

ΕΝ ΤΩ ΒΑΘΕΙ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΗ ΔΙΕΓΕΡΣΗ

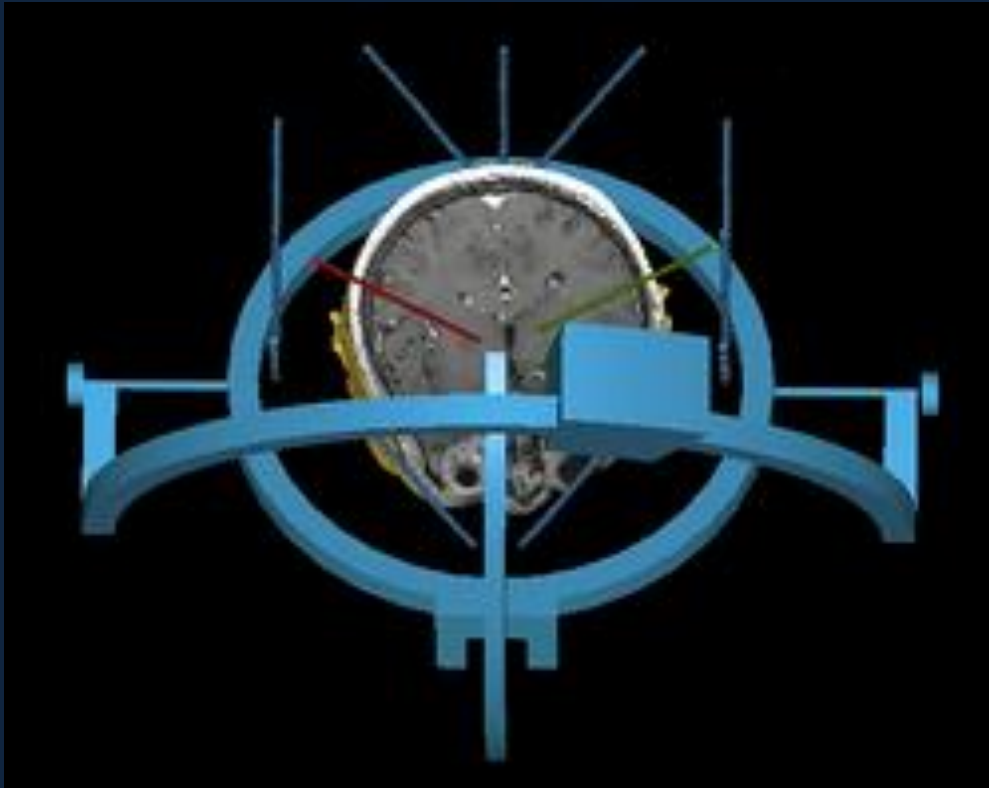
Μάριος Σ. Θεμιστοκλέους

Νευροχειρουργός
Επιμελητής Νευροχειρουργικής Κλινικής
Νοσοκομείο Παιδων «Αγία Σοφία»



Νοσοκομείο Παιδων
"Η Αγία Σοφία"

Λειτουργική Νευροχειρουργική



Η θεραπευτική επαναρρύθμιση νευρωνικών κυκλωμάτων του εγκεφάλου ή του νωτιαίου μυελού, τα οποία έχουν απωλέσει τη φυσιολογική αυτορρύθμισή τους και λειτουργούν παθολογικά (υπερ- ή υπολειτουργούν) προκαλώντας βαριές διαταραχές, μη ελεγχόμενες με φάρμακα στην κινητικότητα, αισθητικότητα και επικοινωνία του ασθενούς

Λειτουργική Νευροχειρουργική

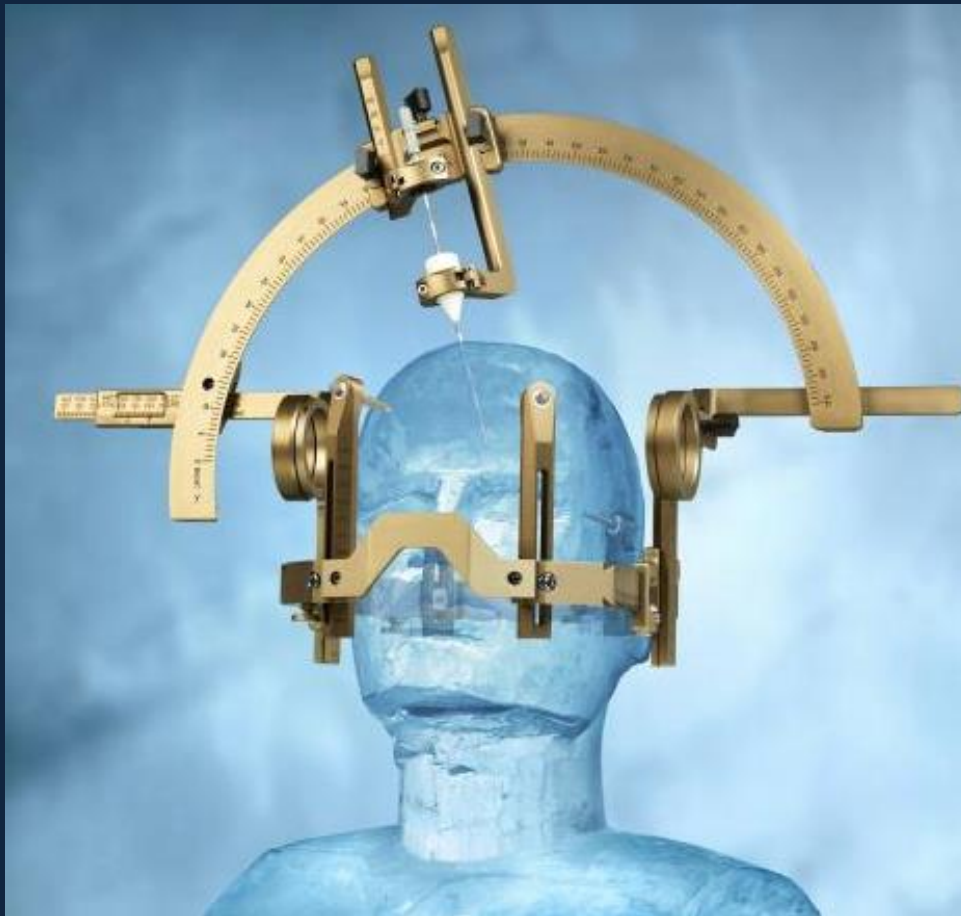
Θεμελιώδεις Αρχές

- Ο εγκέφαλος είναι ένας ηλεκτροχημικός βιολογικός υπολογιστής
- Η νευροχημική ανατομία απέδειξε την ύπαρξη πολλών επικοινωνούντων νευρωνικών δικτύων που καθιστούν εφικτές τις φυσιολογικές συμπεριφορές
- Η χωροθέτηση των δικτύων είναι σε αρκετές περιπτώσεις εφικτή με ακρίβεια 1-2 mm
- Κάθε νευρομεταβιβαστής έχει πολλαπλή δράση π.χ. ευοδωτική σε ένα δίκτυο και ανασταλτική σε άλλο

ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ ΝΕΥΡΟΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ

Η τροποποίηση της λειτουργίας του νευρικού συστήματος με χειρουργική σύνδεση συσκευών που δρουν ως διαμεσολαβητές **ηλεκτρικής ή χημικής νευρομεταβίβασης** για ενίσχυση της φυσιολογικής σωματικής λειτουργίας ή μείωση δυσλειτουργίας

Στερεοτακτική Νευροχειρουργική

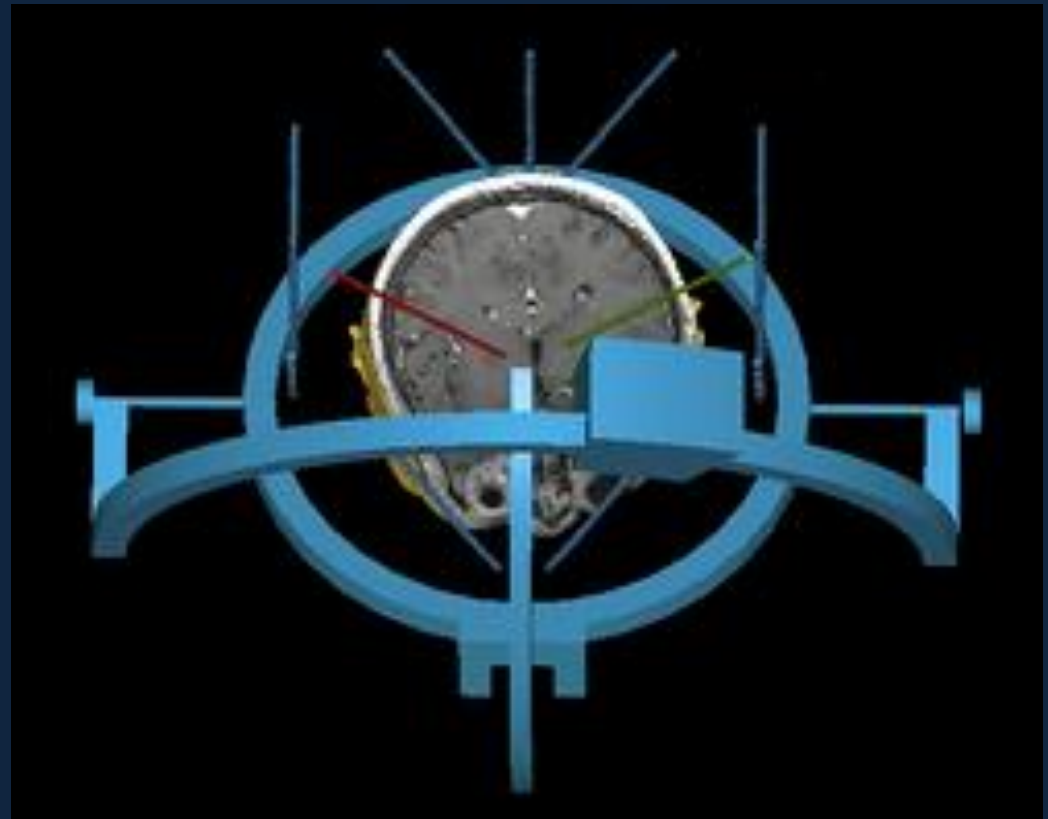


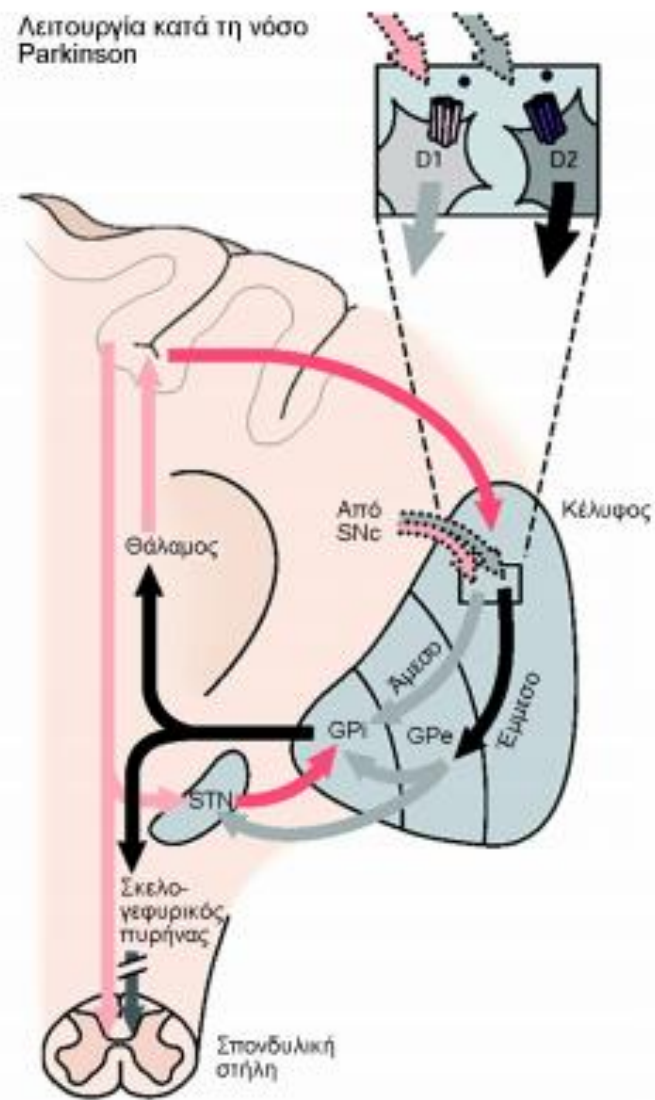
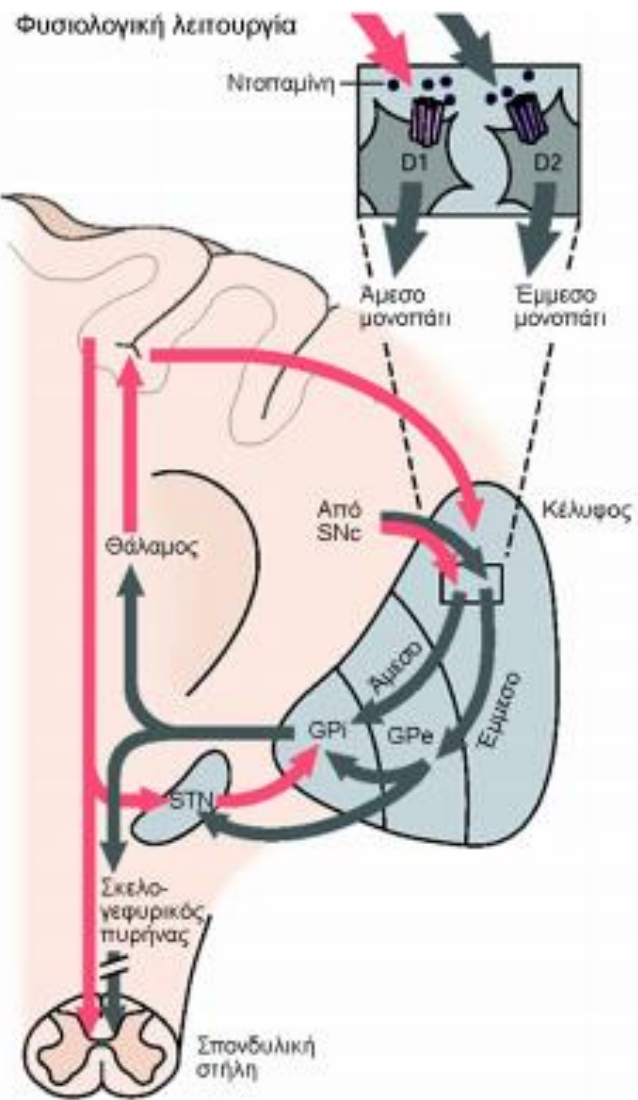
Με το όρο Στερεοτακτική Χειρουργική εννοούμε την ελάχιστα επεμβατική μορφή της χειρουργικής επέμβασης που χρησιμοποιεί ένα τρισδιάστατο σύστημα συντεταγμένων με σκοπό την εντόπιση μικρών στόχων μέσα στον εγκέφαλο.

Εν τω Βάθει Εγκεφαλική Διέγερση-Deep Brain Stimulation

Τεχνική ηλεκτρικής
βηματοδότησης
πυρήνων των βασικών
γαγγλίων του εγκεφάλου.

Νόσος Πάρκινσον
Δυστονία
Χρόνιο Πόνο
Ψυχιατρικές Διαταραχές

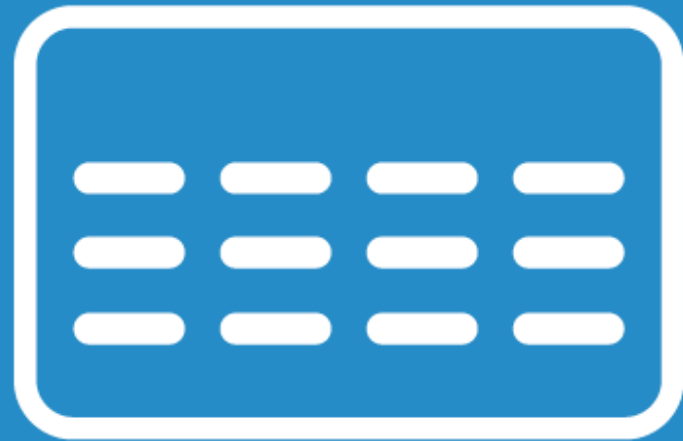




Εν τω Βάθει Εγκεφαλική Διέγερση-Deep Brain Stimulation



Εν τω Βάθει Εγκεφαλική Διέγερση-Deep Brain Stimulation



Αποπολωτικός αποκλεισμός: Θεωρείται ότι η υψίσυχη διέγερση εμποδίζει τη νευρωνική επικοινωνία, μέσω απενεργοποίησης των ταση-ελεγχόμενων διαύλων Na^+ και Ca^{++} . Παρατεταμένη αποπόλωση της κυτταρικής μεμβράνης οδηγεί τους διαύλους Na^+ να παγιδευτούν στην ανενεργή τους κατάσταση, και συνεπώς αποτρέπεται η εκκίνηση δυναμικών ενέργειας. Έτσι, ασκείται ισχυρή αναστολή στην ηλεκτρικά διεγερόμενη δομή-στόχο (Lozano et al., 2002). •

Ενεργοποίηση των προσαγωγών ινών: Δεδομένου ότι οι άξονες των νευρώνων που προβάλλουν στη δομή-στόχο διεγείρονται ευκολότερα από τα κυτταρικά σώματα στην περιοχή αυτή, η εν τω βάθει διέγερση είναι πιθανότερο να ενεργοποιήσει τους άξονες αυτούς. Οι τελευταίοι μπορεί να προβάλλουν είτε ευοδωτικά, είτε ανασταλτικά στους μετασυναπτικούς νευρώνες. Επομένως, η συνολική επίδραση στη δομή-στόχο θα εξαρτάται από την αθροιστική επίδραση των ευοδωτικών και ανασταλτικών ινών (Dostrovsky et al., 2002). Αν θεωρήσουμε την περίπτωση ηλεκτρικής διέγερσης της εσωτερικής ωχράς σφαίρας, τότε οι προσαγωγοί προς εκείνη ίνες αποτελούνται σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό από ανασταλτικούς άξονες. Συνεπώς, το μακροσκοπικό αποτέλεσμα της διέγερσης του προαναφερόμενου πυρήνα είναι η αναστολή. •

Ενεργοποίηση των απαγωγών αξόνων: Έχει επίσης υποτεθεί, ότι η διέγερση πιθανώς προκαλεί αυξημένη δραστηριότητα στις απαγωγές ίνες από τη δομή-στόχο. Η ευόδωση επομένως της τελευταίας, έχει ως συνέπεια να επηρεάζονται οι δομές στις οποίες προβάλλει. •

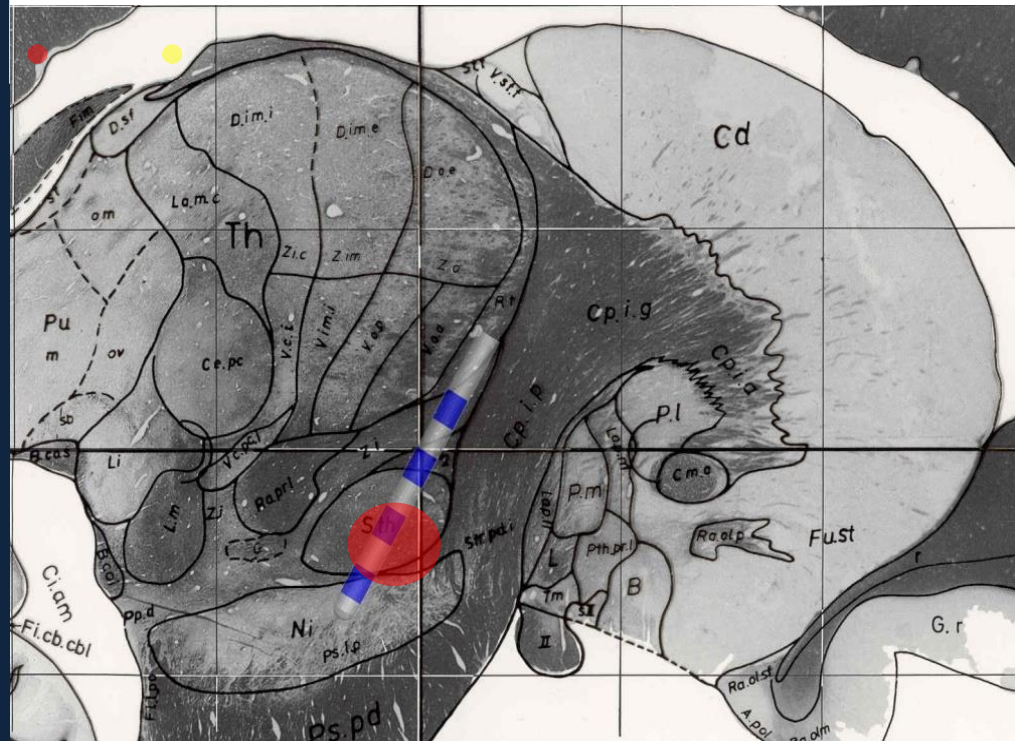
Αστοχία συναπτικής μετάδοσης: Υπάρχει η υπόθεση, ότι προκαλείται αστοχία της συναπτικής μετάδοσης των σημάτων στην περιοχή της υψίσυχνης διέγερσης, διότι οι επηρεαζόμενοι νευρώνες δε μπορούν να 'ακολουθήσουν' τις ταχείες εναλλαγές του δυναμικού. Παρατεταμένη διέγερση μίας δομής, πιθανώς να οδηγεί σε ελάττωση της ποσότητας νευροδιαβιβαστών ή σε απευαισθητοποίηση των υποδοχέων στη δομή αυτή. Έτσι θεωρείται ότι προκαλείται αναστολή στη δομή-στόχο (Dostrovsky et al., 2002). •

Φραγή παθολογικής εκφορτιστικής δραστηριότητας: Σύμφωνα με την υπόθεση αυτή, η υψίσυχη ηλεκτρική διέγερση εξαναγκάζει τις απαγωγές ίνες από τη δομή-στόχο να ακολουθούν το ίδιο με αυτήν, υψηλού ρυθμού, μοτίβο εκφορτιστικής δραστηριότητας. Έτσι αποτρέπεται ο ρυθμός δραστηριοποίησης που είχαν πριν τη διέγερση, συμπεριλαμβανομένων και παθολογικών μορφών 43 δραστηριότητας, όπως οι ξεσπασματικές συντονισμένες εκφορτίσεις που παρατηρούνται στην ασθένεια Πάρκινσον. Εισάγεται δηλαδή, μια 'ρύθμιση' της παθολογικής δραστηριότητας της υπό διέγερση δομής, προκαλώντας αλλαγές σε επίπεδο δικτύου (Montgomery et al., 2005). •

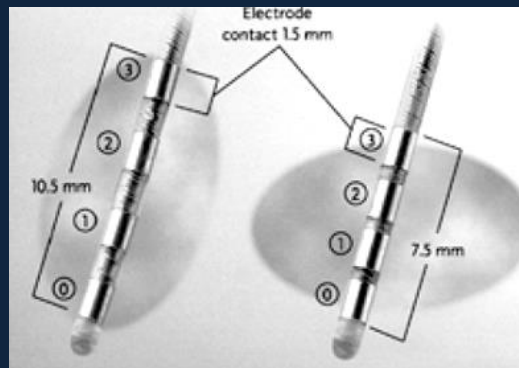
Αντίδρομη ευόδωση: Η ηλεκτρική διέγερση μίας νευρικής ίνας σε κάποιο τμήμα της, μπορεί να προκαλέσει δυναμικά ενέργειας που οδεύουν και προς τις δυο κατευθύνσεις: ορθόδρομα (προς τις συναπτικές απολήξεις) και αντίδρομα (προς το κυτταρικό σώμα). Έτσι, διεγείροντας την περιοχή ενός πυρήνα είναι πιθανό να προκληθεί ευόδωση στη δομή που προβάλλει προς εκείνον, μέσω αντίδρομης πορείας της διέγερσης από τις προσαγωγές ίνες του υπό διέγερση πυρήνα. Έτσι, για παράδειγμα, ηλεκτρική διέγερση του υποθαλαμικού πυρήνα είναι πιθανό να προκαλέσει ευόδωση στο φλοιό, με αντίδρομη πορεία νευρικών ώσεων μέσω των προσαγωγών συνδέσεων από το φλοιό προς τον υποθαλαμικό πυρήνα (Lozano et al., 2002).

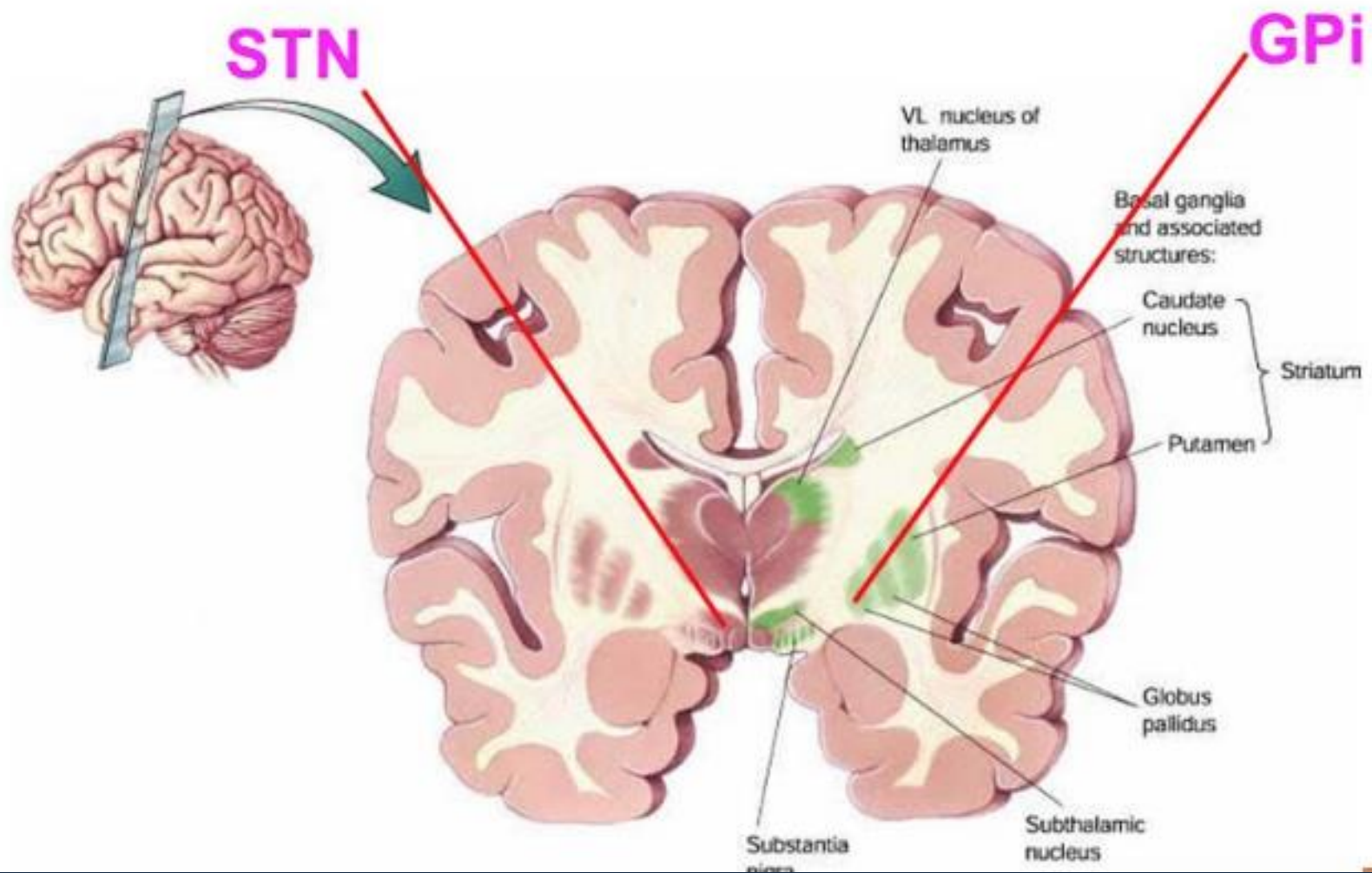
Η εν τω βάθει εγκεφαλική διέγερση με συχνότητα > 100 Hz

- Εμποδίζει την μετάδοση παθολογικών εκφορτίσεων και ταλαντώσεων (θόρυβος) στο κύκλωμα.



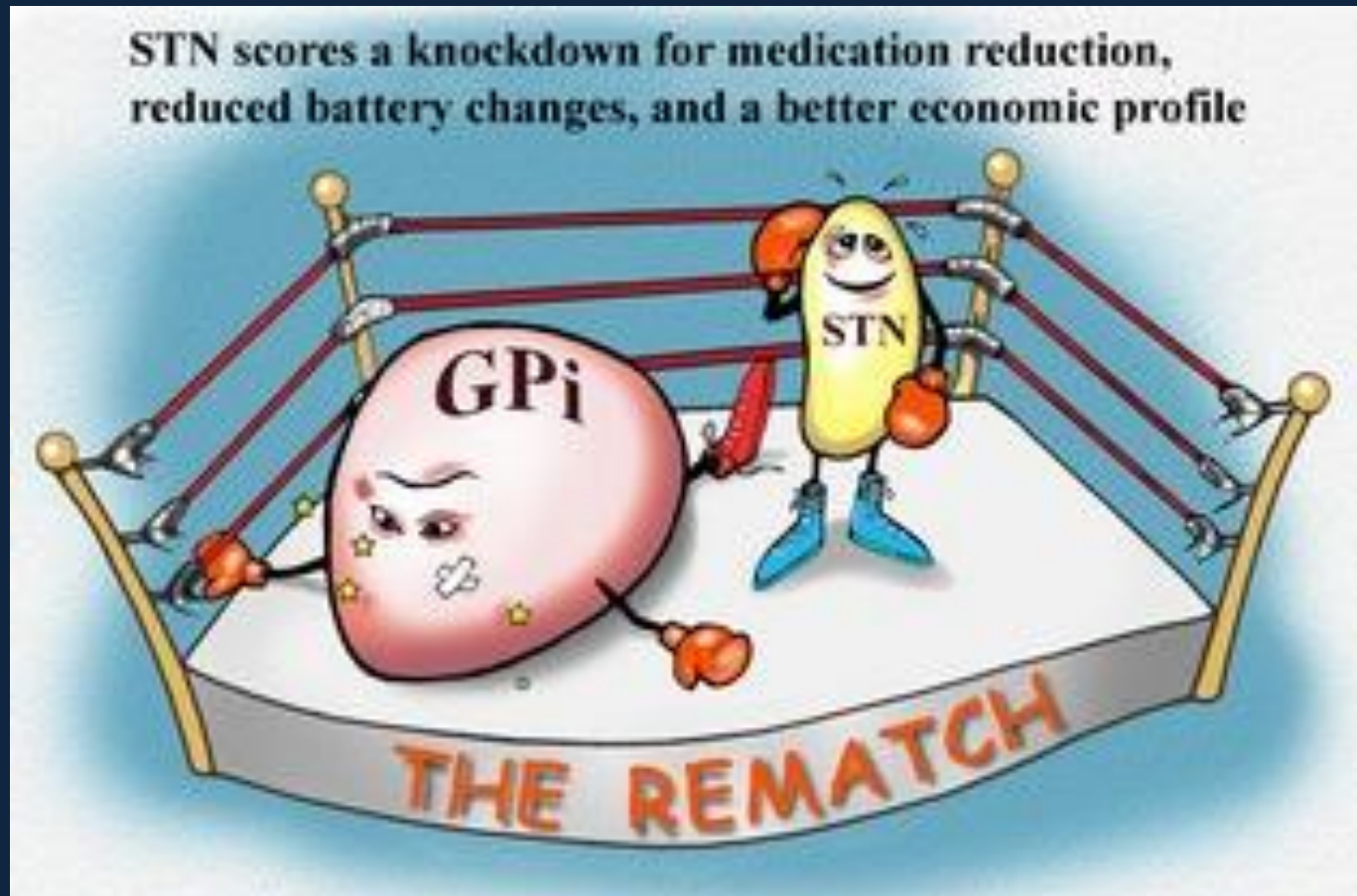
Χειρουργική επέμβαση

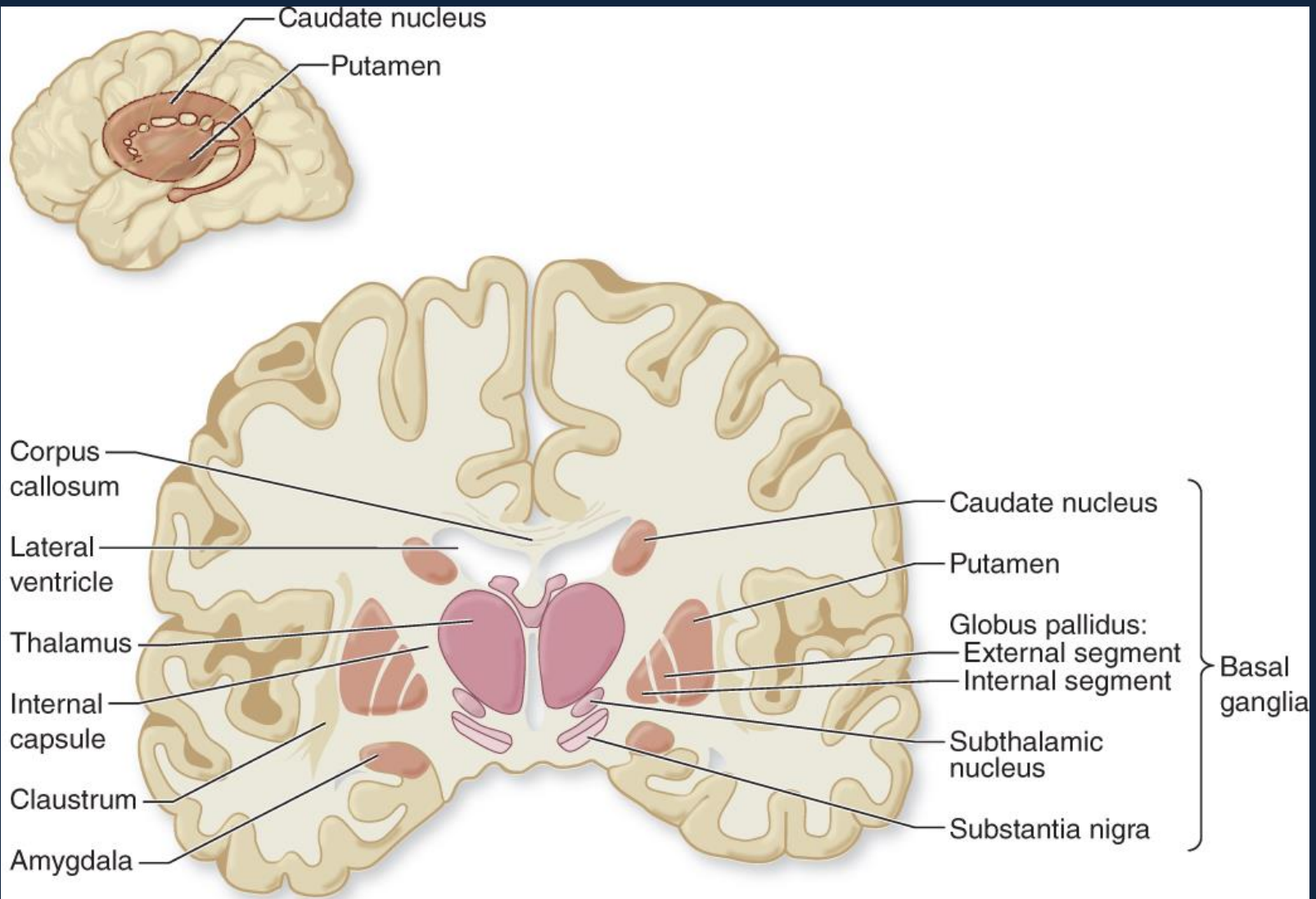


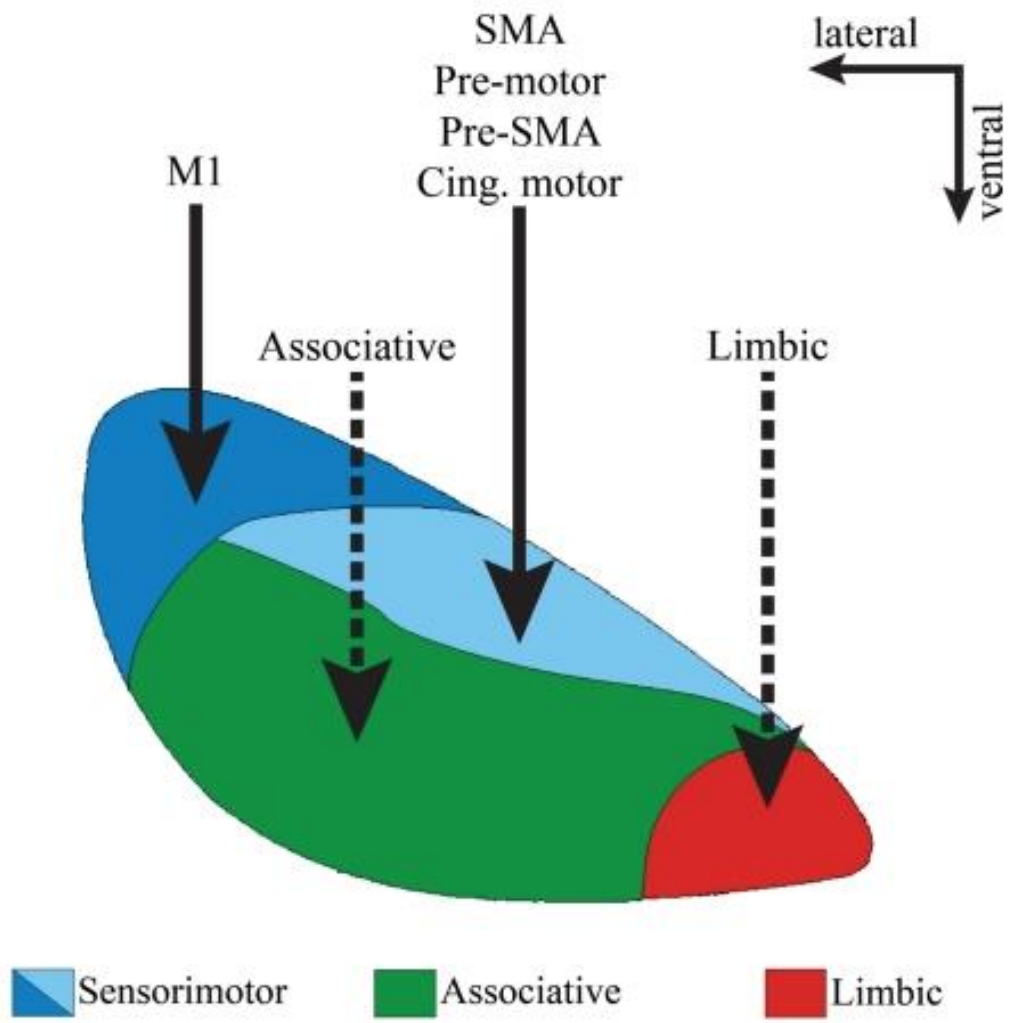


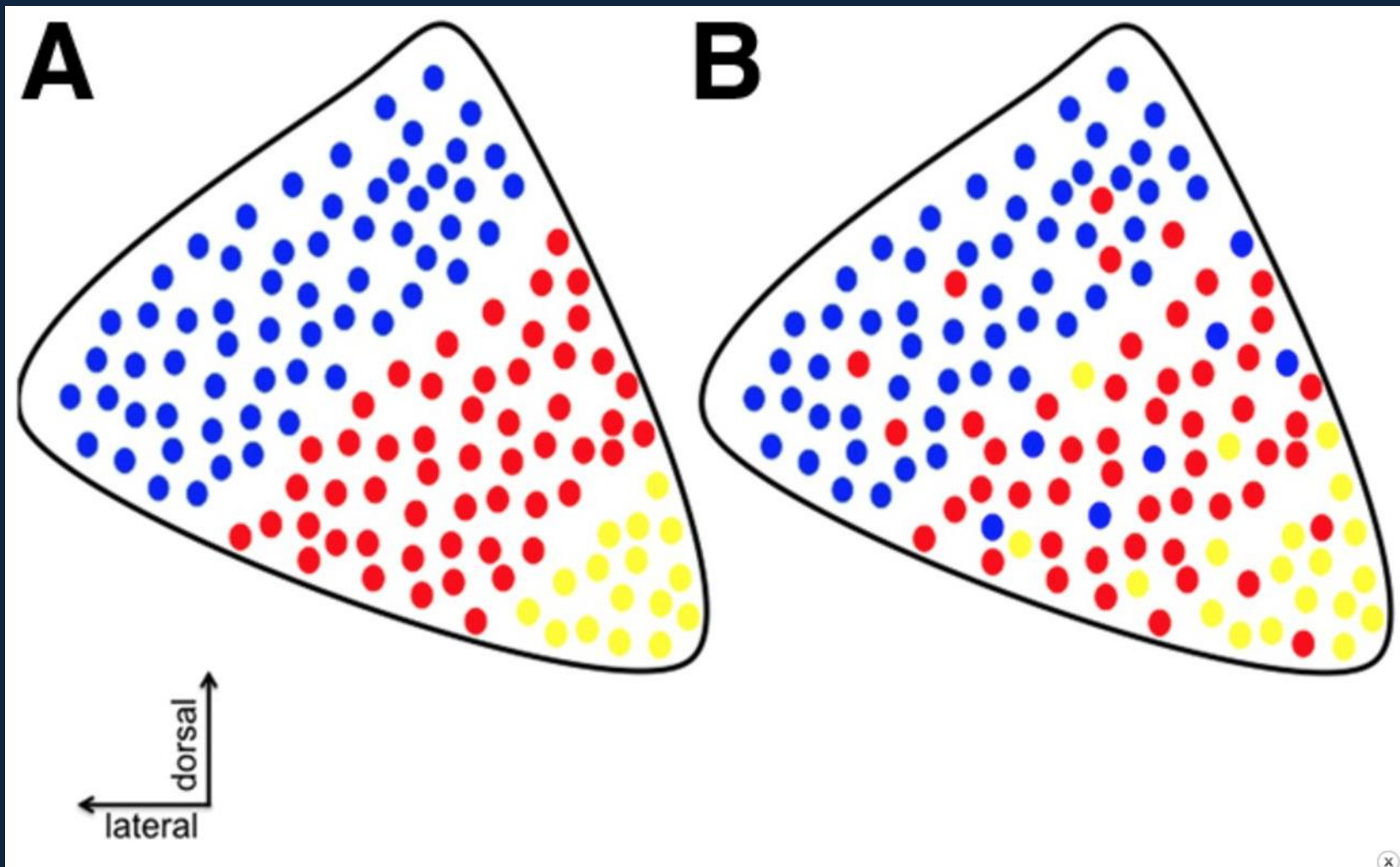
Εν τω Βάθει Εγκεφαλική Διέγερση-Deep Brain Stimulation

Επιλογή στόχων



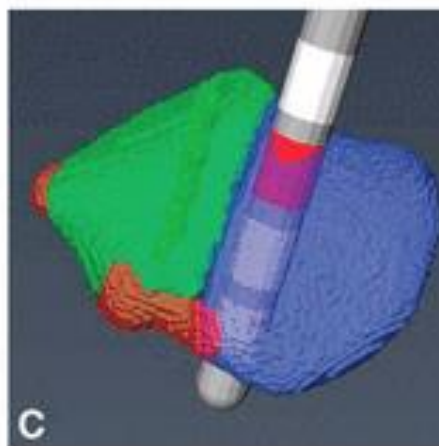
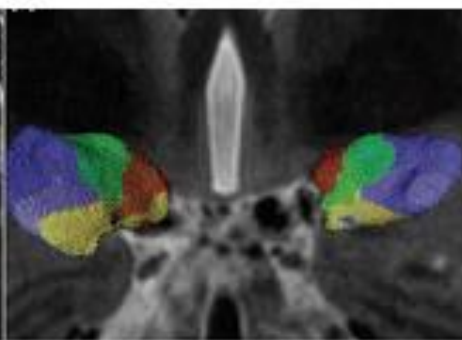
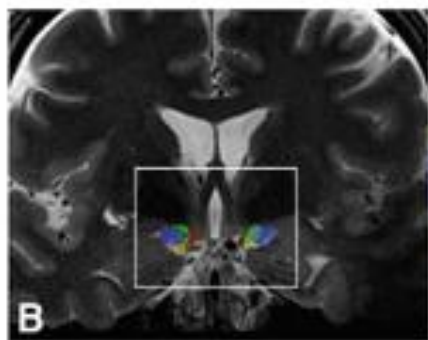
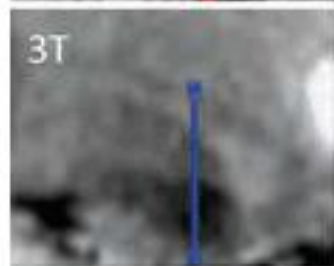
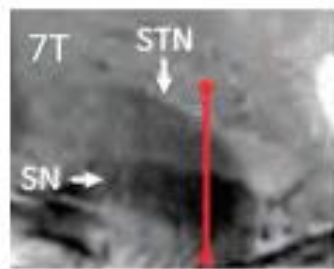




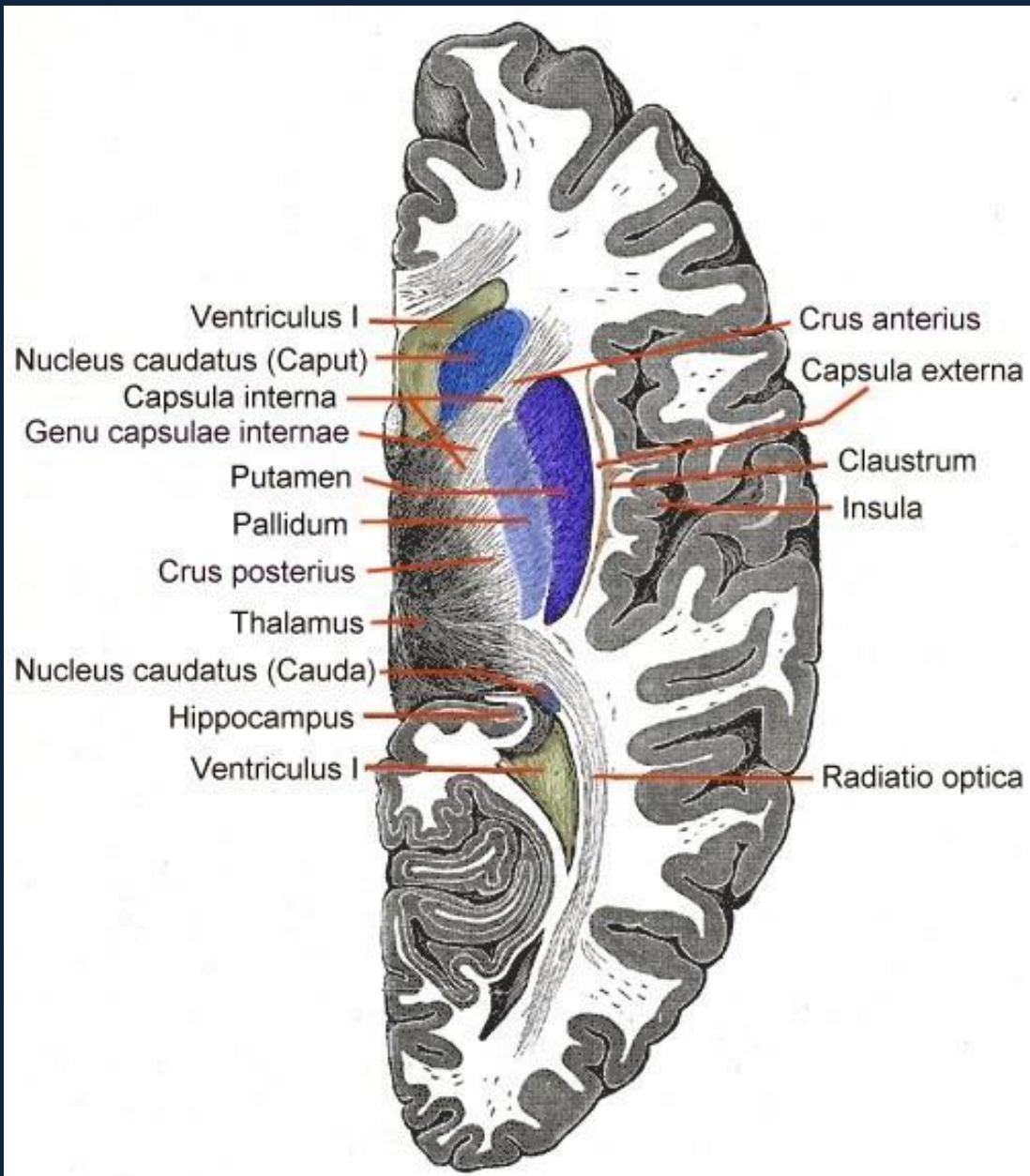


Subdivisions and Anatomical Boundaries of the Subthalamic Nucleus

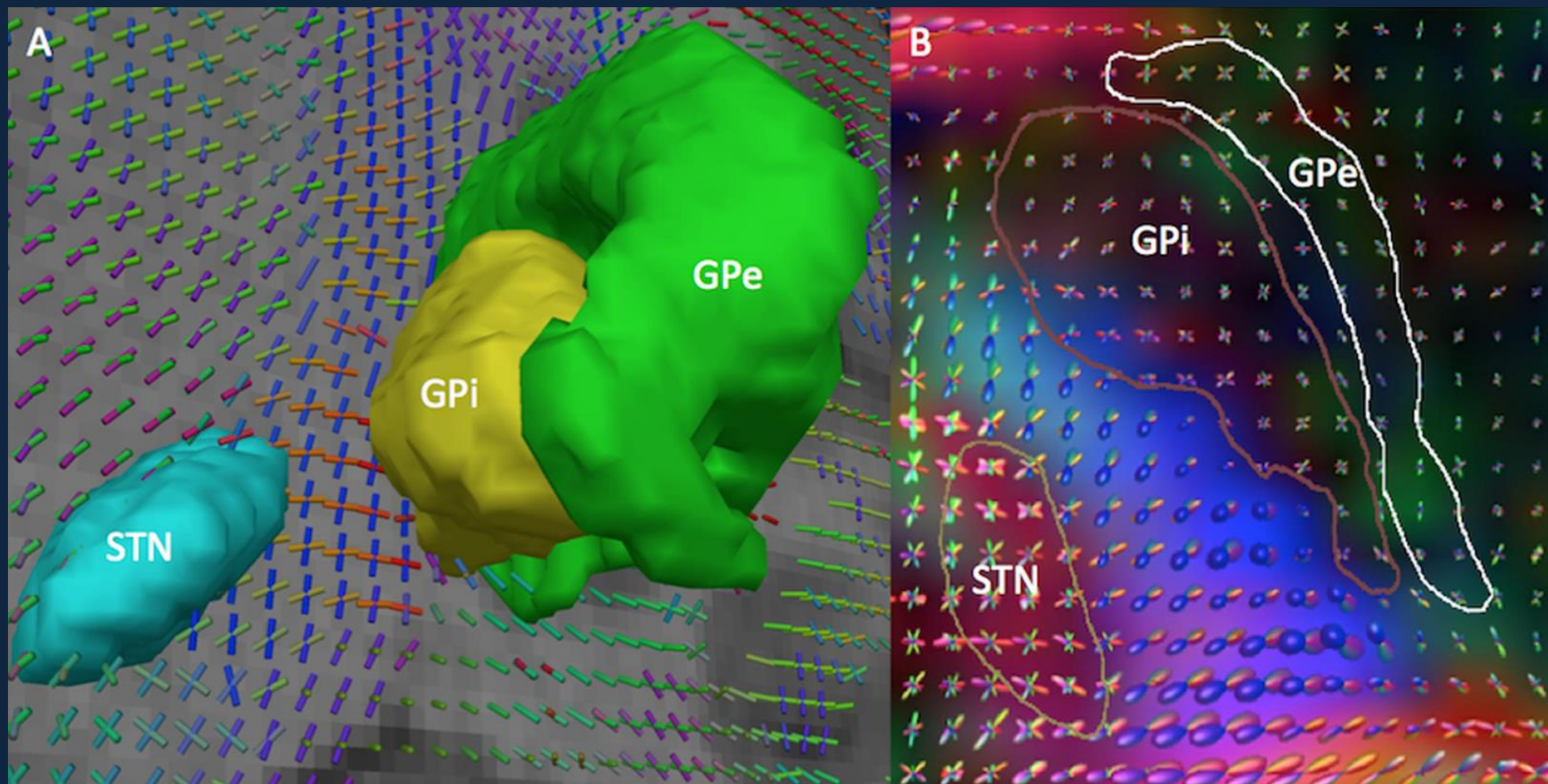
Journal of Neuroscience 29 May 2013, 33 (22) 9233-9234; DOI: <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1266-13.2013>



- Motor
- Associative
- Limbic
- Other

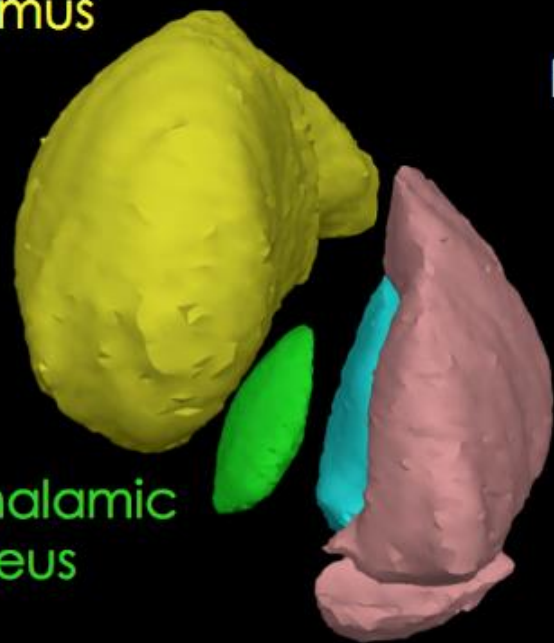


dMRI tractography



Basal Ganglia

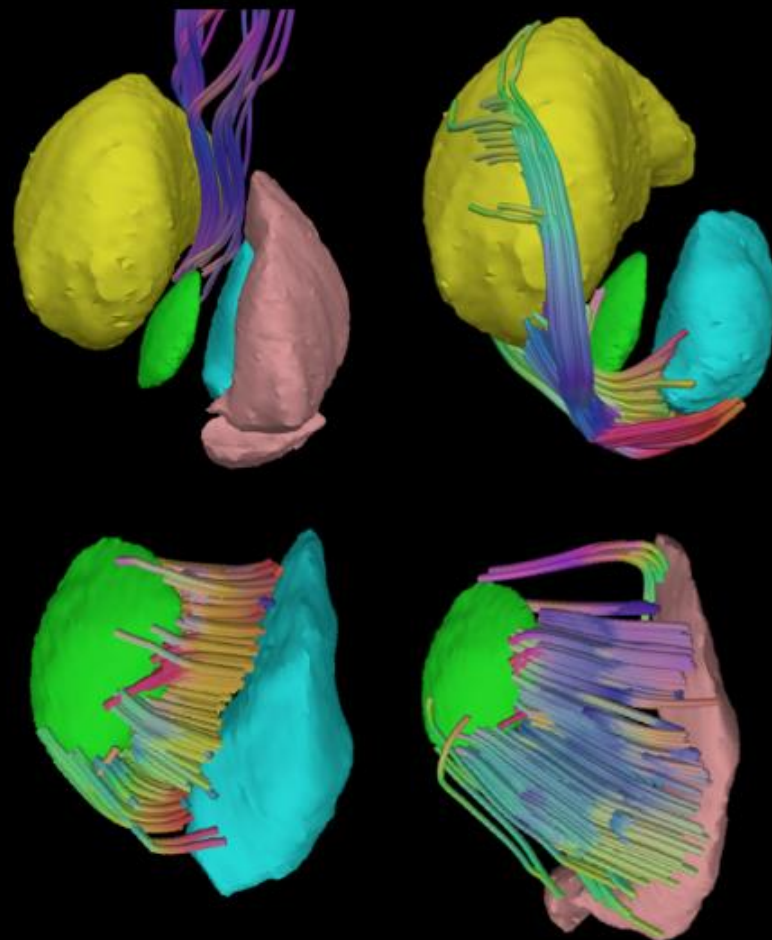
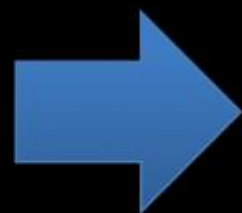
Thalamus

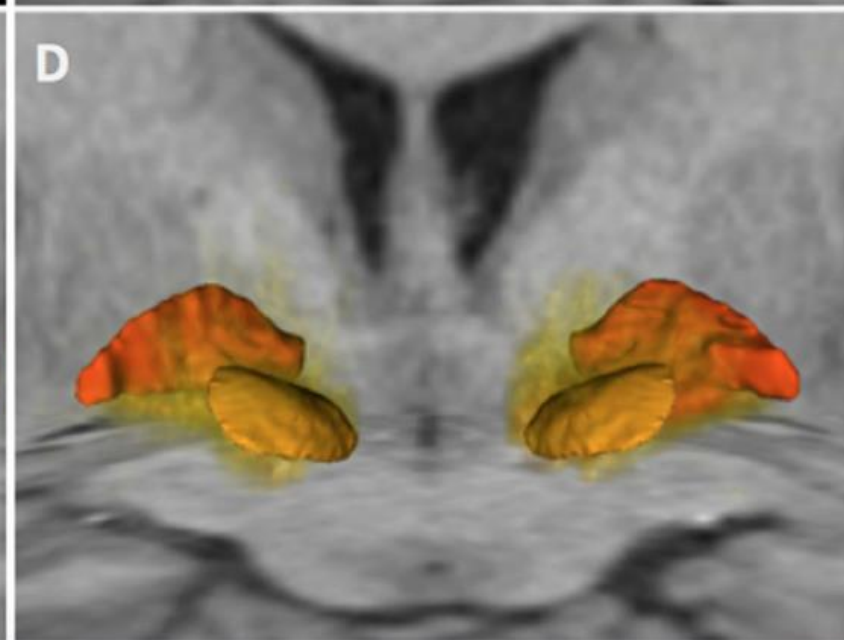
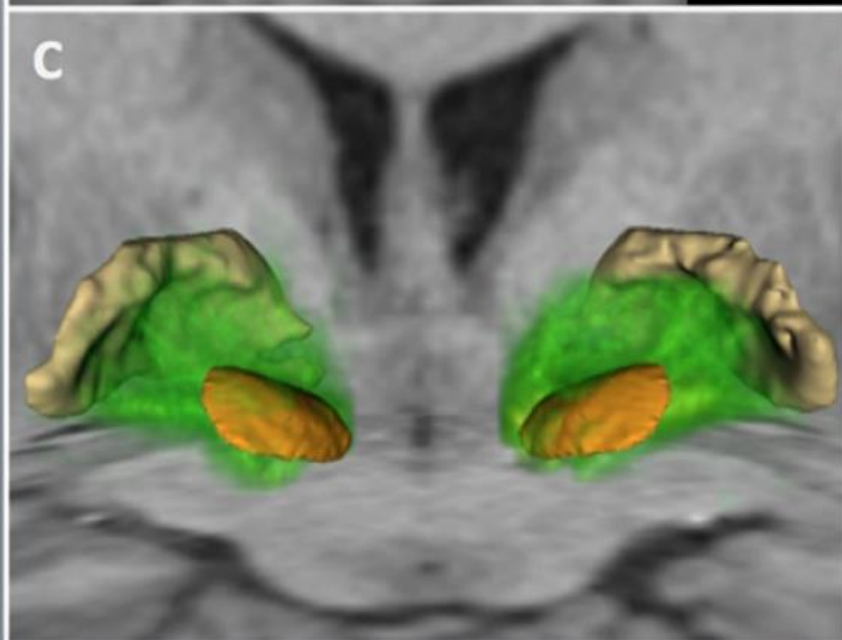
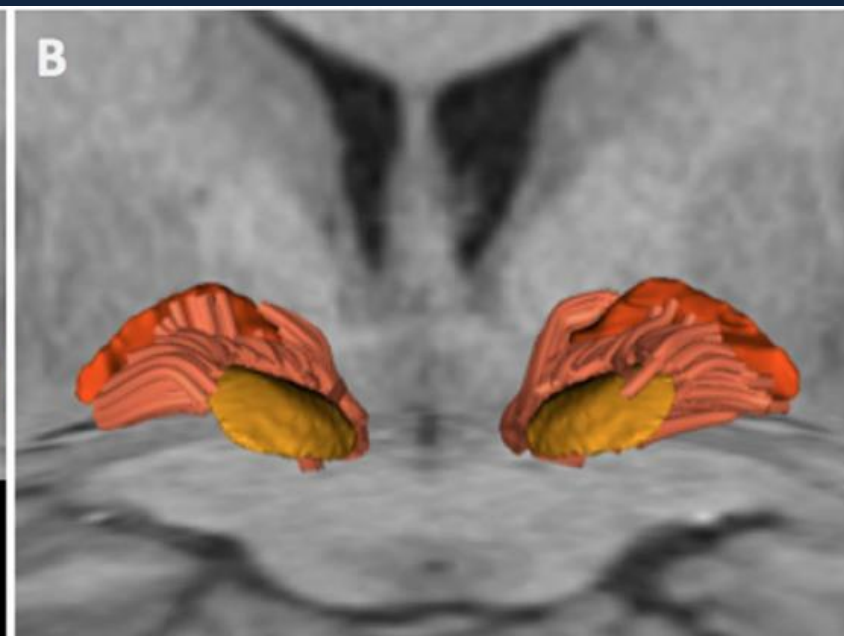
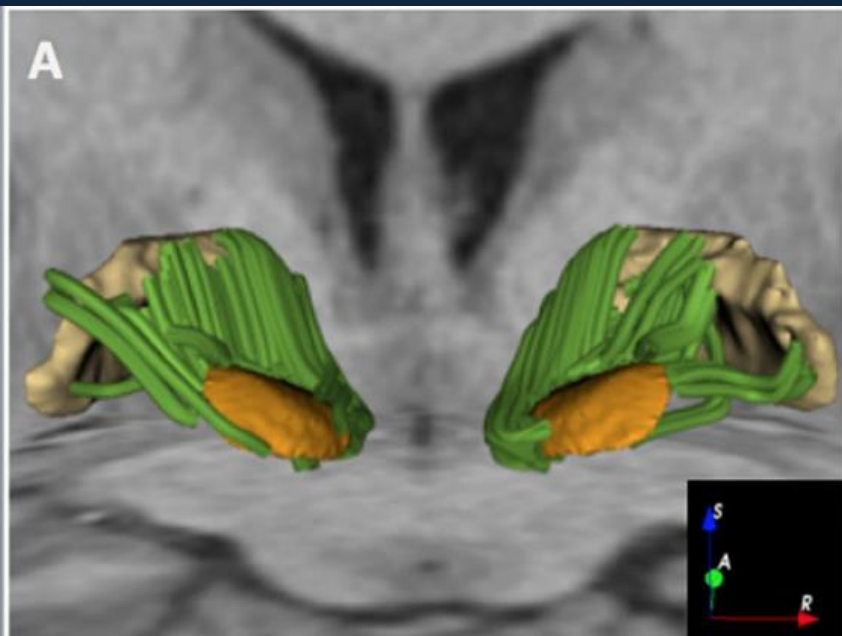


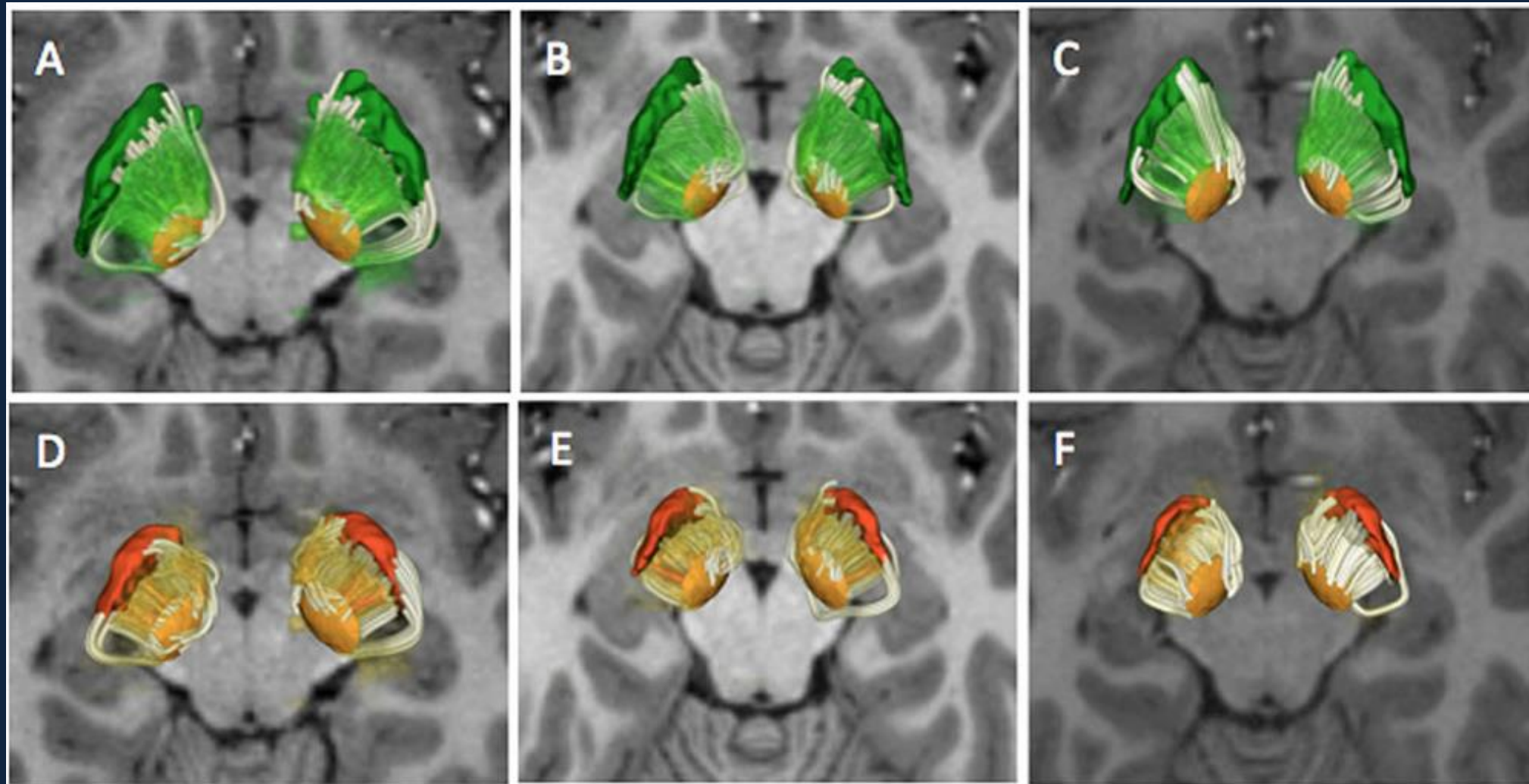
Subthalamic Nucleus

Globus Pallidus
(internal & external)

Patient Specific
Connectivity
Modeling





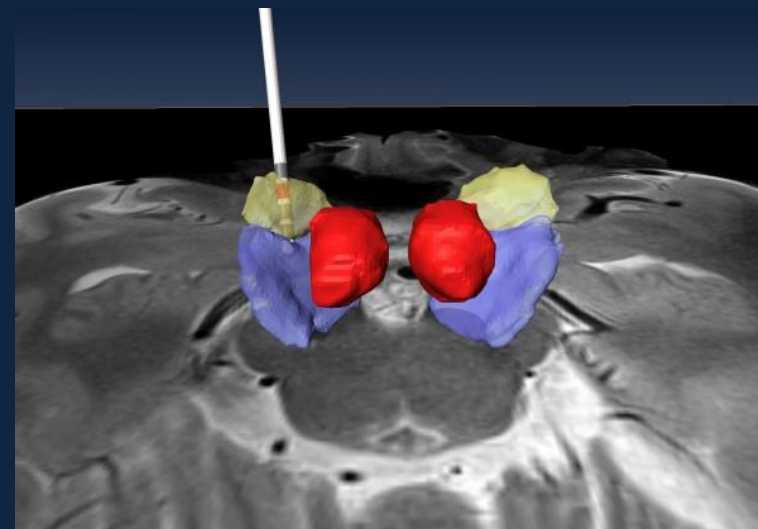
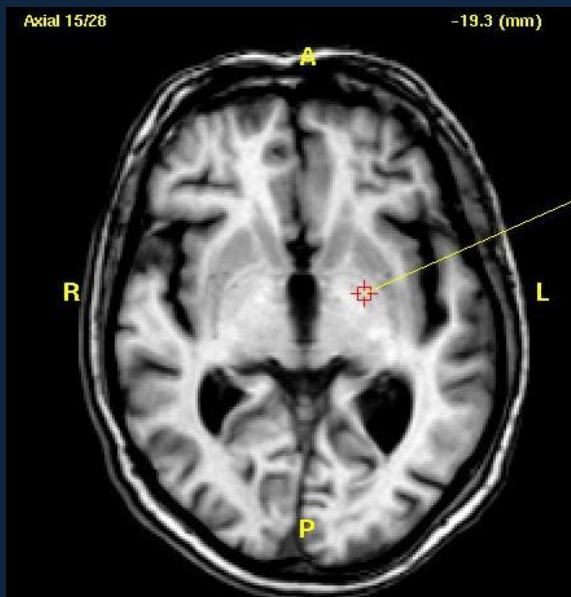
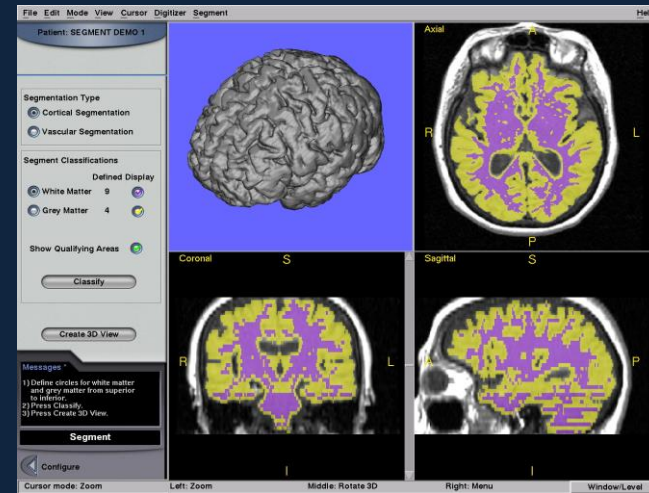
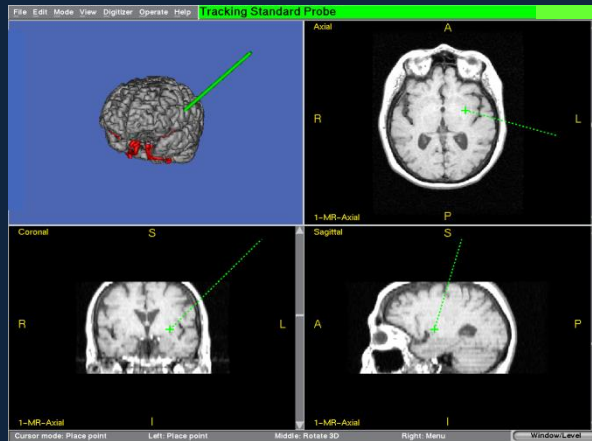


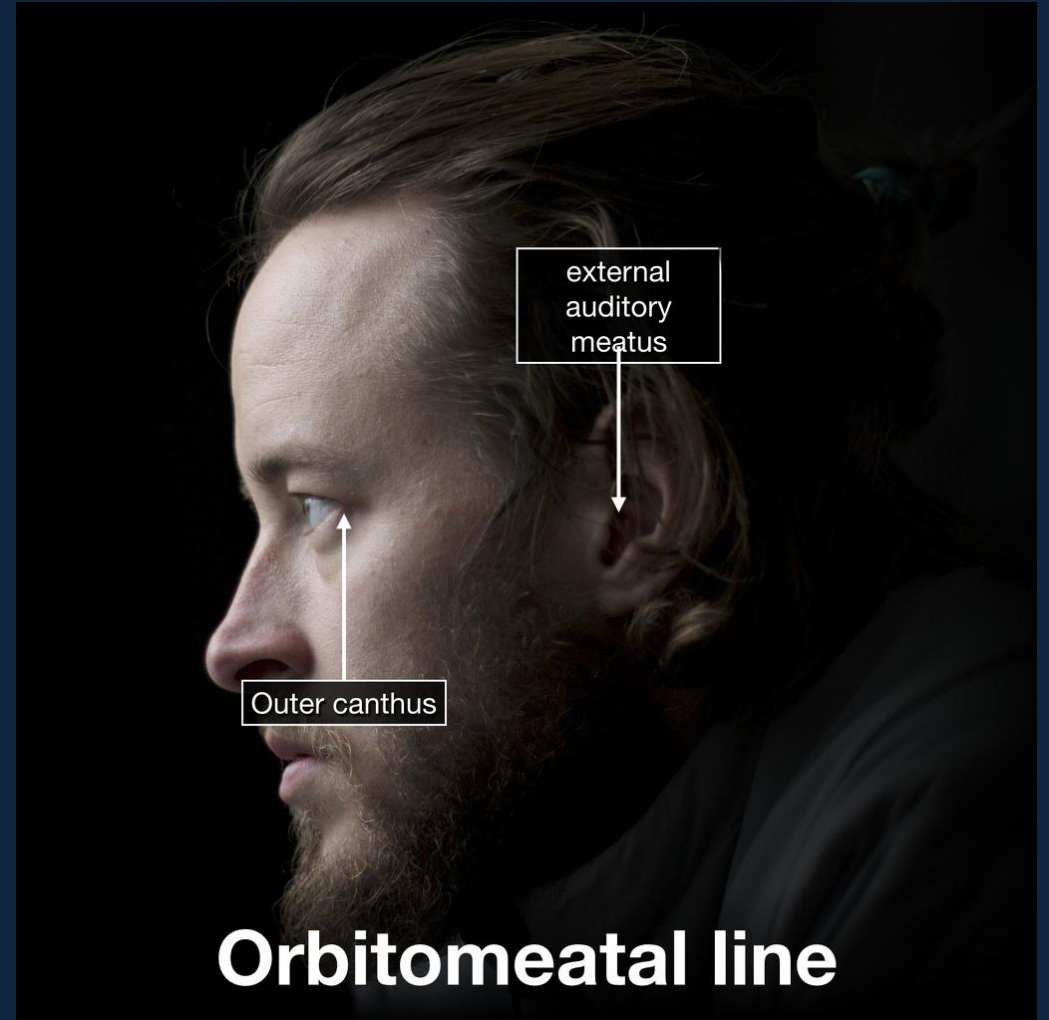
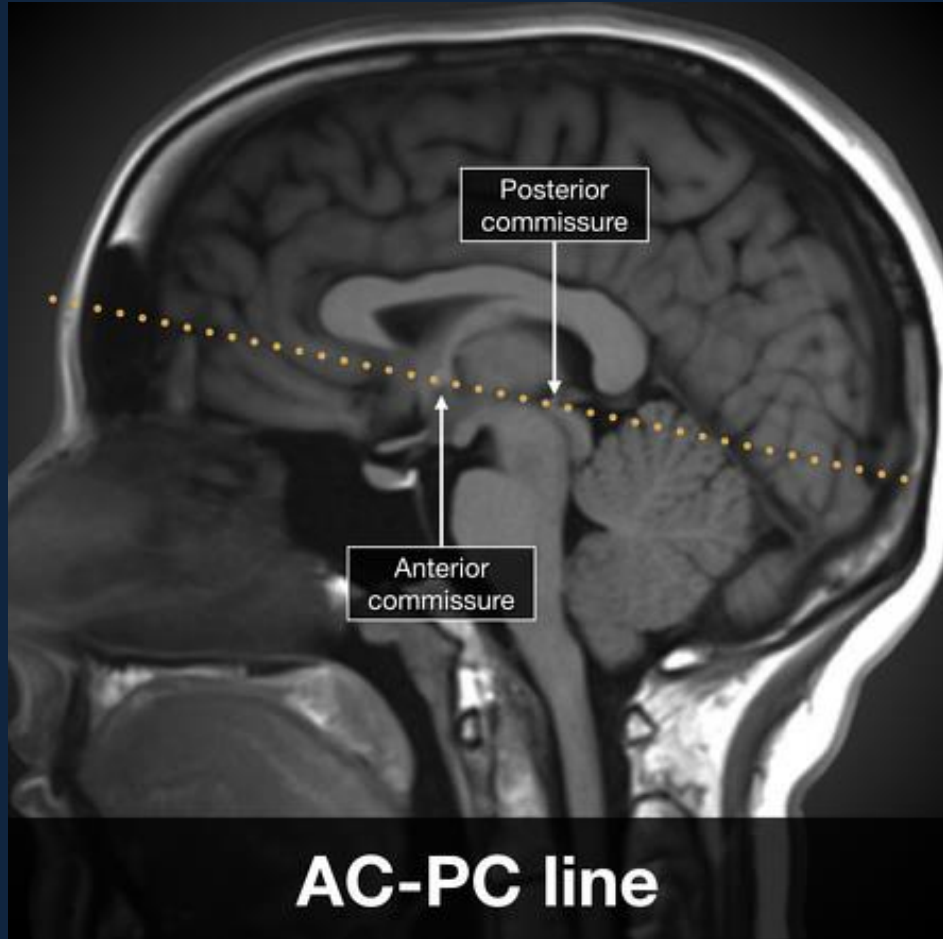
Στάδια ΕΕΔ STN

1. Προεγχειρητική μαγνητική - Στόχευση
2. Τοποθέτηση Στερεοτακτικού πλαισίου
3. Αξονική τομογραφία
4. Συγχώνευση εικόνων
5. Σχεδιασμός – Πορεία - Σημεία εισόδου
6. Νευροφυσιολογικός προσδιορισμός
7. Διεγχειρητική διέγερση
8. Εμφύτευση

Χειρουργική επέμβαση

Προεγχειρητική Μαγνητική - Στόχευση

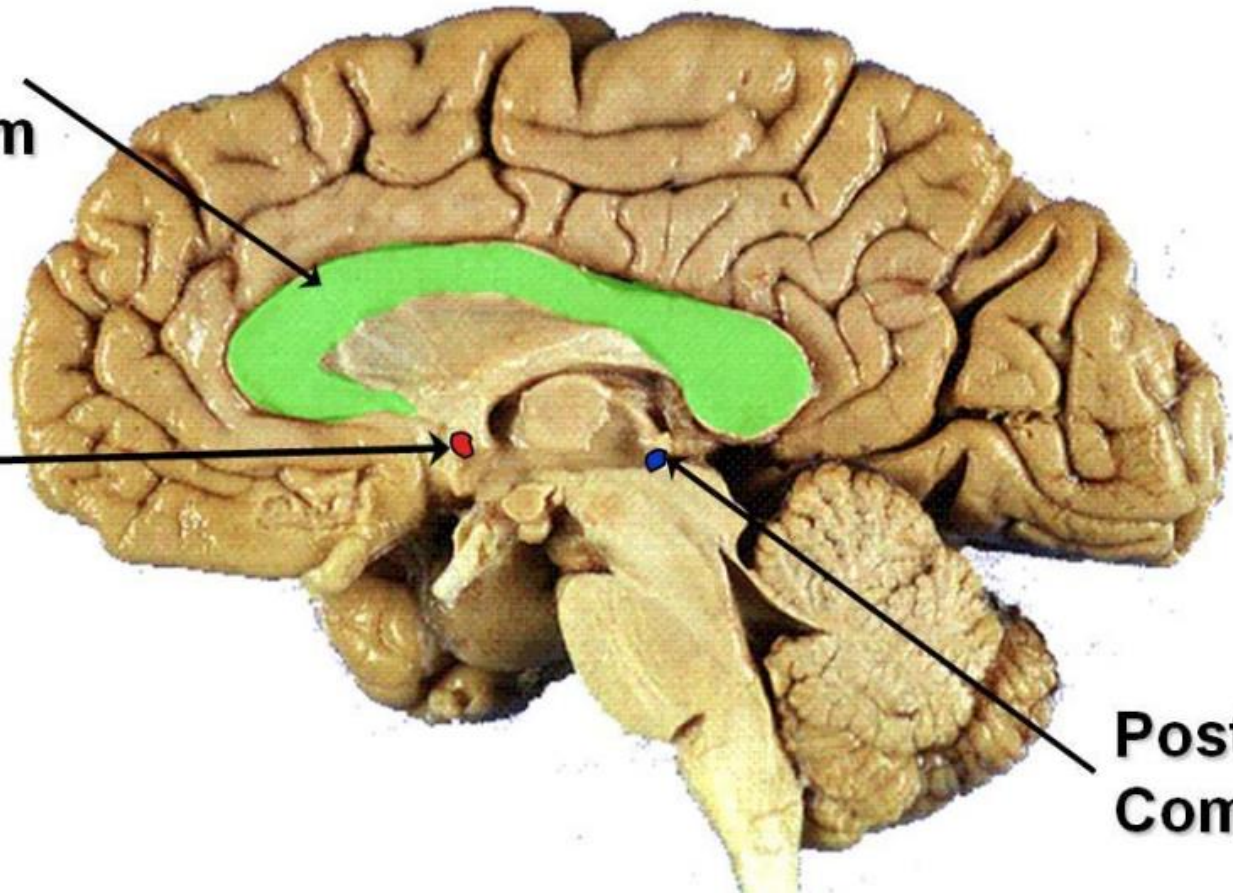


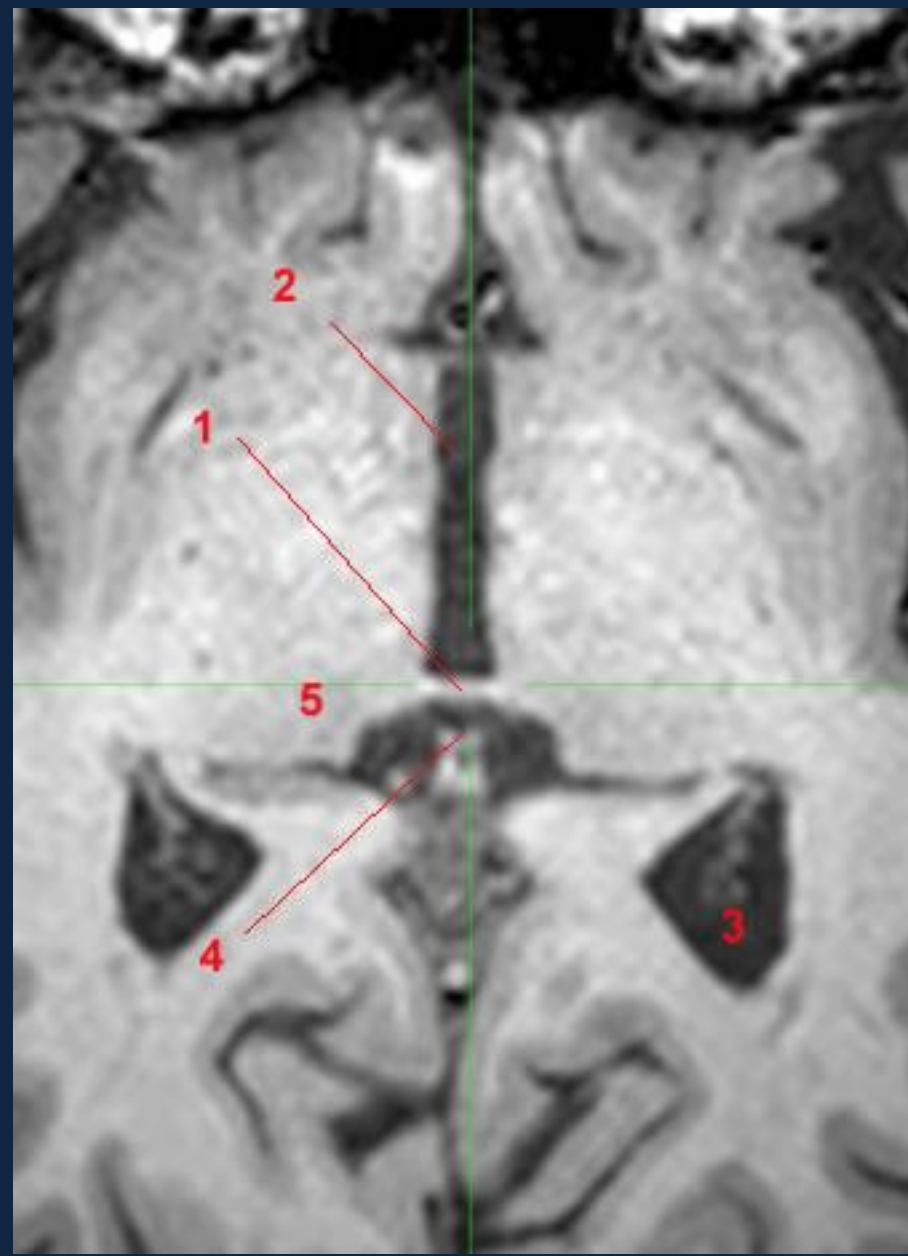
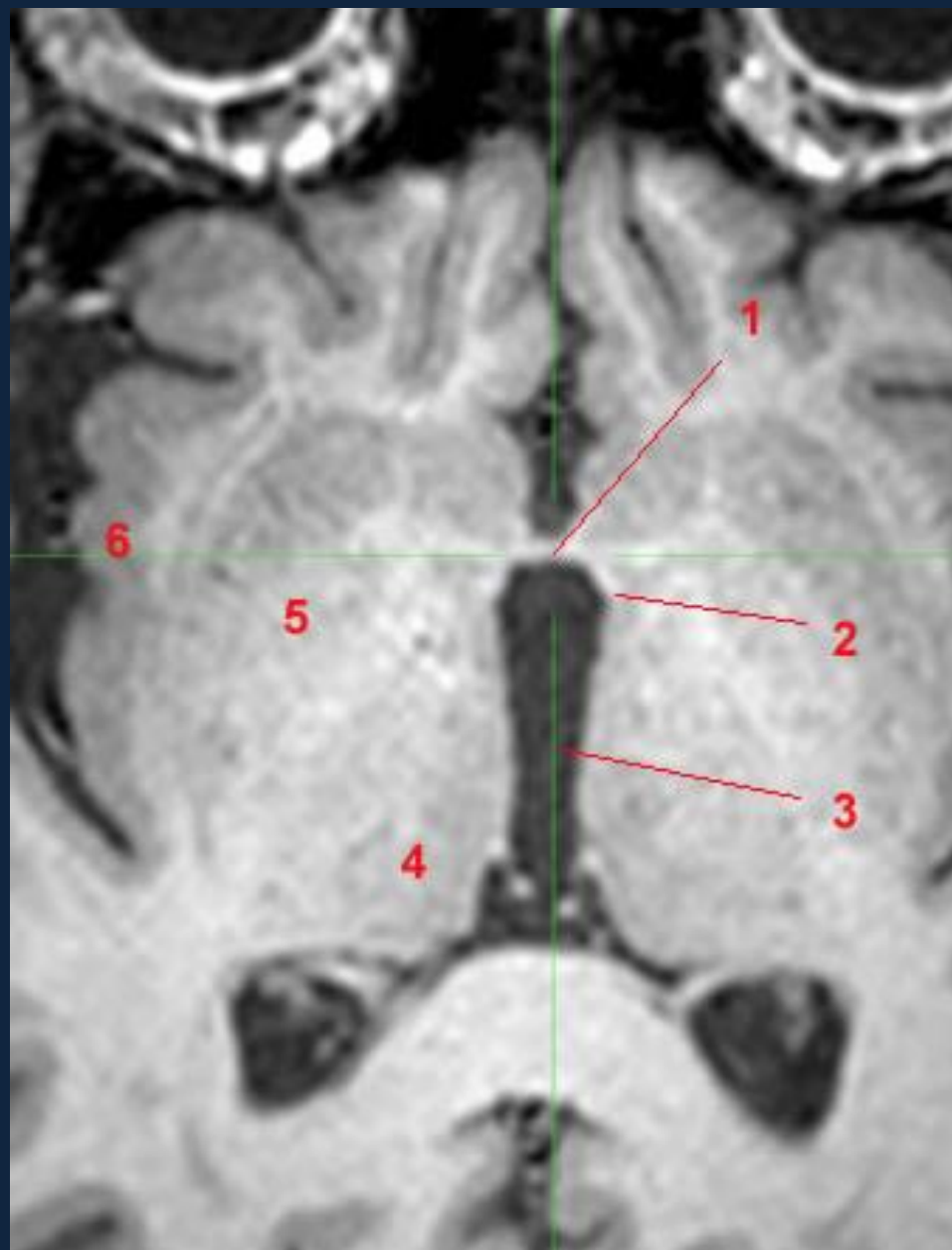


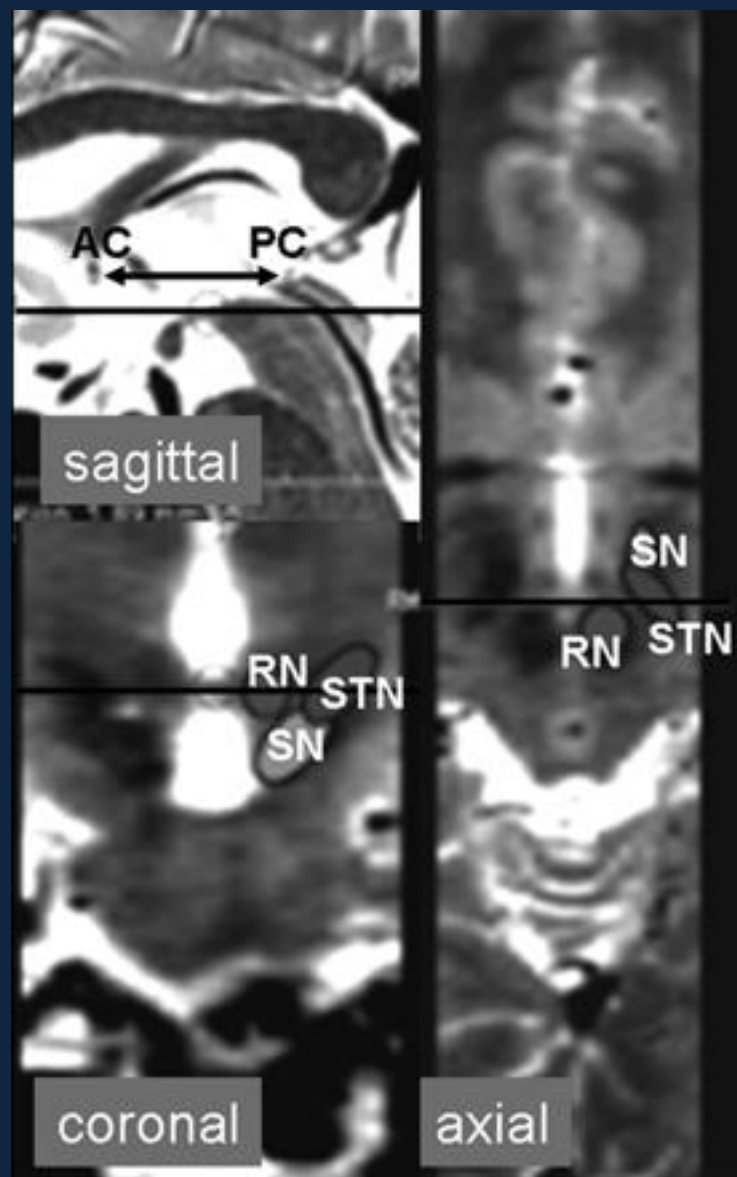
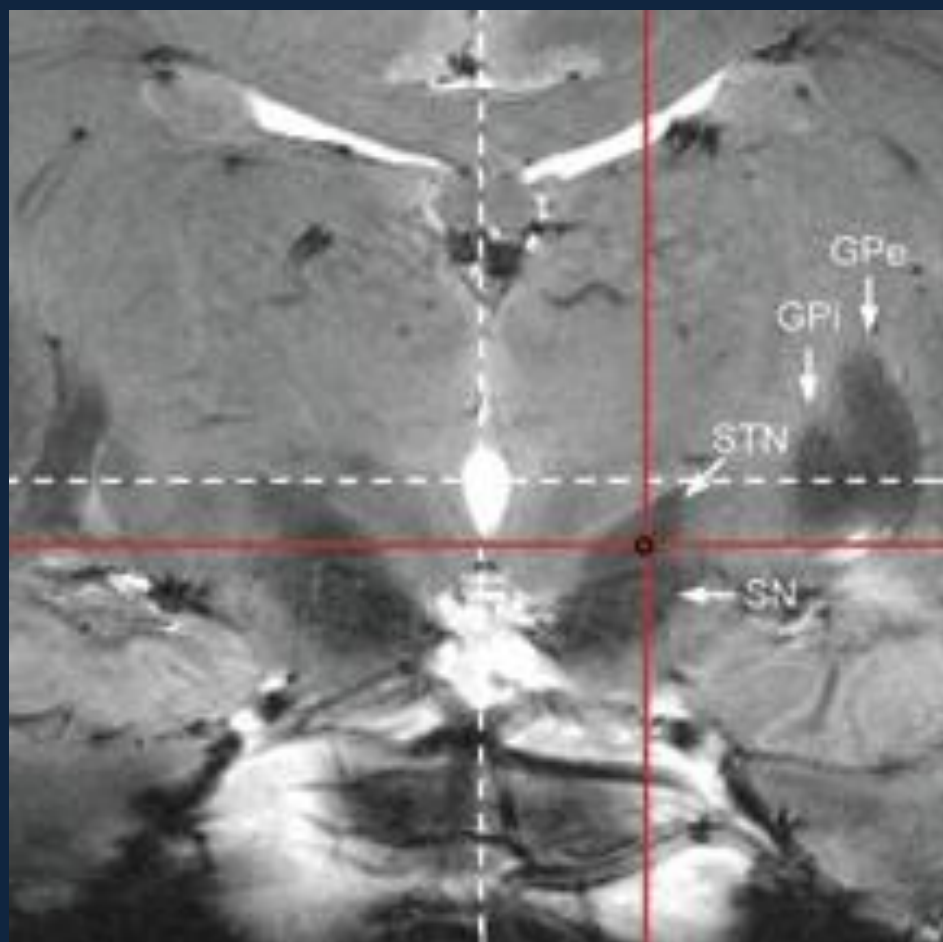
**Corpus
Callosum**

**Anterior
commissure**

**Posterior
Commissure**

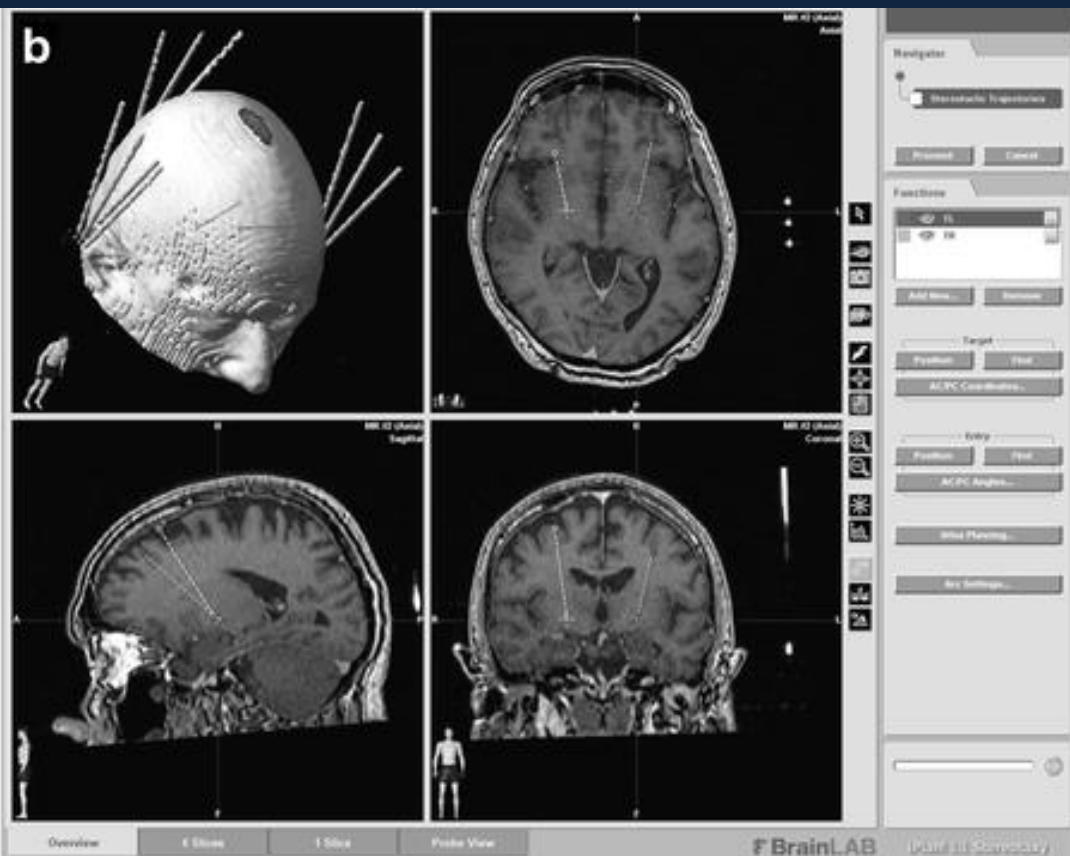
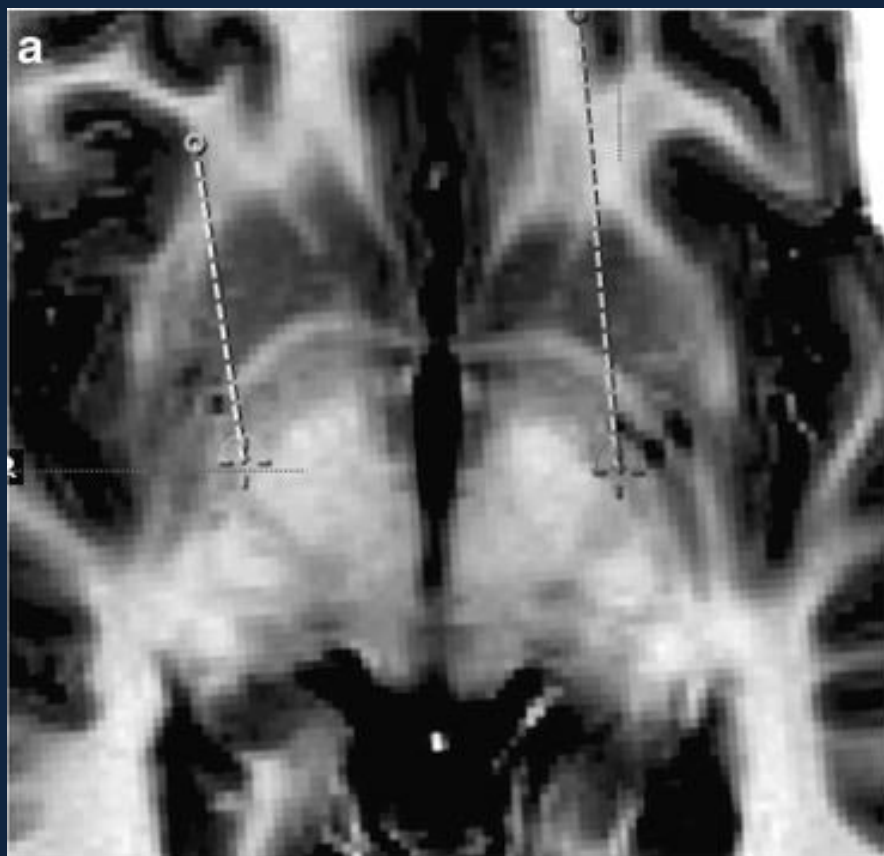


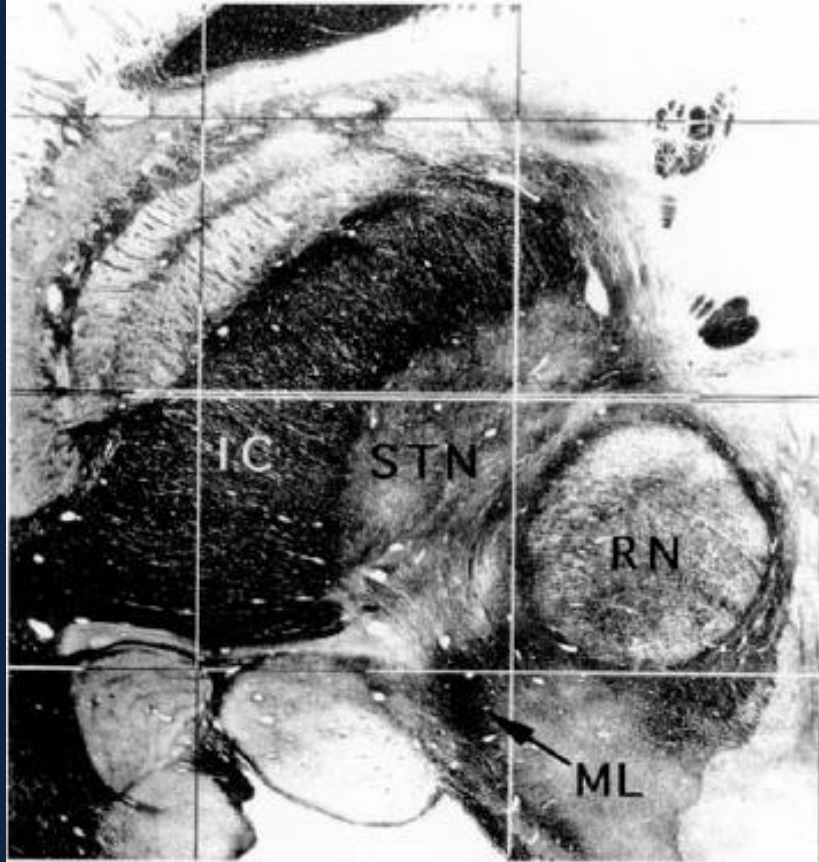
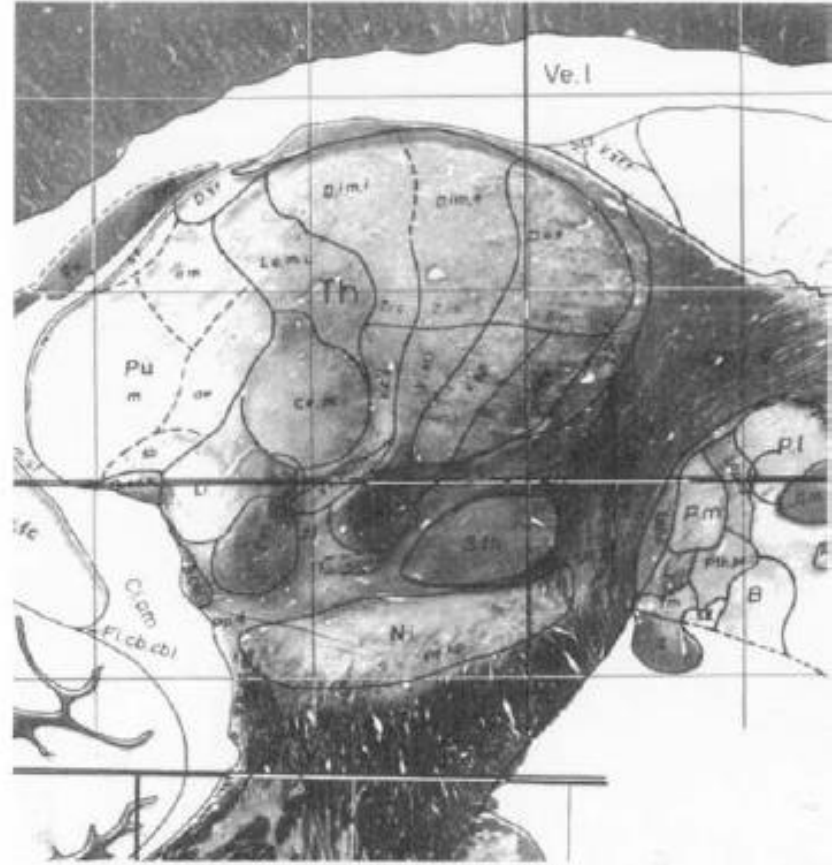




Άμεση Στόχευση





A**B**

RADIONICS StereoPlan

Patient:

Plan:

Schaltenbrand & Wahren Atlas

Axial

Thumbnails

Set/View

Target

AC

PC

Lateral Scale

Vertical Scale

Stereotactic Information

Target Coordinate:

AC Coordinate:

PC Coordinate:

Atlas Information

Target Coordinate:

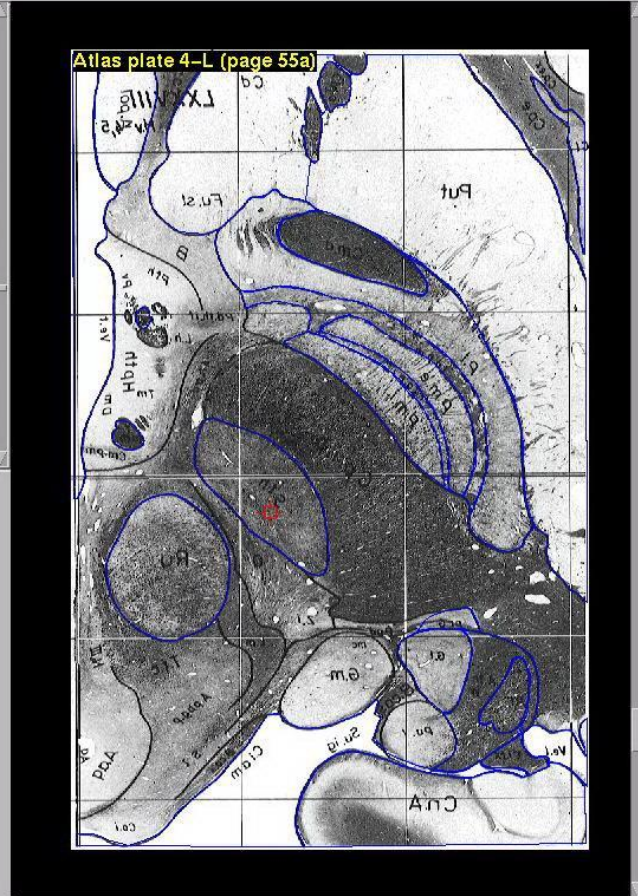
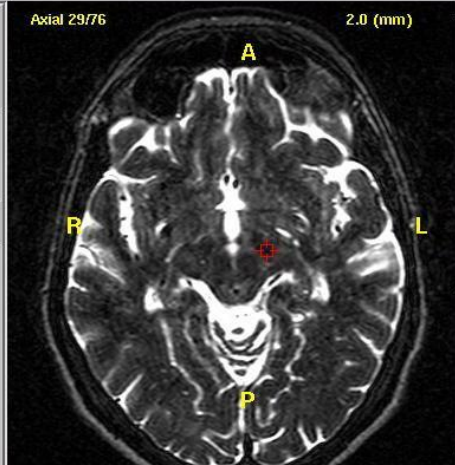
AC/PC Length:

Lateral Scale:

Vertical Scale:

Status

Current Point:



Place Point: Click and drag <Button 1> to set and move generic icon.

ΣΤΕΡΕΟΤΑΚΤΙΚΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΣΤΟΧΕΥΣΗΣ ΥΠΟΘΑΛΑΜΙΚΟΥ ΠΥΡΗΝΑ

Στόχος

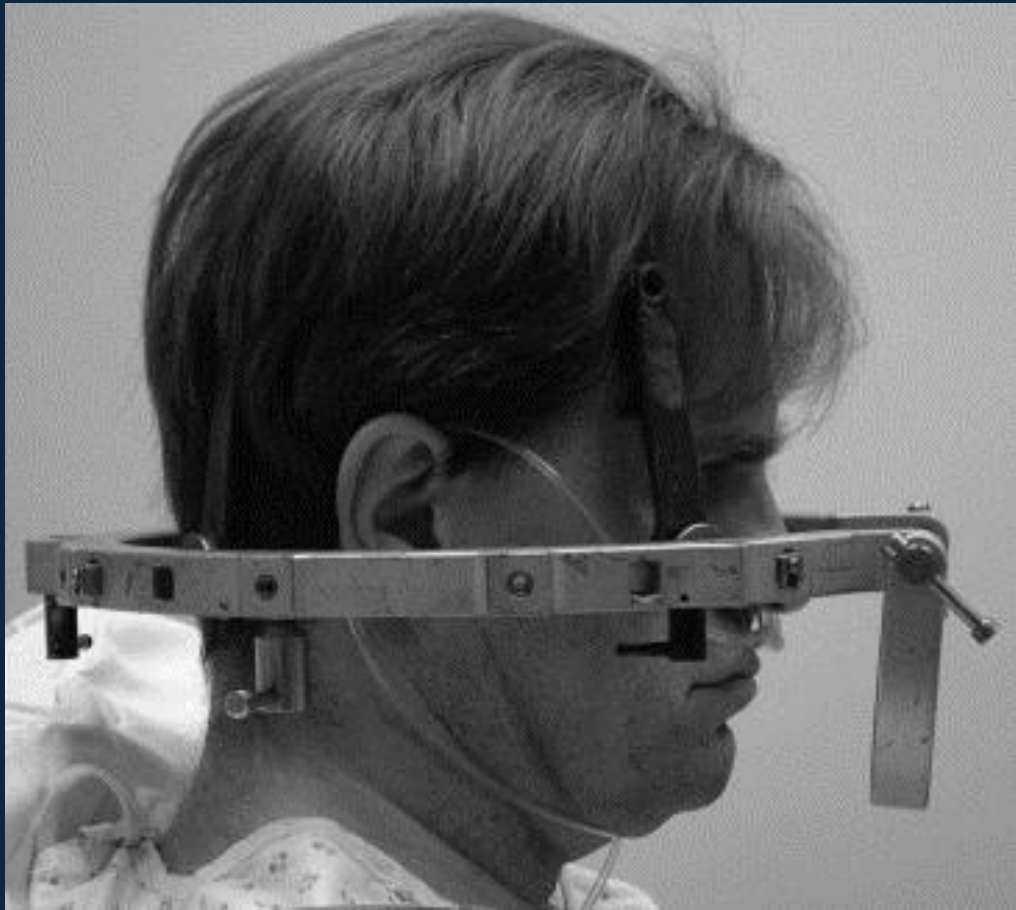
Στεροτακτικές συντεταγμένες

**Υποθλαμικός
πυρήνας**

12mm πλάγια από τη μέση γραμμή.

2-4mm πίσω από το μέσο σημείο της ΠΕ-
ΟΕ

3mm κάτω από το επίπεδο της ΠΕ-ΟΕ.

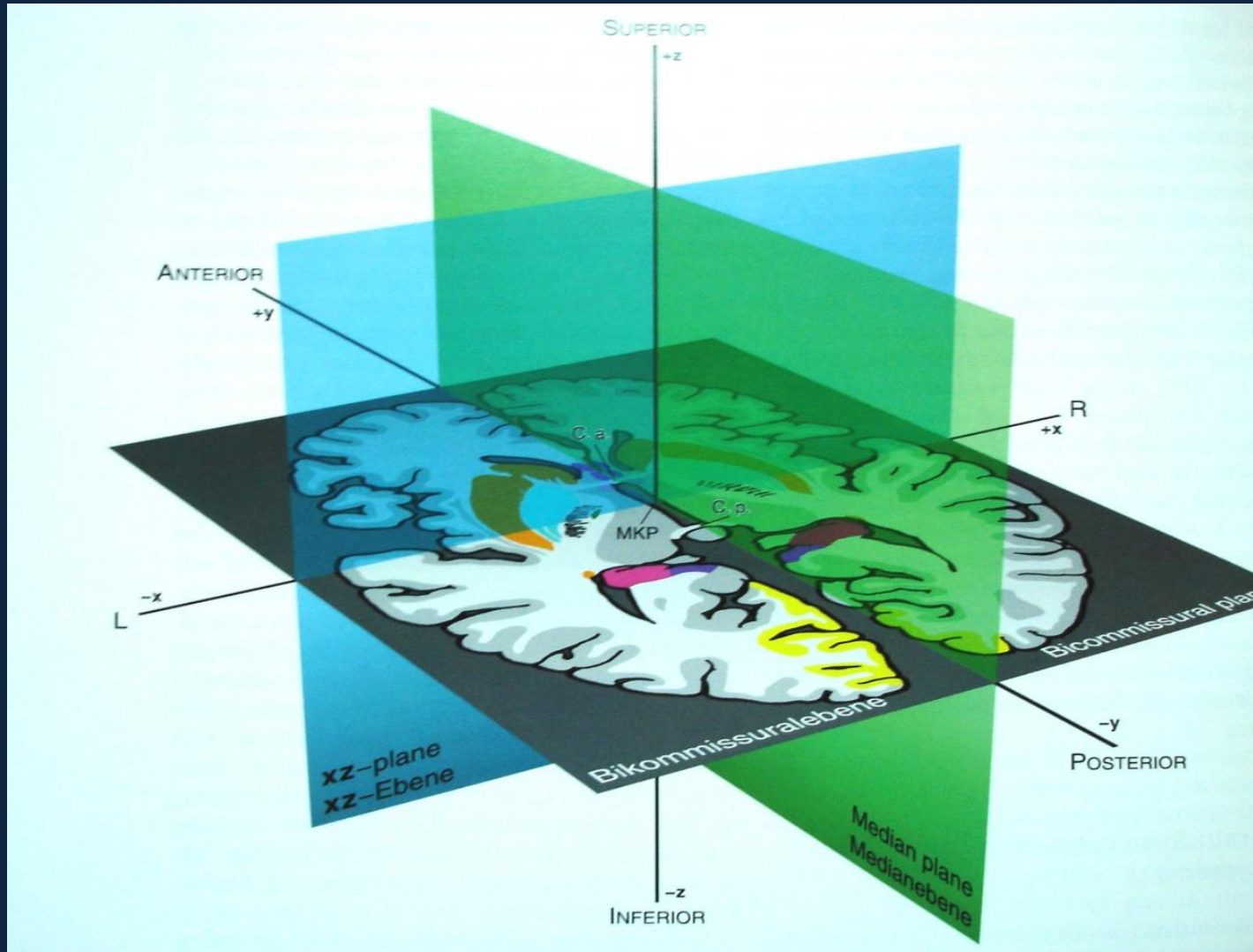


Χειρουργική επέμβαση

Τοποθέτηση Στερεοτακτικού Πλαισίου – CT

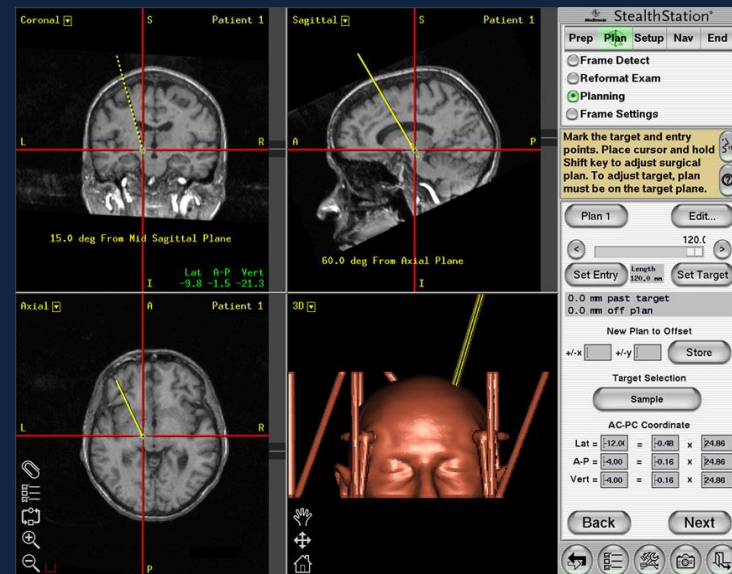
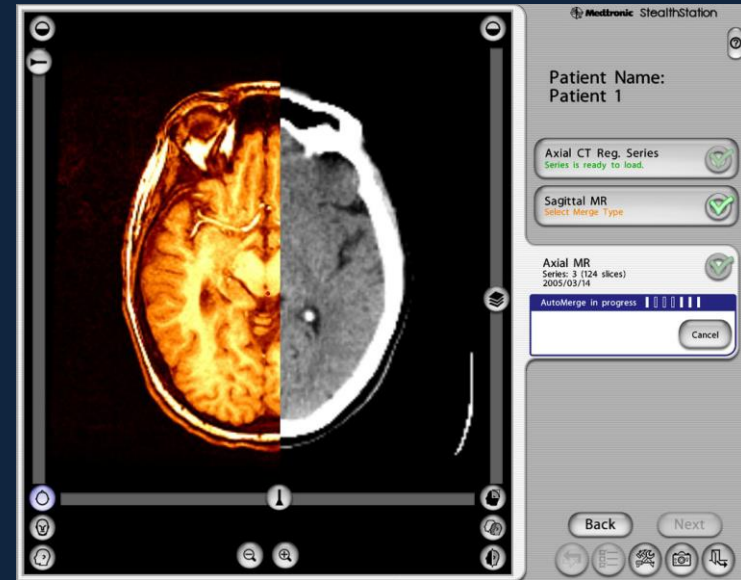
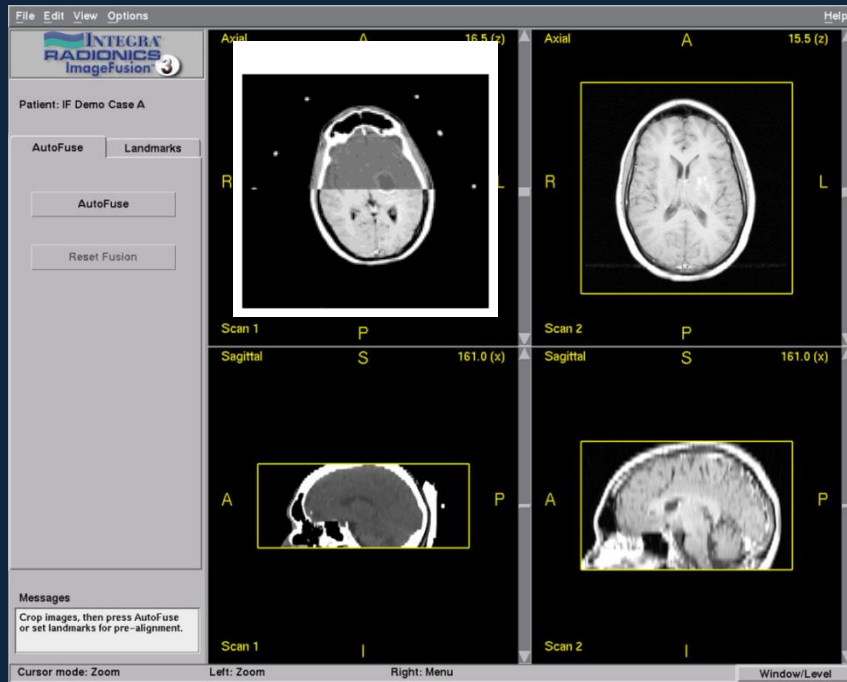


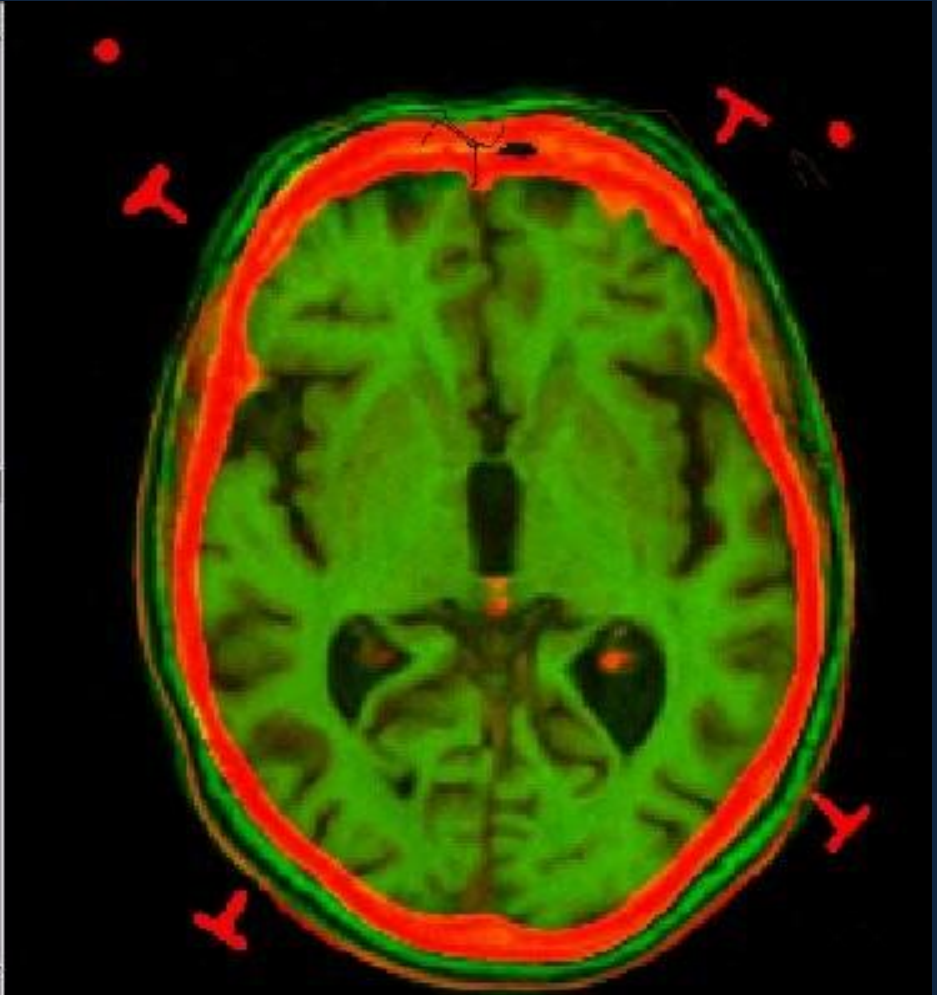
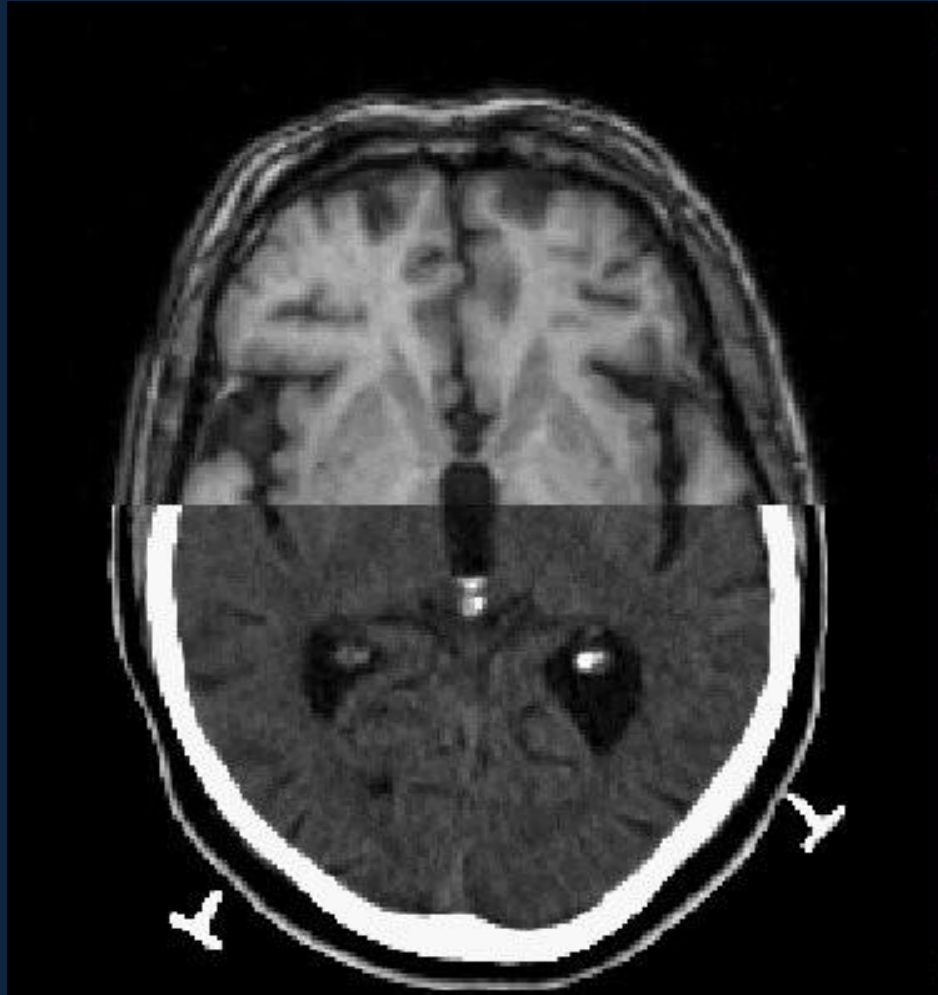




Χειρουργική επέμβαση

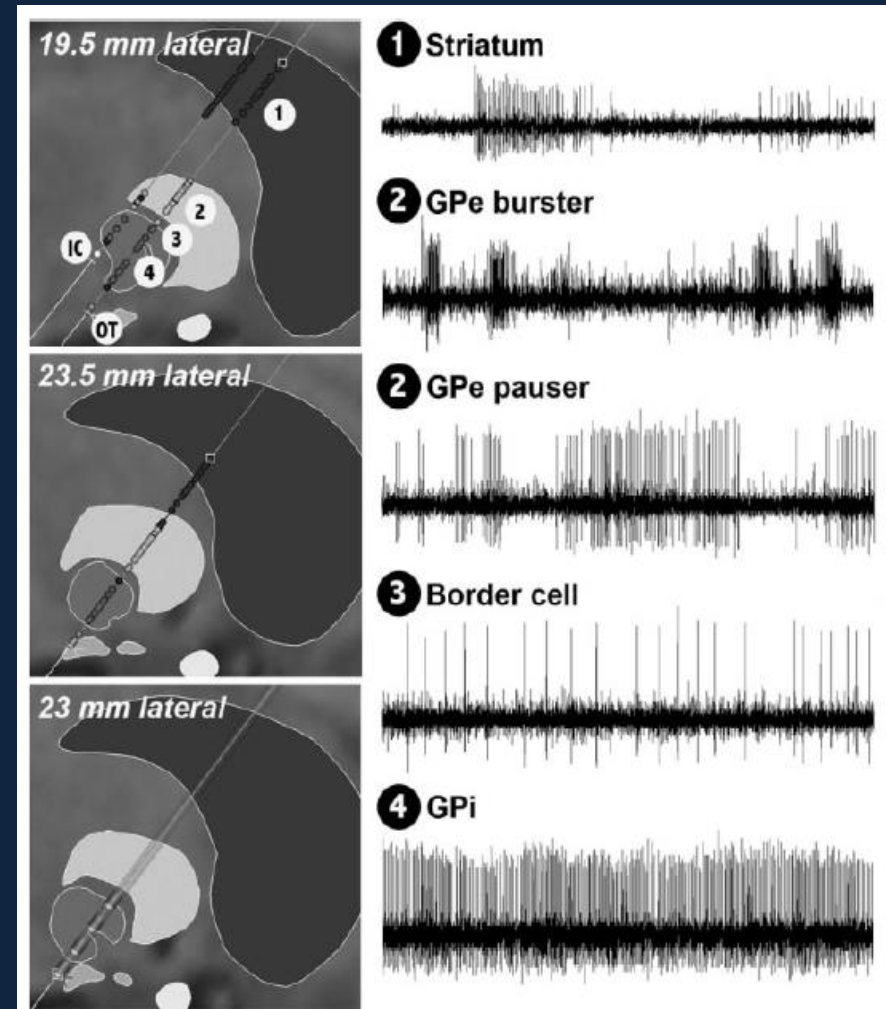
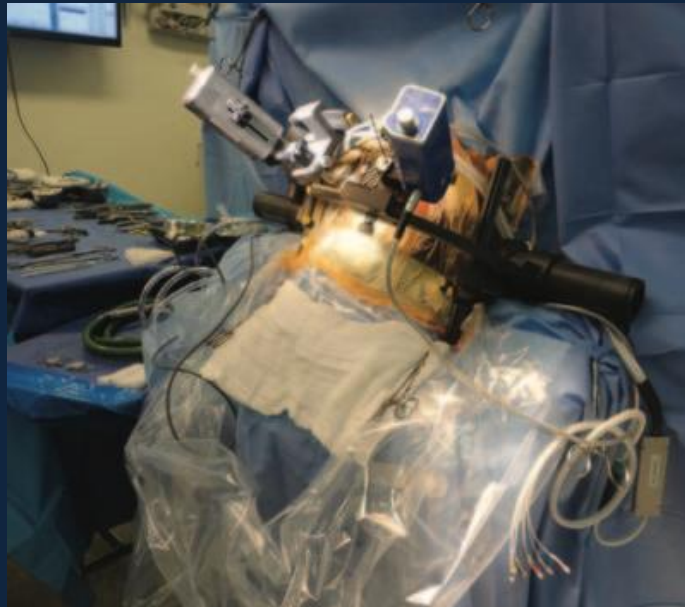
Συγχώνευση MRI -CT





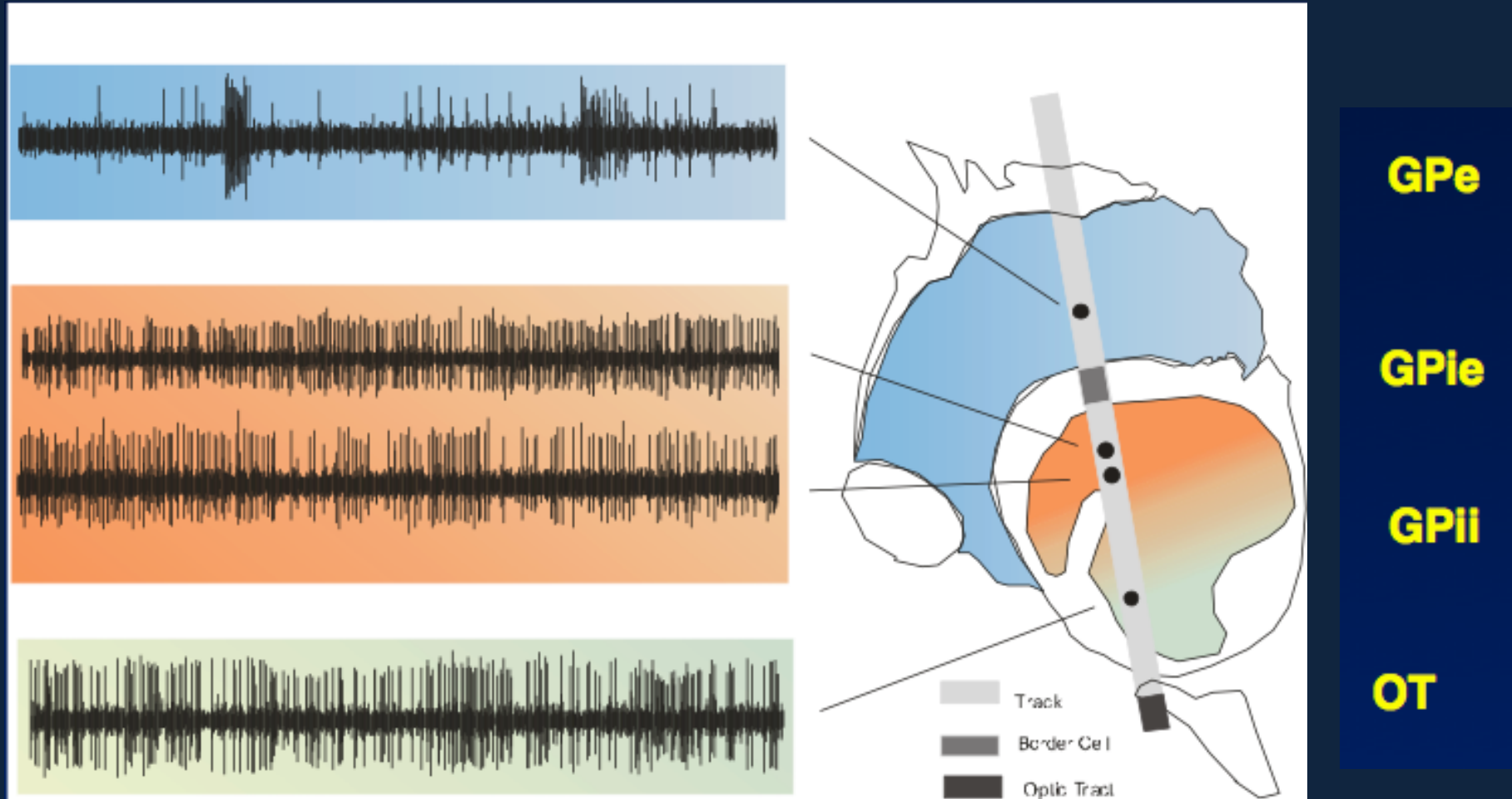
Χειρουργική επέμβαση

Μικροκαταγραφές – Φυσιολογικός Προσδιορισμός Στόχου



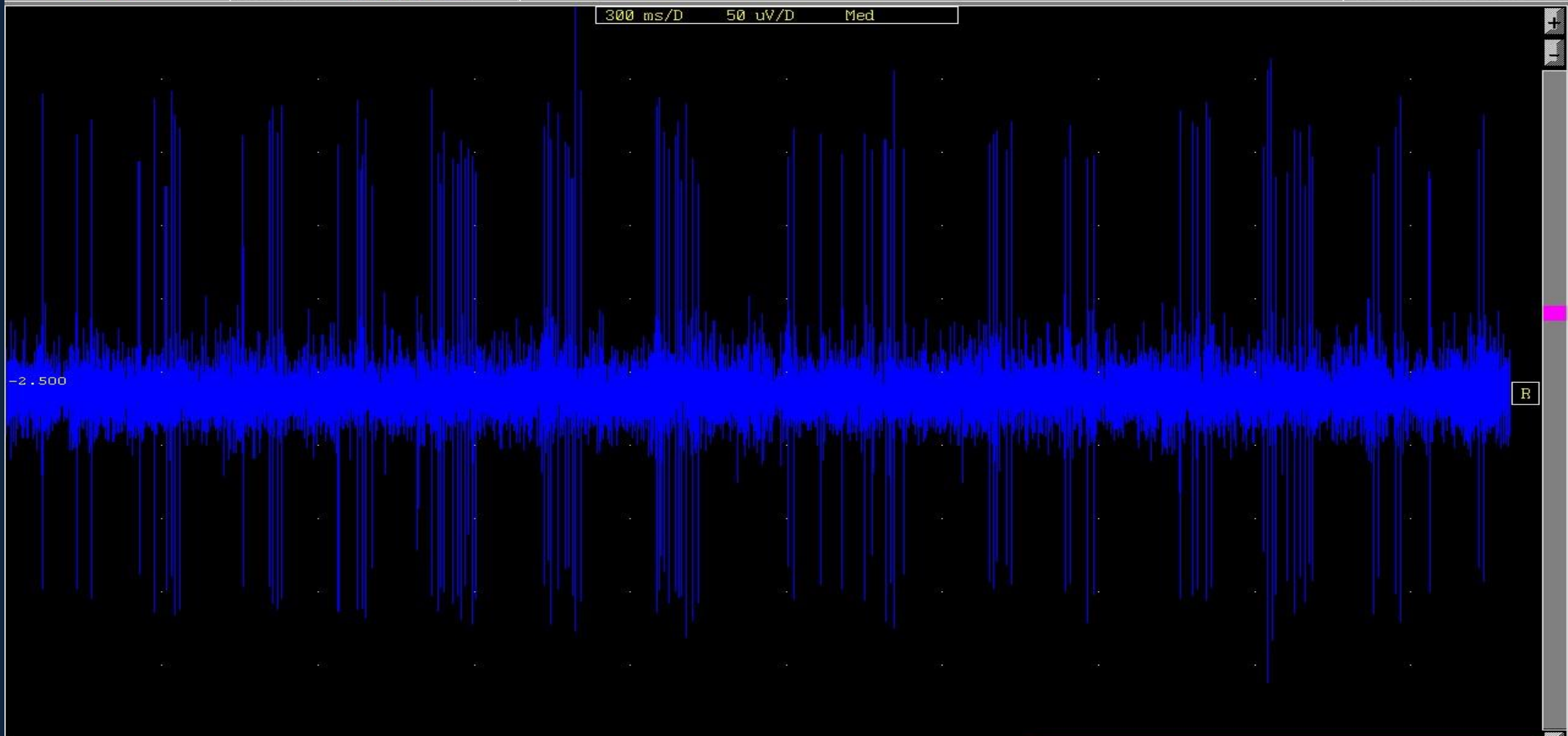
Χειρουργική επέμβαση

Μικροκαταγραφές – Φυσιολογικός Προσδιορισμός Στόχου



STN tremor unit

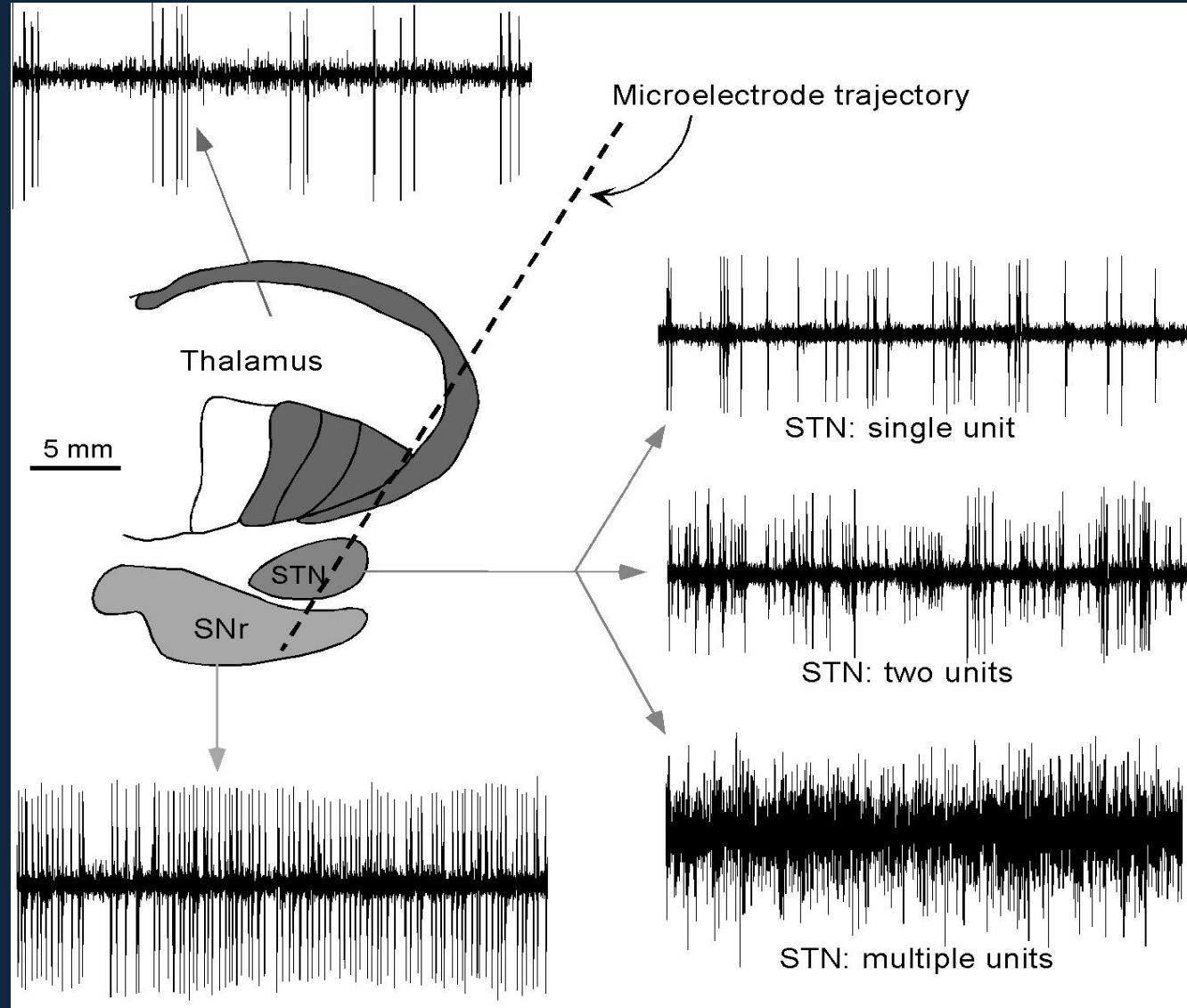
5 CH R Adv Anat 11:10:07 ▲ ▼ ▲ ▼ ▲ ▼ -5.000 mm ALEXANDRAKIS (100)
DIMITRIOS
00000100 21-02-08



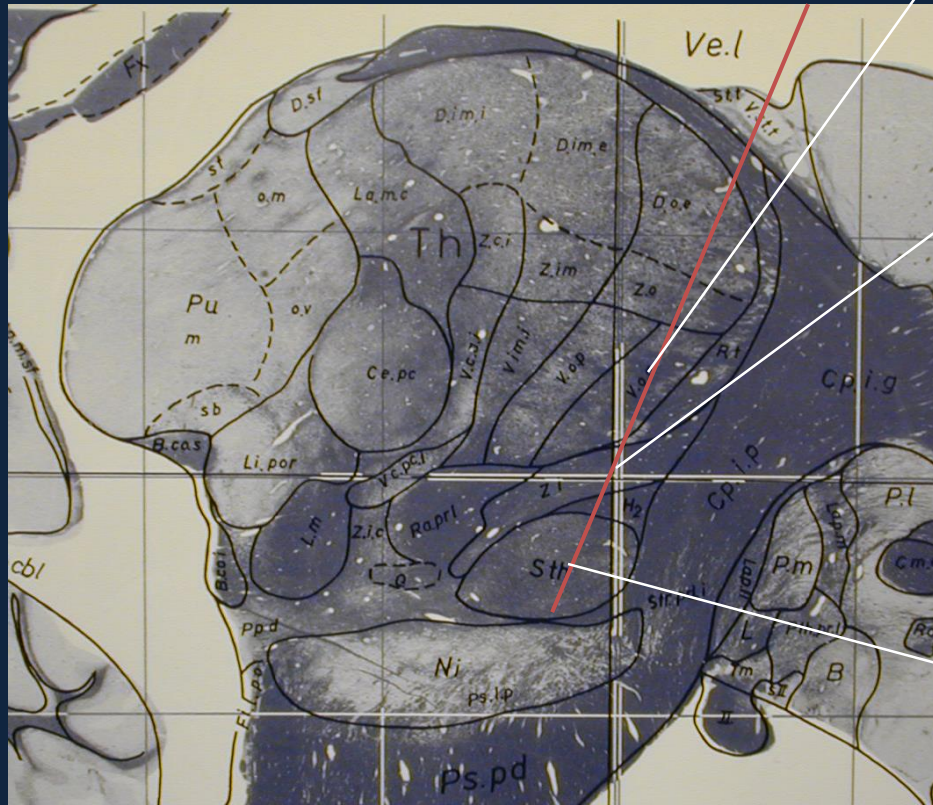
5 CH

Display INP	New test	Record	Mod. Setup	Report	Comments	5 CH L Adv Anat	Functional Test	
Stop	Erase	Imp. Test	Settings	Print	Patient	Trace	Default	
						Raster	Log	Result
						Trend	Notes	Overview

STN



Physiologic Localization



Electrode Trajectory

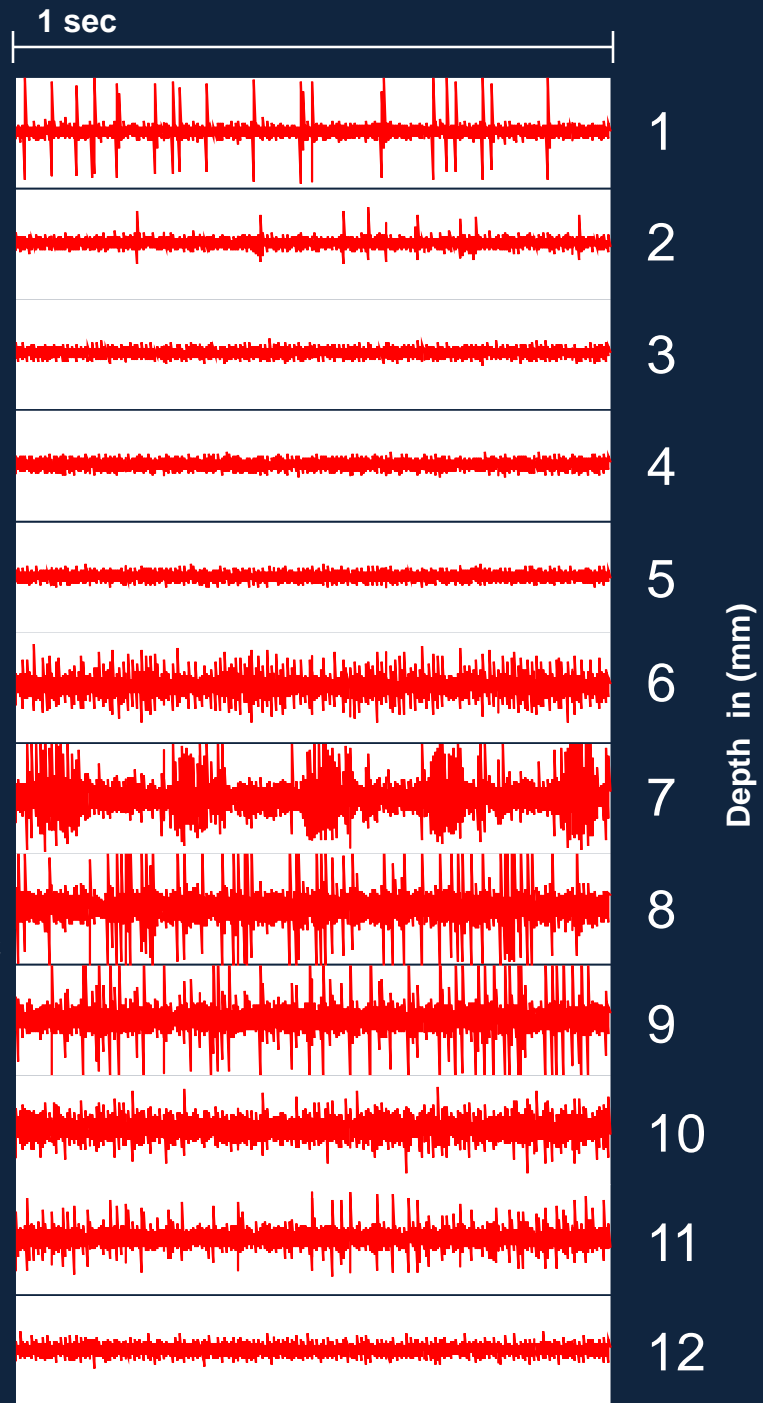
Thalamus

Zona Incerta

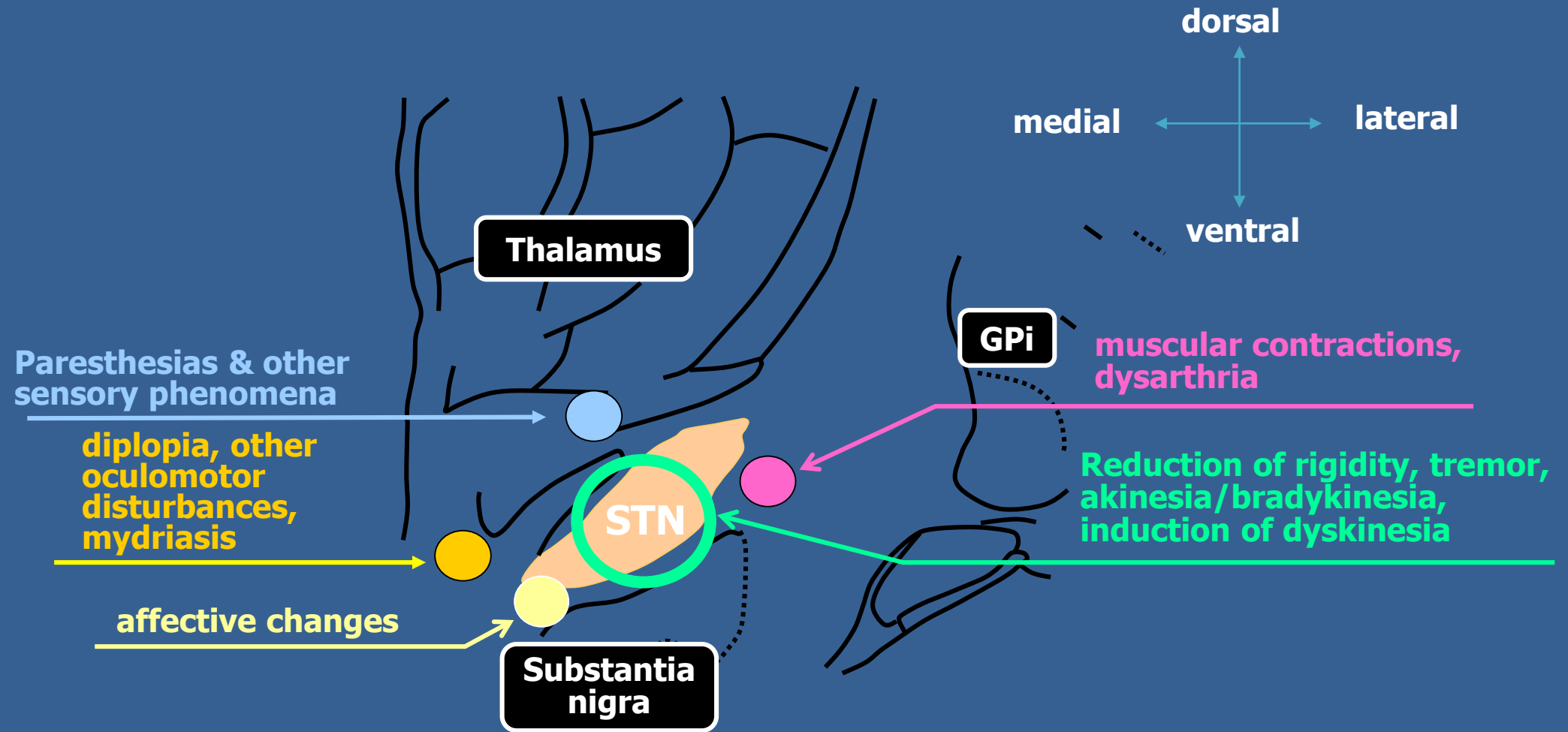
Tremor Cell →

Subthalamic Nucleus

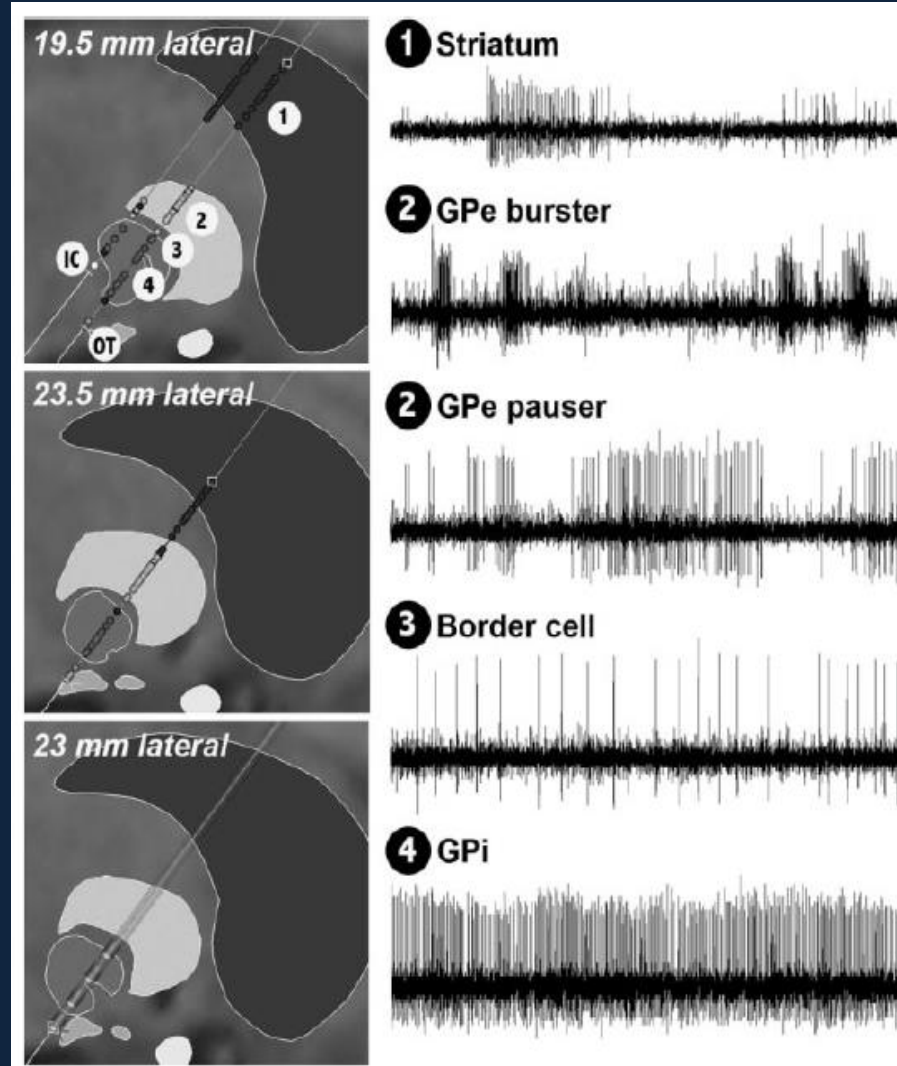
Para-sagittal Section - 12 mm lateral

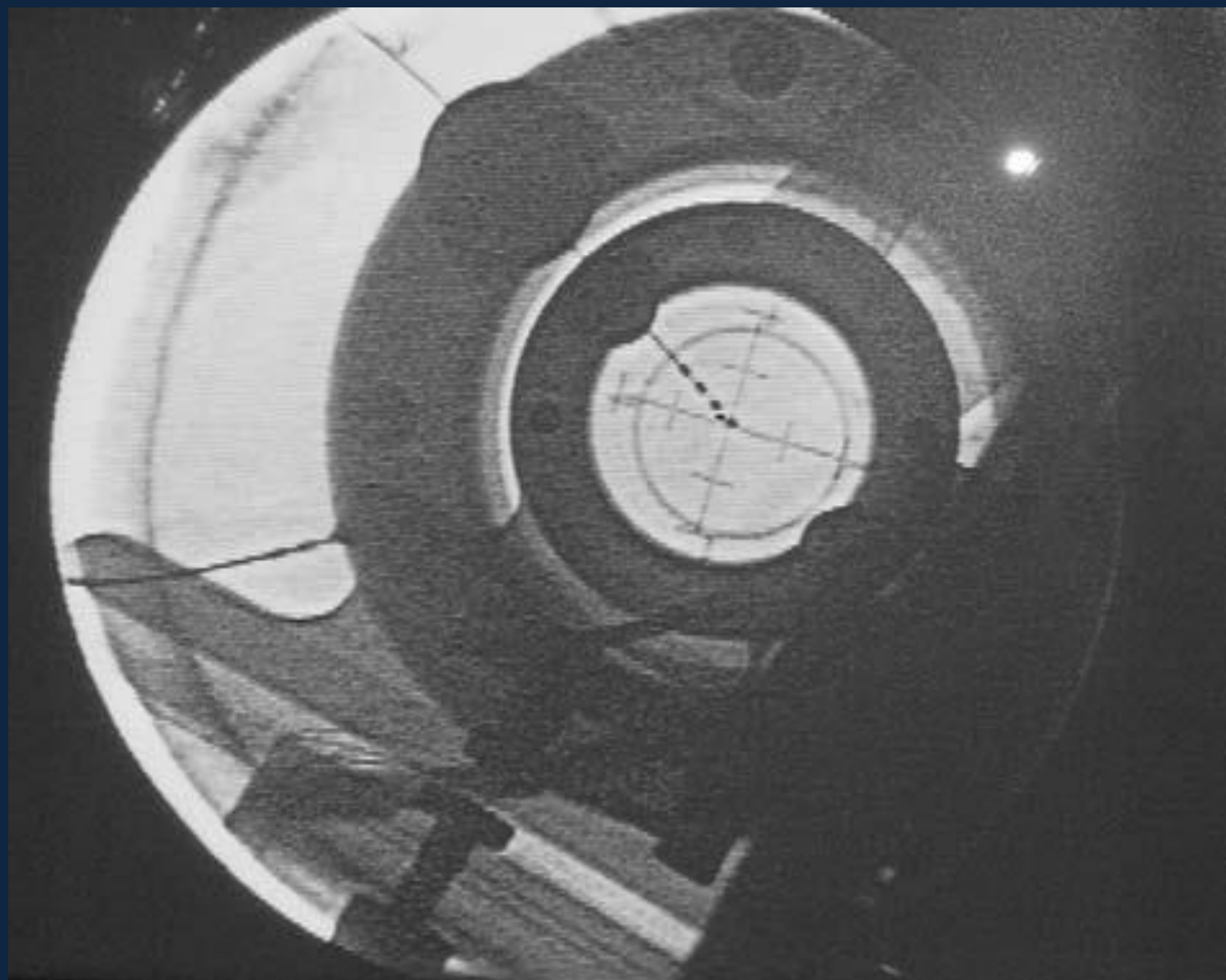


STN



GPe/GPi

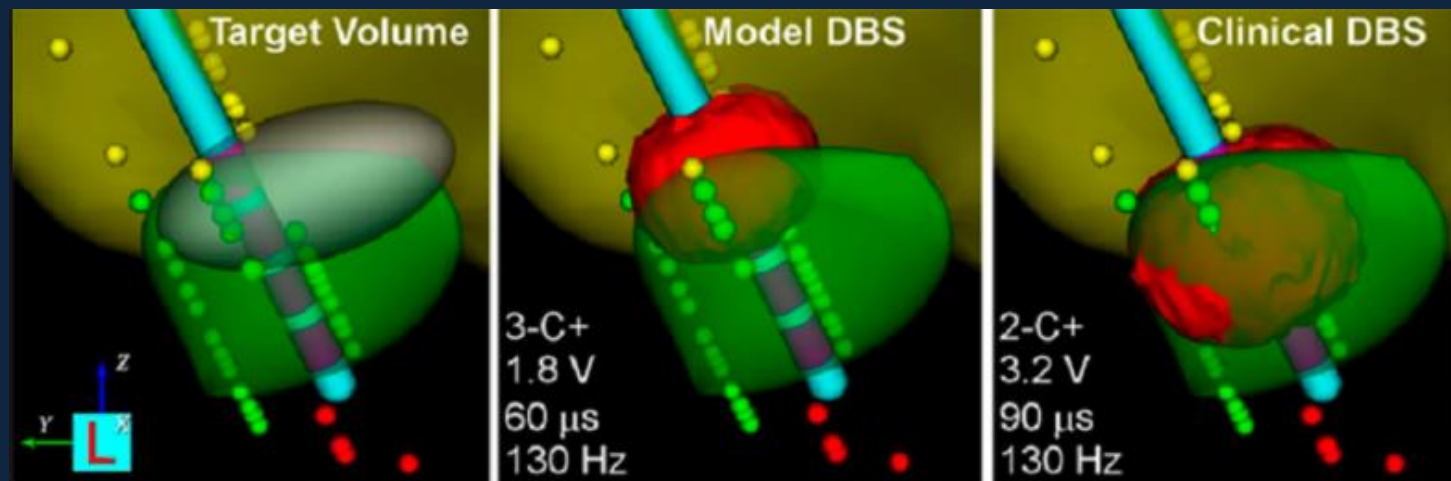




Χειρουργική επέμβαση

Εμφύτευση Διεγέρτη

Ενεργοποίηση Διεγέρτη



Χειρουργική επέμβαση

Επιπλοκές

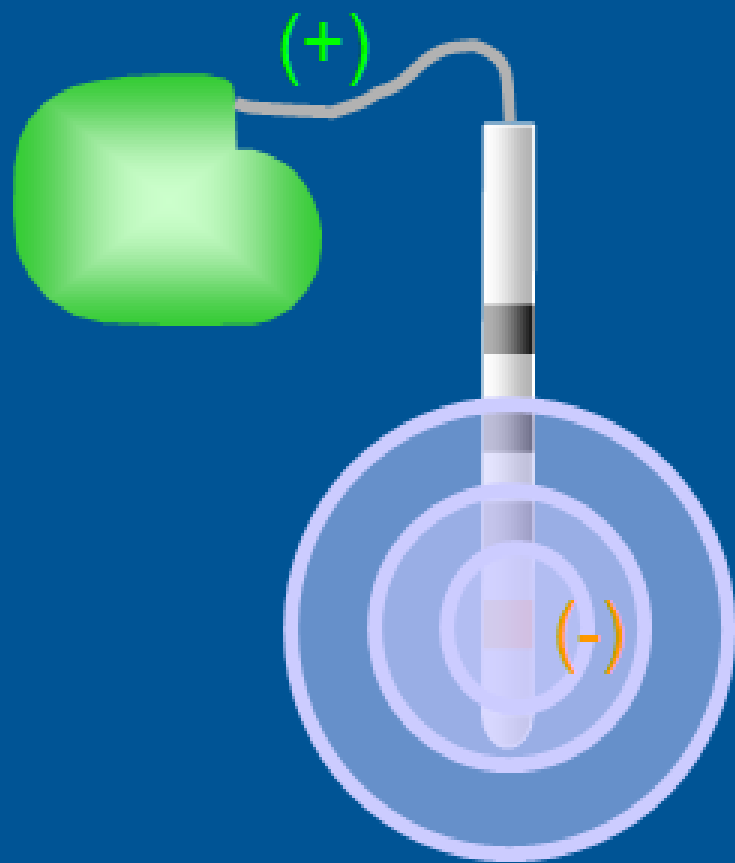
Λοίμωξη

Αιμορραγία

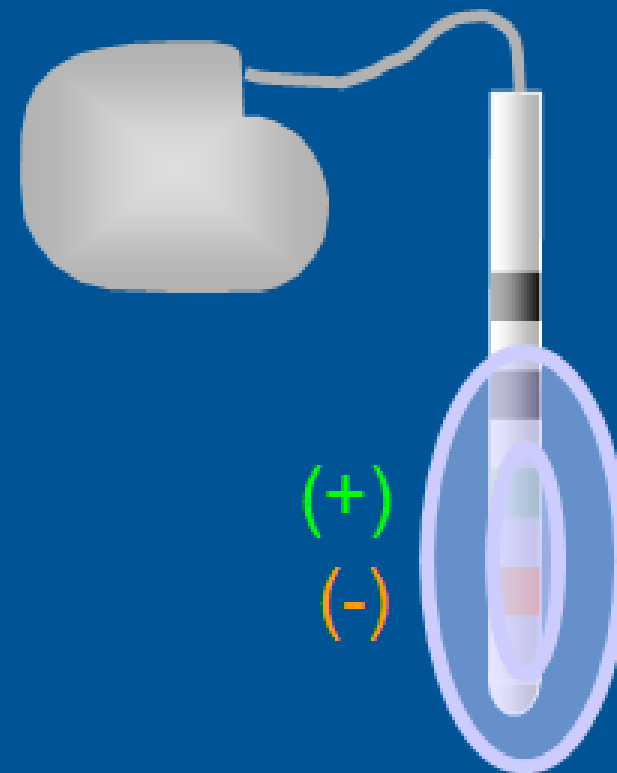
Προβλήματα υλικών (Αποσύνδεση-τομή ηλεκτροδίων)

Επιπλοκές Διέγερσης

1. Παραισθησίες
2. Δυσαθρία
3. Ψυχιατρικές Διαταραχές.



Μονοπολική



Διπολική

