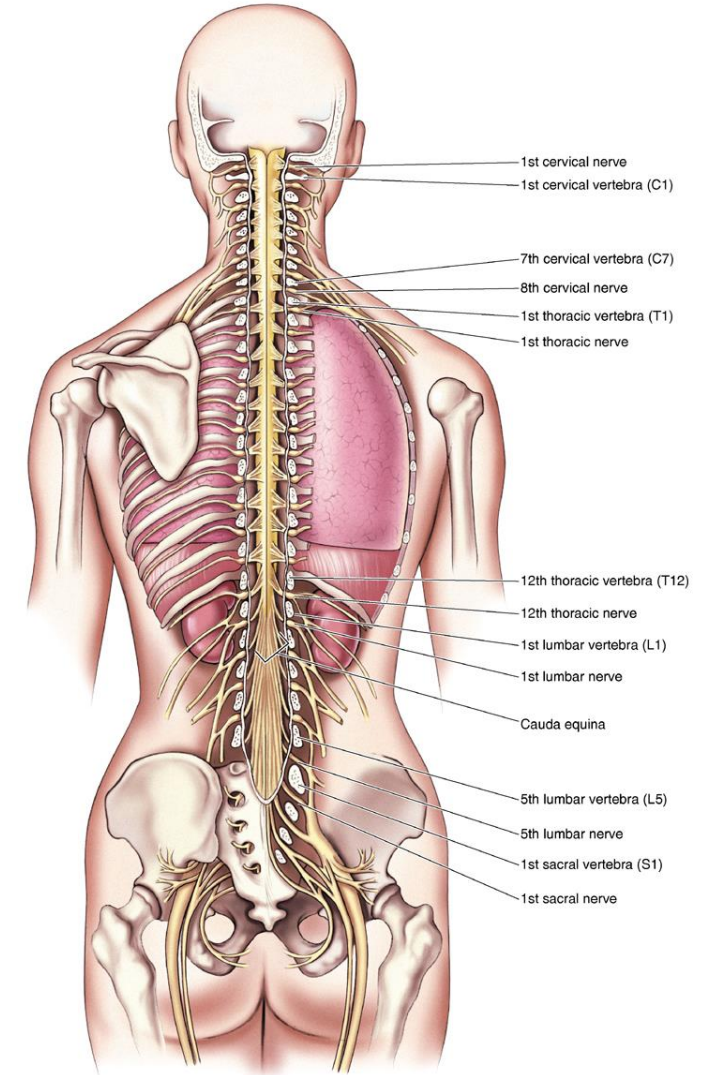
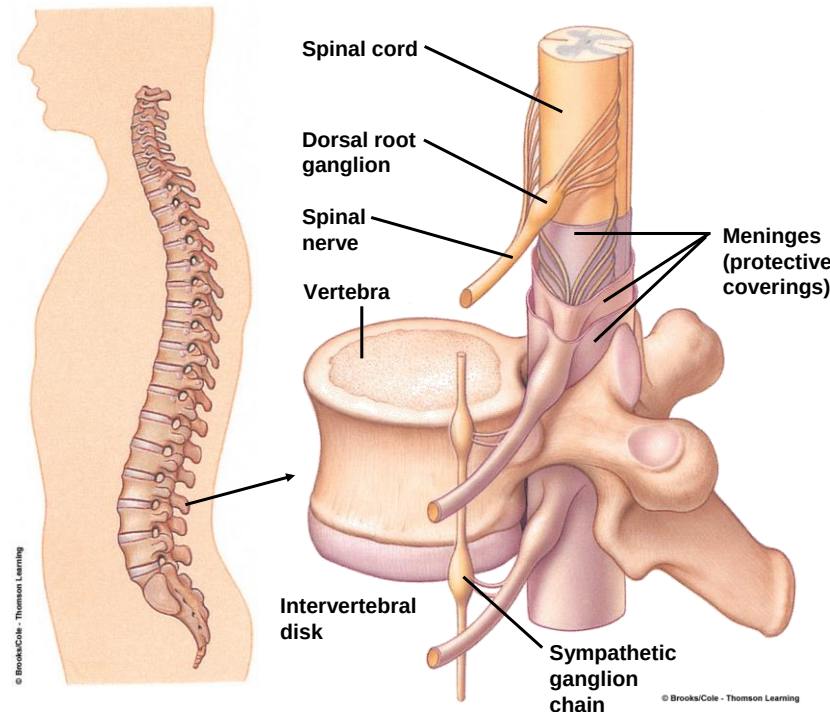
• Κρανιακά Νεύρα (Cranial Nerves)



Νωτιαίος Μυελός (Spinal Cord)



- **Από το στέλεχος μέσα από τη σπονδυλική στήλη**
 - Κάτω από τον σπόνδυλο L2 → μια δέσμη από νεύρα
 - *Cauda equina*, Παρακέντηση κάτω από αυτό το σημείο
- **Δύο καίριες λειτουργίες**
 - Σύνδεση μεταξύ του εγκεφάλου και του ΠΝΣ
 - Κέντρο ολοκλήρωσης (Integrating center) των νωτιαίων αντανακλαστικών (spinal reflexes)

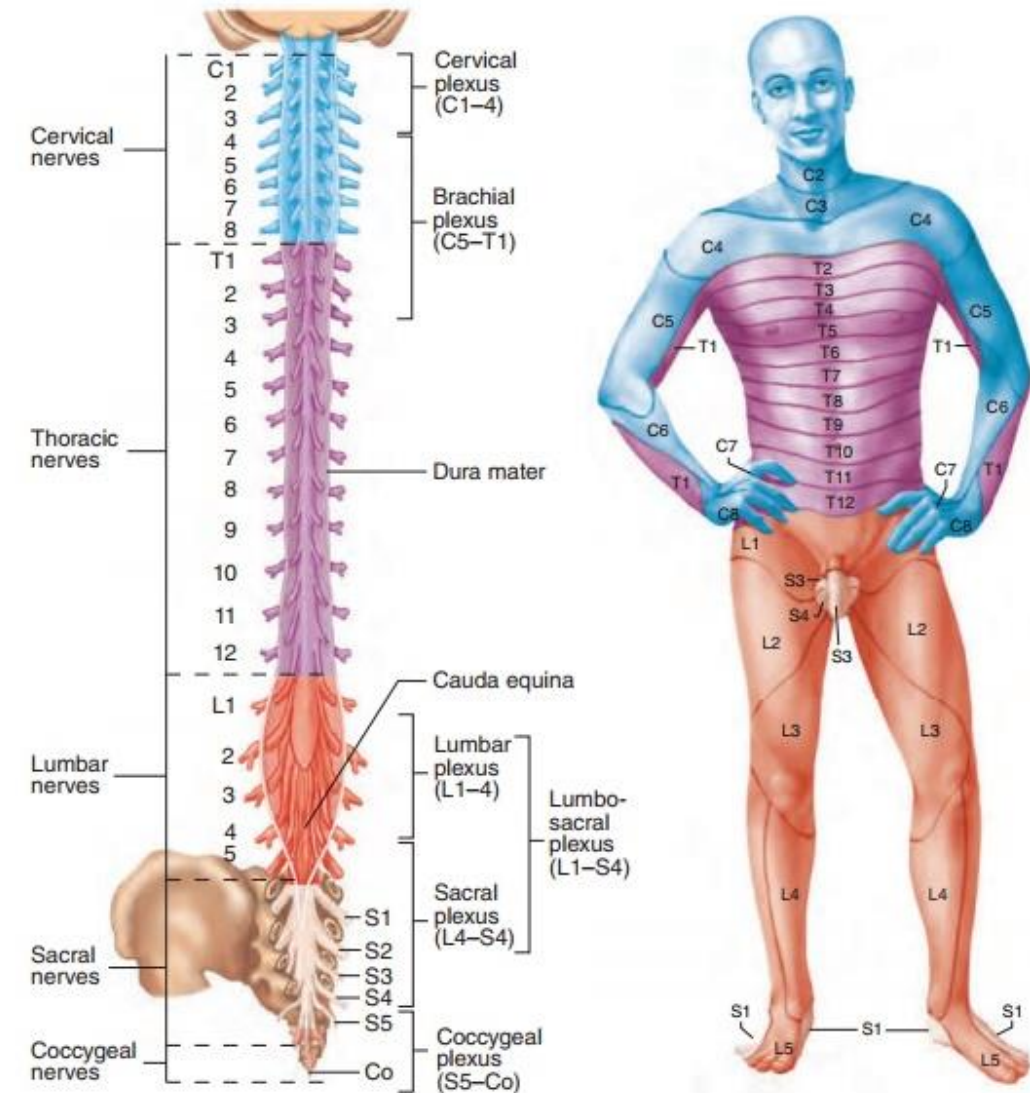
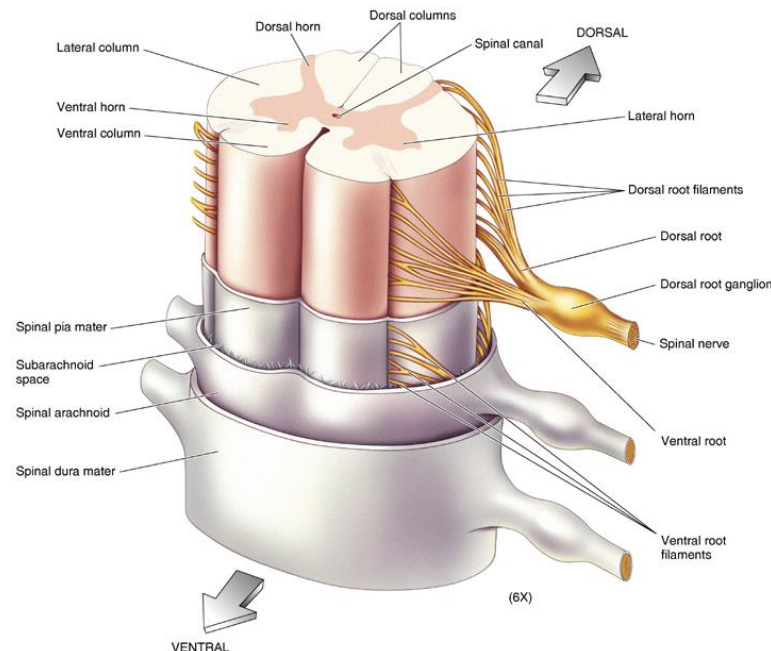


Neuroscience: Exploring the Brain, 3rd Ed. Bear, Connors, and Paradiso Copyright © 2007 Lippincott Williams & Wilkins

Νωτιαίος Μυελός (Spinal Cord)



- 31 ζεύγη νωτιαίων νεύρων (spinal nerves) εξέρχονται μεταξύ των σπονδύλων
- Ονομάζονται από τον σπόνδυλο κάτω από τον οποίο εξέρχονται
 - 8 ζεύγη αυχενικά (cervical (neck)) νεύρα
 - 12 ζεύγη θωρακικά (thoracic (chest)) νεύρα
 - 5 ζεύγη ισχιακά (lumbar (abdominal)) νεύρα
 - 5 ζεύγη ιερά (sacral (pelvic)) νεύρα
 - 1 ζεύγη κοκκυγικά (coccygeal (tailbone)) νεύρα

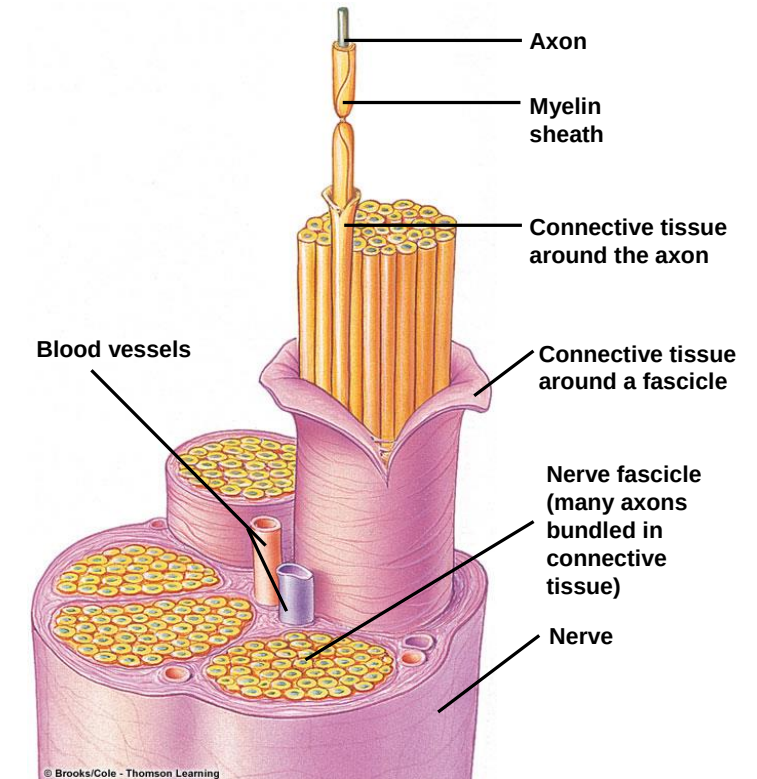
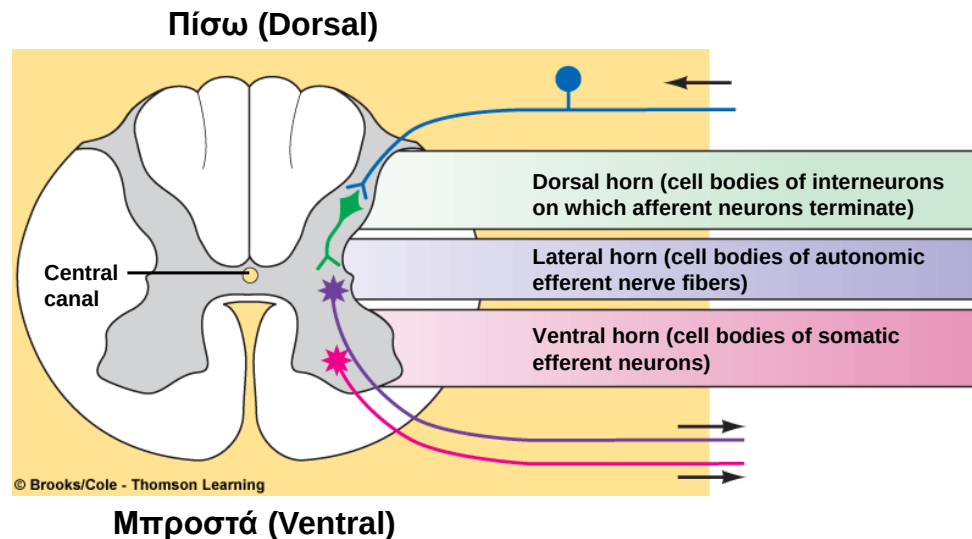


Νωτιαίος Μυελός (Spinal Cord)

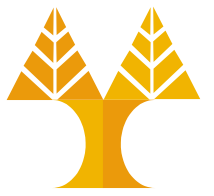


- Η τομή του είναι σχετικά ομοιόμορφη

- Φαιά ουσία στο κέντρο
 - Σώματα των κυττάρων
 - Από κάθε κέρατο (horn) περνούν διαφορετικοί τύποι νευρώνων
- Λευκή ουσία στο εξωτερικό
 - Άξονες οργανωμένοι σε δεσμίδες
 - Δεσμίδες οργανωμένοι σε διαδρομές (tracts)

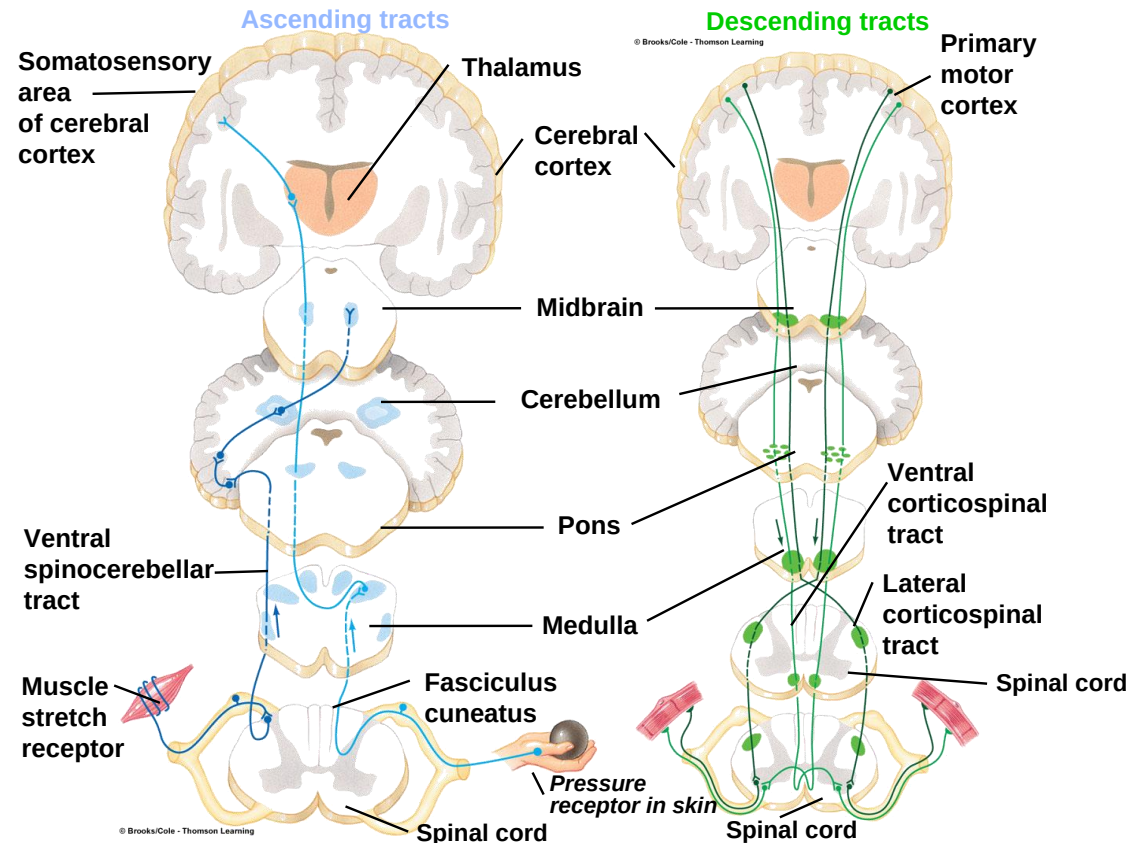


Νωτιαίος Μυελός (Spinal Cord)



- **Αμφίδρομη (Bidirectional) πληροφορία**

- Ανερχόμενες διαδρομές (Ascending tracts): ΠΝΣ → Εγκέφαλος
- Κατερχόμενες Διαδρομές (Descending tracts): Εγκέφαλος → ΠΝΣ

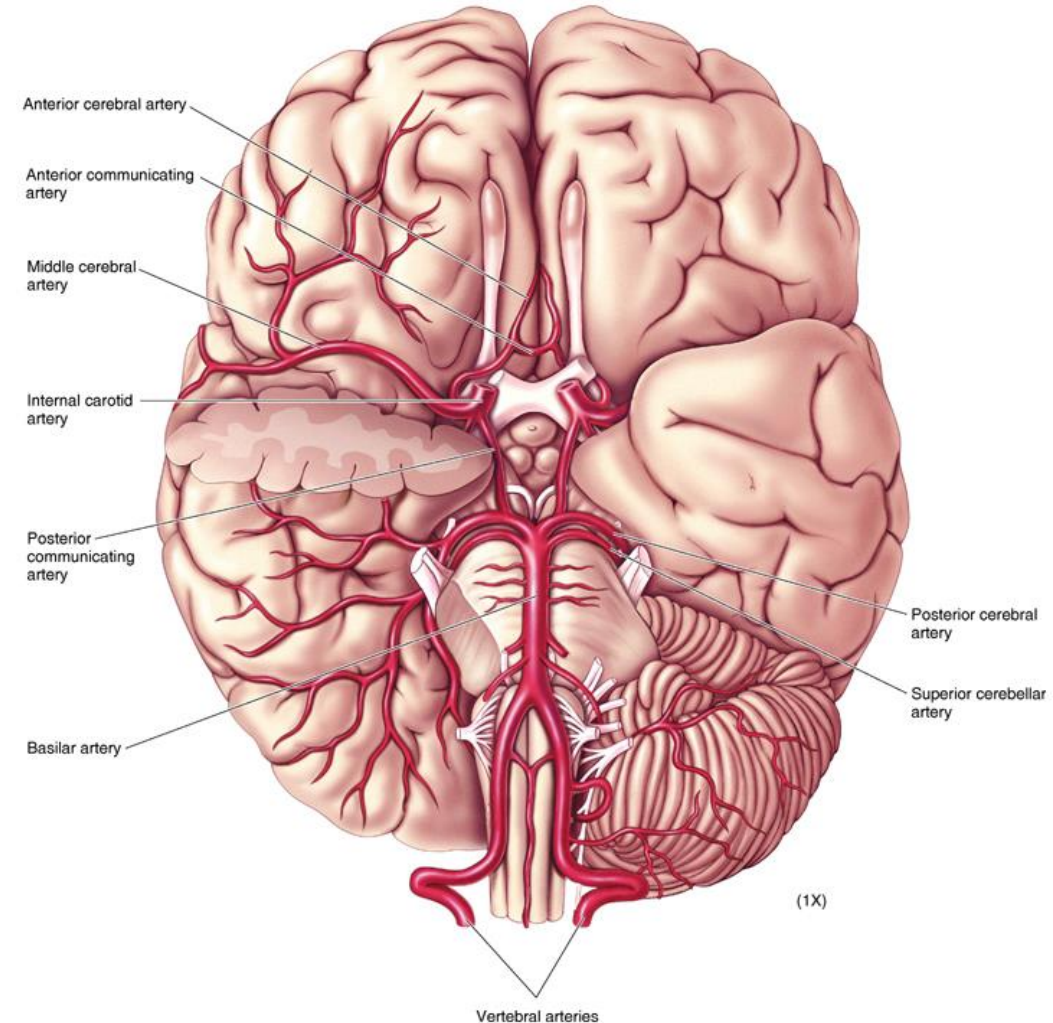


Κυκλοφορία Αίματος (Blood Supply)



- **Ανεφοδιασμός του εγκεφάλου με αίμα**

- τέσσερα κύρια αγγεία
- δύο σπονδυλικές αρτηρίες
 - εισέρχονται στο κρανίο από τη σπονδυλική στήλη
 - παρέχουν αίμα κυρίως στο στέλεχος και την παρεγκεφαλίδα
- δύο καρωτίδες
 - εισέρχονται το κρανίο από το μπροστινό μέρος του λαιμού
 - παρέχουν αίμα κυρίως στα δύο ημισφαίρια
- οι τέσσερις αρτηρίες ενώνονται σε ένα κύκλο (του Willys)
 - διατηρείται επαρκής ανεφοδιασμός με αίμα εάν η ροή από μια αρτηρία αποκοπεί
 - συχνά δεν προστατεύει τους ανθρώπους από τα συμπτώματα ενός εγκεφαλικού επεισοδίου

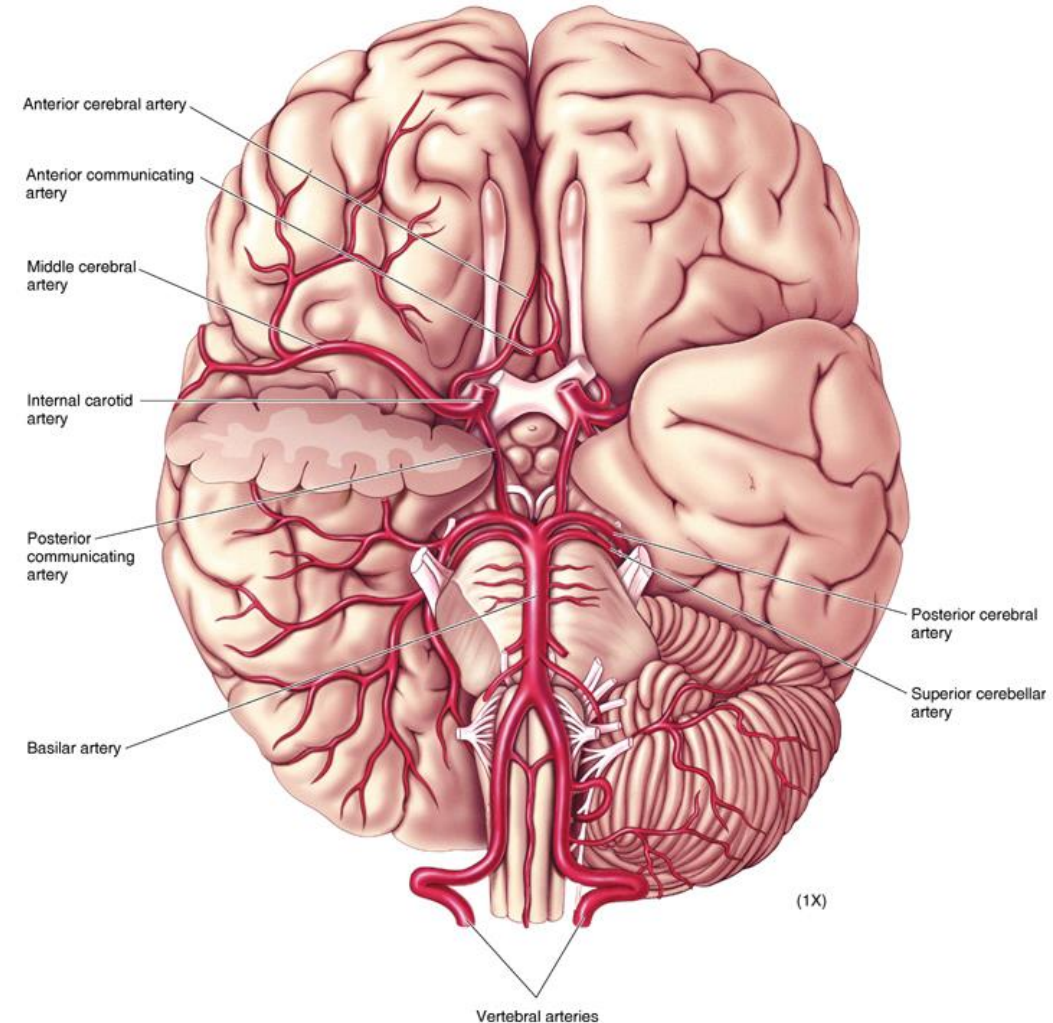


Neuroscience: Exploring the Brain, 3rd Ed, Bear, Connors, and Paradiso Copyright © 2007 Lippincott Williams & Wilkins

Κυκλοφορία Αίματος (Blood Supply)



- **Απόφραξη ή ρήξη των αρτηριών → Εγκεφαλικό επεισόδιο**
 - Πιο επικίνδυνη η μέση εγκεφαλική αρτηρία
- **Βαρύτητα ενός ισχαιμικού ΑΕΕ**
 - μέγεθος και σημασία του αγγείου
 - καρωτίδα
 - ημιπληγία, ημιαναισθησία, ημιανοψία, ολική αφασία (σε αριστερή βλάβη).
 - πρόσθια εγκεφαλική αρτηρία
 - θάνατος ή διαταραχές της συνείδησης, μονοπληγία κυρίως κάτω άκρου κ.α
 - μέση εγκεφαλική αρτηρία
 - ημιπληγία, αφασία, διαταραχές της επικριτικής αισθητικότητας, ημιανοψία κ.α.
 - οπίσθια εγκεφαλική αρτηρία
 - ημιανοψία, θαλαμικά άλγη, οπτική αγνωσία κ.α.



Neuroscience: Exploring the Brain, 3rd Ed, Bear, Connors, and Paradiso Copyright © 2007 Lippincott Williams & Wilkins



Διάλεξη 9

Χημικές Αισθήσεις (Chemical Senses)