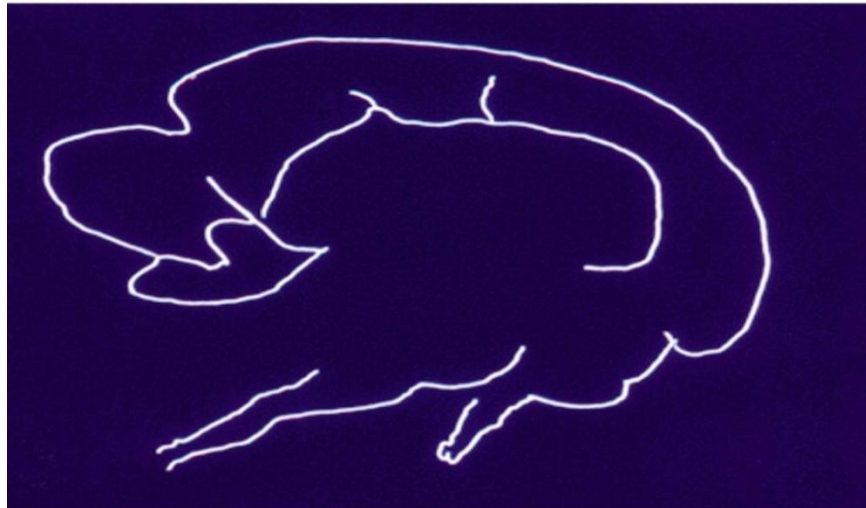


# Λειτουργική Ανατομία Υποθαλάμου



**Θεοδόσης Καλαματιανός PhD**  
**ΠΜΣ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΝΕΥΡΟΑΝΑΤΟΜΙΑ**

# Υποθάλαμος



Wilhelm His (1831-1904)  
*"Until it has been refuted, I stand by the statement that characters can not be inherited that were acquired during the lifetime of the individual"*

- Πρώτη νευροανατομική περιγραφή του υποθαλάμου ως ξεχωριστή λειτουργική οντότητα = τέλος του 19<sup>ου</sup> αιώνα (1893)
- Εμβρυολογικές μελέτες:
  - Διαχωρίζει τον διεγκέφαλο ("Zwischenhirn") σε **επιθάλαμο, θάλαμο & υποθάλαμο**
  - Εισαγωγή στην ονοματολογία της Βασιλείας (*His 1985, Baseler Nomina Anatomica*) που υιοθετείται από την Γερμανική Ανατομική Εταιρία (Anatomische Gesellschaft)

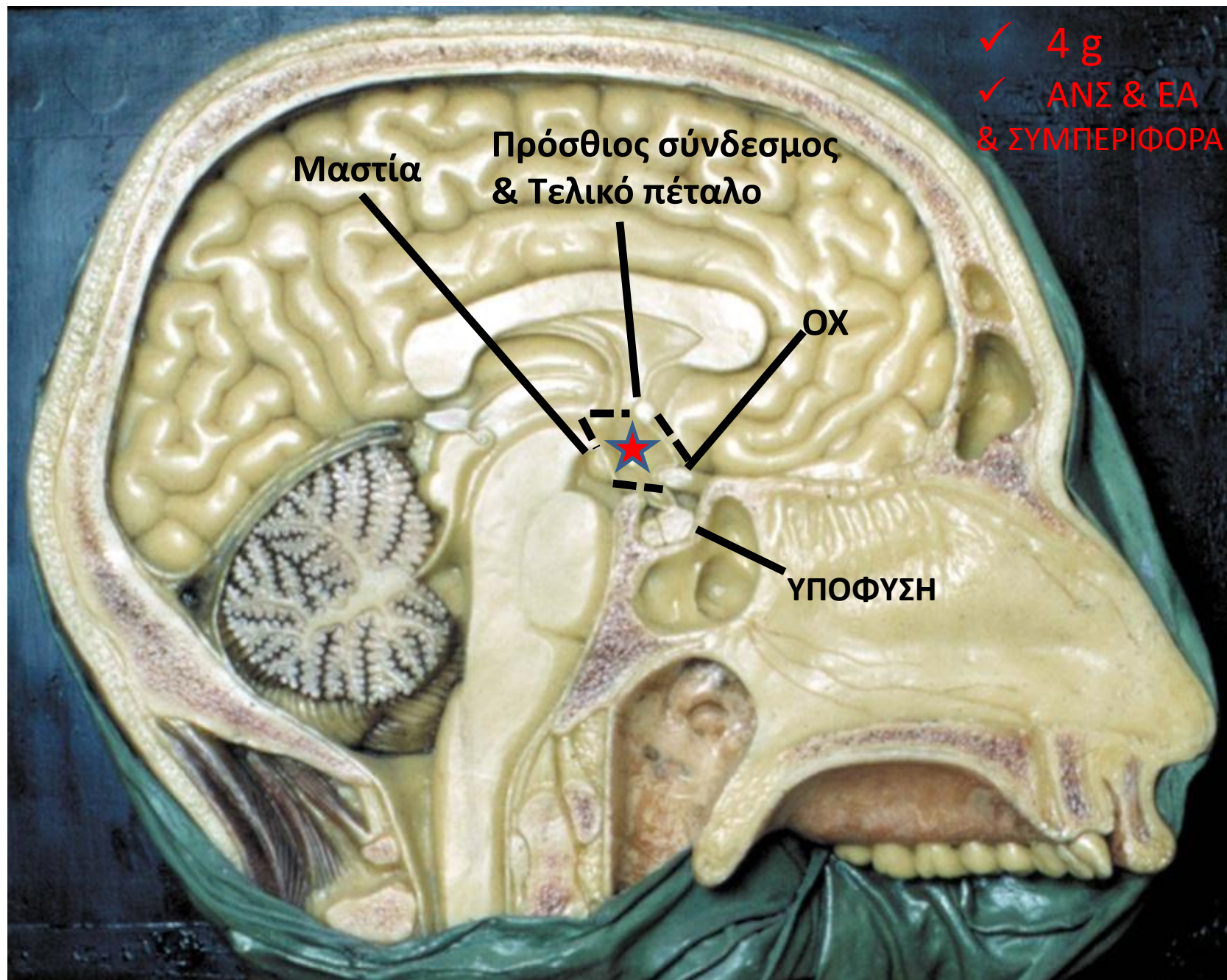
# Υποθάλαμος (σήμερα)

- **ΣΥΝΘΕΤΗ ΔΟΜΗ:** Αποτελείται από πυρήνες & συνδέσεις (απαγωγές, προσαγωγές, ενδο-υποθαλαμικές), άλλες δομές (π.χ περικοιλιακά όργανα) για τον έλεγχο και συσχετισμό:
  - **A.N.Σ, Συστήματος Ενδοκρινών Αδένων & Συμπεριφορά**
- Συγκριτικές Νευροανατομικές μελέτες: κοινή/ομόλογη δομή στα σπονδυλωτά
- **Ομοιοσταστατικό κέντρο** = διατήρηση εσωτερικού περιβάλλοντος εντός πλαισίου φυσιολογικών κλιμάκων & ορίων (**set points**):
  - θερμοκρασία σώματος, συγκέντρωση ηλεκτρολυτών, μεταβολικών & αιμοδυναμικών δεικτών κ.α
  - ρυθμίζει αντιδράσεις μετά από μολύνσεις, τραύμα κ.α
- **Βηματοδότης ρυθμών** (π.χ κιρκάδιων & ουλτράδιων)
- **Ρυθμίζει/υποκινεί συμπεριφορές ζωτικής σημασίας** για την **επιβίωση** του ατόμου & είδους: πρόσληψη τροφής & υγρών, κοινωνικο-σεξουαλική συμπεριφορά, γονική συμπεριφορά, επιθετική συμπεριφορά

# Δομή Διάλεξης

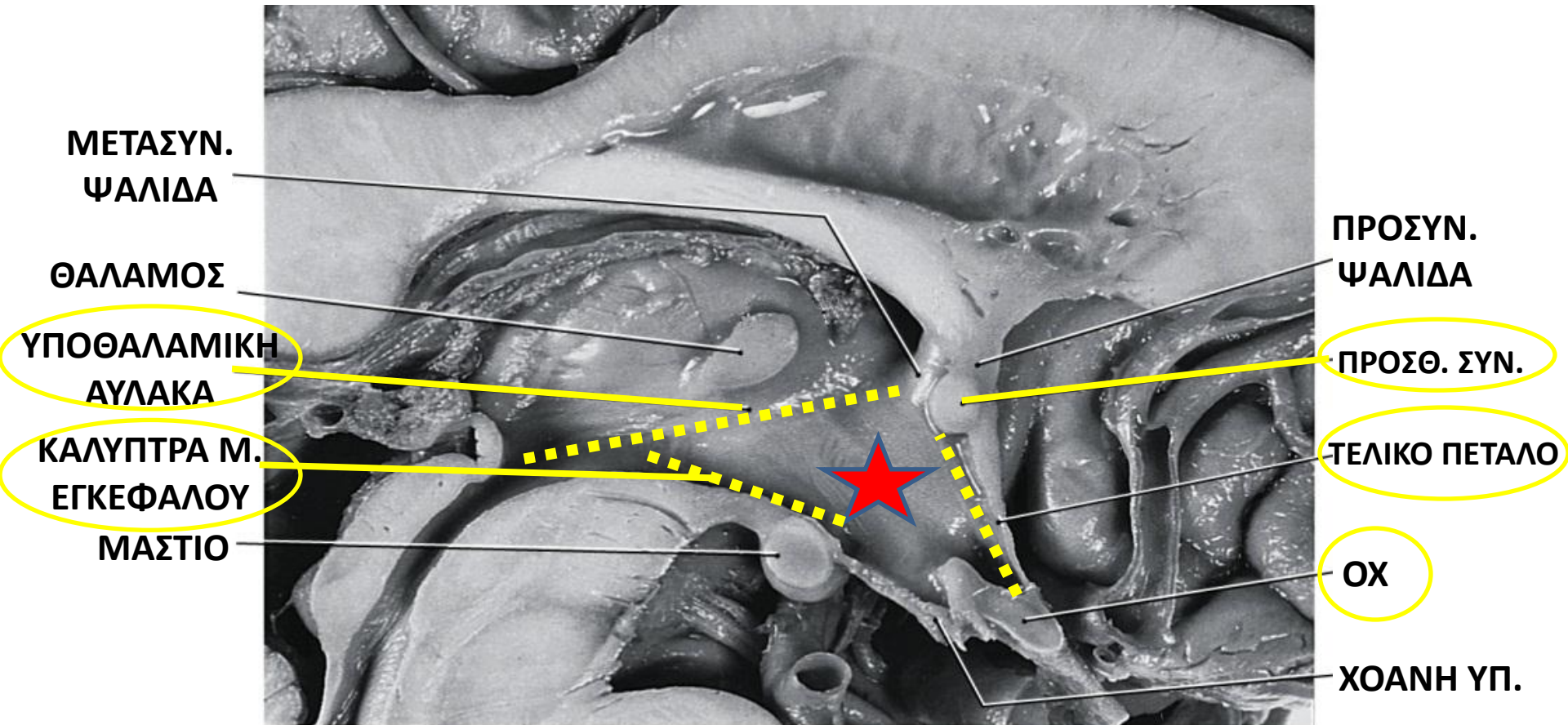
1. **Μακροσκοπική Ανατομία Υποθαλάμου (σημ. αναφοράς & όρια)**
2. **Μικροσκοπική, Απεικονιστική, Αναπτυξιακή & Λειτουργική Ανατομία**
  - **Υποδιαίρέσεις Υποθαλάμου: Περιοχές & Ζώνες**
  - **Συνδέσεις & Δίκτυα**
  - **Ανάπτυξη υποθαλάμου**
  - **Προσθιοπίσθια διάταξη & Κυτταρικοί Πληθυσμοί: Πυρήνων**
  - **Λειτουργικά Δίκτυα: Πυρήνες, Περιοχές, Περικοιλιακά Όργανα**
    - Ρύθμιση αναπαραγωγικών λειτουργιών
    - Ρύθμιση θερμοκρασίας του σώματος
    - Ρύθμιση του ύπνου
    - Ρύθμιση ισοζυγίου ύδατος & ηλεκτρολυτών
    - Ρύθμιση κιρκάδιων ρυθμών
    - Ρύθμιση της όρεξης & ισοζυγίου ενέργειας

# 1. Μακροσκοπική Ανατομία Υποθαλάμου



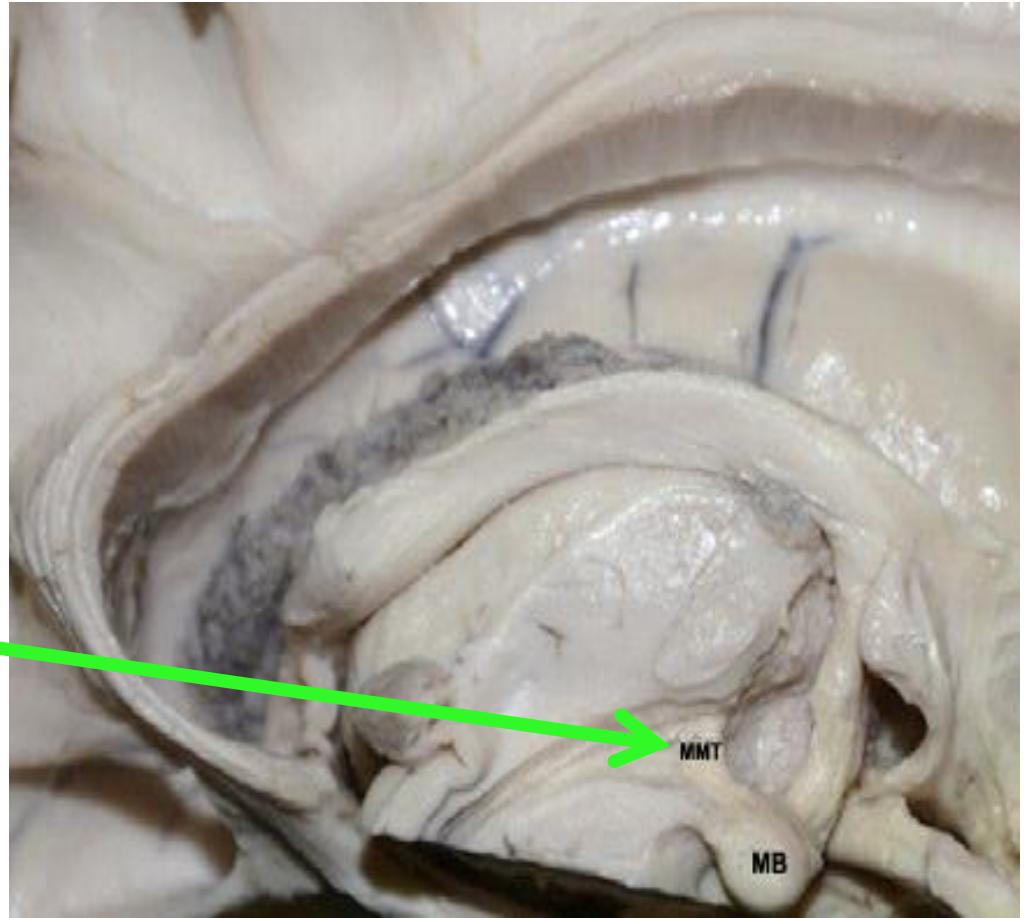
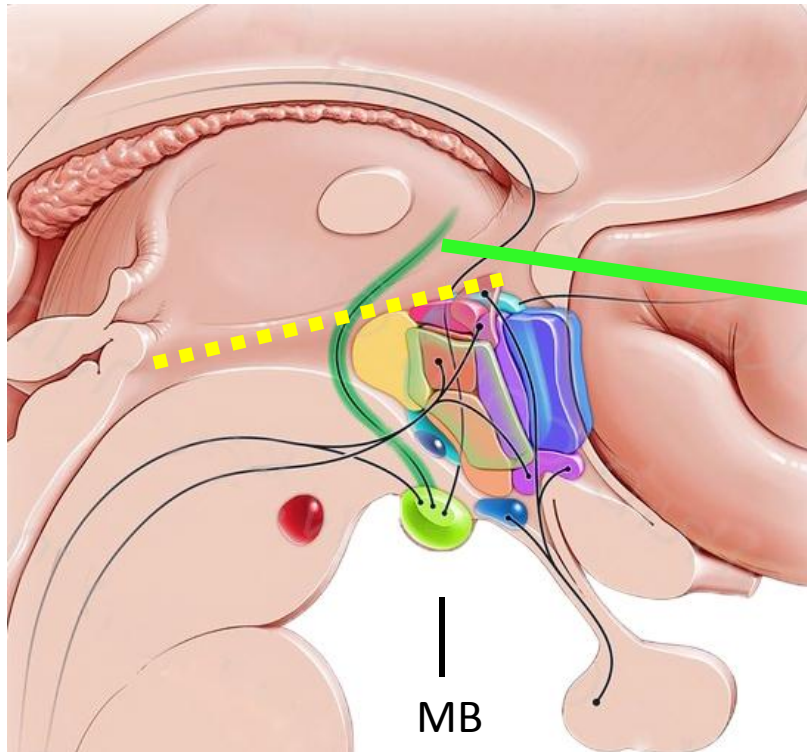
# ΟΡΙΑ ΥΠΟΘΑΛΑΜΟΥ (ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΜΑ)

- ✓ Εμπρός: Τελικό Πέταλο
- ✓ Άνω: Υποθαλαμική Αύλακα
- ✓ Πίσω: Καλύπτρα Μέσου Εγκεφάλου



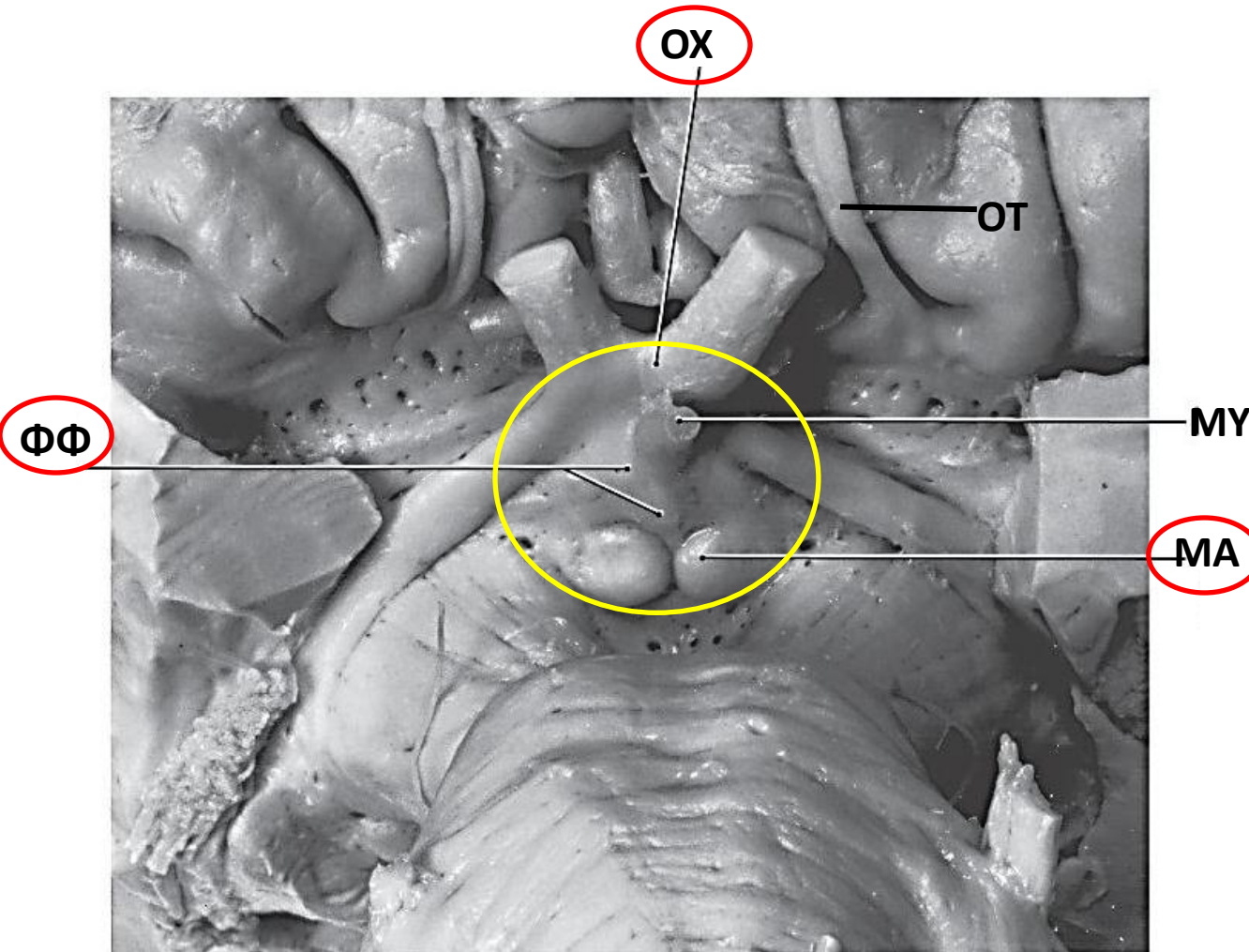
# ΟΡΙΑ/ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΜΑ (Πίσω)

- ❑ Μαστιοθαλαμική δεσμίδα (Vicq d' Azyr)





# ΟΡΙΑ/ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΜΑ (Κάτω)



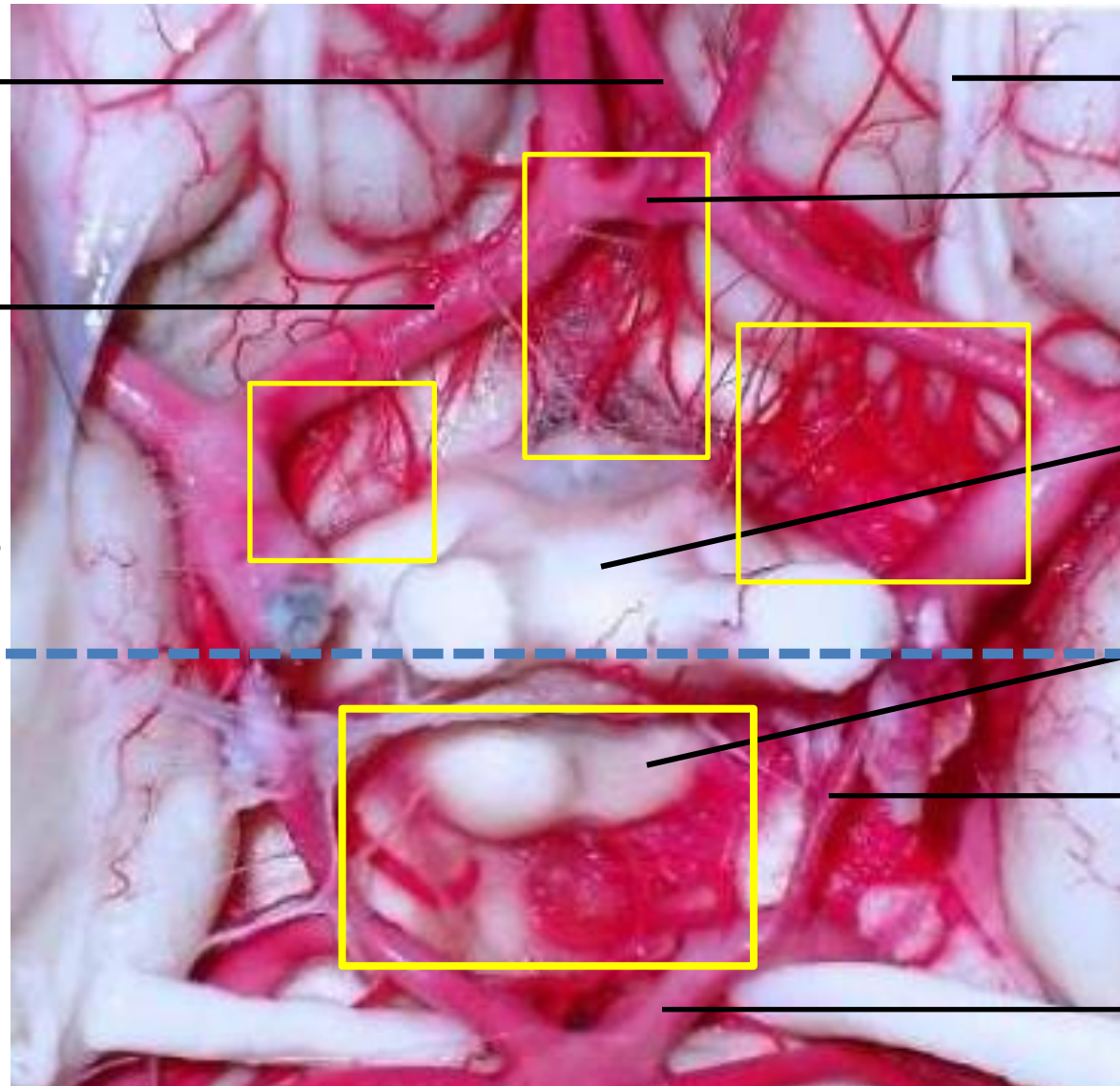
1. ΟΧ

2. ΦΦ: υπόκυρτο  
έπαρμα  
φαιάς ουσίας  
• Προς τα κάτω  
συνεχίζεται στο μίσχο  
της υπόφυσης

3. ΜΑ:

• Η σφαιροειδής μάζα  
της φαιάς ουσίας  
περιβάλλεται από **κάψα**  
**εμμύελων νευρικών**  
**ινών**

# Αιμάτωση υποθαλάμου



ΠΕΑ(A2)

ΟΤ

ΠΑΑ

ΠΕΑ (A1)

ΟΧ

ΕΜΠΡΟΣ:  
ΥΠΕΡΟΠΤΙΚΗ Π.

ΜΑ

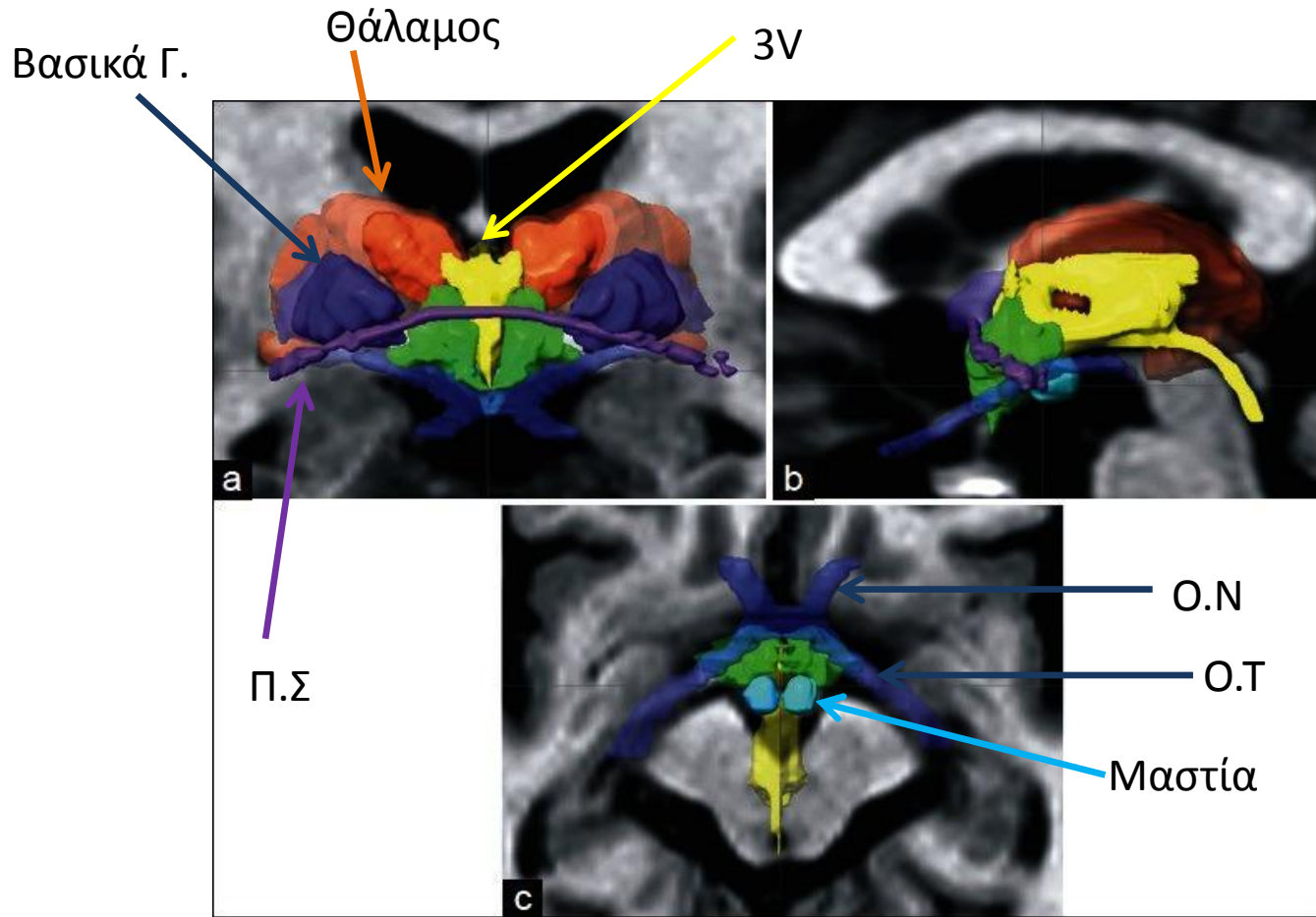
ΜΕΣΗ & ΠΙΣΩ:  
ΜΕΣΗ Π.  
ΜΑΣΤΙΚΗ Π.

ΟΑΑ

ΟΕΑ

& ΒΑΣΙΚΗ Α

# Υποθάλαμος αναπαράσταση 3D & Ογκομετρήσεις (MRI)

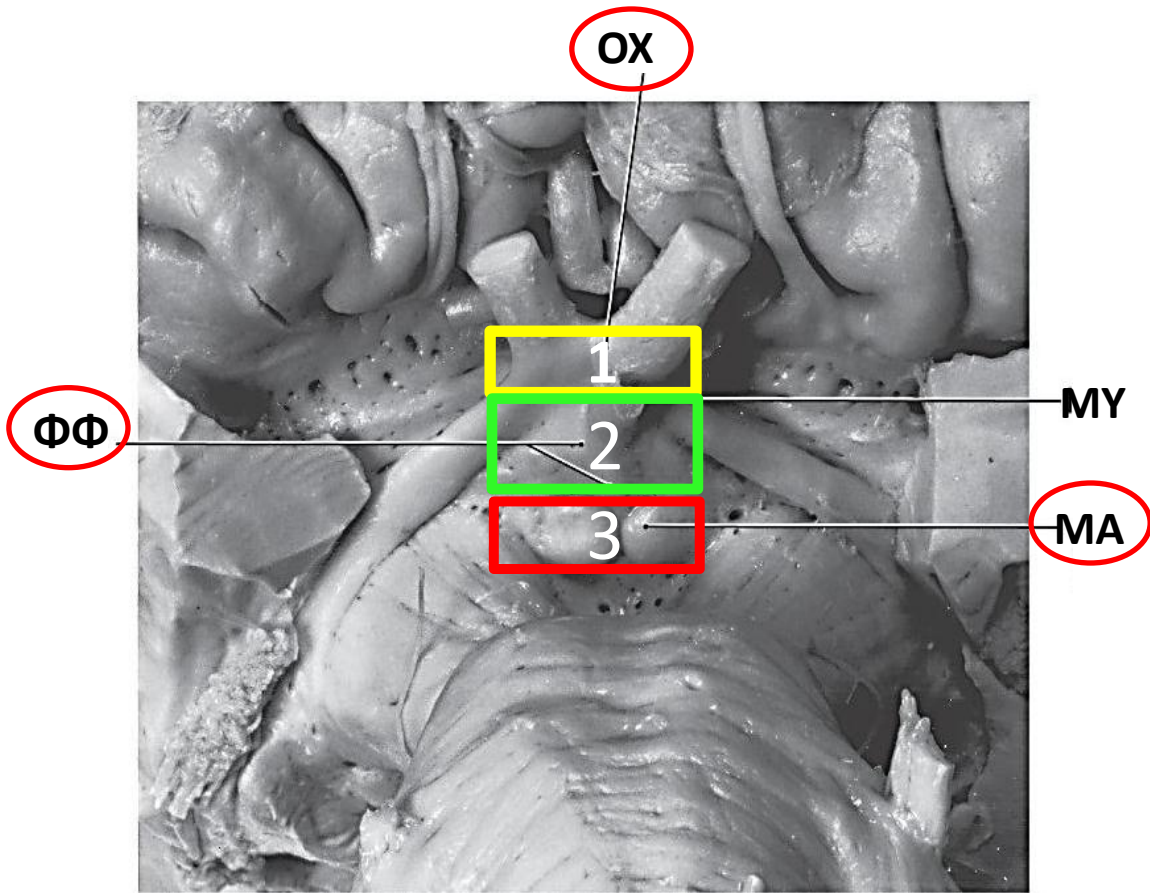


**Διμερής, συμμετρική δομή (Ζεύγη Πυρήνων)**

**Jean-Jacques Lemaire et al Surg Neurol Int. 2013; 4: S156–S163**

## **2. Μικροσκοπική, Απεικονιστική, Αναπτυξιακή & Λειτουργική Ανατομία:**

# Μικροσκοπική Ανατομία: “Υποδιαίρεσεις I: Υποθαλαμικές Περιοχές”

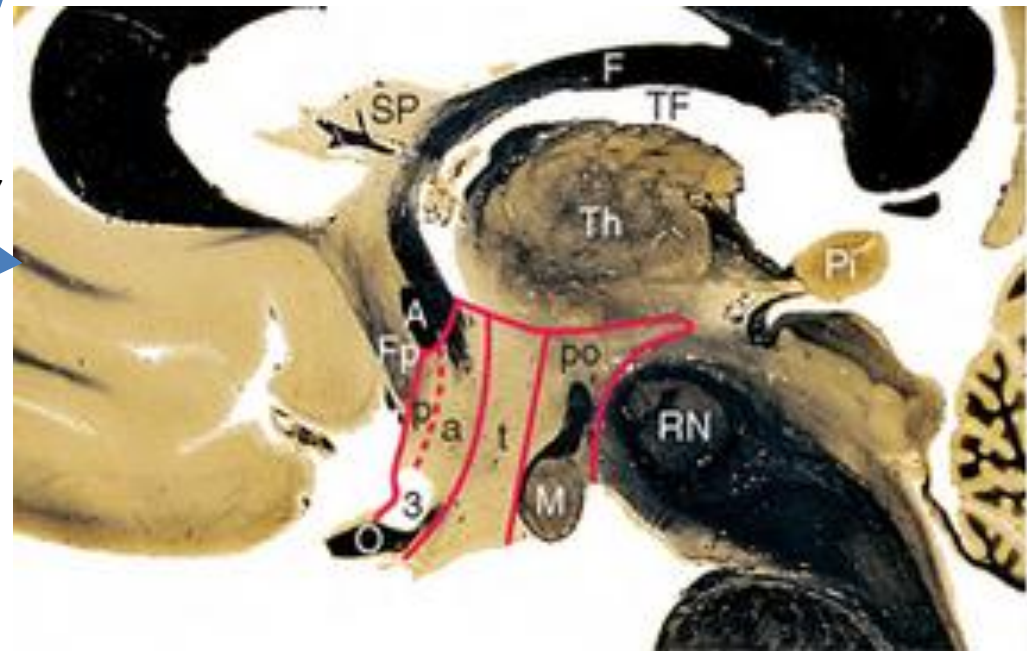
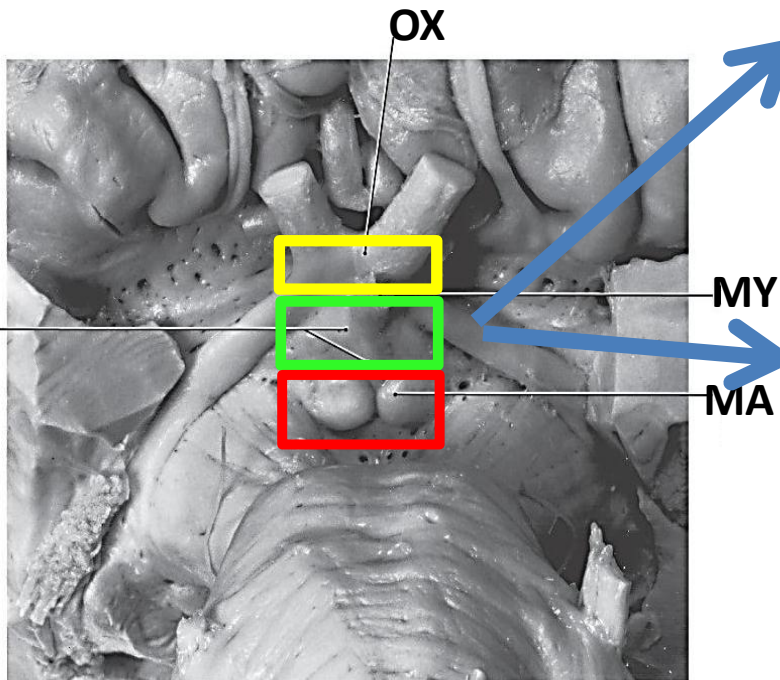
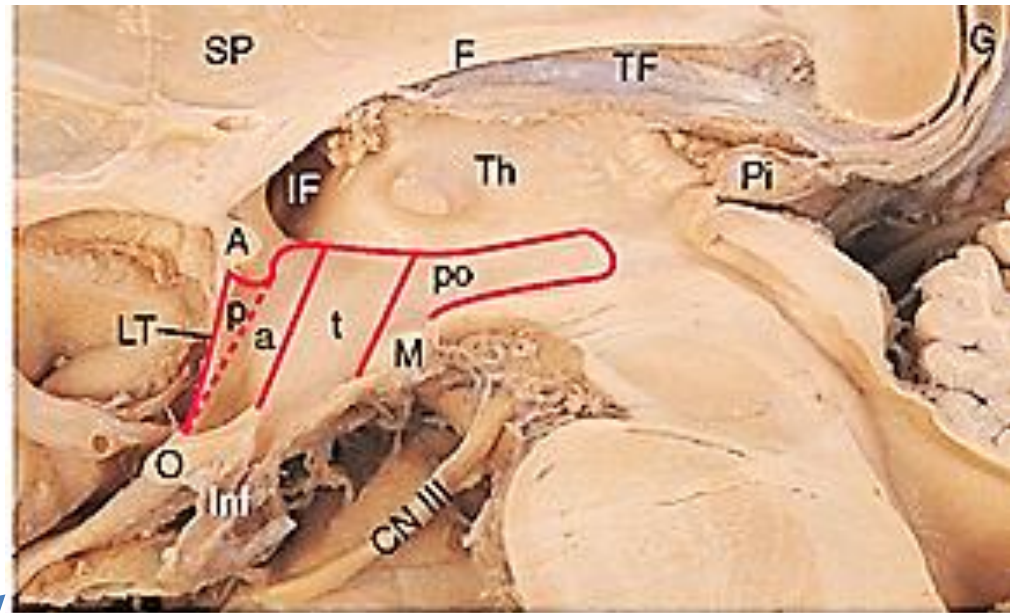


**1. ΠΡΟΣΘΙΟΣ ΥΠΟΘΑΛΑΜΟΣ:**  
**ΤΕΛΙΚΟ ΠΕΤΑΛΟ & ΟΠΤΙΚΟ**  
**ΧΙΑΣΜΑ**  
- ΥΠΟΔ.= ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ  
(ΠΡΟΣΘΙΟ ΤΜΗΜΑ)

**2. ΜΕΣΟΣ ΥΠΟΘΑΛΑΜΟΣ**  
**-ΠΕΡΙΟΧΗ ΦΑΙΟΥ ΦΥΜΑΤΟΣ**

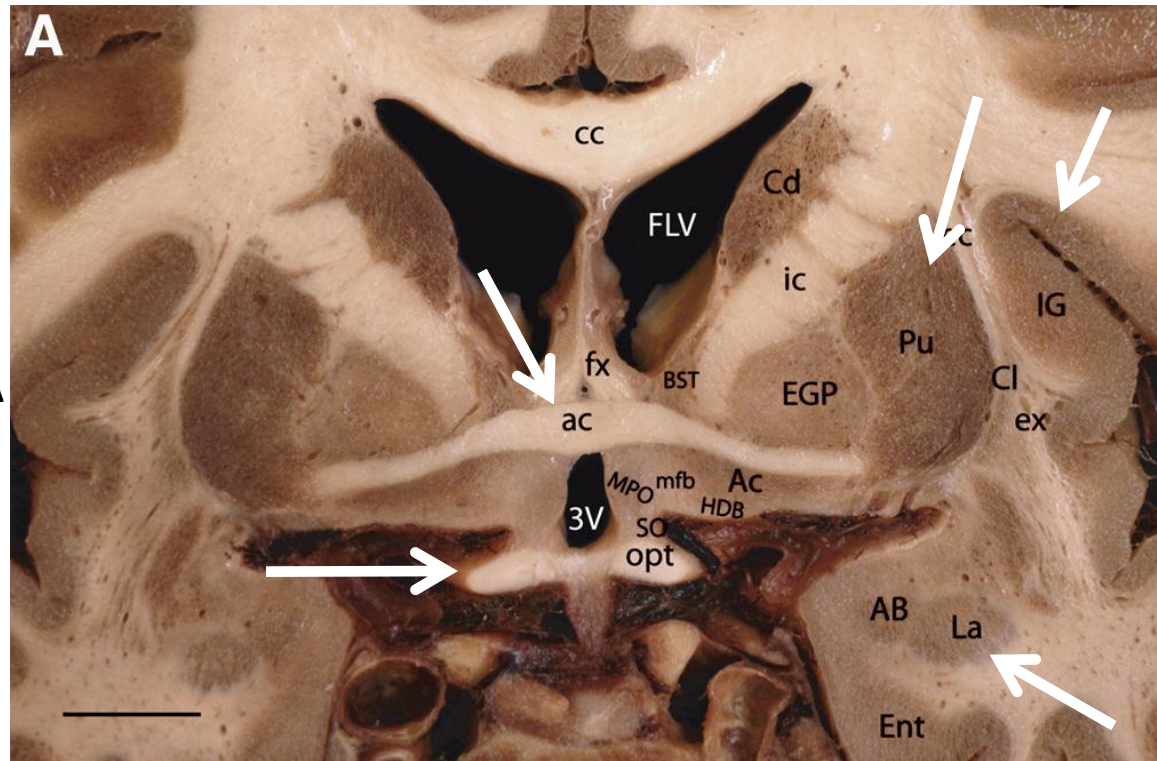
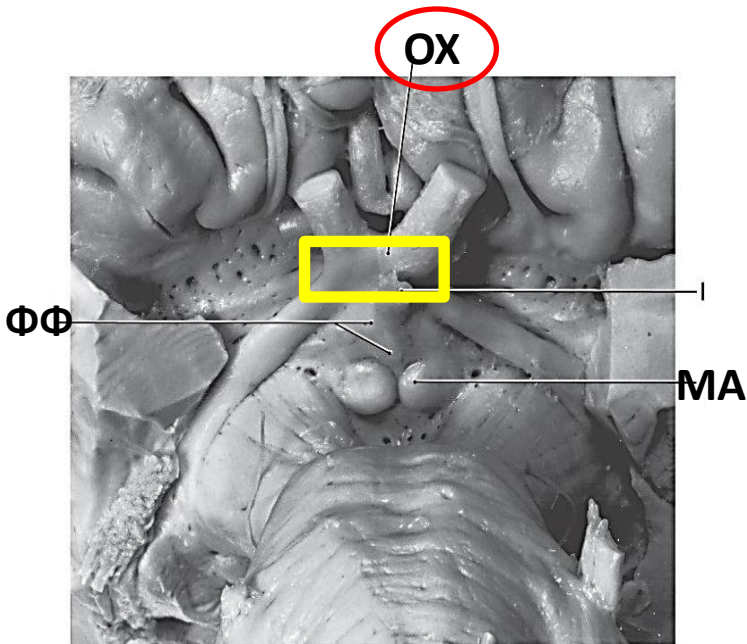
**3. ΟΠΙΣΘΙΟΣ ΥΠΟΘΑΛΑΜΟΣ**  
**-ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΑΣΤΙΩΝ**

1. ΠΡΟΣΘΙΟΣ ΥΠΟΘΑΛΑΜΟΣ:  
 ΤΕΛΙΚΟ ΠΕΤΑΛΟ & ΟΠΤΙΚΟ  
 ΧΙΑΣΜΑ (ΥΠΕΡΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ)  
 & ΥΠΟΔ.= ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ  
 (ΠΡΟΣΘΙΟ ΤΜΗΜΑ)
2. ΜΕΣΟΣ ΥΠΟΘΑΛΑΜΟΣ  
 -ΠΕΡΙΟΧΗ ΦΑΙΟΥ ΦΥΜΑΤΟΣ (ΦΑΙΟ-  
 ΦΥΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ)
3. ΟΠΙΣΘΙΟΣ ΥΠΟΘΑΛΑΜΟΣ  
 -ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΑΣΤΙΩΝ (ΜΑΣΤΙΚΗ Π.)



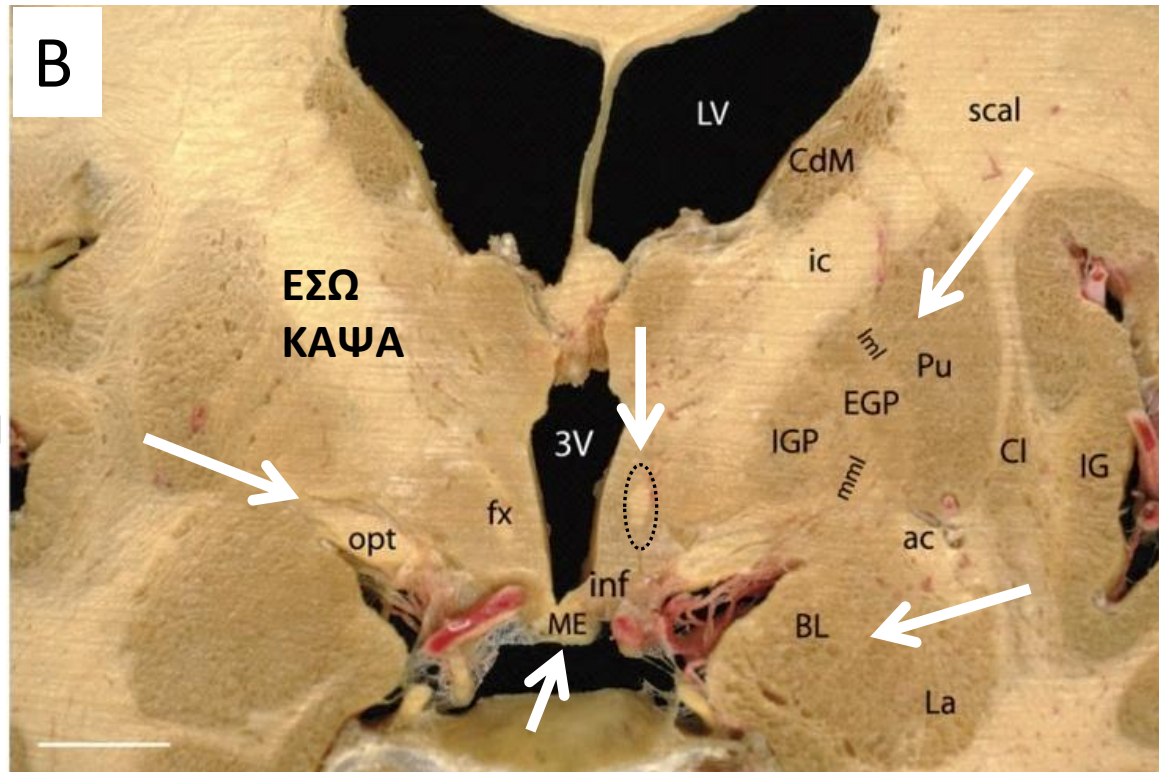
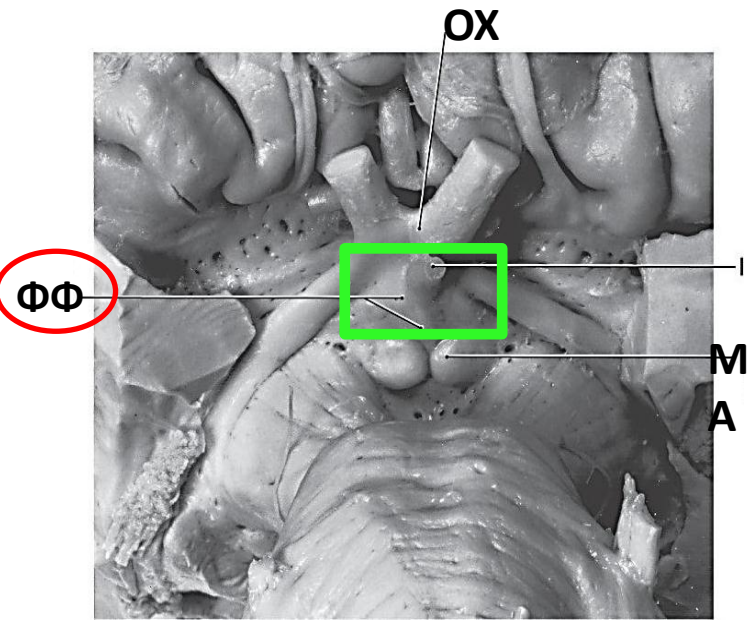
# Υποδιαίρέσεις Ι: Υποθαλαμικές Περιοχές

## 1. ΠΡΟΣΘΙΟΣ ΥΠΟΘΑΛΑΜΟΣ (ΥΠΕΡΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ)



Baroncini et al  
Neuroimage. 2012;59:168-80

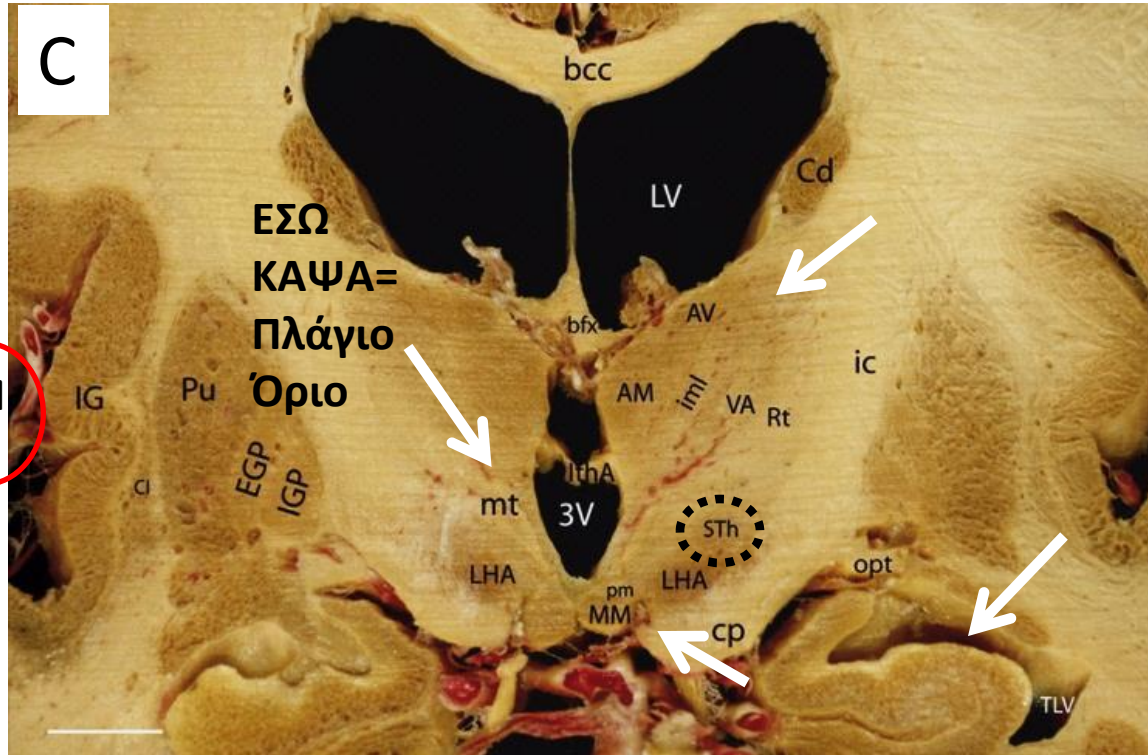
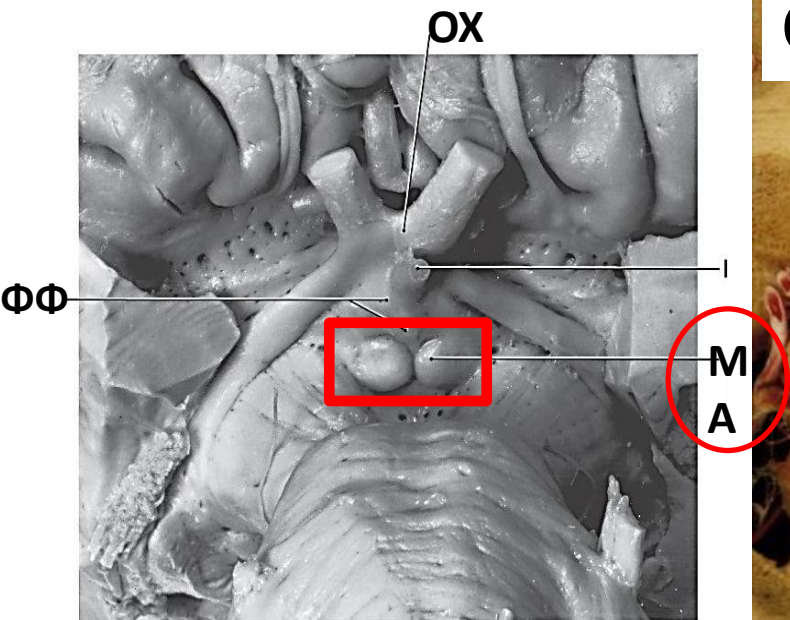
## 2. ΜΕΣΟΣ ΥΠΟΘΑΛΑΜΟΣ (ΦΑΙΟΦΥΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ)



Baroncini et al  
Neuroimage. 2012;59:168-80



### 3. ΟΠΙΣΘΙΟΣ ΥΠΟΘΑΛΑΜΟΣ (ΜΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ)



Baroncini et al  
Neuroimage. 2012;59:168-80

# Μικροσκοπική Ανατομία:

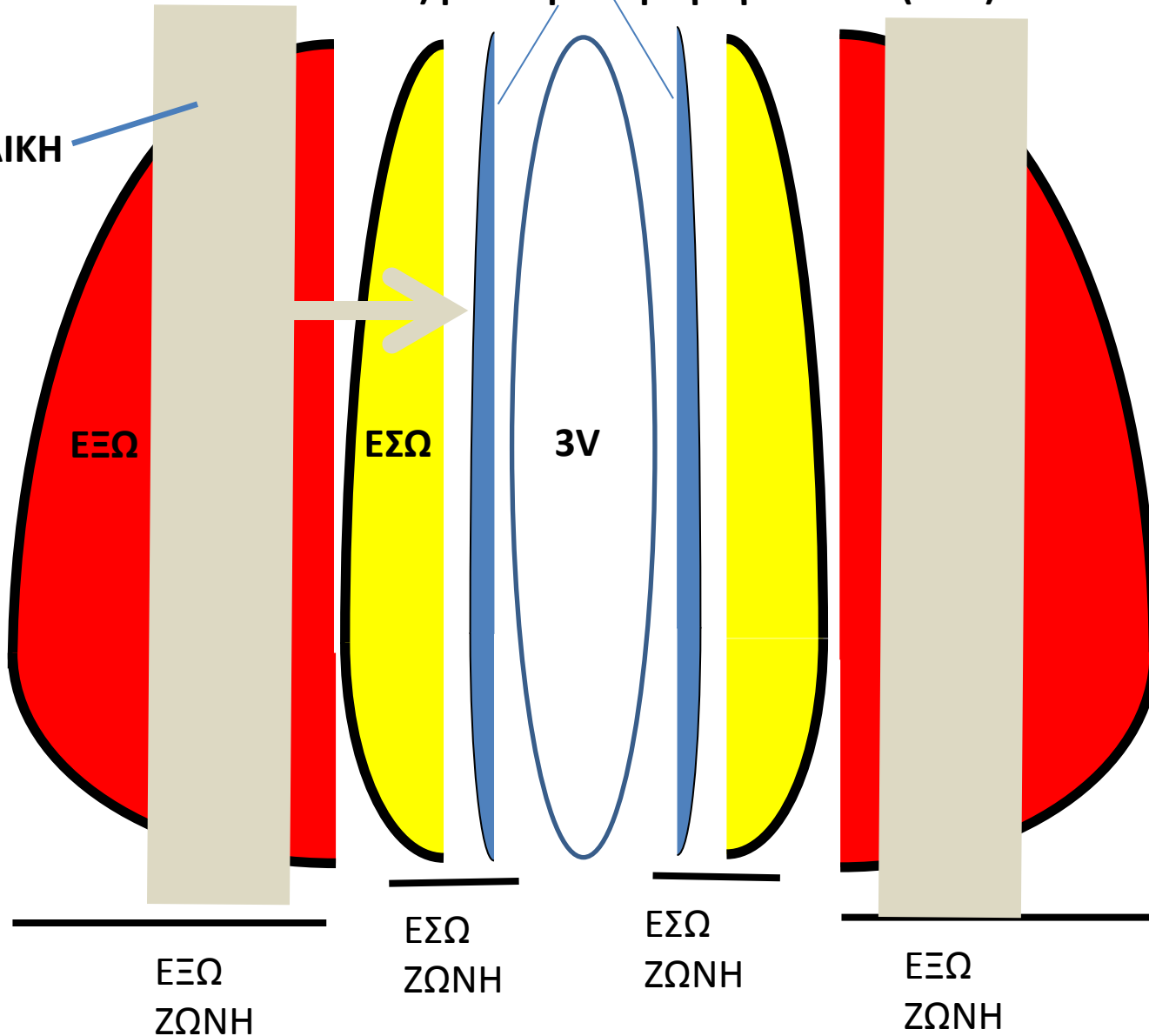
## “Υποδιαίρέσεις II: Επιμήκεις Ζώνες”

- Επιμήκεις Ζώνες με διαφορετικά **μορφολογικά & λειτουργικά χαρακτηριστικά**
- **Έσω ζώνη: Έσω & Περικοιλιακός υποθάλαμος**
  - Πυκνοκυτταρική: Συγκέντρωση κυτταρικών σωμάτων σε πολυάριθμους πυρήνες
  - Ρύθμιση Νευροενδοκρινικού & ΑΝΣ
- **Έξω ζώνη: Έξω υποθάλαμος**
  - Αραιοκυτταρική: Χαμηλή συγκέντρωση κυτταρικών σωμάτων εν μέσω της **έσω τελεγκεφαλικής δεσμίδας**
  - Ρύθμιση ΑΝΣ

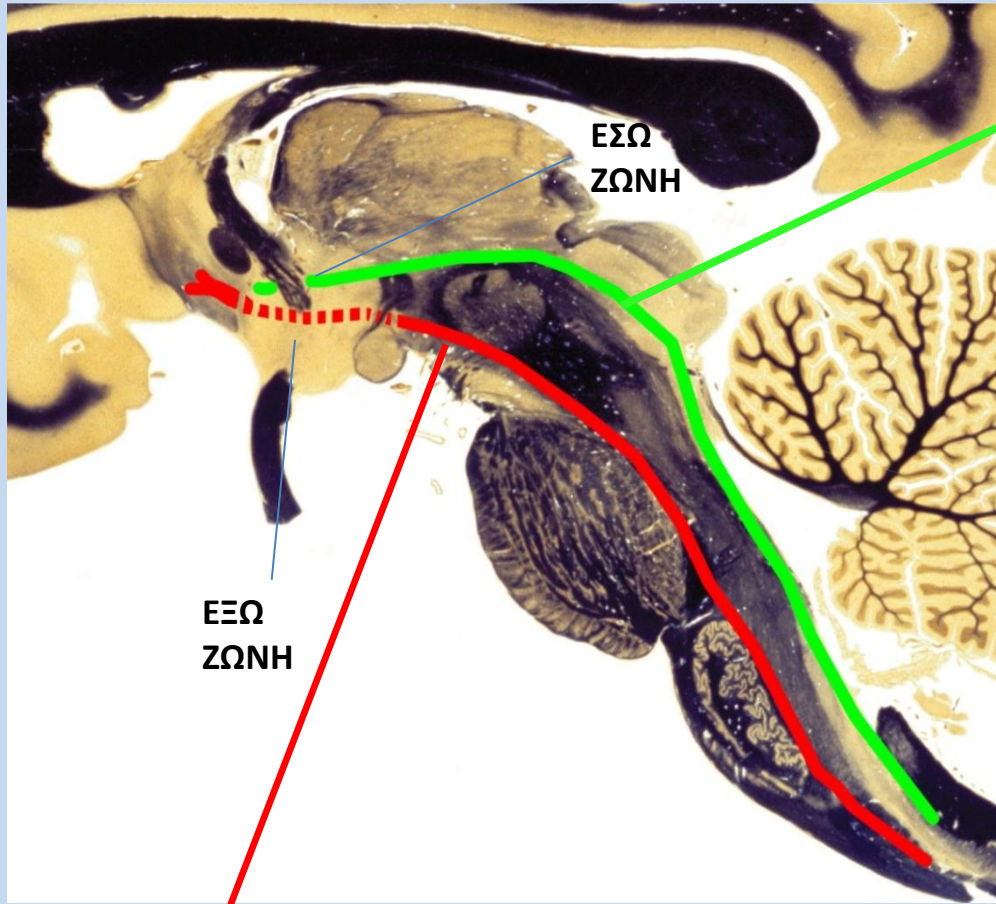
# ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΟΨΗ

ΠΕΡΙΚΟΙΛΙΑΚΟΣ (συνδέεται μέσω της ραχιαίας επιμήκους δεσμίδα (του Schutz) με: περι-υδραγωγό ουσία (PAG)-ΣΥΝΕΧ.

ΕΣΩ  
ΤΕΛΕΓΚΕΦΑΛΙΚΗ  
ΔΕΣΜΙΔΑ



# Έσω Τελεγκεφαλική & Ραχιαία Επιμήκης Δεσμίδα



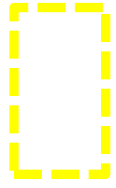
## ΡΑΧΙΑΙΑ ΕΠΙΜΗΚΗΣ ΔΕΣΜΙΔΑ :

- Ανοδικές σπλαγνο-αισθητικές ίνες:  
Μεταξύ άλλων: Από τον πυρήνα της μονήρους δεσμίδα (NST)
- Καθοδικές υποθαλαμικές ίνες προς:
  1. Περι-υδραγωγό (πόνος)...
  2. Κέντρα του ΑΝΣ στον προμήκη (π.χ καρδιακή λειτουργία κ.α)....
  3. ΠΡΟΓΑΓΓΛΙΑΚΟΥΣ ΝΕΥΡΩΝΕΣ ΤΗΣ ΣΣ

## ΕΣΩ ΤΕΛΕΓΚΕΦΑΛΙΚΗ ΔΕΣΜΙΔΑ : ΑΝΟΔΙΚΕΣ ΚΑΙ ΚΑΘΟΔΙΚΕΣ ΙΝΕΣ

- ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΑΠΟ: ΦΛΟΙΟ, ΑΜΥΓΔΑΛΗ, ΙΠΠΟΚΑΜΠΟ, ΠΥΡΗΝΕΣ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΟΣ, ΟΣΦΡΗΤΙΚΑ ΚΕΝΤΡΑ ΣΤΟΝ ΥΠΟΘΑΛΑΜΟ.
- ΤΟ ΜΕΣΟΛΙΜΒΙΚΟ & ΕΣΩ ΤΔ.

ΧΡΩΣΗ= ΜΥΕΛΙΝΗ



ΕΣΩ ΖΩΝΗ

ΕΠΠ

ΠΚ  
ΕΞ. ΠΠ  
ΟΝ



Ψαλίδα  
Διαφραγματικός Π.  
Π. Σύνδεσμος  
Υπεροπτικός Π.  
Χοάνη

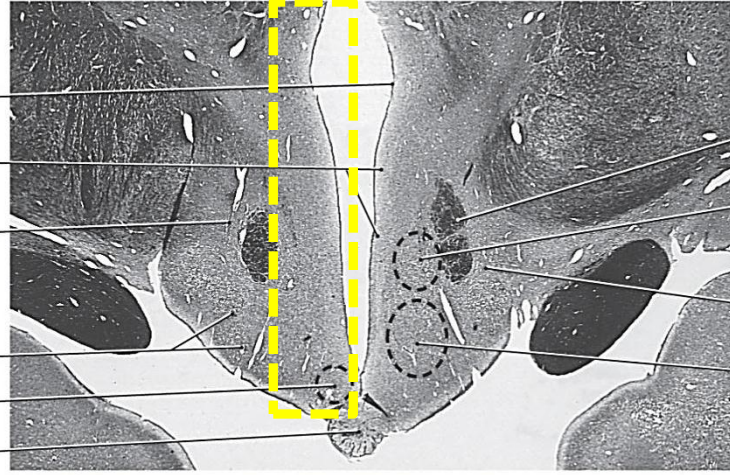
ΠΡΟΣΘΙΟΣ



ΕΠΕΝΔΥΜΑ  
ΠΕΡΙΚΟΙΛΙΑΚΟΣ Π

ΕΞΩ ΥΠΟΘΑΛΑΜΙΚΗ Ζ.

Φ. Π  
Τ. Π  
ΜΕΣΟ ΕΠΑΡΜΑ

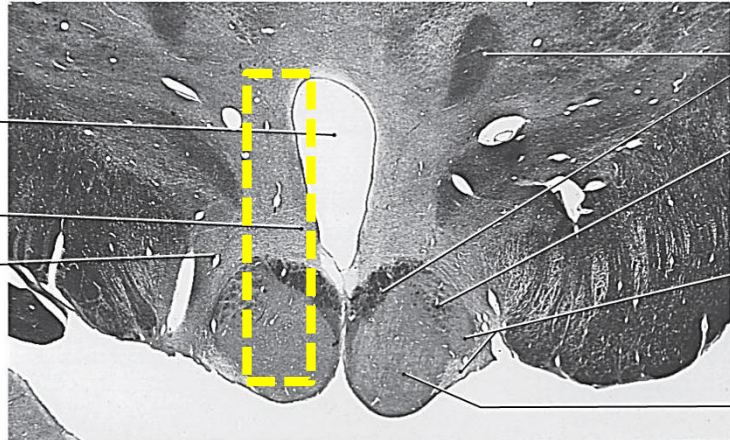


Ψαλίδα  
ΕΡ Π.  
ΕΞΩ ΥΠΟΘΑΛΑΜΙΚΗ Ζ.  
ΕΚ Π.

Μαστιοθαλαμική Δ.

ΕΞΩ ΥΠΟΘΑΛΑΜΙΚΗ Ζ.

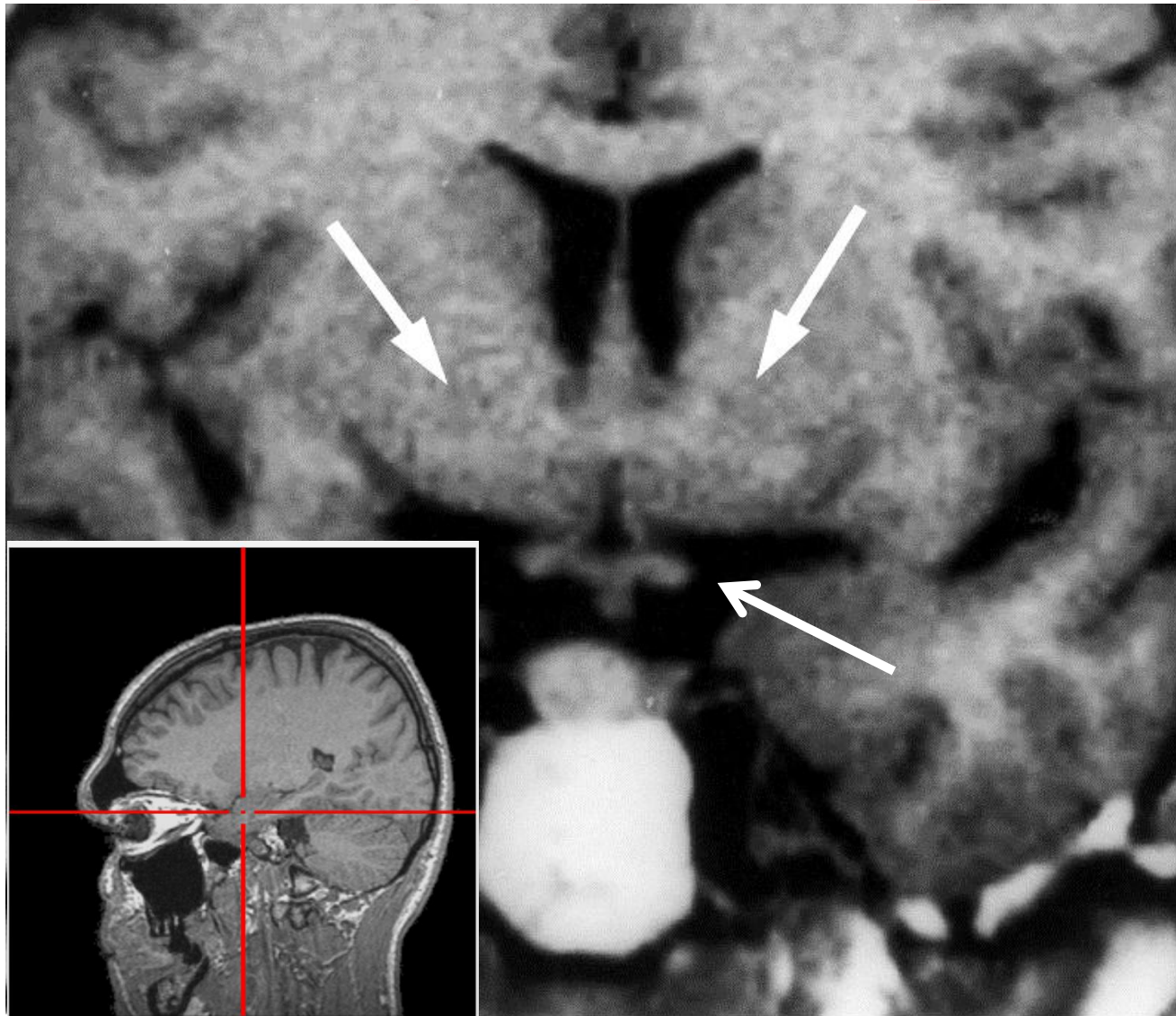
3V  
Ο. Π



Ψαλίδα  
Π. Μ. Π  
Ε. Μ. Π

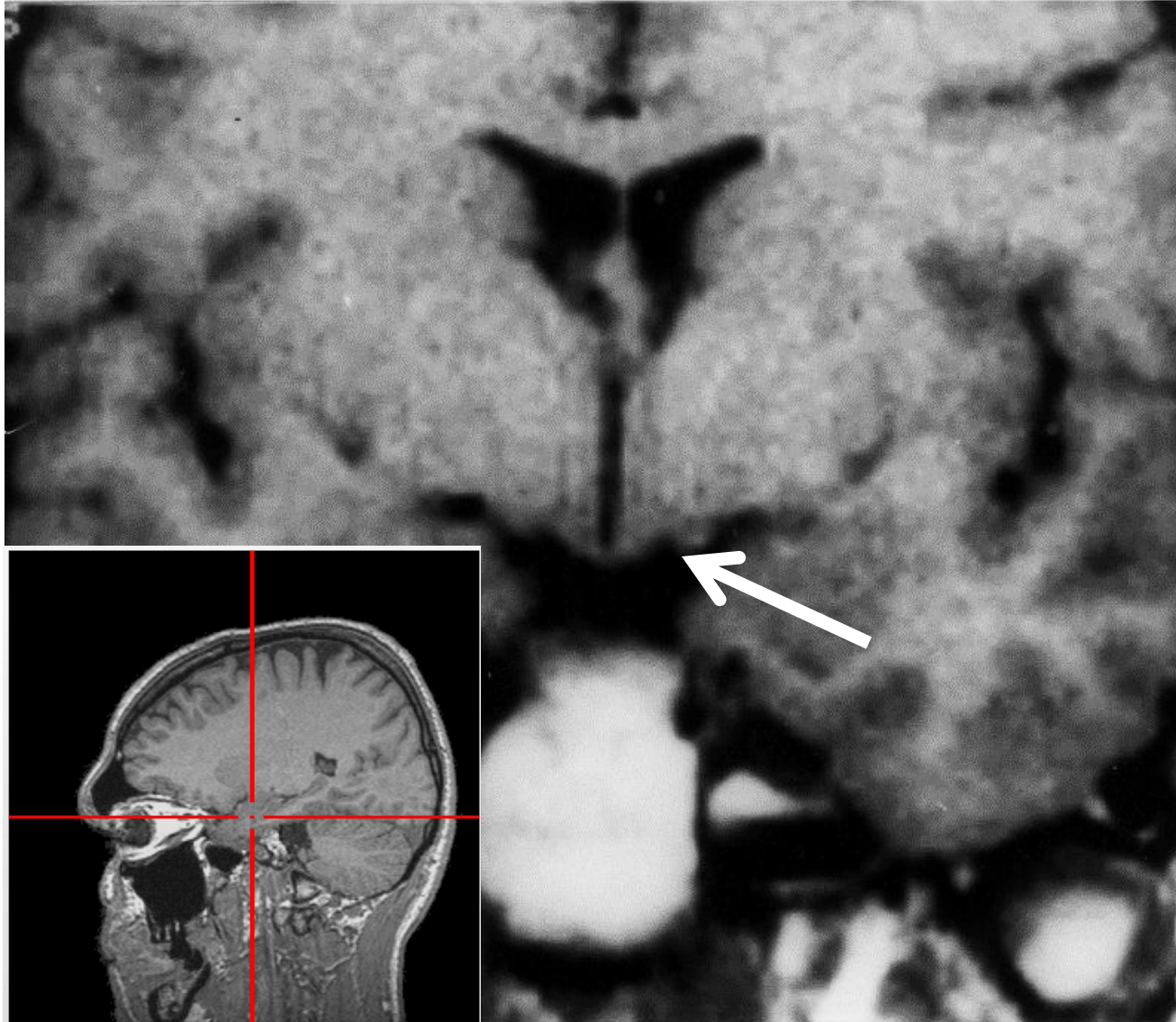
# Απεικονιστική Ανατομία

[http://teaching.thehumanbrain.info/mr\\_viewer/](http://teaching.thehumanbrain.info/mr_viewer/)



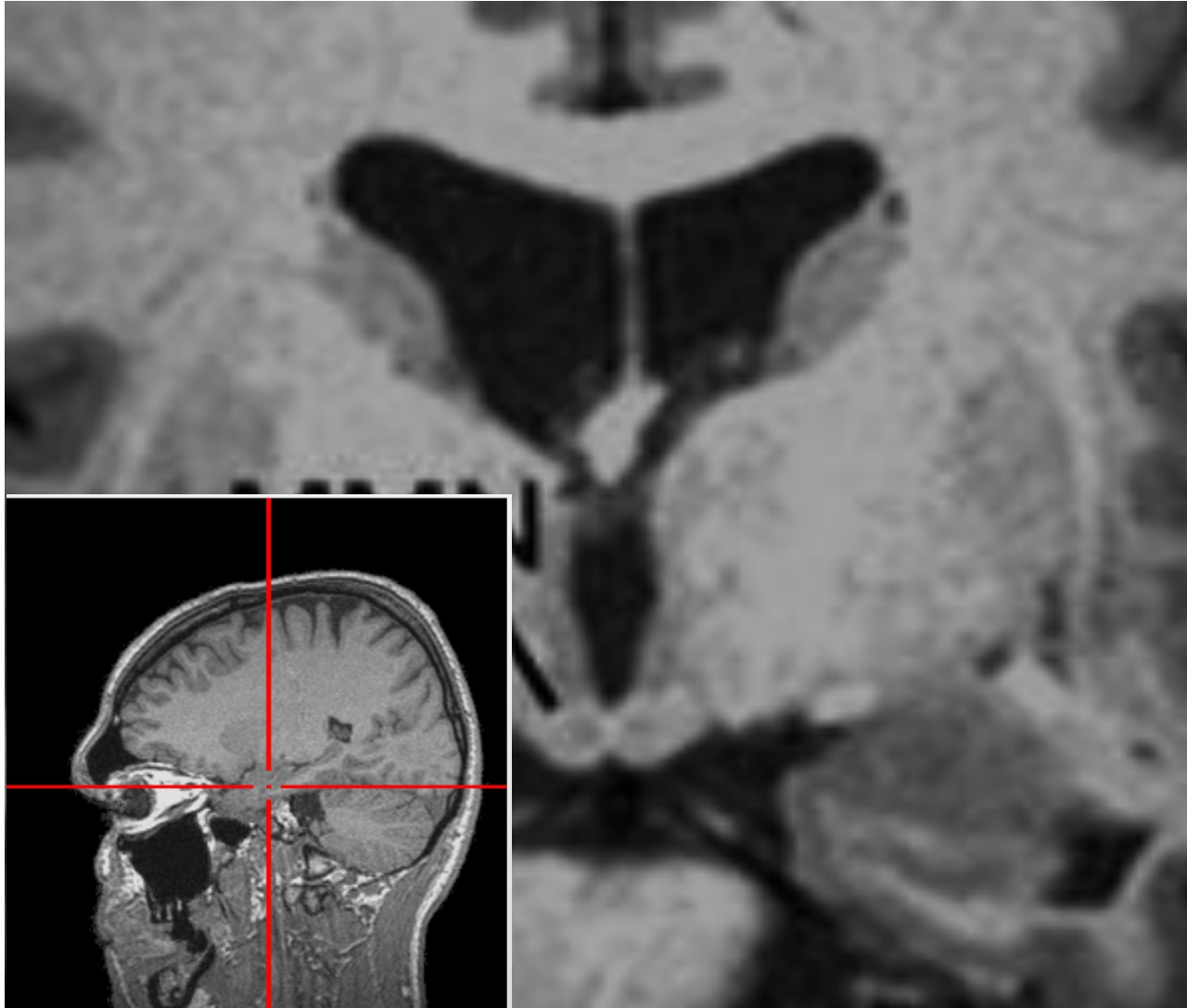
# Απεικονιστική Ανατομία

[http://teaching.thehumanbrain.info/mr\\_viewer/](http://teaching.thehumanbrain.info/mr_viewer/)



# Απεικονιστική Ανατομία

[http://teaching.thehumanbrain.info/mr\\_viewer/](http://teaching.thehumanbrain.info/mr_viewer/)





# ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΥΠΟΘΑΛΑΜΙΚΩΝ ΠΥΡΗΝΩΝ ΜΕ MRI

Neuroimage. 2012 Jan 2;59(1):168-80. doi: 10.1016/j.neuroimage.2011.07.013. Epub 2011 Jul 14.

## **MRI atlas of the human hypothalamus.**

Baroncini M<sup>1</sup>, Jissendi P, Balland E, Besson P, Pruvo JP, Francke JP, Dewailly D, Blond S, Prevot V.

### ⊕ **Author information**

#### **Abstract**

Gaining new insights into the anatomy of the human hypothalamus is crucial for the development of new treatment strategies involving functional stereotactic neurosurgery. Here, using anatomical comparisons between histology and magnetic resonance images of the human hypothalamus in the coronal plane, we show that discrete gray and white hypothalamic structures are consistently identifiable by MRI. Macroscopic and microscopic images were used to precisely annotate the MRI sequences realized in the coronal plane in twenty healthy volunteers. MRI was performed on a 1.5 T scanner, using a protocol including T1-weighted 3D fast field echo, T1-weighted inversion-recovery, turbo spin echo and T2-weighted 2D fast field echo imaging. For each gray matter structure as well as for white matter bundles, the different MRI sequences were analyzed in comparison to each other. The anterior commissure and the fornix were often identifiable, while the mammillothalamic tract was more difficult to spot. Qualitative analyses showed that MRI could also highlight finer structures such as the paraventricular nucleus, the ventromedial nucleus of the hypothalamus and the infundibular (arcuate) nucleus, brain nuclei that play key roles in the **regulation** of food intake and energy homeostasis. The posterior hypothalamic area, a target for deep brain stimulation in the treatment of cluster headaches, was readily identified, as was the lateral hypothalamic area, which similar to the aforementioned hypothalamic nuclei, could be a putative target for deep brain stimulation in the treatment of obesity. Finally, each of the identified structures was mapped to Montreal Neurological Institute (MNI) space.

[Surg Neurol Int.](#) 2013 Apr 17;4(Suppl 3):S156-63. doi: 10.4103/2152-7806.110667. Print 2013.

## Maps of the adult human hypothalamus.

[Lemaire JJ](#)<sup>1</sup>, [Nezzar H](#), [Sakka L](#), [Boirie Y](#), [Fontaine D](#), [Coste A](#), [Coll G](#), [Sontheimer A](#), [Sarret C](#), [Gabrillargues J](#), [De Salles A](#).

### ⊕ Author information

#### Abstract

The human hypothalamus is a small deeply located region placed at the crossroad of neurovegetative, neuroendocrine, limbic, and optic systems. Although deep brain stimulation techniques have proven that it could be feasible to modulate these systems, targeting the hypothalamus and in particular specific nuclei and white bundles, is still challenging. Our goal was to make a synthesis of relevant topographical data of the human hypothalamus, under the form of magnetic resonance imaging maps useful for mastering its elaborated structure as well as its neighborhood. As from 1.5 Tesla, Inversion-Recovery sequence allows locating the hypothalamus and most of its components. Spotting hypothalamic compartments is possible according to specific landmarks: the anterior commissure, the mammillary bodies, the preoptic recess, the infundibular recess, the crest between the preoptic and the infundibular recesses, the optical tract, the fornix, and the mammillo-thalamic bundle. The identification of hypothalamus and most of its components could be useful to allow the quantification of local pathological processes and to target specific circuitry to alleviate severe symptoms, using physical or biological agents.

**KEYWORDS:** Brain mapping; hypothalamus; inversion-recovery sequence; magnetic resonance imaging; stereotaxy

PMID: 23682342 PMCID: [PMC3654779](#) DOI: [10.4103/2152-7806.110667](#)

#### Free PMC Article

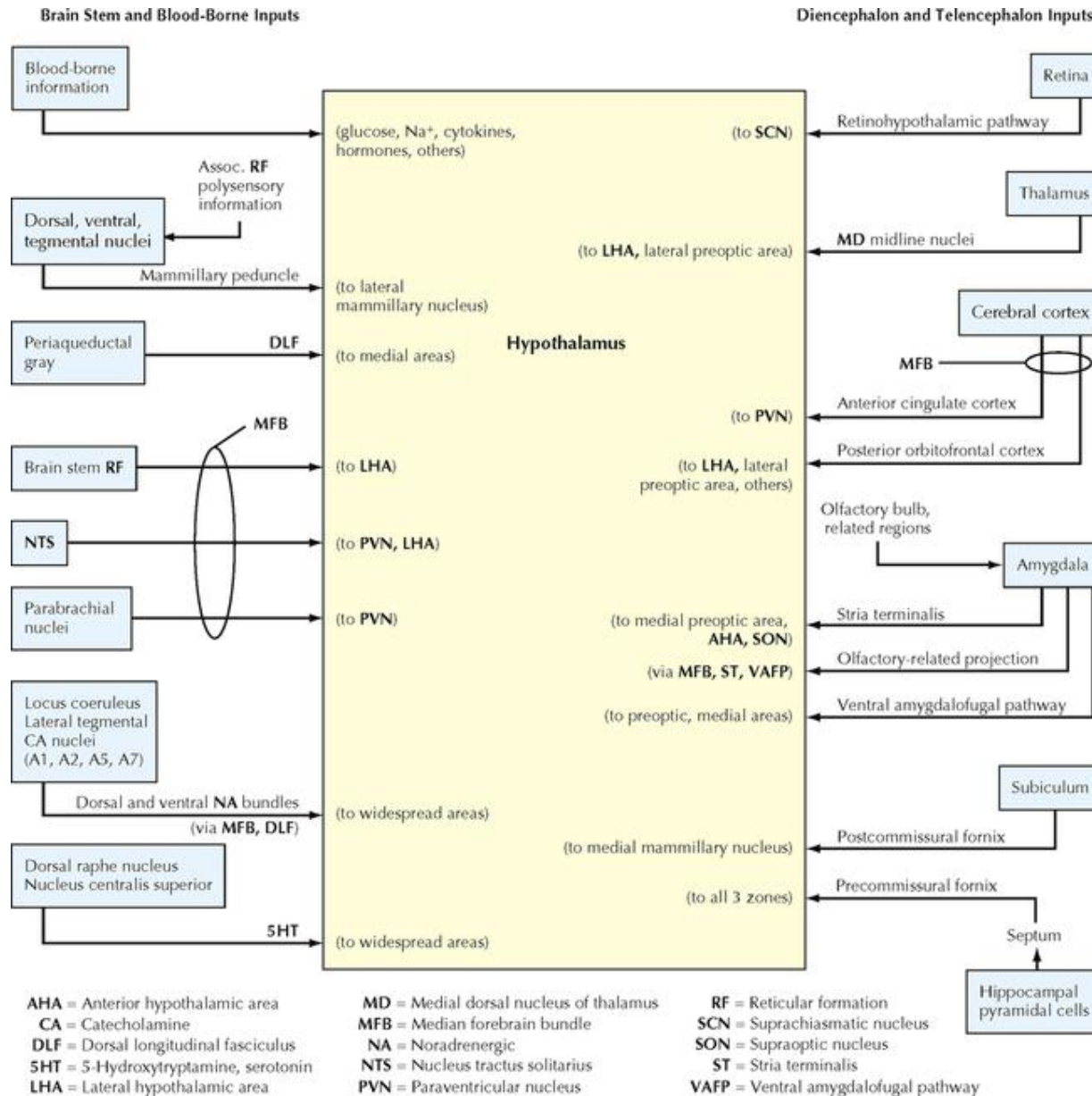


[Lemaire JJ et al 2013](#)

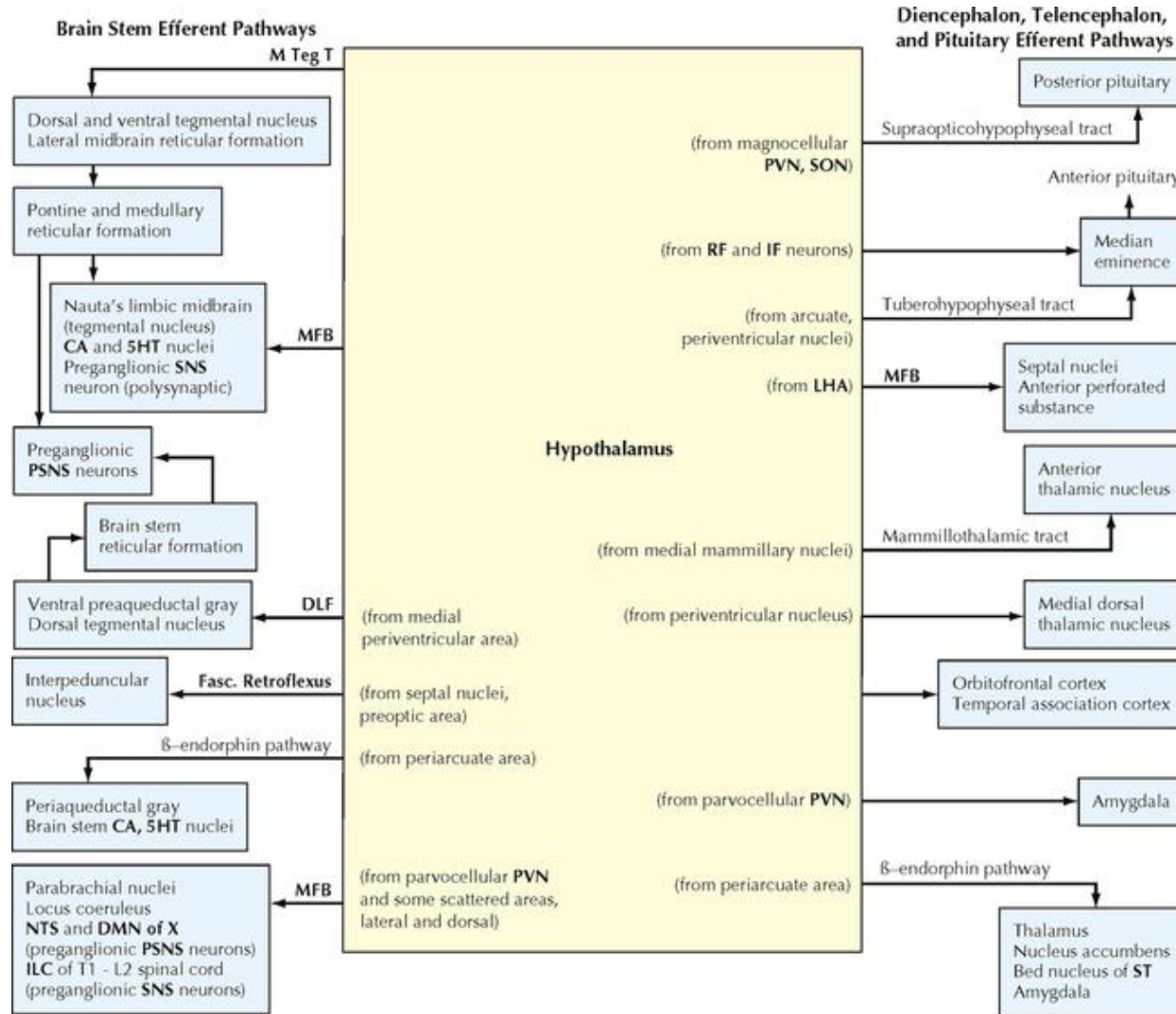
# ΥΠΟΘΑΛΑΜΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ/ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ

- 1. Μεταιχμιακά Δίκτυα** (Συναίσθημα, Γνωσιακές Λειτουργίες κ.α)
- 2. Αισθητικά Δίκτυα & ΑΝΣ** (Ρύθμιση του ΑΝΣ από σπλαχνικές/σωματαιοσθητικές πληροφορίες)
- 3. Κιρκάρια Δίκτυα**
- 4. Νευρο-χυμώδεις συνδέσεις** (Στέλνει και δέχεται σήματα από/πρός το αίμα)
  - Υπόφυση
  - Περικοιλιακά όργανα (circumventricular organs)

# Προσαγωγές Συνδέσεις



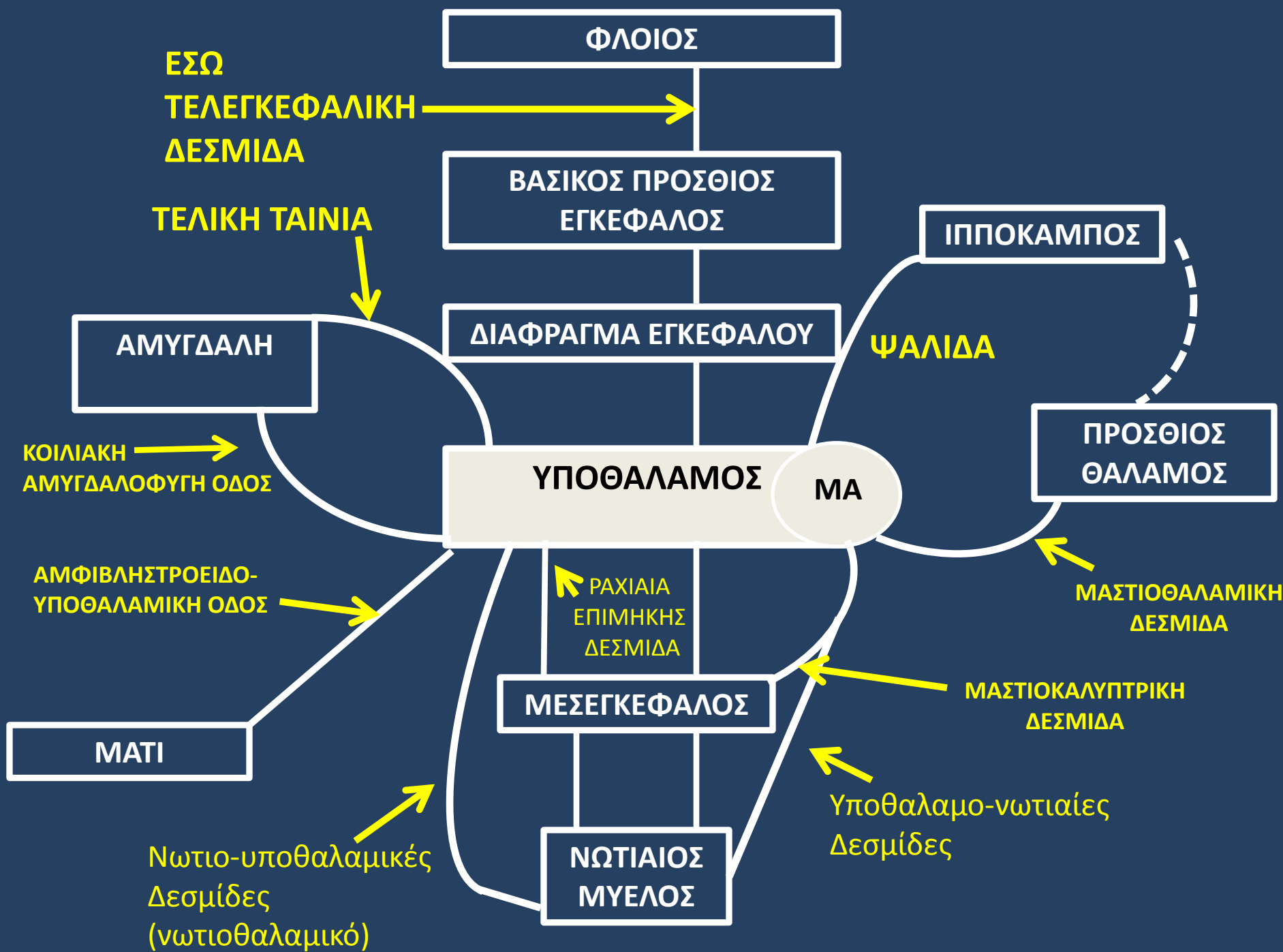
# Απαγωγές Συνδέσεις



CA = Catecholamine  
 DLF = Dorsal longitudinal fasciculus  
 DMN of X = Dorsal motor (autonomic) nucleus of X  
 Fasc. Retroflexus = Fasciculus retroflexus (habenulopeduncular tract)  
 5HT = 5-Hydroxytryptamine, serotonin

IF = Inhibitory factor  
 ILC = Intermediolateral cell column  
 LHA = Lateral hypothalamic area  
 MFB = Median forebrain bundle  
 M Teg T = Mammillotegmental tract  
 NTS = Nucleus tractus solitarius

PSNS = Parasympathetic nervous system  
 PVN = Paraventricular nucleus  
 RF = Releasing factor  
 SNS = Sympathetic nervous system  
 SON = Supraoptic nucleus  
 ST = Stria terminalis

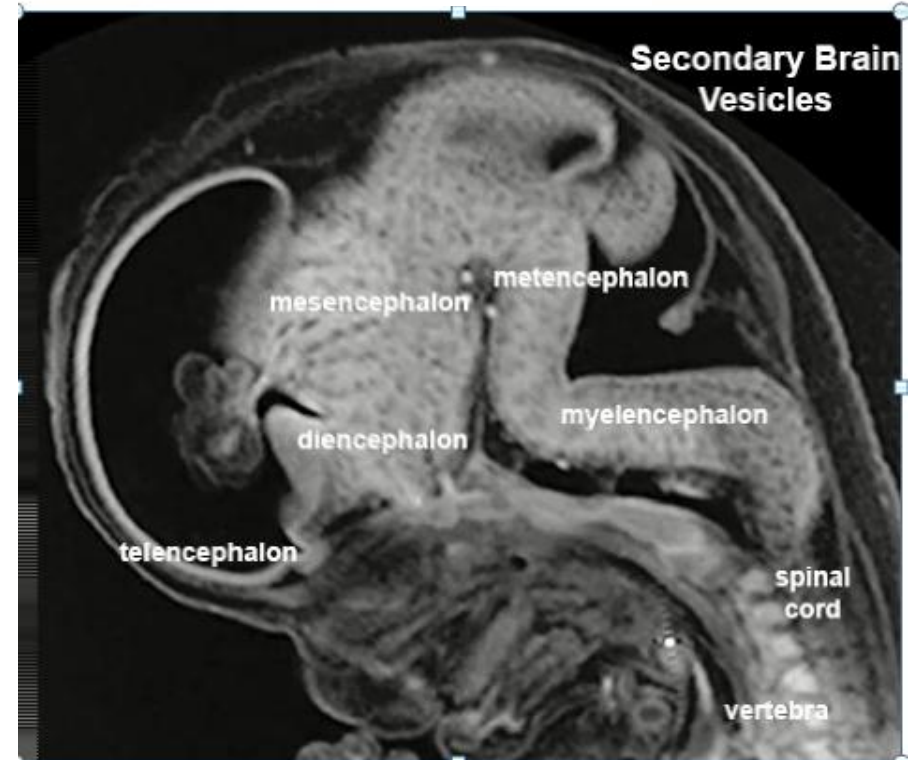
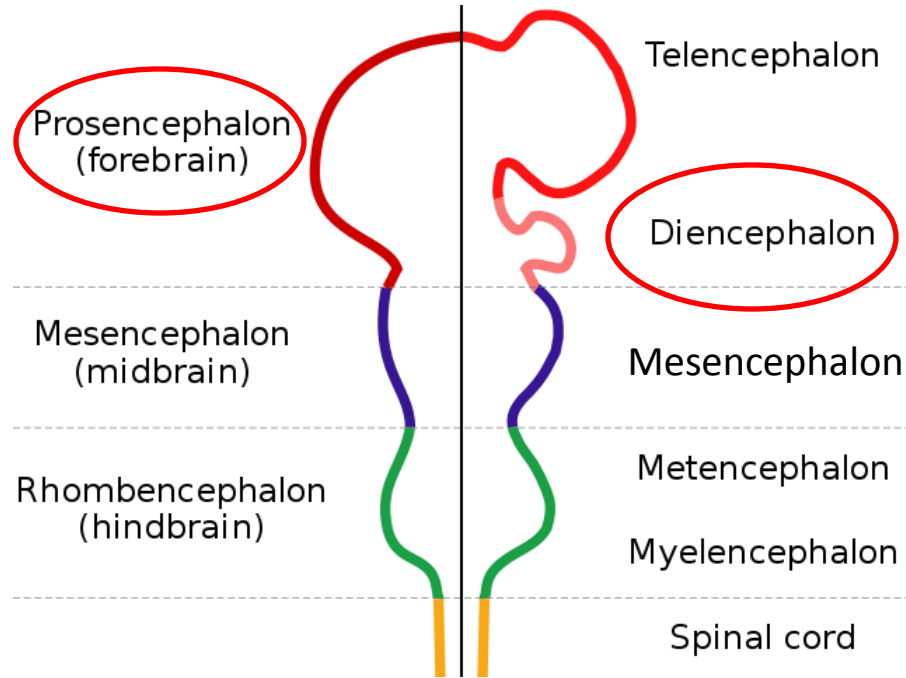


# Ανάπτυξη Υποθαλάμου

3 ΚΥΣΤΙΔΙΑ  
ΝΕΥΡΙΚΟΥ ΣΩΛ.

WEEK 6  
5 ΚΥΣΤΙΔΙΑ  
ΝΕΥΡΙΚΟΥ ΣΩΛ.

WEEK 8



# Ανάπτυξη Υποθαλάμου: Βασικές αρχές

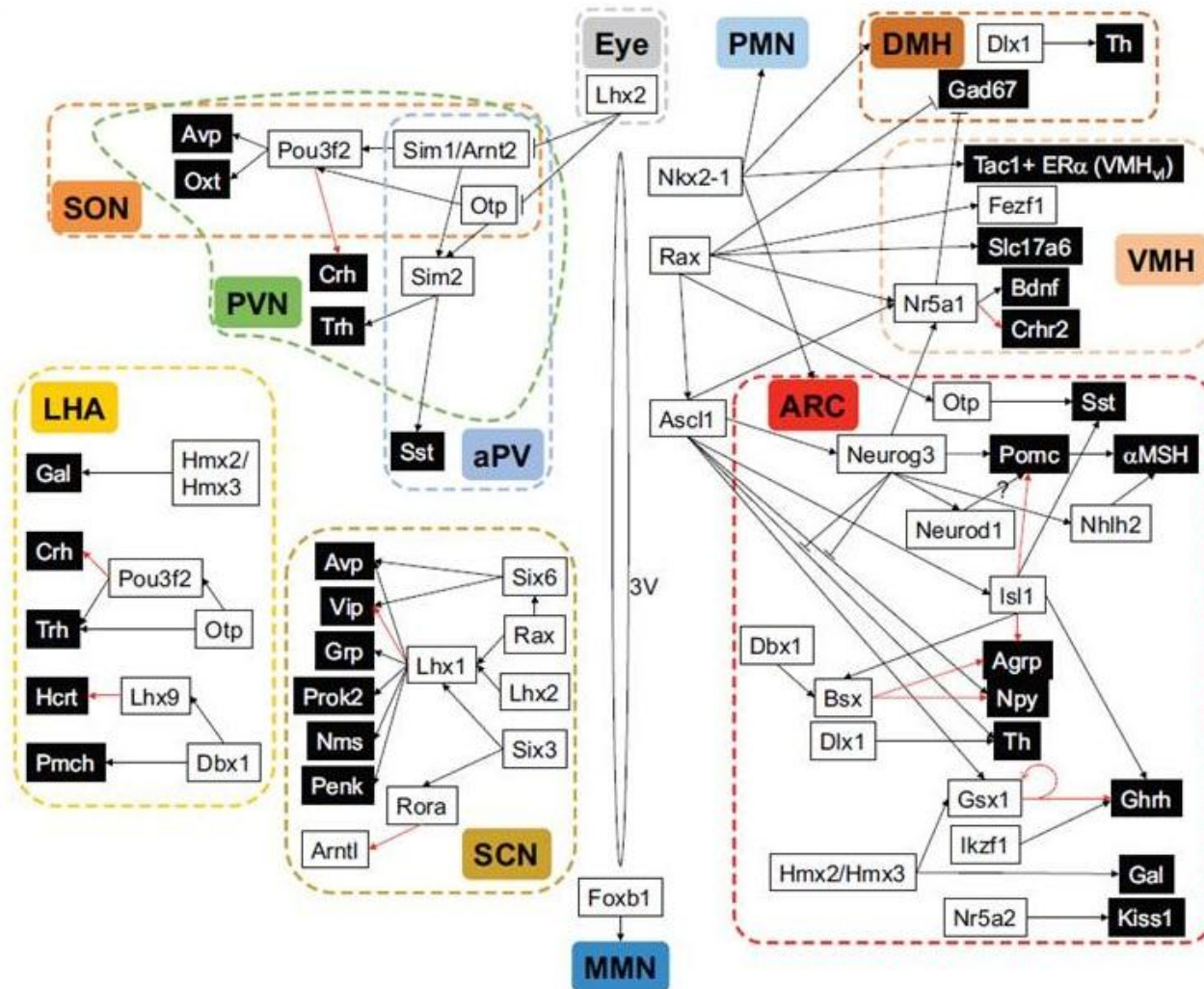
- Δράση μορφογόνων παραγόντων (επαγωγή και αρχική διάταξη υποθαλάμου):





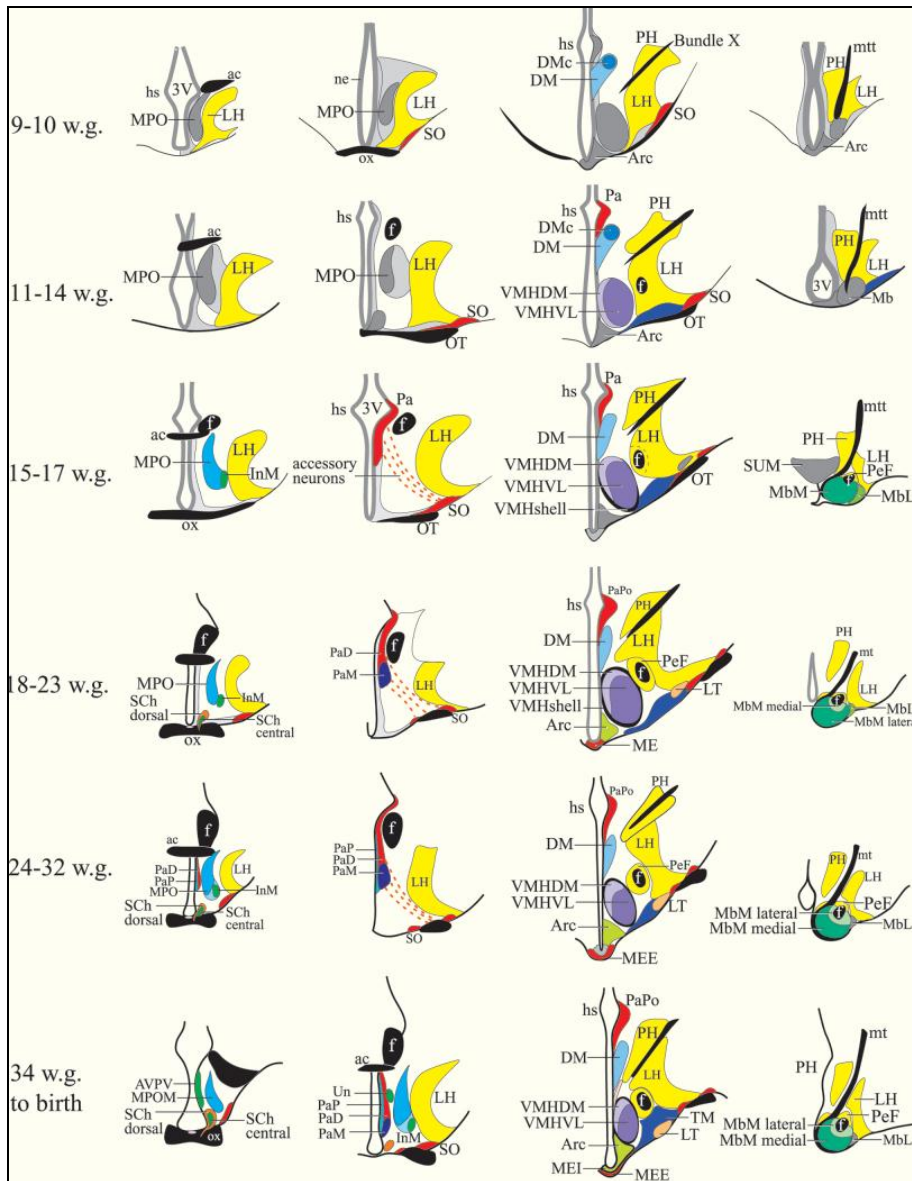
# Ανάπτυξη Υποθαλάμου: Βασικές αρχές

- Δράση υποθαλαμικών μεταγραφικών παραγόντων κ.α γονιδίων για την τελική διάταξη πυρήνων & κυτταρική διαφοροποίηση



Xie and Dorsky et al  
Development; 144, 1588-1599  
(2017)

# Ανάπτυξη Υποθαλάμου: Βασικές αρχές



➤ Μελέτη ανθρώπινου υποθαλάμου κατά τη διάρκεια ανάπτυξης **9-10 εβδομάδες εως γέννηση**  
Οργάνωση πυρήνων και διαφοροποίηση τους:

-Αρχική διαμόρφωση/διαφοροποίηση της έξω ζώνης και μετέπειτα της έσω ζώνης

-Μαστική Περιοχή (πυρήνες μαστίων από 15-17 εβδομάδες)

(Koutserov et al THE JOURNAL OF COMPARATIVE NEUROLOGY 446:301-324, 2002)