

Νευροβιολογία Μνημονικών Λειτουργιών

*

Κώστας Παπαθεοδωρόπουλος

Καθηγητής

Εργαστήριο Φυσιολογίας

*

2022

Περί της ύπαρξης ενός μαθήματος για τη μνήμη

1. Η πιο σημαντική από τις “ανώτερες” εγκεφαλικές λειτουργίες.
2. Σημαντικές επιπτώσεις των διαταραχών μνήμης.
3. Εκθετική συσσώρευση νευροβιολογικής γνώσης.

Σημαντικοί Στόχοι του μαθήματος

- ☞ Κατηγοριοποιήσεις Μνήμης
- ☞ Ιεραρχική Βιολογική Οργάνωση της Μνημονικής Λειτουργίας
- ☞ Θεμελιώδεις Νευροβιολογικές Παρατηρήσεις
- ☞ Βιωματική Μνήμη & Μηχανισμοί της
- ☞ **Θεμελιώδεις Μοριακοκυτταρικές Διεργασίες – Πλαστικότητα**
- ☞ Επίδραση Συγκίνησης – Στρες στην Μνήμη
- ☞ Ο ρόλος του Ύπνου
- ☞ Φυσιολογικό Γήρας & Alzheimer

Βασικός Στόχος

☞ Δημιουργία ενός θεμελιώδους συνεκτικού

πλαίσιου/ικριώματος γνώσης

γύρω από το φαινόμενο και την νευροβιολογία

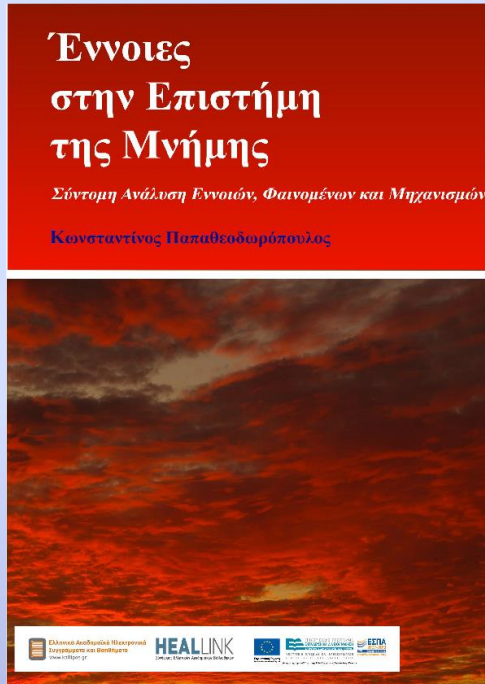
της μνήμης.

☞ Διδακτικό Υλικό

☞ Βιντεοσκοπημένες Διαλέξεις
(Ανοικτά Μαθήματα)

☞ Εργασίες

Συγγράμματα - Βοηθήματα



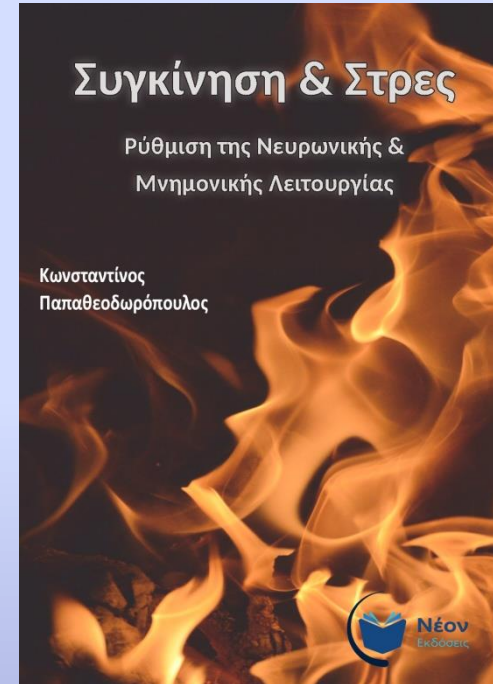
2015

Εκδ.: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών.

Διαθέσιμο στο Αποθετήριο του «Κάλλιπος»:

<http://hdl.handle.net/11419/3244>

Κωδ. Εύδοξος: 320192



2019

Εκδόσεις "NEON"

Κωδικός Εύδοξου: 86198069

Εισαγωγή & Γενικοί Ορισμοί

Μερικές παρατηρήσεις για την επιστημονική δραστηριότητα

- ☞ Συμβολή του συνόλου.
- ☞ Συμβολή του ατόμου.
- ☞ Ρόλος του απρόβλεπτου.
- ☞ Σημασία πρακτικής δυνατότητας.
- ☞ Παραδοχές – Απλοποιήσεις – Συμβάσεις.

Ορισμοί

Μνήμη: Η κωδικοποίηση, συγκράτηση–διατήρηση και ανάσυρση της “πληροφορίας” που έχει αποκτηθεί με την εμπειρία.

Η ικανότητα επανάληψης επιτέλεσης μιάς πράξης.

Μάθηση: Η διεργασία πρόσληψης-συγκράτησης νέας πληροφορίας μέσω της εμπειρίας και χρησιμοποίησής της για την κατάλληλη απόκριση του οργανισμού στο περιβάλλον.

Η μάθηση γίνεται αντιληπτή από την αλλαγή της συμπεριφοράς.

Ο εγκέφαλος μπορεί να θεωρηθεί ως “μηχανή” μάθησης.

Αποθήκευση «πληροφορίας» παρατηρείται:

A. Στην κατασκευή του ίδιου του οργανισμού: **Δομική-Φυλογενετική Μνήμη**.

B. Στις (βασικές) λειτουργικές ιδιότητες του (προ-κατασκευασμένου) νευρωνικού δικτύου: **Δυναμική Μνήμη**.

Φυλογενετική Μνήμη

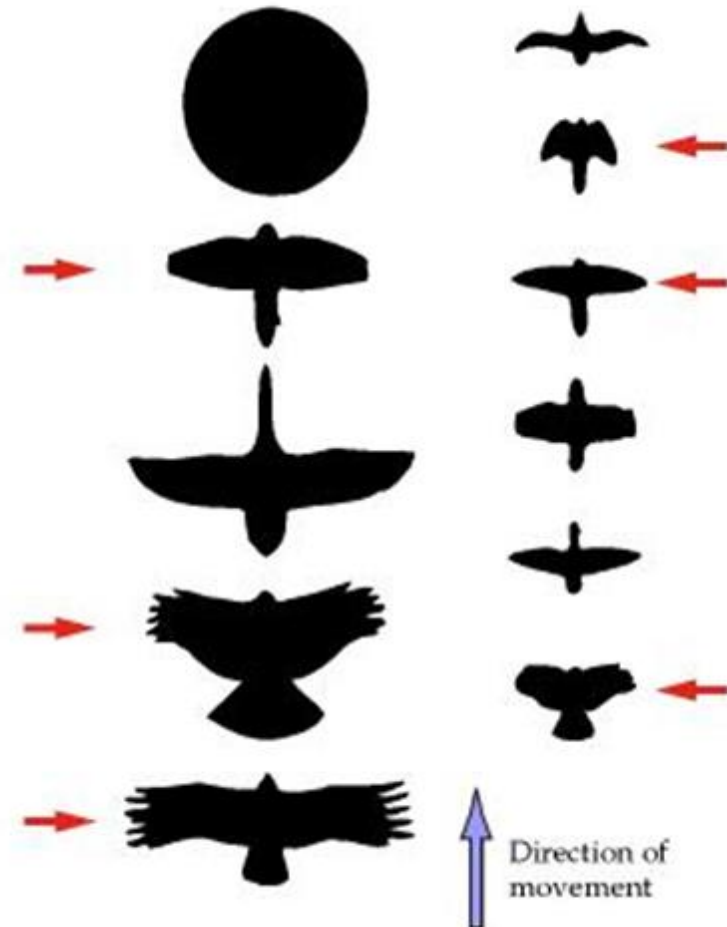


Niko Tinbergen, 1960'

☞ Πληροφορία αποθηκευμένη στην κατασκευή του Ν.Σ. μέσω των «εμπειριών» του πληθυσμού (του είδους).

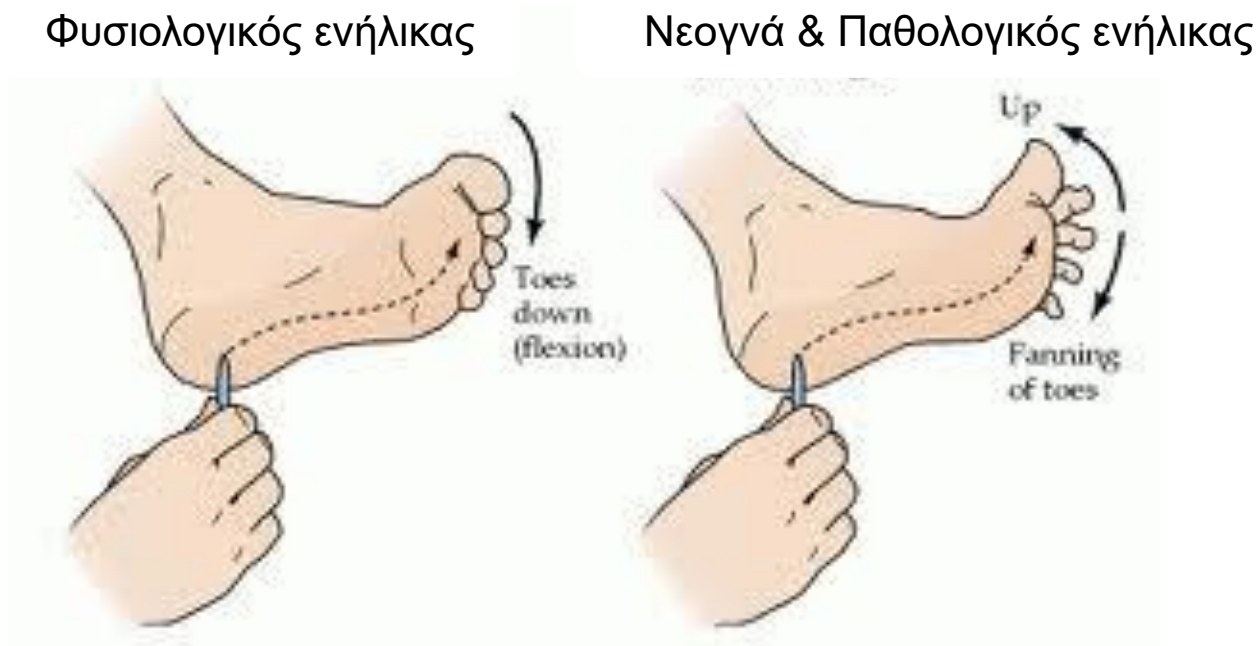
☞ Εδραίωση μέσω δράσης της φυσικής επιλογής στους μηχανισμούς ανάπτυξης του Ν.Σ.

☞ Εκφράζεται ως ενστικτώδης συμπεριφορά (στερεότυπα μεταξύ των ατόμων του είδους).



Φυλογενετική Μνήμη

- ☞ Φυσιολογία: Πελματιαίο αντανακλαστικό κάμψης δακτύλων.
- ☞ Νεογνά - Παθολογία Ενήλικα: Σημείο Babinski



A). Νεογνά - Παθολογία ενήλικα: κάμψη μεγάλου δακτύλου προς τα πάνω και έκταση των άλλων δακτύλων με εφαρμογή ερεθίσματος στο πέλμα με οξύληκτο αντικείμενο.

B). Μετά 4^ο μήνα εγκατάσταση αντανακλαστικού ενήλικα: κάμψη και σύγκλιση όλων των δακτύλων

Αποθήκευση «πληροφορίας» παρατηρείται:

- Στην κατασκευή του ίδιου του οργανισμού: **Δομική-Φυλογενετική Μνήμη.**
 - ☞ Η φυλογενετική μνήμη αφορά κληρονομούμενη πληροφορία, που οικοδομείται κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης (οντογένεση), και εκφράζεται με τους εγγενείς τύπους συμπεριφοράς. Αυτή η «μνήμη κατασκευής» δεν απαλείφεται.
- Συγκράτηση πληροφορίας μέσω της εμπειρίας κατά τη διάρκεια της ζωής του οργανισμού: **Δυναμική Μνήμη.**

Ορισμοί

Μνήμη: Η κωδικοποίηση, συγκράτηση–διατήρηση και ανάσυρση της “πληροφορίας” που έχει αποκτηθεί με την εμπειρία.

Η ικανότητα επανάληψης επιτέλεσης μιάς πράξης.

Μάθηση: Η διεργασία πρόσληψης-συγκράτησης νέας πληροφορίας μέσω της εμπειρίας και χρησιμοποίησής της για την κατάλληλη απόκριση του οργανισμού στο περιβάλλον.

Η μάθηση γίνεται αντιληπτή από την αλλαγή της συμπεριφοράς.

Ο εγκέφαλος μπορεί να θεωρηθεί ως “μηχανή” μάθησης.

- Βασικός στόχος του οργανισμού.
- Ο ρόλος του Νευρικού Συστήματος.
- Ο εγκέφαλος ως μηχανή μάθησης?
- Μάθηση: η χρήση της εμπειρίας για το μέλλον? (= συνέχιση επιβίωσης)
- Μάθηση: Πολλαπλές οδοί επιβίωσης.
- “Μάθηση & Μνήμη”, αλλά και «η μνήμη στηρίζει την μάθηση»

Η Μνήμη είναι μια έννοια που σχετίζεται άμεσα με την έννοια της Μεταβολής & του Χρόνου (συγκράτησης ή “αποθήκευσης” της .. “πληροφορίας”).

➤ Τι είναι “πληροφορία” (και “επεξεργασία” της) στο ΝΣ?

[Λήψη – Επιλογή – Αξιολόγηση – Συγκράτηση – Συμπεριφορά]

➤ Πόσα είδη πληροφορίας? (ένα στα κύτταρα, πλήθος στην συμπεριφορά)

➤ Αποθήκευση ή συγκράτηση?

➤ Για πόση χρονική διάρκεια?

➤ Με ποιους “μηχανισμούς”?

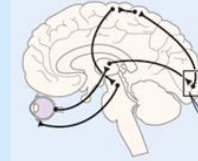
Οι 4 άξονες-παραδοχές

1. Υπάρχουν διαφορετικά είδη μνήμης.
 2. Βασίζονται σε διάκριτα εγκεφαλικά συστήματα.
 3. Υπάρχουν στάδια επεξεργασίας - η μακρόχρονη συγκράτηση απαιτεί διεργασίες παγίωσης.
 4. Η μνήμη βασίζεται στην συναπτική πλαστικότητα.
- ☞ Κατανόηση όλων των επιπέδων οργάνωσης..

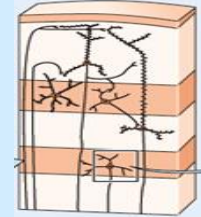
Συμπεριφορά



Εγκεφαλικές περιοχές



Εκτεταμένα νευρωνικά δίκτυα



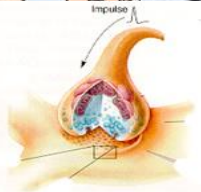
Τοπικά νευρωνικά δίκτυα



Κύτταρα

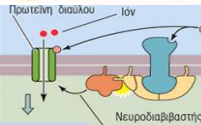


Μικρο-δίκτυα



Συνάψεις

Μόρια



Οργάνωση

Νευρικού Συστήματος:

Ιεραρχία

Αλληλεπιδρώντων

Επιπέδων

Κατηγοριοποιήσεις Μνήμης

- Ποιοτική Κατηγοριοποίηση
- Χρονική Κατηγοριοποίηση

ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΜΝΗΜΗΣ

- ☞ Φαίνεται ότι ένα βασικό και γενικό **κριτήριο** στην διάκριση “ποιοτικά” διαφορετικών τύπων μνήμης είναι αυτό της **συνειδητής επίγνωσης** του περιεχομένου της μνήμης και της έκφρασής του μέσω της συμπεριφοράς.
- ☞ Ένα είδος μνημονικής λειτουργίας αφορά την καθημερινά χρησιμοποιούμενη έννοια και σχετίζεται με την ικανότητα **συγκράτησης και ανάκλησης** παρελθόντων και πρόσφατων συμβάντων, **γεγονότων** και των **γνώσεων** που απορρέουν από αυτά.

ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΜΝΗΜΗΣ

- ☞ Φαίνεται ότι ένα βασικό και γενικό κριτήριο στην διάκριση “ποιοτικά” διαφορετικών τύπων μνήμης είναι αυτό της συνειδητής επίγνωσης του περιεχομένου της μνήμης και της έκφρασής του μέσω της συμπεριφοράς.
- ☞ Ένα άλλο είδος μνημονικής λειτουργίας σχετίζεται με την ικανότητα **επιτέλεσης**, συγκεκριμένων **συμπεριφορών** οι οποίες έχουν αποκτηθεί και **παγιωθεί σταδιακά** και οι οποίες εκφράζονται **χωρίς** άμεση εποπτεία και διεύθυνση της **συνείδησης** (χωρίς συνειδητή επίγνωση).

ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΜΝΗΜΗΣ

- ☞ Ένα παρεμφερές κριτήριο έγκειται στην απάντηση στο ερώτημα: Μπορεί κάποιος να συγκρατήσει το αποτέλεσμα της ενεργοποίησης της μνήμης και να εκφέρει ρητά, δηλωτικά?
- ☞ Το ένα είδος μνήμης με την θετική απάντηση στο ερώτημα συνιστά την **δηλωτική** μνήμη.
- ☞ Το άλλο είδος μνήμης με την αρνητική απάντηση συνιστά την **μη δηλωτική** μνήμη.

ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΜΝΗΜΗΣ

- Δηλωτική (declarative, explicit) Μνήμη & Μάθηση:

Συνειδητή συγκράτηση/ανάκληση **βιωματικών γεγονότων** και **γνώσεων** (βιωματική & σημασιολογική μνήμη).

- Μη Δηλωτική (non declarative, implicit) Μνήμη & Μάθηση: Επιτέλεση **κινητικών & αντιληπτικών διεργασιών-συμπεριφορών- δεξιοτήτων**.

Π.χ. εκμάθηση εκτέλεσης ενός μουσικού κομματιού, αυτόματος χειρισμός πληκτρολογίου υπολογιστή, κινητού, κλπ.

Δηλωτική Μνήμη

Βιωματική Μνήμη

- ☞ Μακρόχρονη συγκράτηση βιωματικών γεγονότων τα οποία ανακαλούνται συνειδητά και ρητά.
- ☞ Αναφέρεται σε ειδικό **χωρο-χρονικό πλαίσιο** και είναι πολύ λεπτομερής.
- ☞ Ο πιο ευπαθής (και εύπλαστος, τροποποιήσιμος) τύπος μνήμης.

Σημασιολογική Μνήμη

- ☞ **Γνώσεις** γεγονότων και γενικής πληροφορίας χωρίς χωρο-χρονικό πλαίσιο.
- Εξαγωγή σημασιολογικής πληροφορίας από την βιωματική μνήμη.

Μη Δηλωτική Μνήμη

- Μη συνειδητή ανάκληση (“πληροφορίας”) για την καθοδήγηση της αντίληψης ή της δράσης και της συμπεριφοράς.
- Είναι αυτό που δεν γνωρίζουμε ότι γνωρίζουμε.
- Εμφανίζεται ως μάθηση στην χρήση της γλώσσας, και στους αυτοματισμούς που συνδέονται με κινητικές δεξιότητες-ικανότητες και συνήθειες.
- Φλοιο-ραβδωτό σύστημα, Παρεγκεφαλίδα, Αμυγδαλή.

Ποιοτική Κατηγοριοποίηση Μνήμης

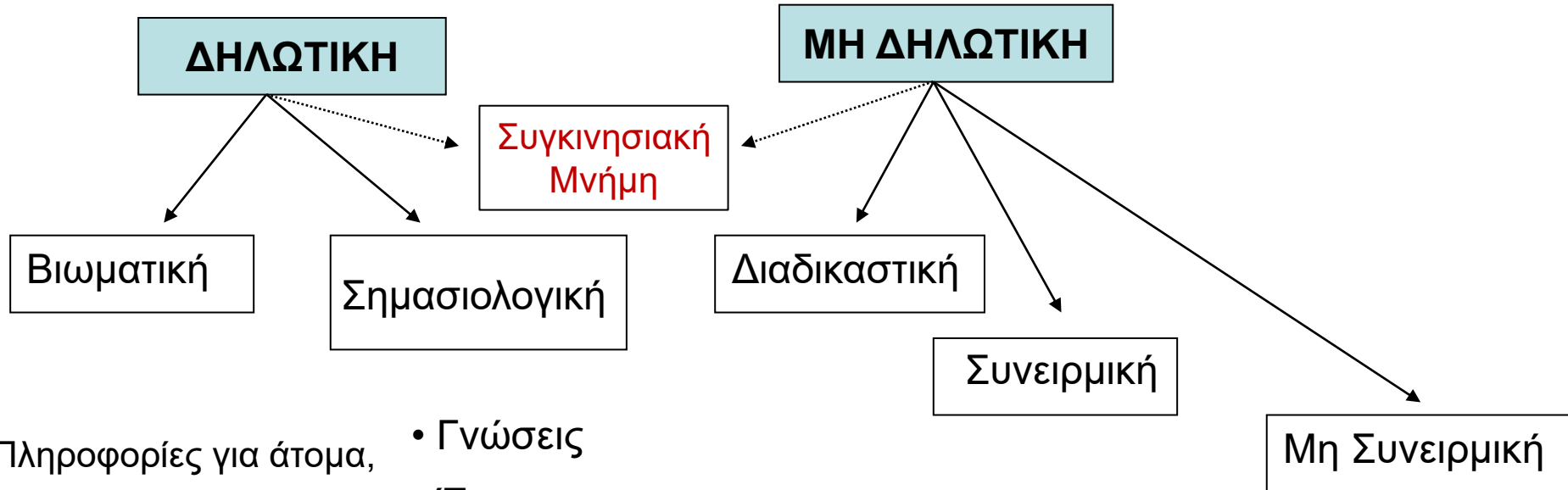
(☞ Κάθε μη δηλωτική μνήμη μπορεί να αρχίζει ως δηλωτική, έκδηλες μνήμες μπορούν να περιέχουν μη δηλωτικά στοιχεία.)

ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΜΝΗΜΗΣ

Διαφορές μεταξύ Δηλωτικής – Μη Δηλωτικής Μνήμης:

- Συνειδητή – Ασυνείδητη / Ρητή – Άρρητη
- **Ταχεία** δημιουργία – **Βραδεία** αποθήκευση, με την επανάληψη
- Εύκολη απώλεια – Μακρόχρονη και ακριβής διατήρηση
- Μετασχηματιστική – Αυτοματοποιημένη
- Διαφορετικές εγκεφαλικές δομές – “μνημονικά συστήματα”

ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΜΝΗΜΗΣ



- Πληροφορίες για άτομα, τόπους, πράγματα
- Καθημερινά γεγονότα
- Αυτοβιογραφικά γεγονότα

- Γνώσεις
- Έννοιες

- Αντιληπτοκινητικές δεξιότητες
- Συσχετισμοί
- Προπαίδευση
- Αντιληπτική μάθηση
- Εξαρτημένη μάθηση

- Εθισμός
- Ευαισθητοποίηση

ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΜΝΗΜΗΣ

Ιστορικά στοιχεία

☞ Η περίπτωση του ασθενούς H.M. & Ο ρόλος του απρόβλεπτου

Henry Gustav Molaison (H.M.)



1953: Αμφοτερόπλευρη χειρουργική αφαίρεση μεγάλου τμήματος του Έσω Κροταφικού Λοβού και παρακείμενων περιοχών για αντιμετώπιση φαρμακοανθεκτικής επιληψίας.

(~70% ιππόκαμπος, ενδορινικός φλοιός, τμήμα περιρινικού & παραϊπποκάμπειου φλοιού, αμυγδαλή, συνδέσεις).

Η περίπτωση του ασθενούς H.M.

Inside the Brain

The amnesic patient known as H.M. had most of his hippocampus and adjacent tissues in the medial temporal lobe removed, from both hemispheres of his brain.

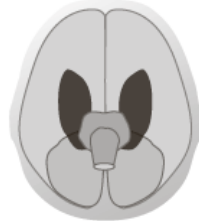
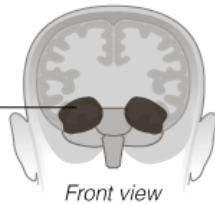
Part of the brain that had been removed.

PREFRONTAL
CORTEX

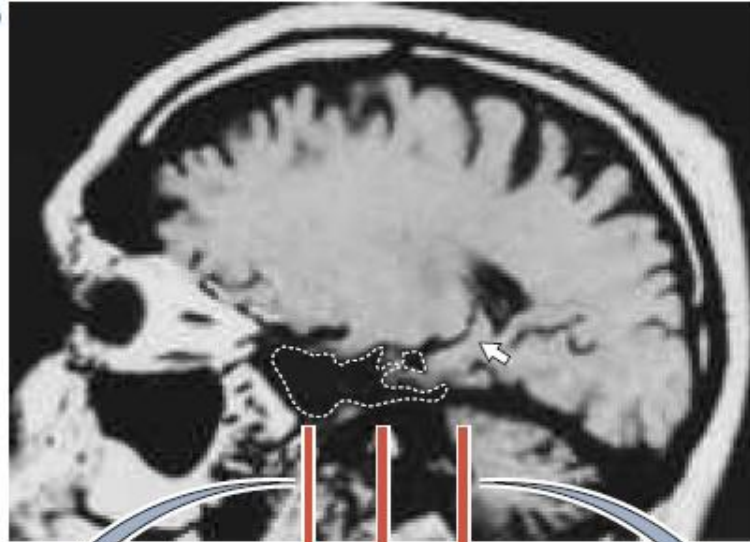
AMYGDALA

HIPPOCAMPUS

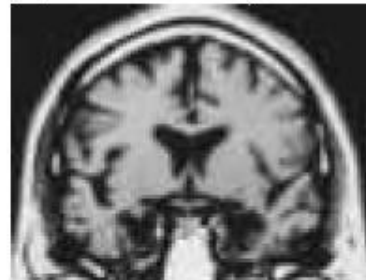
Side view



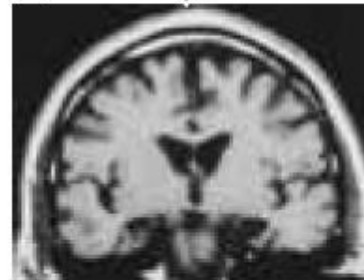
(A)



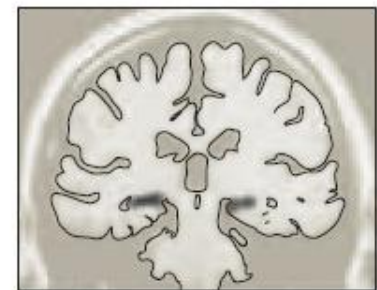
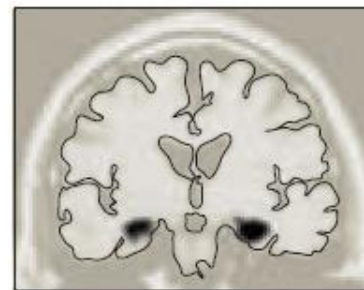
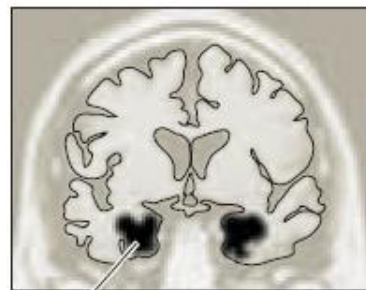
THE NEW YORK TIMES
(B)



(C)

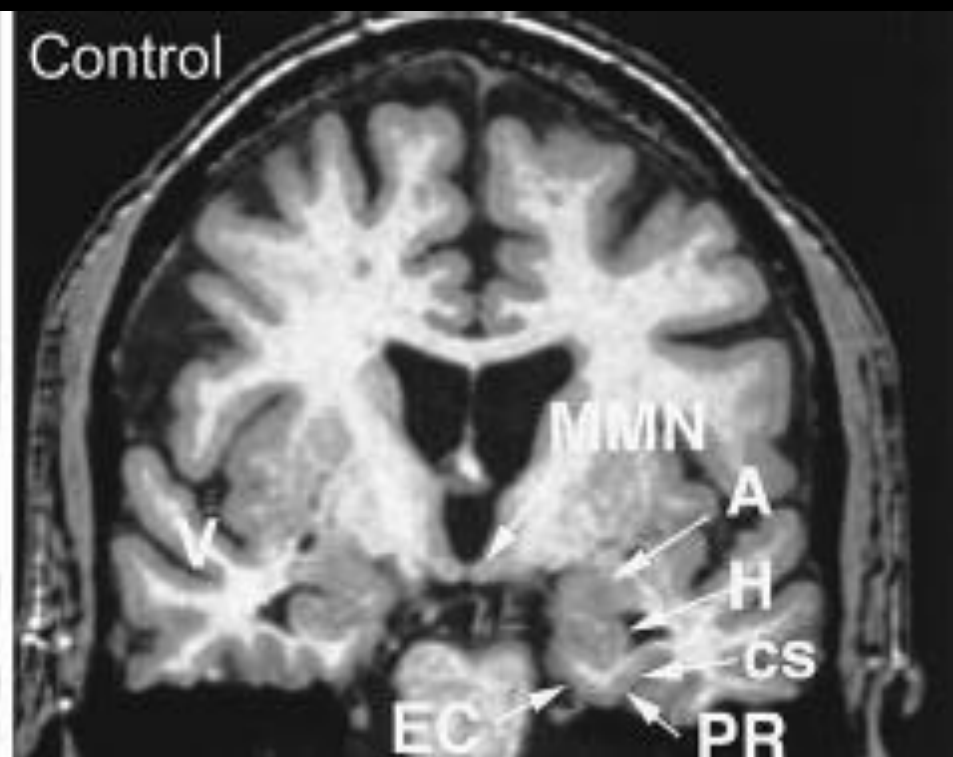
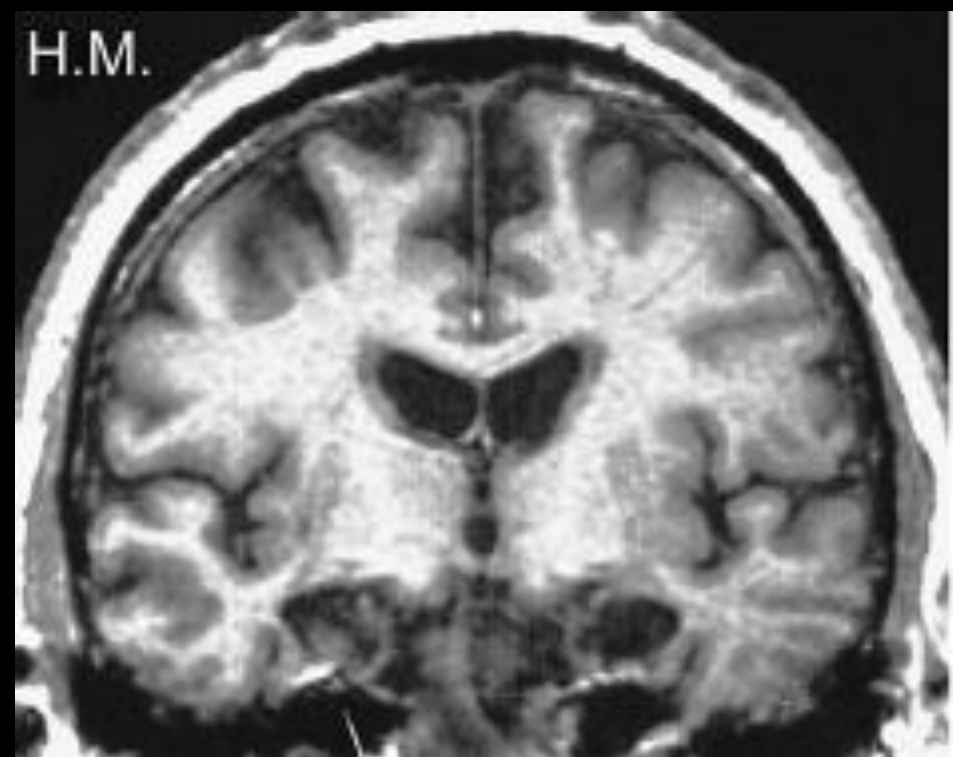


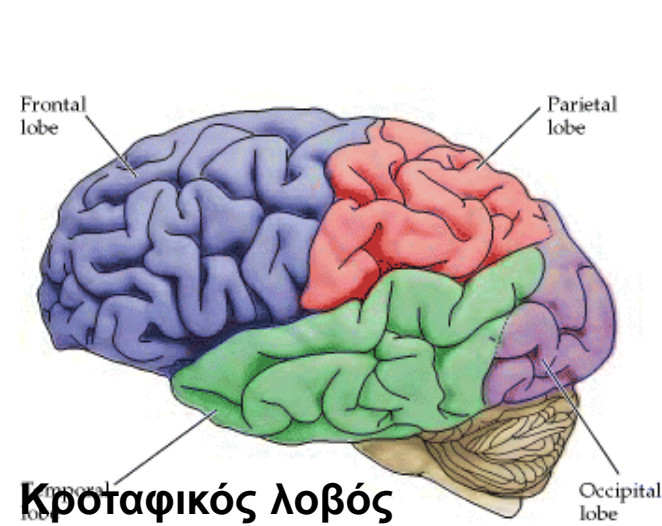
(D)



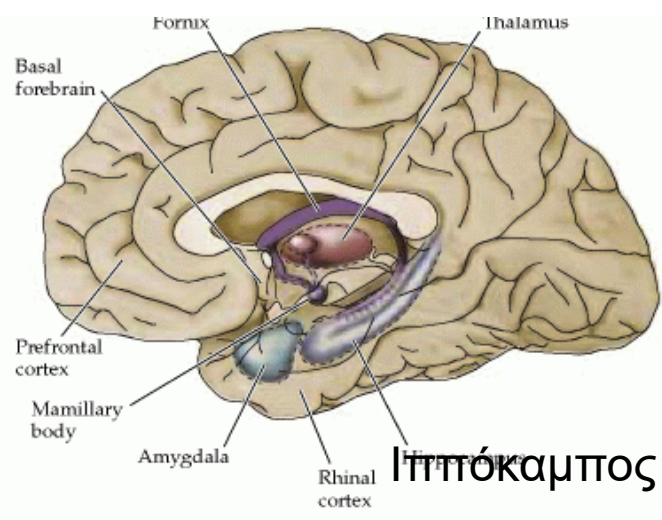
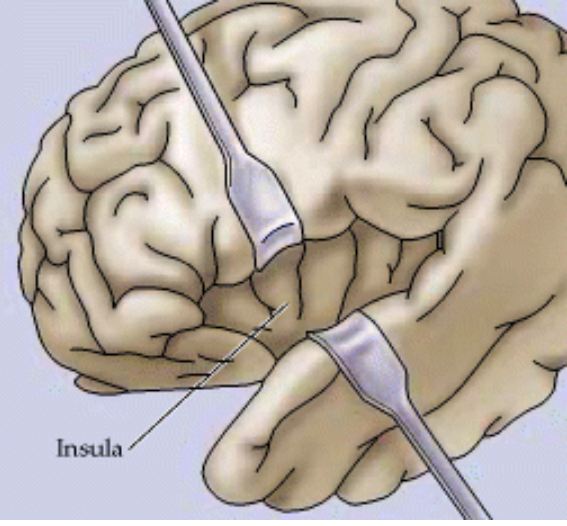
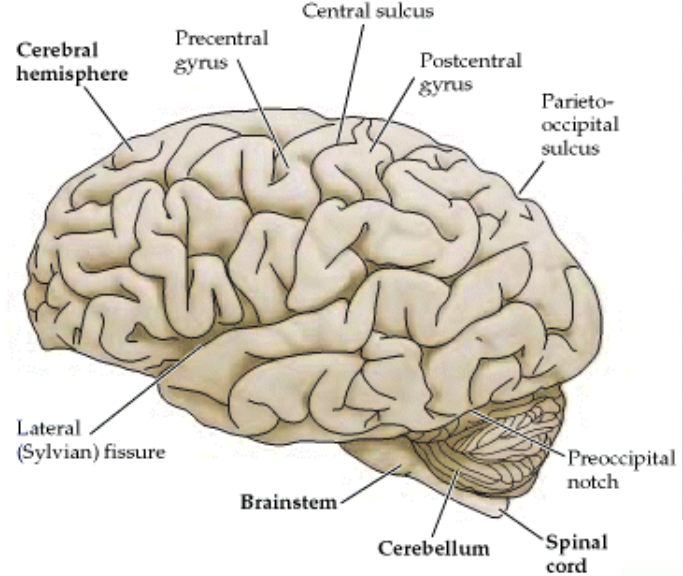
Anterior →
Damaged area

← Posterior

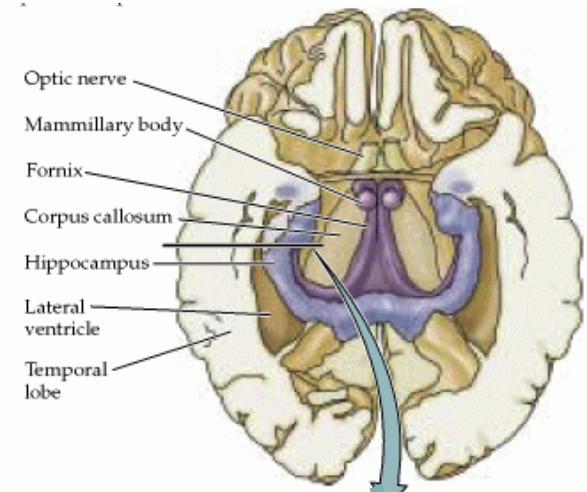




Κροταφικός λοβός

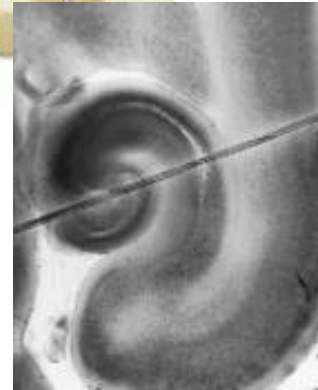
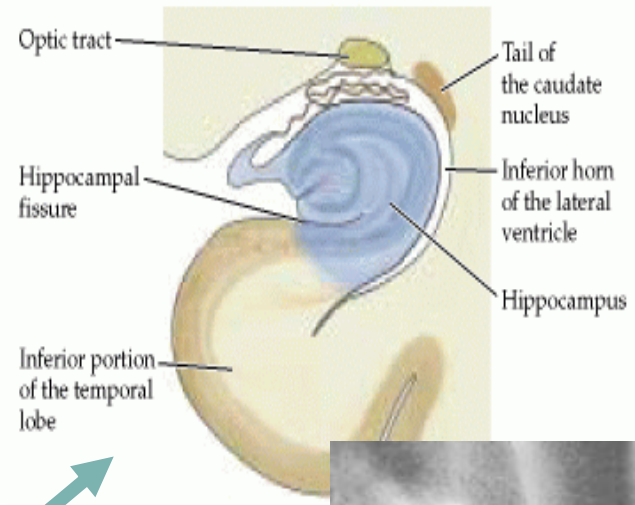


Ιππόκαμπος



Ιππόκαμπος

(C) Hippocampus in coronal section



Η περίπτωση του ασθενούς H.M.

☞ Πλήρης αδυναμία δημιουργίας νέων βιωματικών μνημών!

Henry Gustav Molaison (H.M.)



1952: Αμφίπλευρη χειρουργική αφαίρεση μεγάλου τμήματος του έσω κροταφικού λοβού και παρακείμενων περιοχών για αντιμετώπιση φαρμακοανθεκτικής επιληψίας.

(~70% ιππόκαμπος, ενδορινικός φλοιός, τμήμα περιρινικού & παραϊπποκάμπειου φλοιού, αμυγδαλή, συνδέσεις).

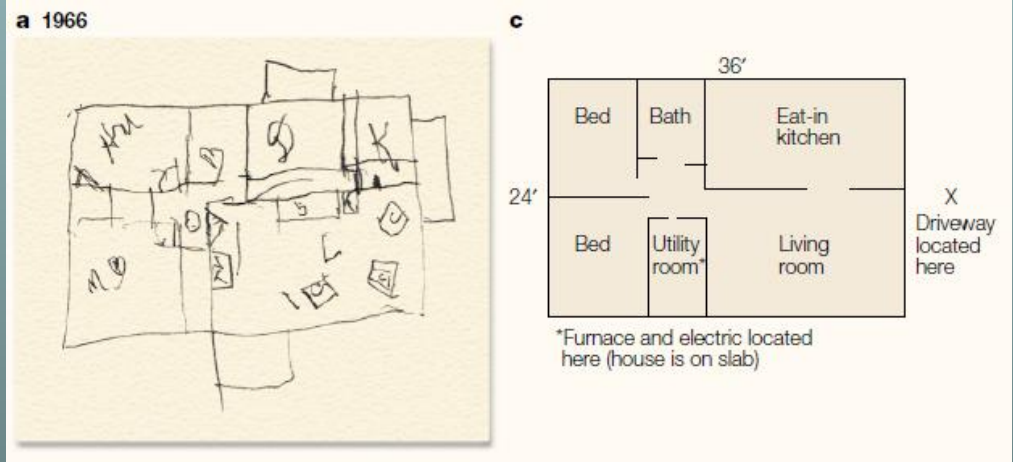
Η περίπτωση του ασθενούς Η.Μ.

Σταδιακή επανάκτηση αισθητικοκινητικών δεξιοτήτων (Μη δηλωτική μνήμη).



B. Milner

S. Corkin



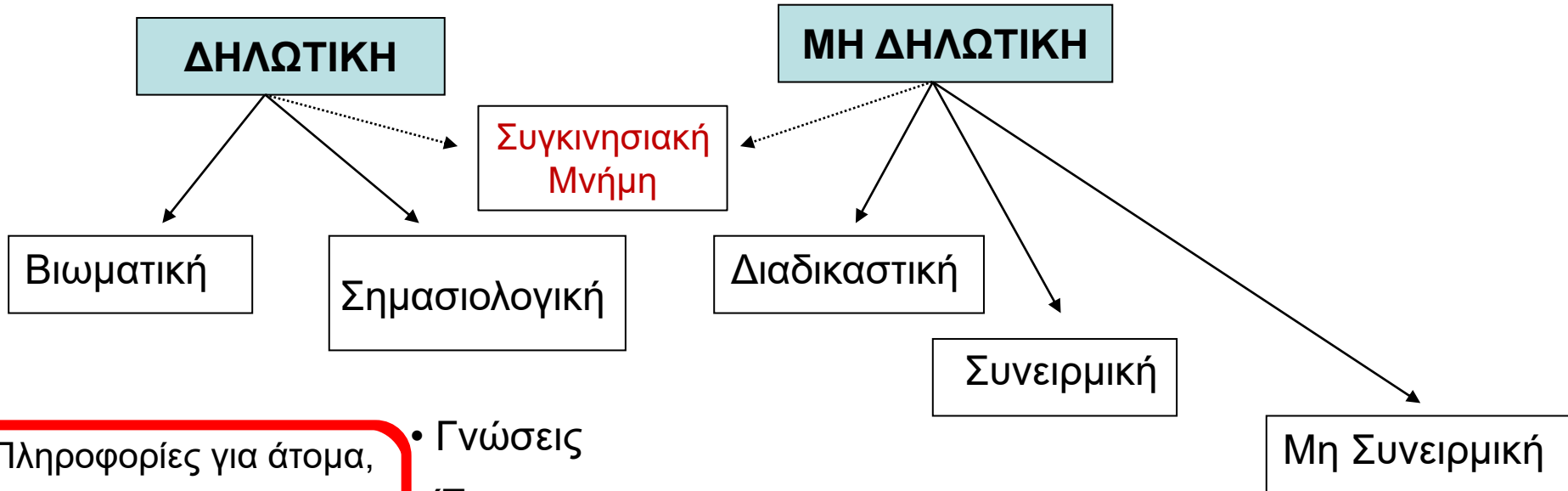
Παρατηρήσεις επί των μνημονικών ελλειμμάτων & ικανοτήτων του Η.Μ.

- [1]. Διατήρηση ικανότητας χρήσης τρέχουσας πληροφορίας (π.χ. συζήτηση).
- [2]. Διατήρηση παλαιότερων γενικών γνώσεων (π.χ. σημασία λέξεων).
- [3]. **Απόλυτη αδυναμία δημιουργίας νέων βιωματικών μνημών.**
- [4]. Μερική αδυναμία ανάκλησης πρότερων βιωματικών μνημών.
- [5]. **Σταδιακή επανάκτηση αισθητικοκινητικών ικανοτήτων.**

Συμπεράσματα:

- ☞ Ύπαρξη διαφορετικών μνημονικών **ειδών**.
- ☞ Σύνδεση **εγκεφαλικών δομών** με είδος μνήμης (βιωματική):
η ιδέα του **μνημονικού συστήματος**..
- ☞ Ιδέα **χρονικών περιόδων-σταδίων** με διαφορετικές διεργασίες και διαφορετική εμπλοκή διακριτών εγκεφαλικών δομών.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΜΝΗΜΗΣ



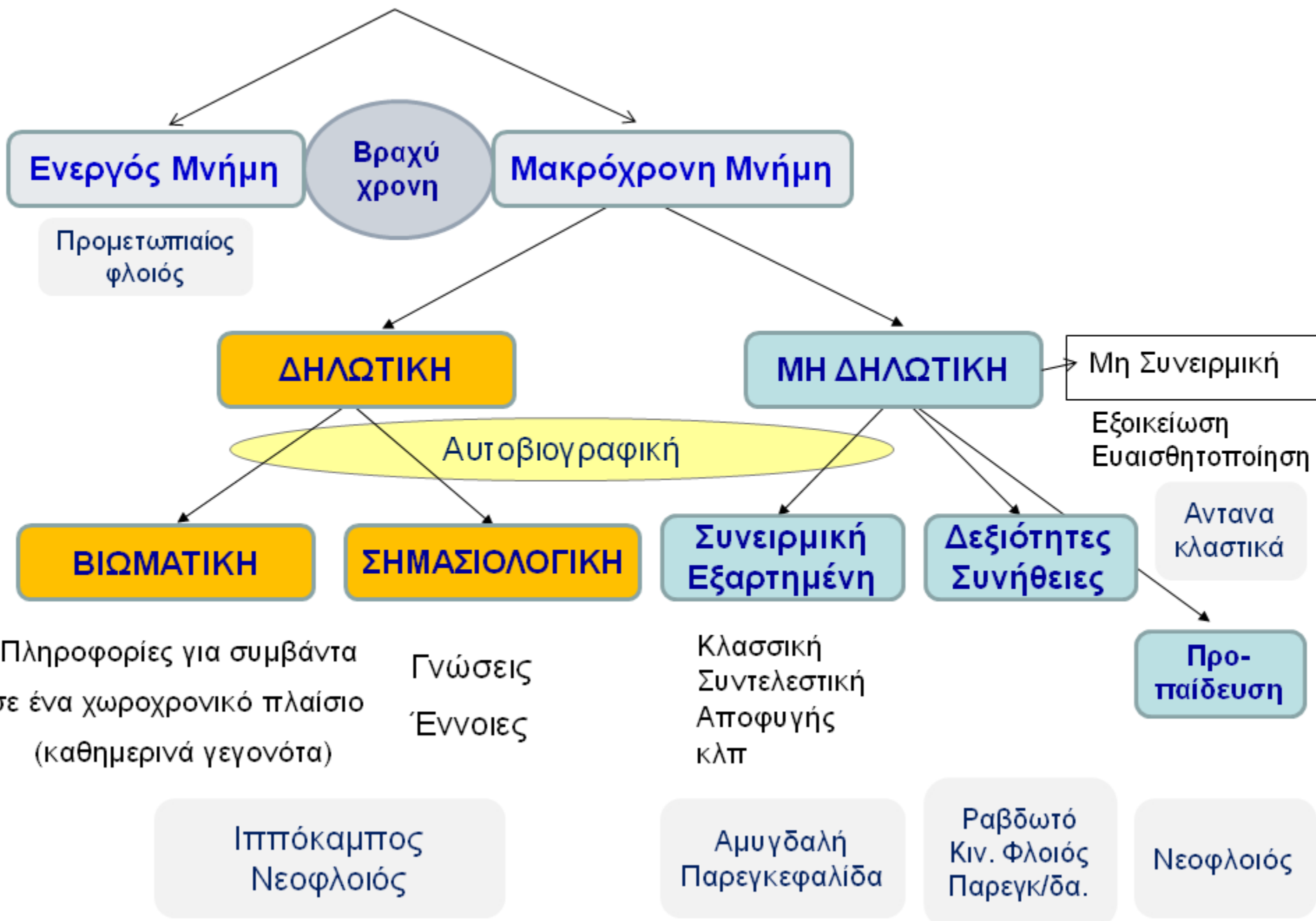
- Πληροφορίες για άτομα, τόπους, πράγματα
- Καθημερινά γεγονότα
- Αυτοβιογραφικά γεγονότα

- Γνώσεις
- Έννοιες

- Αντιληπτοκινητικές δεξιότητες
- Συσχετισμοί
- Προπαίδευση
- Αντιληπτική μάθηση
- Εξαρτημένη μάθηση

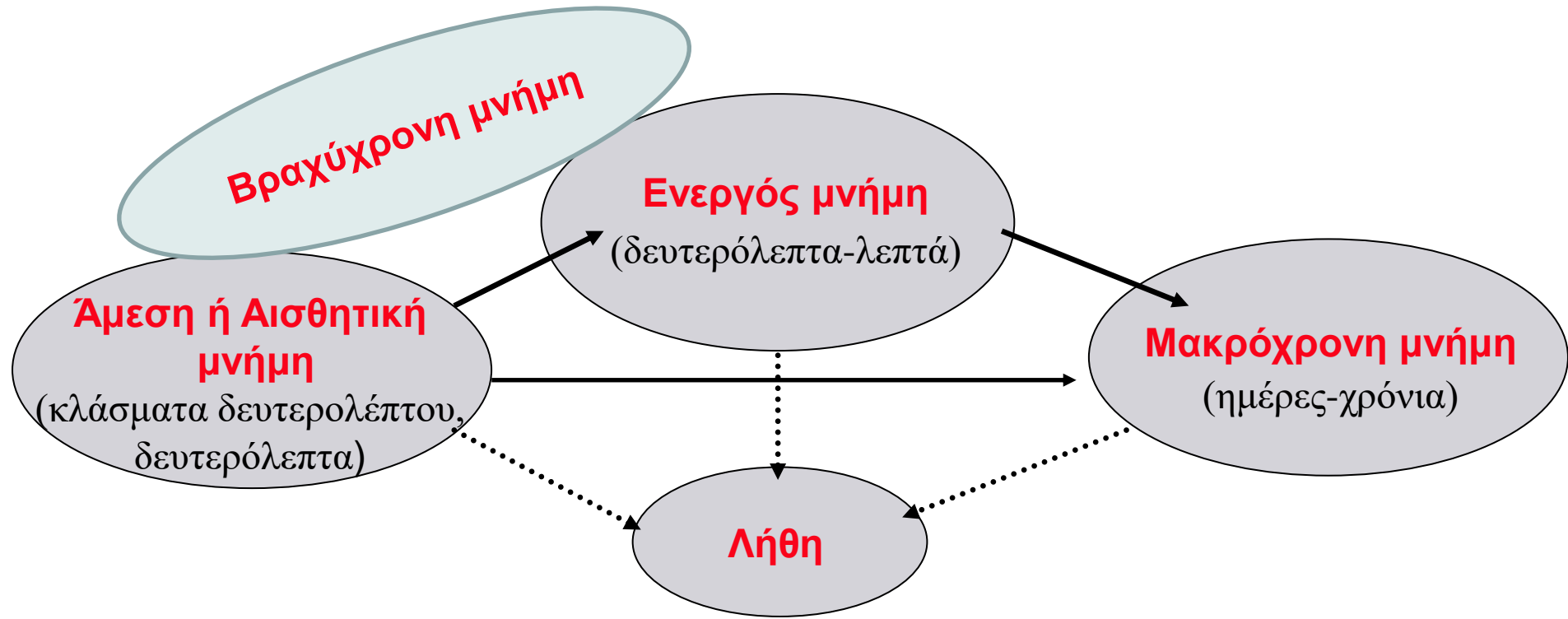
- Εθισμός
- Ευαισθητοποίηση

ΜΝΗΜΗ

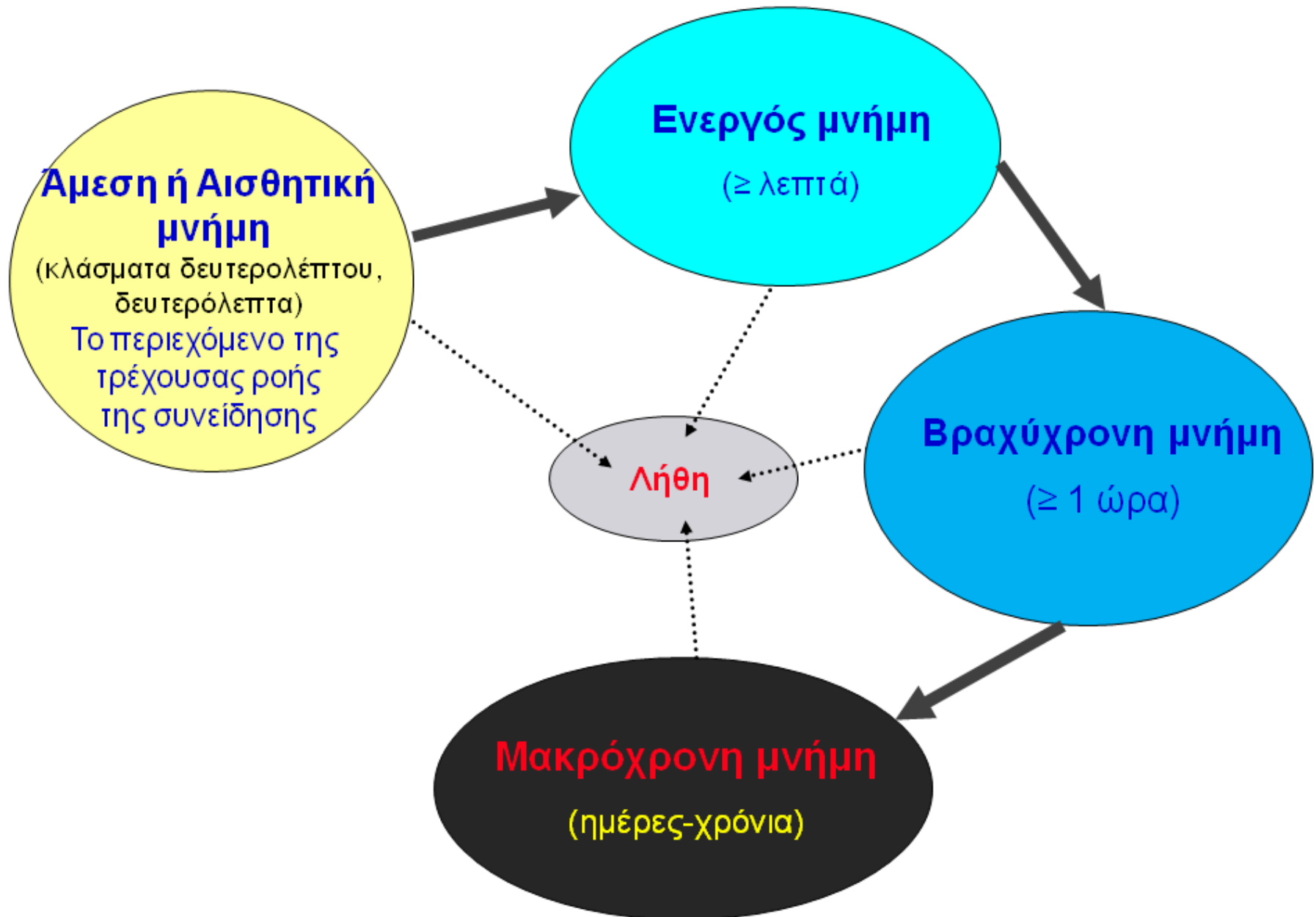


Μνημονικά Στάδια

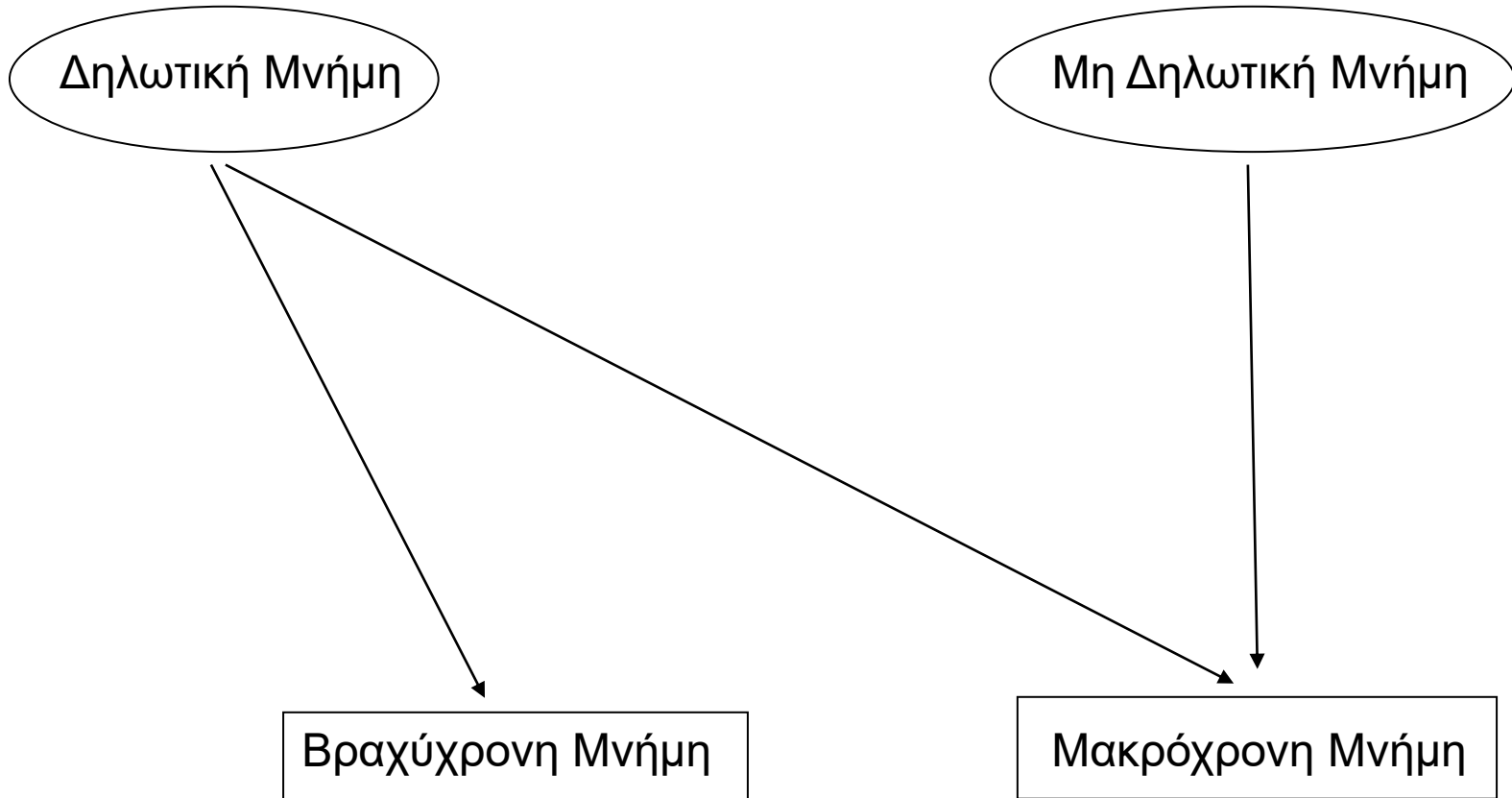
ΧΡΟΝΙΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΜΝΗΜΗΣ



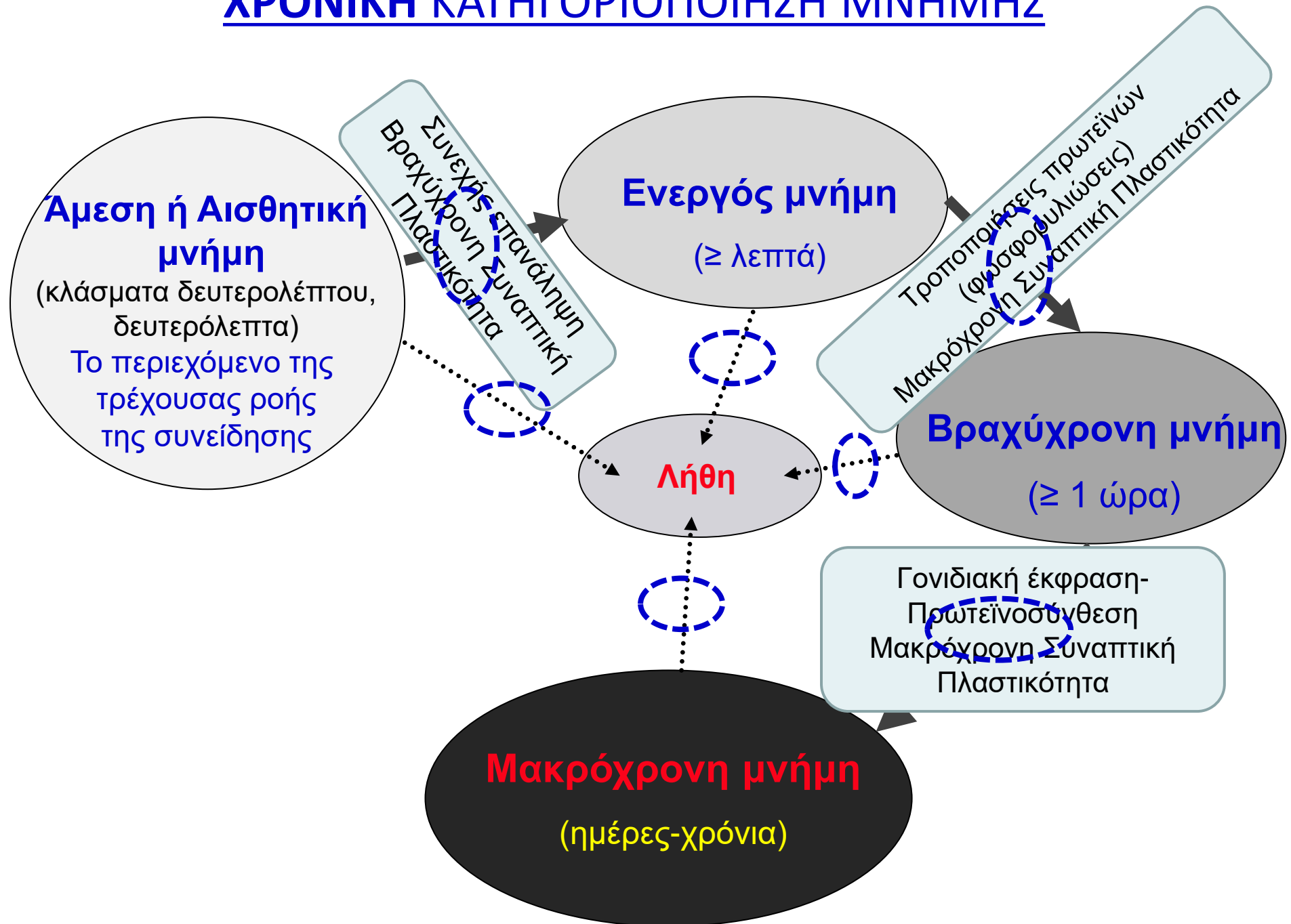
ΧΡΟΝΙΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΜΝΗΜΗΣ



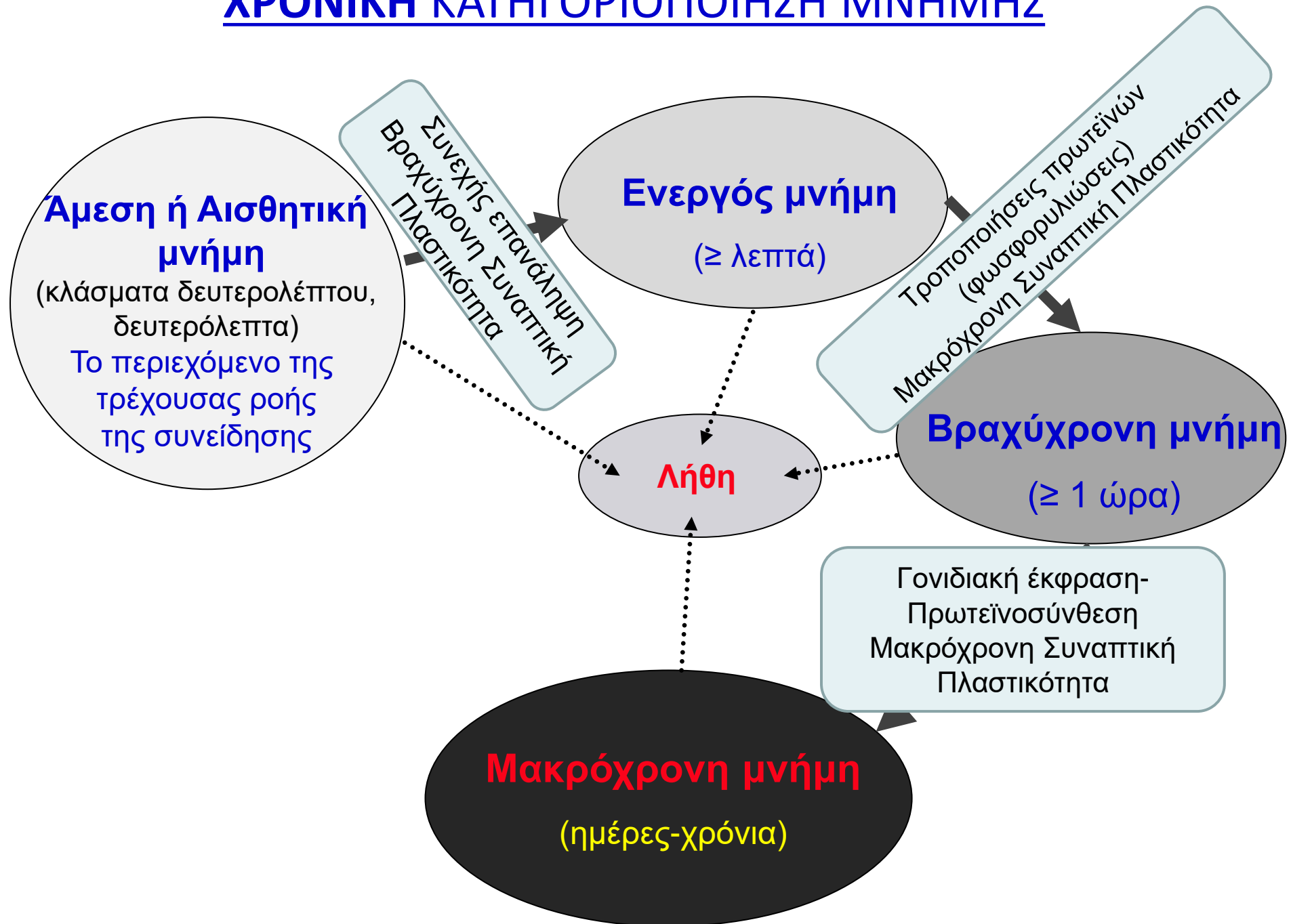
Σχέσεις Μεταξύ Διάρκειας και Είδους Μνήμης



ΧΡΟΝΙΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΜΝΗΜΗΣ



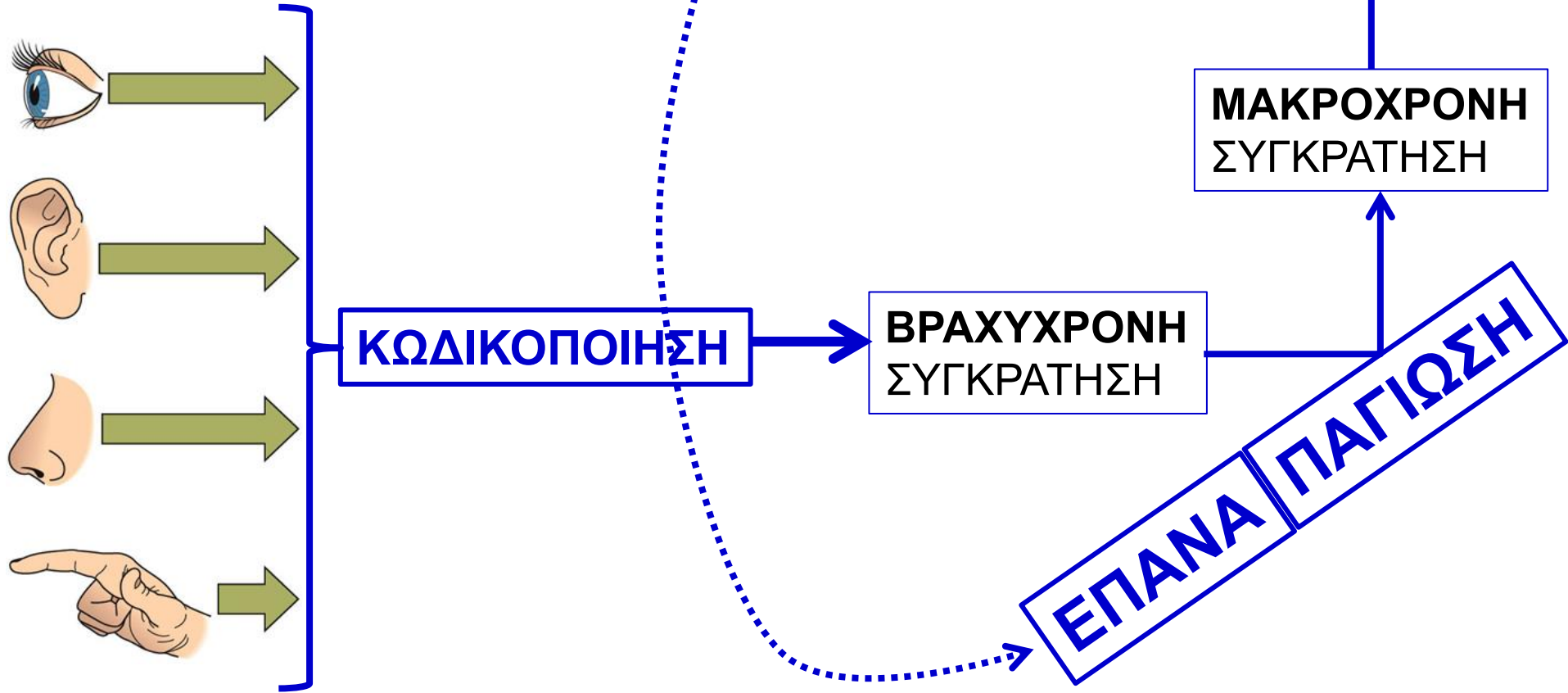
ΧΡΟΝΙΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΜΝΗΜΗΣ



Η διαφοροποίηση ως προς τη χρονική **διάρκεια** συγκράτησης των μνημών καθώς και η **ροή της πληροφορίας** στο νευρικό σύστημα υποδεικνύουν την ύπαρξη διάκριτων **σταδίων επεξεργασίας** της μνημονικής πληροφορίας.

ΣΤΑΔΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ – ΜΝΗΜΟΝΙΚΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ

ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ



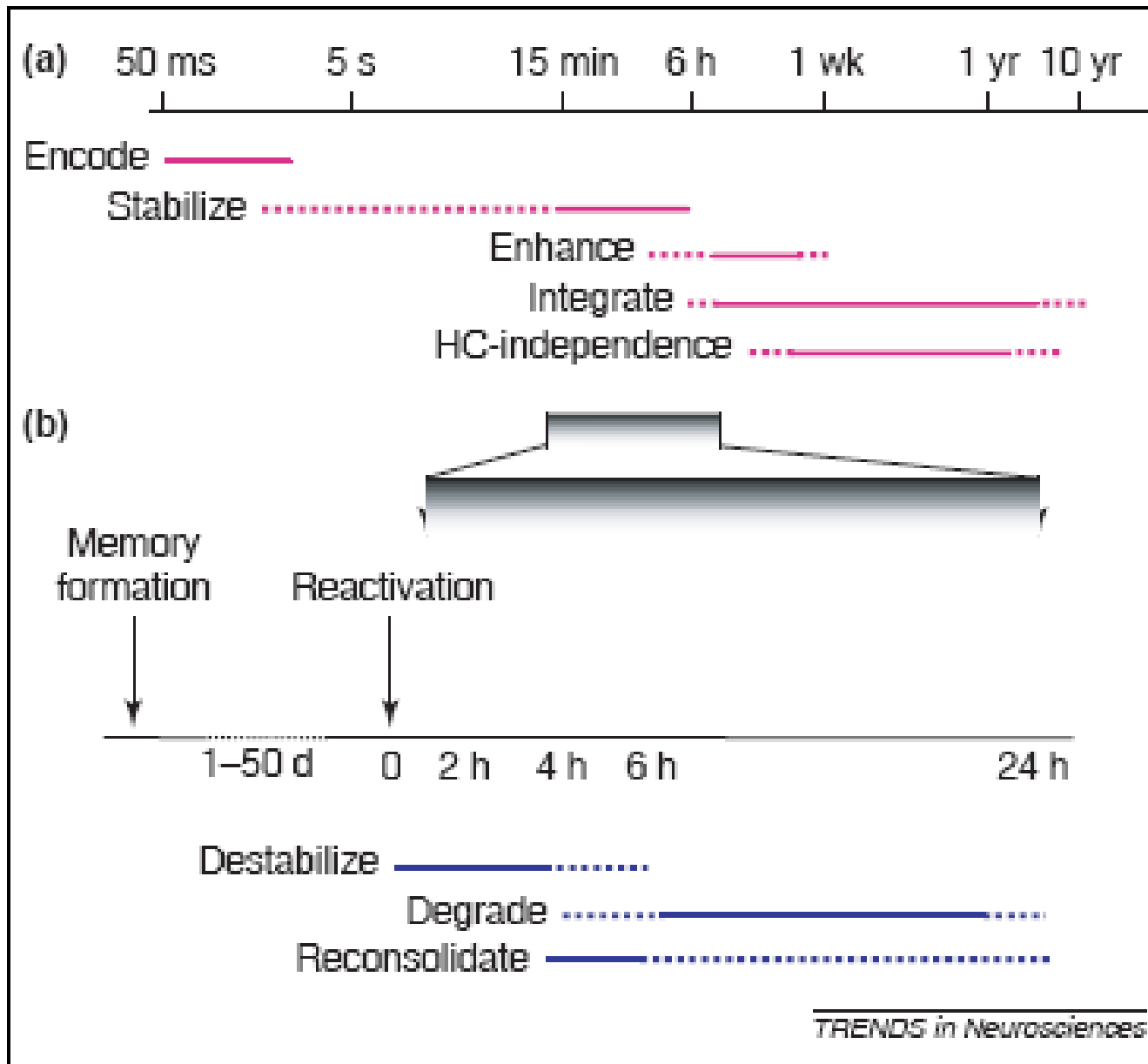
Στάδια Μνημονικών Διεργασιών

Κωδικοποίηση → Παγίωση →
→ Ανάκληση → Επαναπαγίωση

Στάδια Μνημονικών Διαδικασιών



Στάδια Μνημονικών διαδικασιών



Είδος Μνήμης (Ποιότητα-Περιεχόμενο-Αντικείμενο μνήμης,
χαρακτήρας νοητικής εμπειρίας)

Διάρκεια Μνήμης (Βραχύχρονη, Μακρόχρονη)

Στάδια Μνημονικών διαδικασιών: > Πρόσληψη / Κωδικοποίηση
> Παγίωση
> Ανάκληση - Επαναπαγίωση

Ενεργός Μνήμη

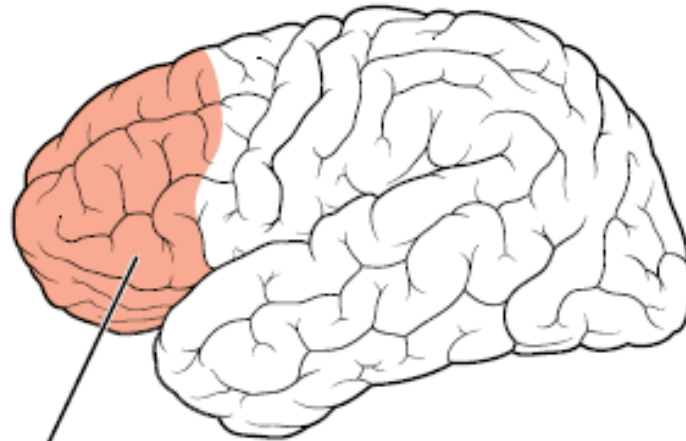
Ενεργός μνήμη

- Ενεργός μνήμη θεωρείται η νευρωνική εκείνη δραστηριότητα ή “χώρος” που συγκρατεί την πληροφορία **πρόσκαιρα** κατά τη διάρκεια του **προγραμματισμού και της εκτέλεσης** μιάς εργασίας.
- Πληροφορία που συγκρατείται μέσω ενεργής διατήρησης (on-line) κατά τη διάρκεια εκτέλεσης μιάς εργασίας.
- Θεωρείται οτι κατά την διάρκεια της ενεργού μνήμης **αντιληπτική** πληροφορία συνδυάζεται με **ανακαλούμενη** πληροφορία για τον σχηματισμό βραχύβιων εσωτερικών αναπαραστάσεων που καθοδηγούν την συμπεριφορική απόκριση.
- Ενεργός μνήμη είναι ένα είδος «βραχύχρονης μνήμης» (Baddeley, 1986), παρόλο που δεν ταυτίζονται. Η ενεργός μνήμη περιλαμβάνει την νευρωνική διεργασία της **προσοχής**, περιεχόμενα **βραχύχρονης** και **μακρόχρονης** μνήμης, τη διεργασία της **ανάκλησης**, **υπολογιστικές** διεργασίες επί των αναπαραστάσεων, και **προγραμματισμό-σχεδιασμό** και λήψη απόφασης ώστε να οργανωθεί η συμπεριφορά προς της επίτευξη ενός σκοπού μέσω αυτής της βραχύβιας εσωτερικής αναπαραστάσης. Αυτές είναι πολύ σημαντικές ικανότητες σχετιζόμενες με την ευφυΐα.

Νευροβιολογία Ενεργού Μνήμης

Προμετωπιαίος φλοιός

A



Executive function

Attention

Working memory

Abstract thinking

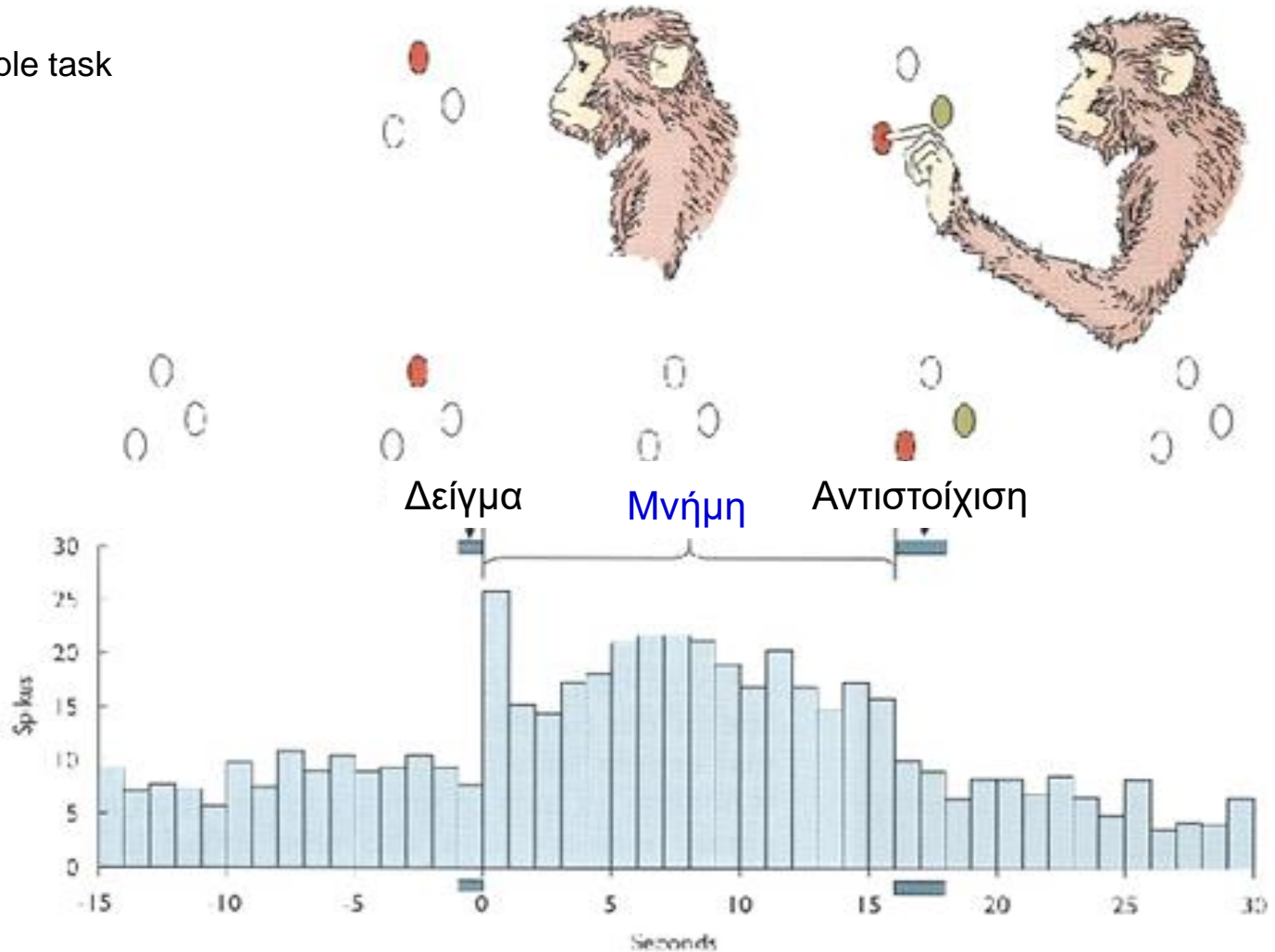
Novelty seeking

Executive control of behavior

Νευροβιολογία Ενεργού Μνήμης

Δοκιμασία καθυστερημένης αντιστοίχισης προς το δείγμα

Delayed match to sample task



ΔΕ σε κύτταρο
οπτικής περιοχής
κροταφικού φλοιού

Πιθανοί Νευρωνικοί Μηχανισμοί Μνήμης Εργασίας

- Το ότι είναι μιά ενεργή διανοητική κατάσταση, συνεχώς υποκείμενη σε παρεμβολή, υπονοεί ότι πιθανότατα βασίζεται σε νευρωνικούς **βρόχους επανεισόδου** στους οποίους η δραστηριότητα ενός συνόλου νευρώνων εξαρτάται από την συνεχιζόμενη δραστηριότητα άλλων.
- Νευρώνες στον μετωπιαίο λοβό **πυροδοτούν για σύντομες περιόδους αμέσως μετά τον τερματισμό** ενός ερεθίσματος φαίνεται να είναι σημαντικοί για την ακριβή **συμπεριφορική επιλογή** σε μνημονικές δοκιμασίες που πραγματοποιούνται μερικά δευτερόλεπτα αργότερα.
- ☞ Βραχύχρονες συναπτικές μεταβολές όπως είναι η **διευκόλυνση** και η **μετατετανική ενίσχυση** θα μπορούσαν να αποτελούν τον μηχανισμό της δραστηριότητας επανεισόδου.