

Εγκέφαλος και Μουσική:
Η νευροψυχολογία της μουσικής

Κώστας Πόταγας

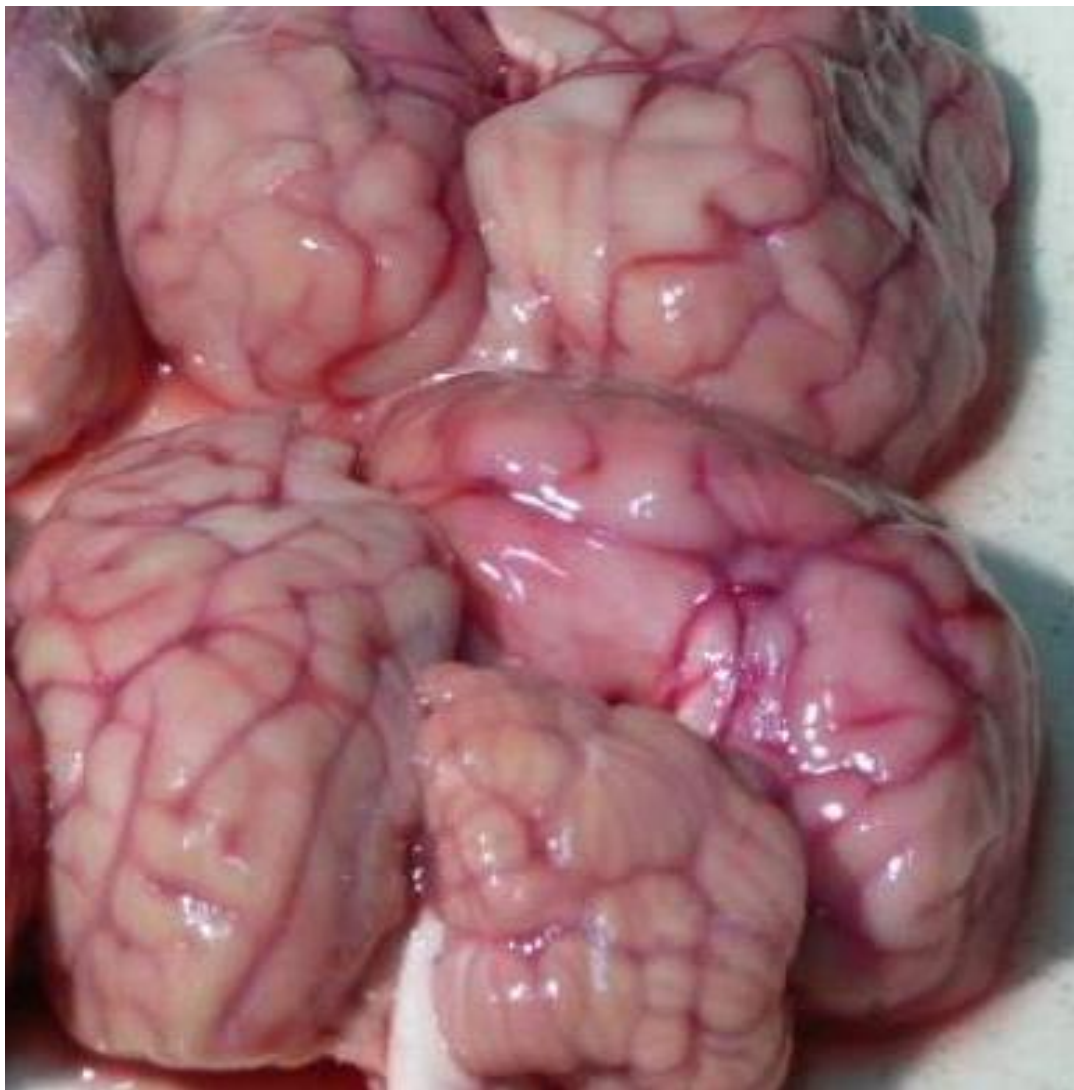
Ερωτήματα

- Τι κάνει ο εγκέφαλος για τη μουσική; Πώς μελετάμε τη «φυσιολογία» της μουσικής;
- Υπάρχουν ειδικά συστήματα για την κάθε λειτουργία του εγκεφάλου; π.χ. για τον λόγο, για τον χώρο, για τη μνήμη, (για τη μουσική);
- Υπάρχει κάποιο «μουσικό» ημισφαίριο;

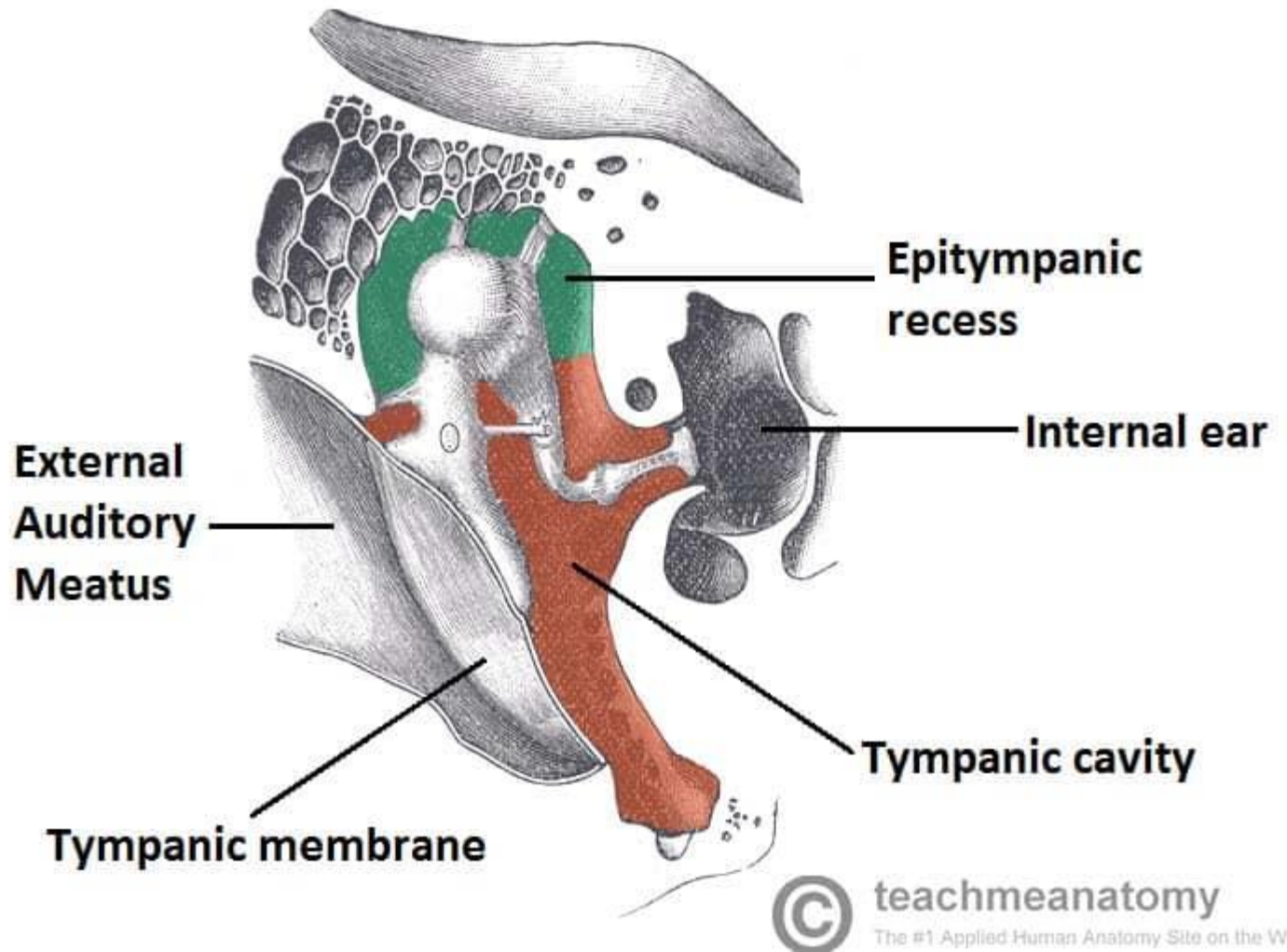
Υπάρχει ένα εξειδικευμένο, εντοπισμένο, σύστημα για τη «μουσική» στον εγκέφαλο;

Και μια παρατήρηση: η μουσική δημιουργεί φορτισμένες διαμάχες (ίσως φταίει η πολυπλοκότητά της...)

ο εγκέφαλος είναι ένα άσχημο σπλάγγχο...

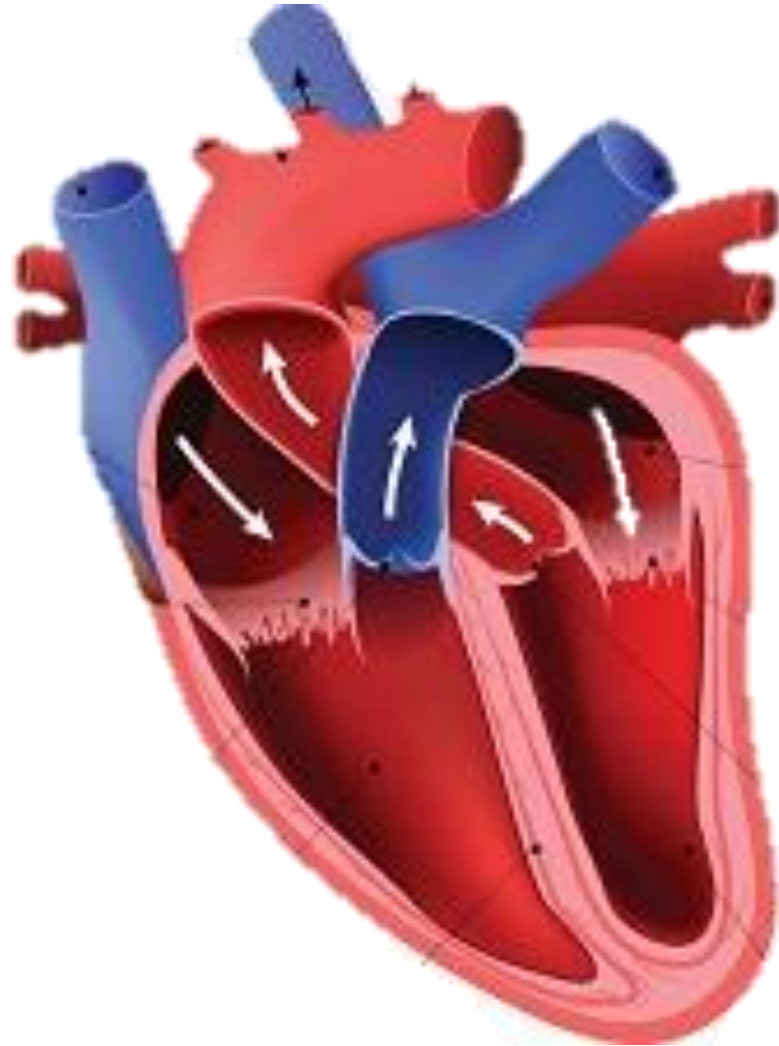


Μορφολειτουργική ιδιότητα:



Τι είναι αυτό;

Μορφολειτουργική ιδιότητα:



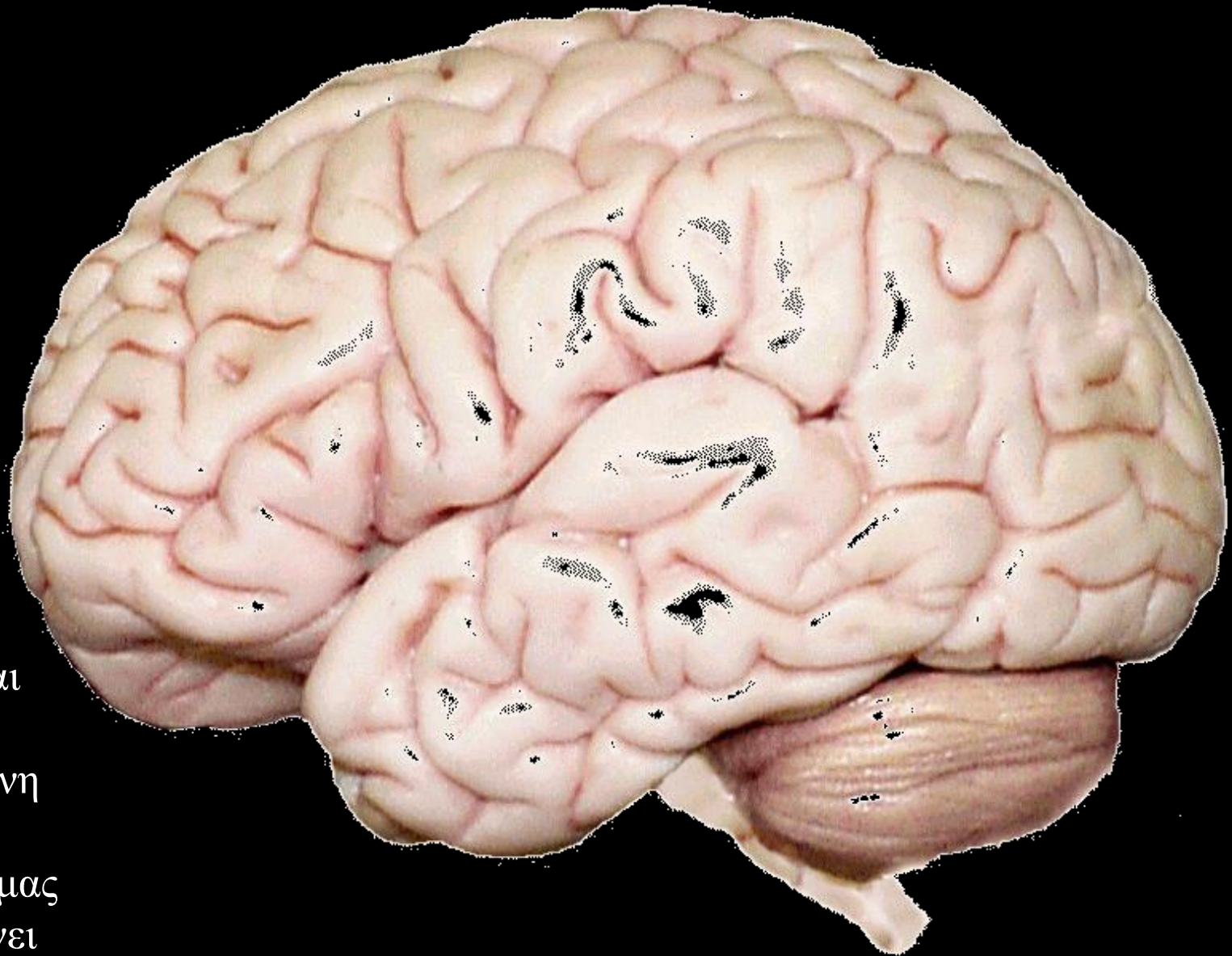
Τι είναι
αυτό;

Μορφολειτουργική ιδιότητα:



**Τι είναι
αυτό;**

μορφολειτουργική;



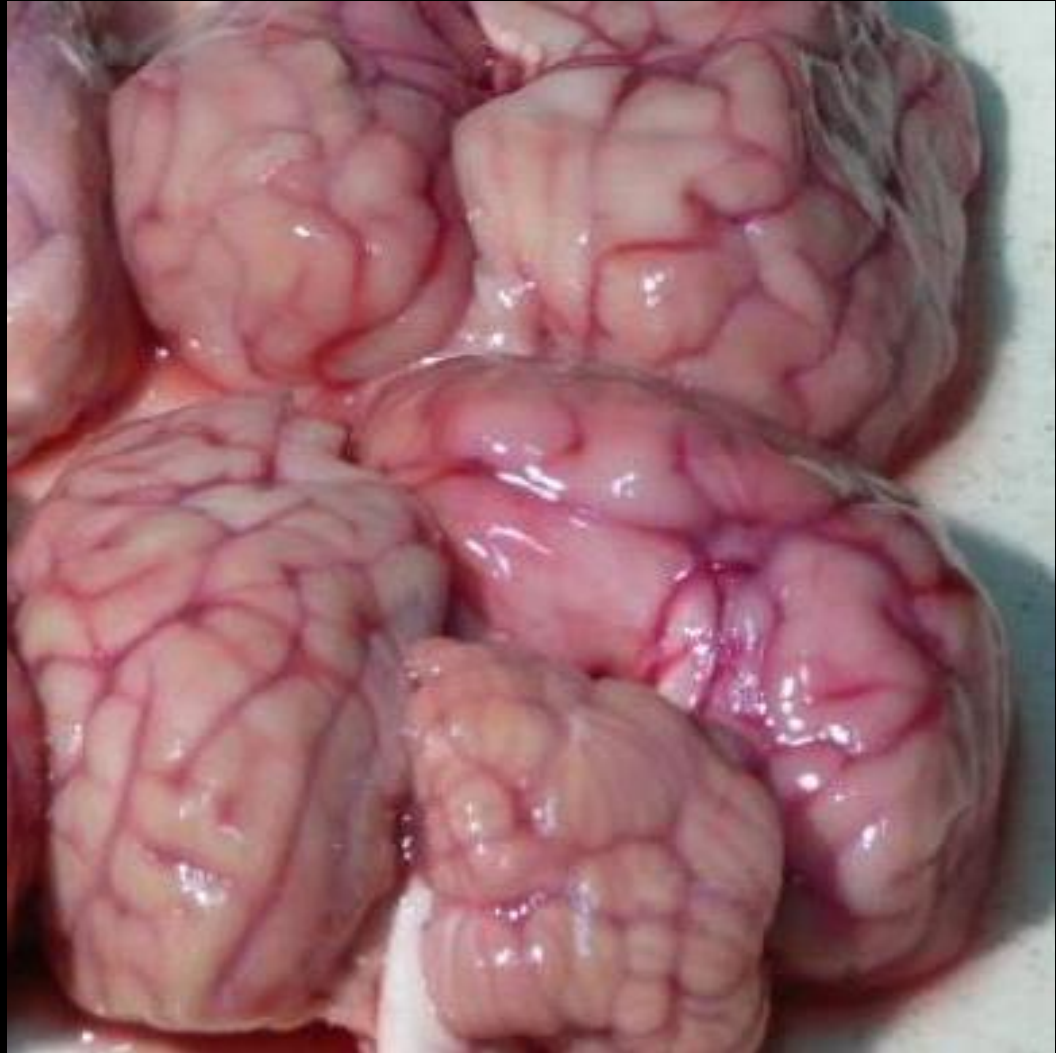
Διότι, ακόμη και στην προτυποποιημένη του μορφή, ο εγκέφαλος δεν μας «δείχνει» τι κάνει

μορφολειτουργική: 0



ακόμη χειρότερα όταν απλώς τον έχουμε σταθεροποιήσει...

μορφολειτουργική: 0



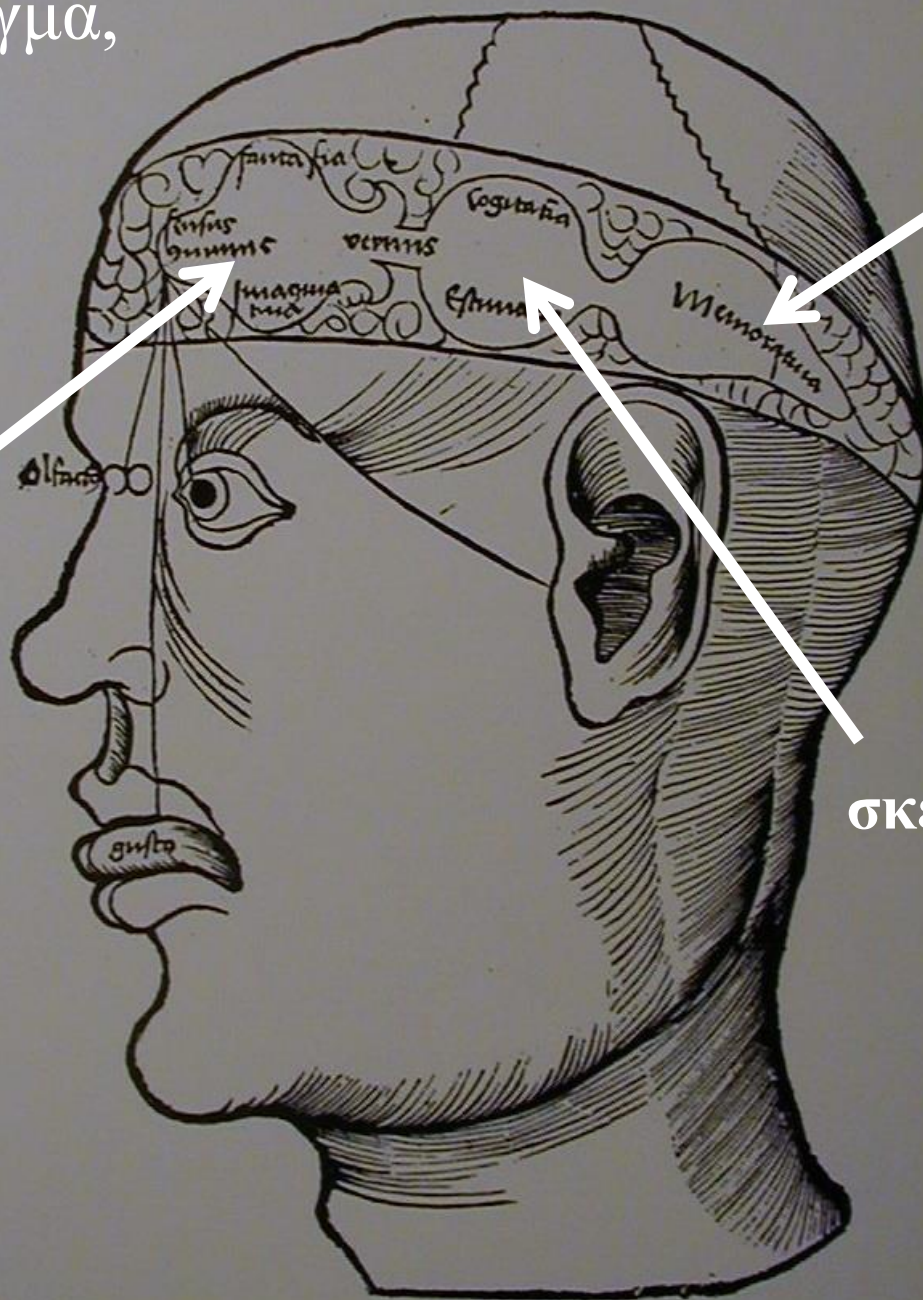
και, ακόμη
χειρότερα, στη
φυσική του μορφή

*Οπότε, πού να «εντοπίσουμε» οτιδήποτε;
Μοναδιστές, Εντοπιστές, Ολιστές...*



το κοιλιακό δόγμα,
μια πρώτη
εντοπιστική
θεωρία

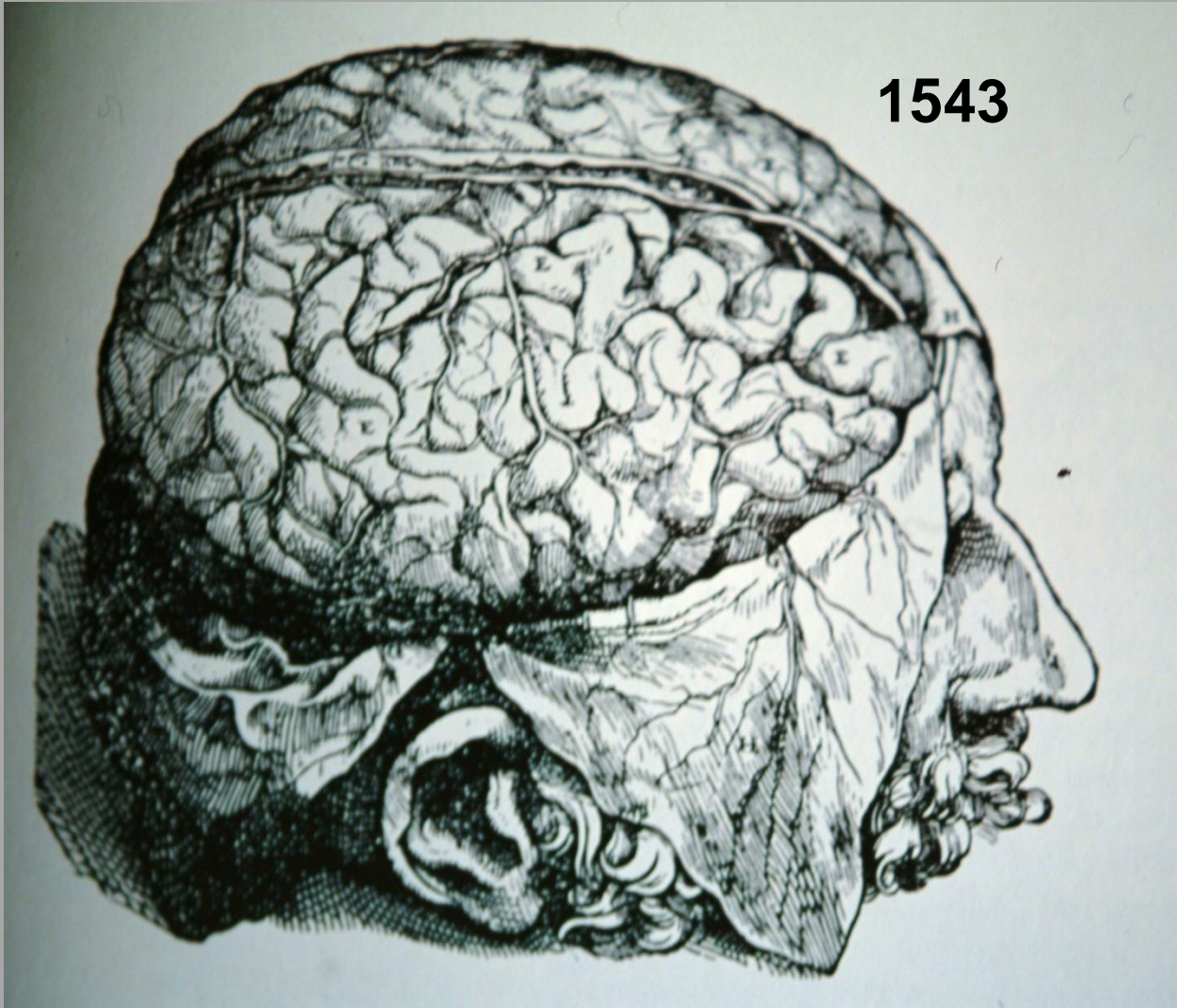
αισθήσεις
(υγρή)



αναμνήσεις
(ξηρή)

σκέψη - φαντασία

Ο φλοιός δεν έχει ακόμη καμιά σημασία...



André Vésale 1514-1564

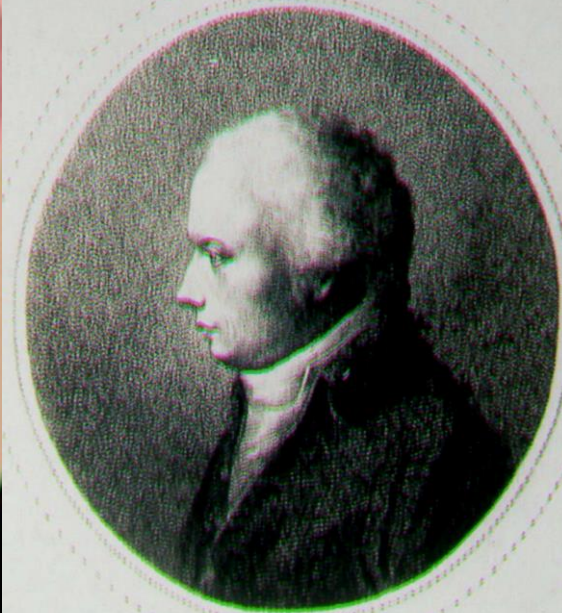
De Fabrica 1543: ανατομή των μηνίγγων του εγκεφάλου.

έως το 1800

Η ψυχολογία των ψυχικών «ιδιοτήτων»



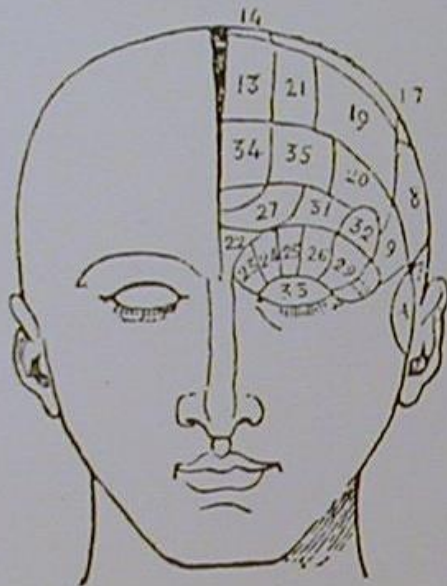
Franz Gall 1800



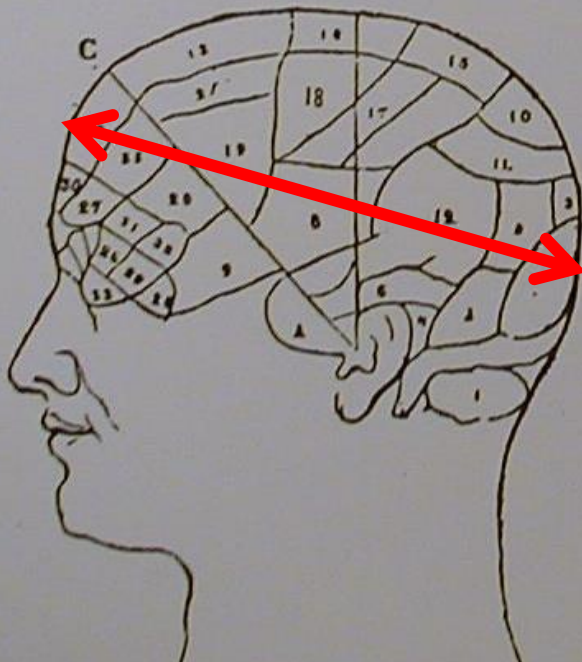
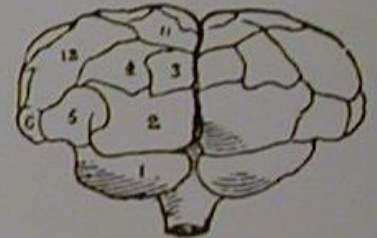
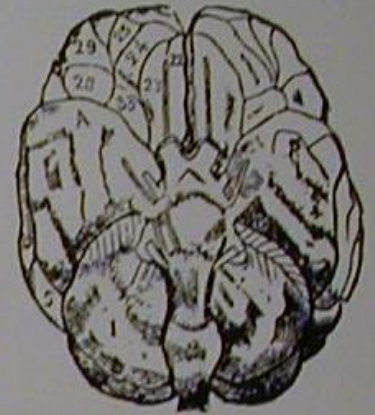
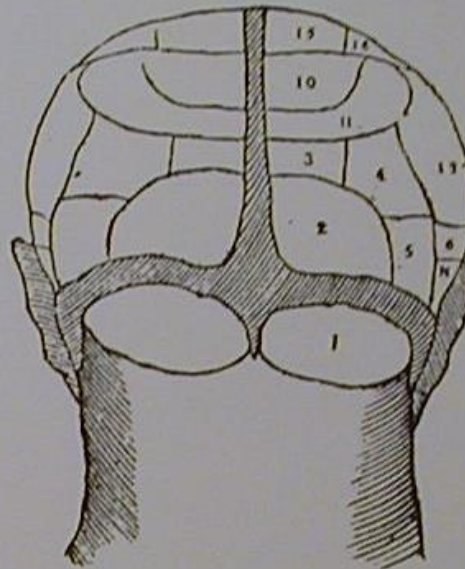
Franz Gall

«Φρενολογία»

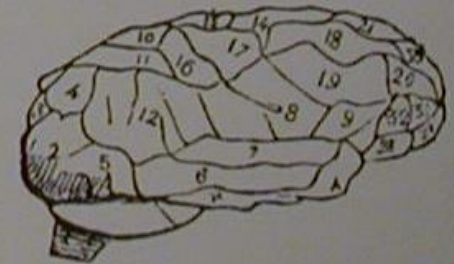
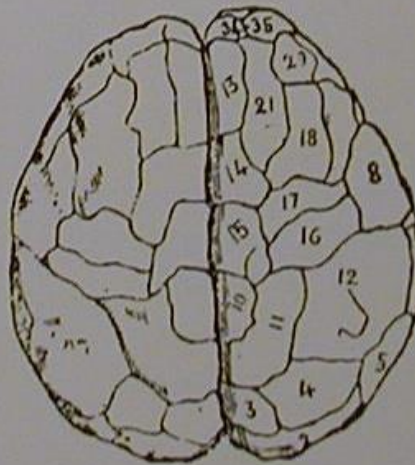
- 1 Alimentivité.
- 2 Amour de la vie.
- 3 Amativité.
- 4 Philogéniture.
- 5 Habitationivité.
- 6 Affectionivité.
- 7 Combativité.
- 8 Destructivité.
- 9 Secrétivité.
- 10 Acquisivité.
- 11 Constructivité.
- 12 Estime de soi.
- 13 Approbativité.
- 14 Circonspection.
- 15 Bienveillance.
- 16 Religiosité.
- 17 Fermeté.
- 18 Conscienciosité.
- 19 Espérance.
- 20 Merveillosité.
- 21 Idéalité.
- 22 Gaieté.
- 23 Imitation.
- 24 Individualité.
- 25 Configuration.
- 26 Étendue.
- 27 Pesanteur.
- 28 Coloris.
- 29 Localité.
- 30 Calcul.
- 31 Ordre.
- 32 Eventualité.
- 33 Temps.
- 34 Tonalité.
- 35 Langage.
- 36 Comparaison.
- 37 Causalité.



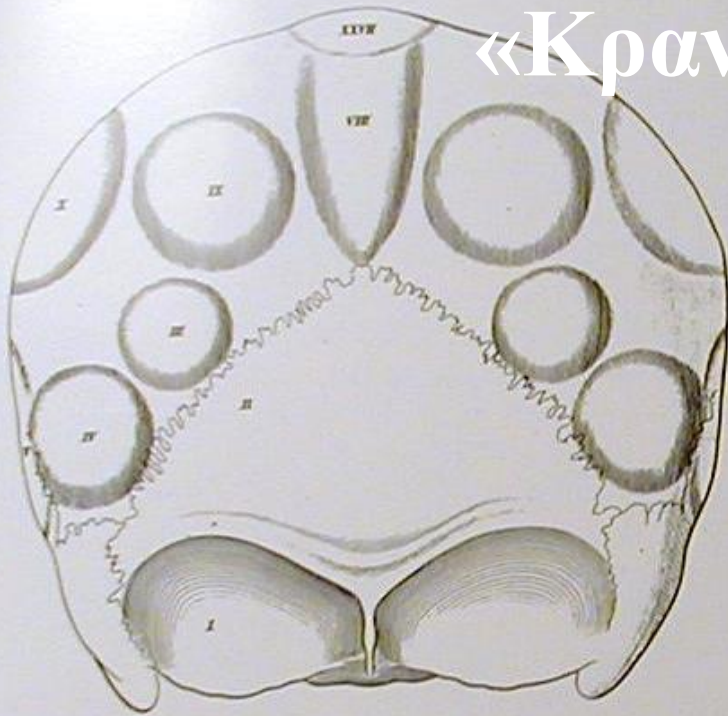
B



C



«Κρανιοσκοπία»



A. Organes communs aux hommes et aux animaux:

1. Instinct de reproduction
2. Amour de la descendance
3. Amitié
4. Auto-défense et courage
5. Instinct carnivore, tendance au meurtre
6. Ruse, adresse
7. Sens de la propriété, avarice, tendance à voler
8. Orgueil, arrogance, hauteur, amour de l'autorité
9. Vanité, ambition, amour de la gloire
10. Prudence, prévoyance
11. Mémoire des choses et des faits, éducatibilité
12. Sens des lieux et de l'espace
13. Mémoire, sens de son prochain
14. Mémoire des mots
15. Sens du langage et de la parole
16. Sens de la couleur
17. Sens du son, de la musique
18. Sens des nombres, des mathématiques
19. Sens de la mécanique, de l'architecture.



B. Organes réservés

20. Sagesse
21. esprit satirique et critique
24. Bonté, d'imitation
26. propos, obstination



η κλινικο-ανατομική μέθοδος

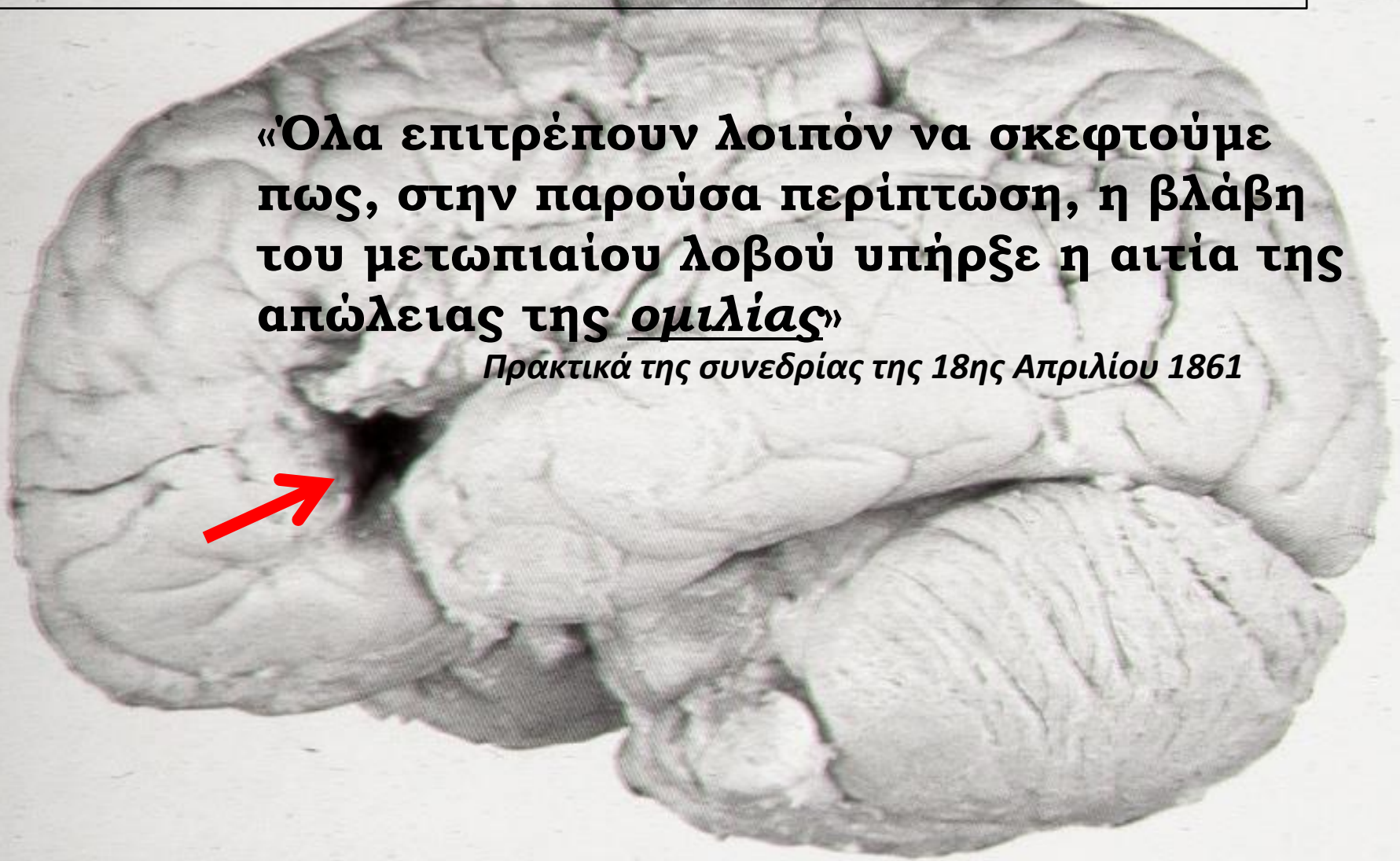


Απρίλιος 1861: Ο Broca συναντά τον Leborgne, εισάγει την ιατρική και ...αλλάζει το παράδειγμα

για πρώτη φορά, ένας «απλός» διαχωρισμός του «Λόγου»:

«Όλα επιτρέπουν λοιπόν να σκεφτούμε πως, στην παρούσα περίπτωση, η βλάβη του μετωπιαίου λοβού υπήρξε η αιτία της απώλειας της ομιλίας»

Πρακτικά της συνεδρίας της 18ης Απριλίου 1861



Πλάγια όψη του εγκεφάλου του Leborgne. Βλάβη του (αριστερού) μετωπιαίου λοβού. Η πρώτη εγκεφαλική περιοχή με την οποία συνδέθηκε μια καθορισμένη εγκεφαλική λειτουργία: ο έναρθρος λόγος.

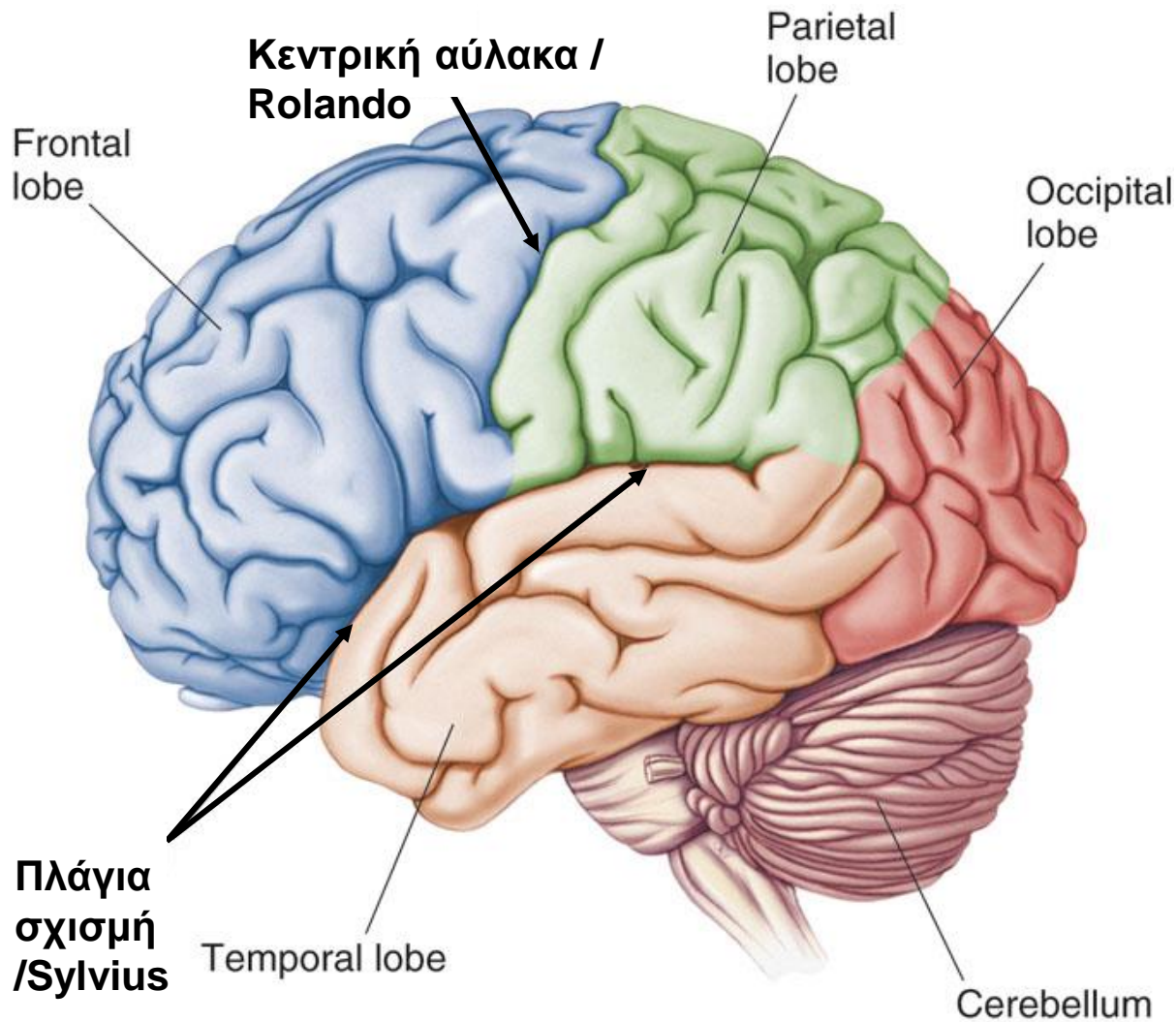


αλλά, ένα λογικό «άλμα»:

“το ανατομικό τεμάχιο και η περίπτωση που παρουσιάζω στην Ανατομική Εταιρεία έρχονται να υποστηρίξουν τις ιδέες περί την έδρα της ιδιότητας του λόγου (...)

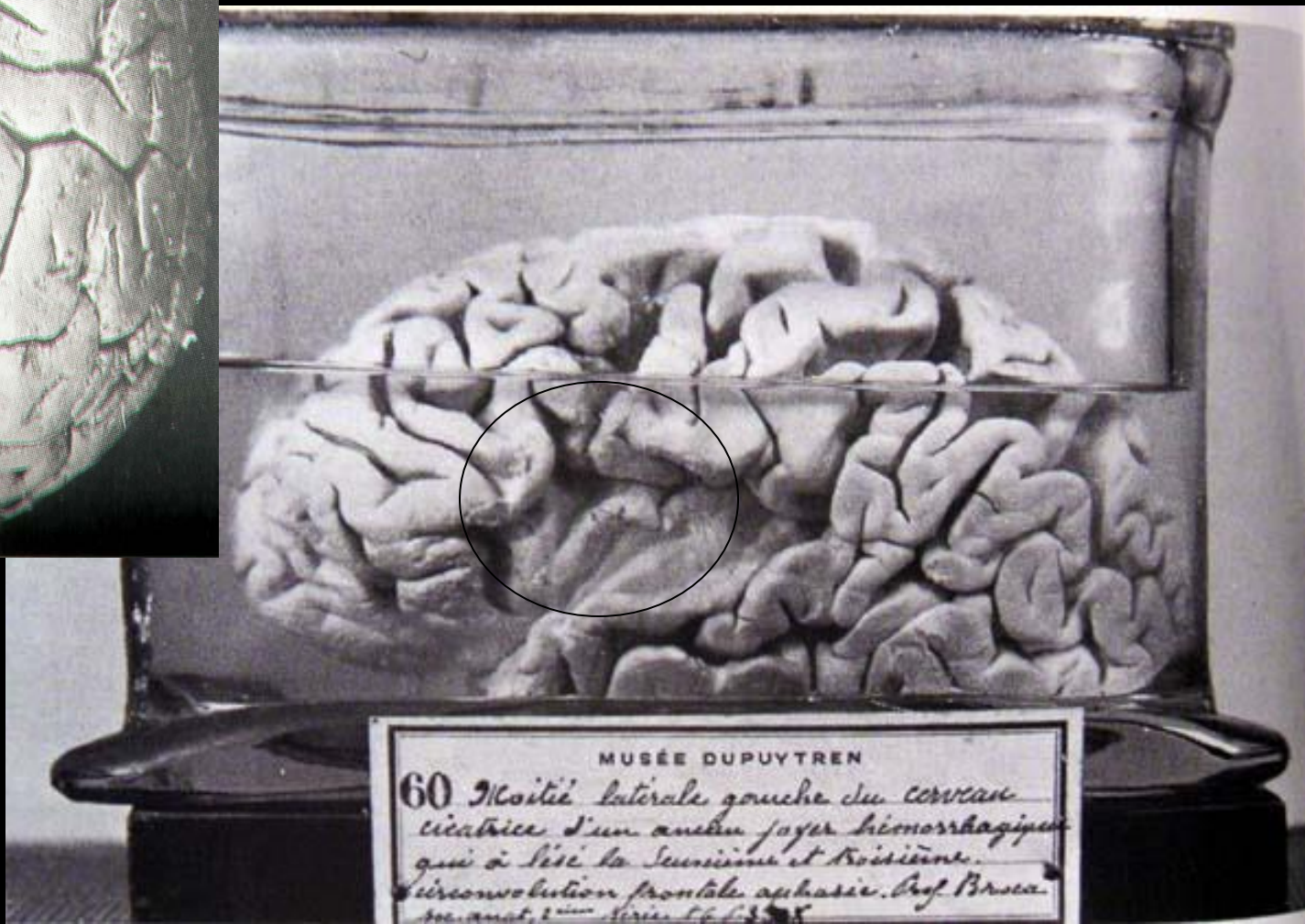
Οι φρενολόγοι είχαν δίκιο, οι εντοπίσεις πράγματι υπάρχουν! («...η φρενολογική σχολή τοποθετούσε στο πρόσθιο τμήμα του εγκεφάλου, μέσα σε μία από τις έλικες που εφάπτονται του κογχικού θόλου, την έδρα της ιδιότητας του λόγου»)

Bulletin de la Société d'Anatomie t. VI, 2e, pp. 330-357 (Αύγουστος 1861)

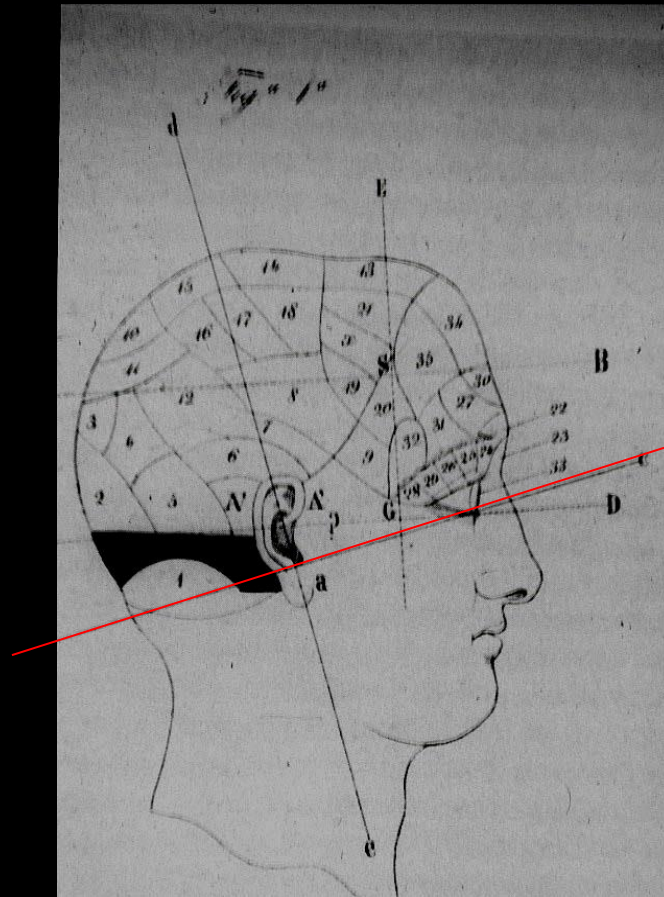
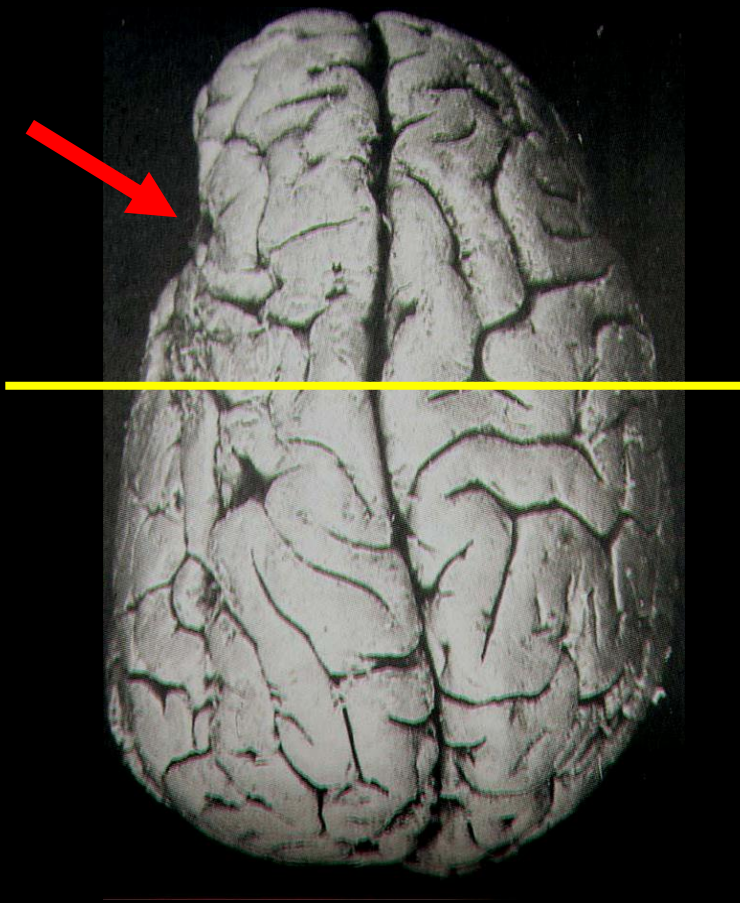


όμως, χάρη στον Broca, μια οριστική ονοματολογία του εγκεφάλου (συγκεκριμένες έλικες, αύλακες και σχισμές)

και μια παράλληλη παρατήρηση, με
συνέπειες...



MUSÉE DUPUYTREN
60 *Moitié latérale gauche du cerveau*
ciatrice d'un ancien foyer hémorragique
qui a été la cause de la scissure et de la
circonvolution frontale antérieure. Prof. Broca.
no. anat. 2^{ème} série. t. 6. p. 15



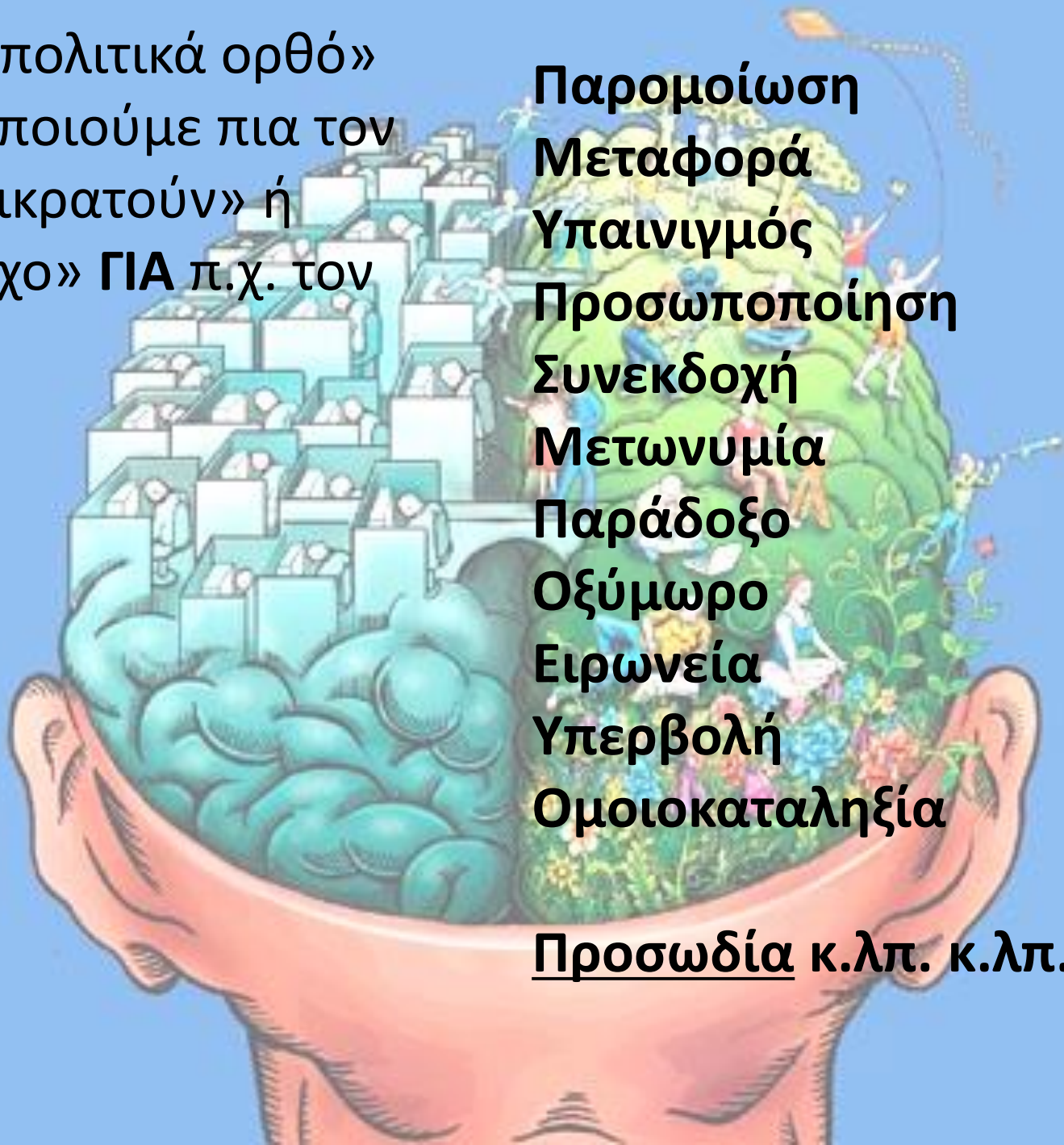
1865

... ίσως – όσον αφορά τον έναρθρο λόγο – τα δύο εγκεφαλικά ημισφαίρια να μην κάνουν ακριβώς την ίδια δουλειά

Ως πιο «πολιτικά ορθό»
χρησιμοποιούμε πια τον
όρο «επικρατούν» ή
«κυρίαρχο» **ΓΙΑ** π.χ. τον
λόγο

Παρομοίωση
Μεταφορά
Υπαινιγμός
Προσωποποίηση
Συνεκδοχή
Μετωνυμία
Παράδοξο
Οξύμωρο
Ειρωνεία
Υπερβολή
Ομοιοκαταληξία

Προσωδία κ.λπ. κ.λπ.

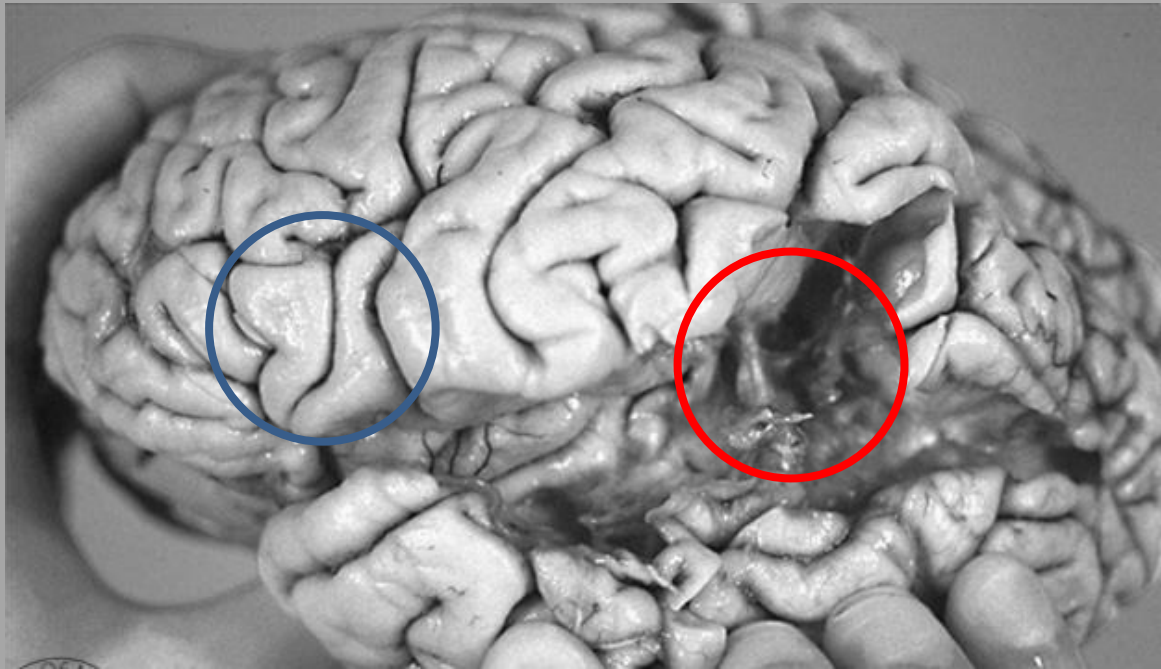


κι ένας διπλός διαχωρισμός του «Λόγου»:



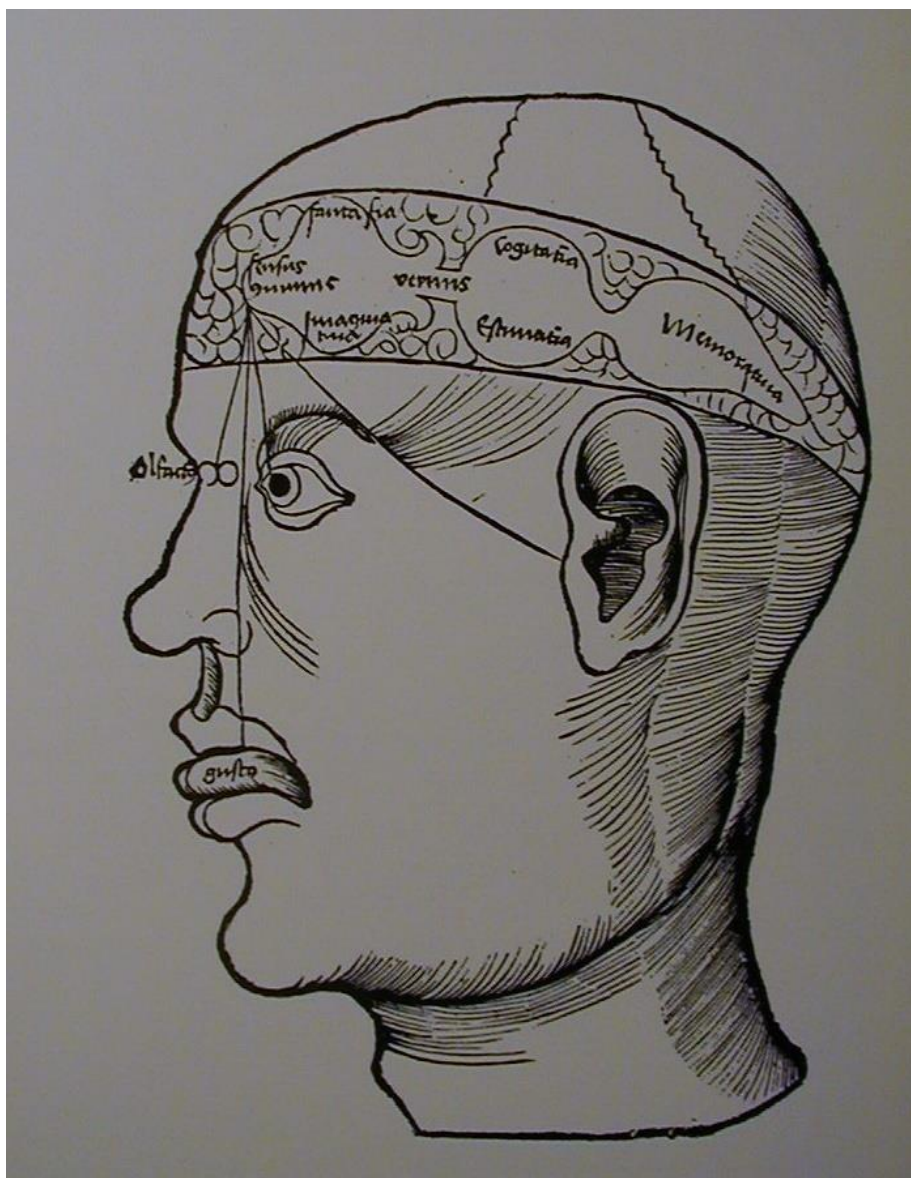
Carl Wernicke 1874

*... είναι πληγωμένο το πρόσθιο, έξω
τμήμα του αριστερού μέσου λοβού
[...]*



Και άλλα παραδείγματα «εξειδικευμένων» συστημάτων

- Ο χώρος
- Η αναγνώριση των αντικειμένων και των προσώπων
- Η μνήμη...



και η μουσική λοιπόν;
ΠΟΥ ΕΙΝΑΙ Η
«ΜΟΥΣΙΚΗ»
?

και τι να φανταστούμε
ὅτι κάνει ο εγκέφαλος
για τη μουσική;

η «φυσιολογία» της Μουσικής: υποθέσεις για τη σχέση μουσικής και εγκεφάλου

Δύο πηγές:

1. Η μελέτη του υγιούς ανθρώπου: παρατήρηση, ενδοσκόπηση, ψυχολογία, φρενολογία, νευροαπεικόνιση (20+)
2. Η μελέτη των διαταραχών της μουσικής (και του Λόγου): παρατήρηση (Bouillaud), στατιστική (Peretz), ενδοσκόπηση (Sacks), κλινικοανατομική μέθοδος Broca (π.χ. Signoret), και το «άλμα του Broca» (160 χρόνια)

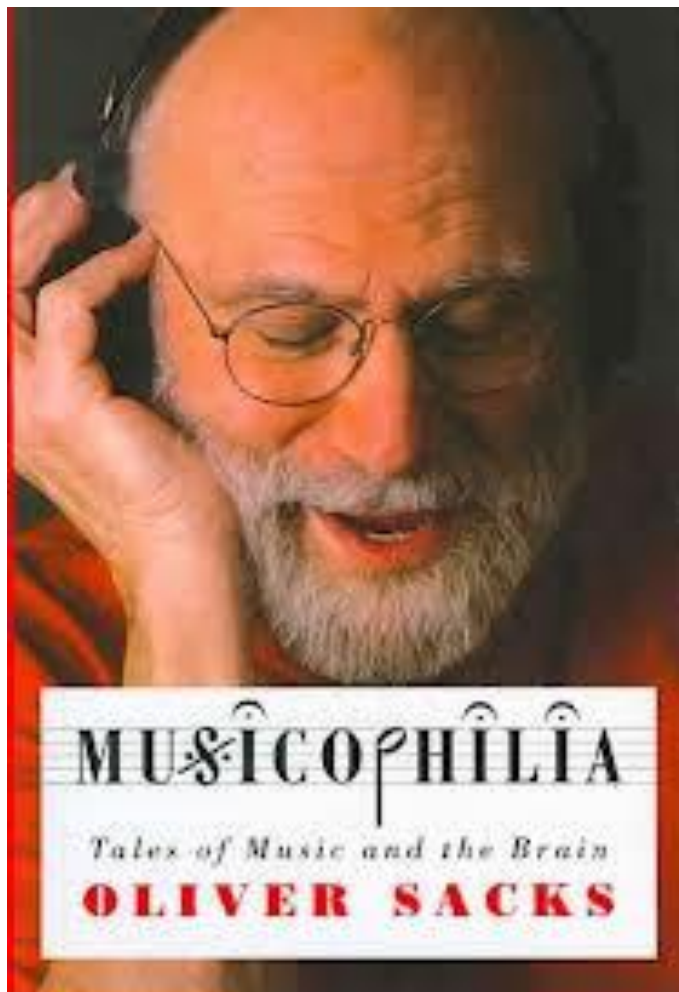
«φυσιολογία»;

- Που μεταβλήθηκε σε πρόβλημα **εντόπισης**:
να ταυτοποιηθούν οι περιοχές που είναι κρίσιμες για τη μουσική και τις διάφορες νοητικές λειτουργίες!
(ένα πρόβλημα ηλεκτρολογίας)
- Πώς;
 - με μελέτες βλαβών
 - με μελέτες «λειτουργικής απεικόνισης»

Θα μπορούσαν να μας δείξουν κάτι οι βλάβες;

- αν υπάρχει ένα εγκεφαλικό «σύστημα» για τη μουσική, ίσως να μην είναι ανεξάρτητο νευρωνικά,
- ίσως να επικαλύπτεται με άλλων, π.χ. με αυτό των ήχων της ομιλίας
- εάν είναι ανεξάρτητο περιμένουμε κάποιες βλάβες να επηρεάζουν επιλεκτικά κάποιες μουσικές ικανότητες
- τέτοιοι άνθρωποι έχουν βρεθεί πολλοί...

η «αμουσία»



- Συγγενής «αμουσία» (ή «τονική κώφωση»): μεμονωμένη αδυναμία διάκρισης του ύψους, των συχνοτήτων (4%)
- Επίκτητη «αμουσία» ή αμουσίες: ποικιλία βλαβών σε έναν ώριμο εγκέφαλο οδηγούν σε ποικίλες διαταραχές της «μουσικής»

August Knoblauch

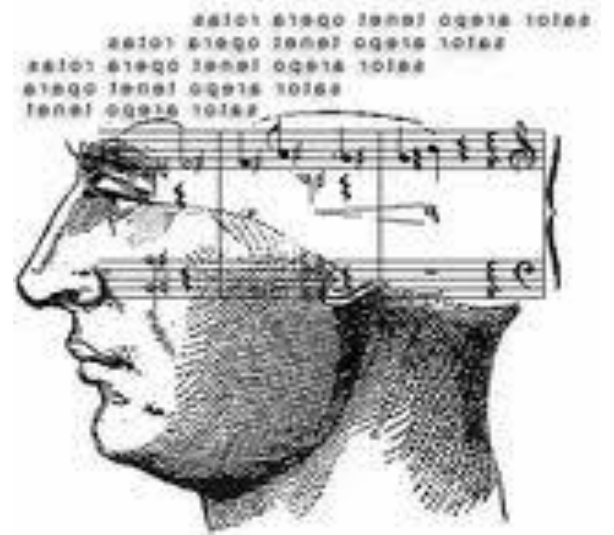
- Αμουσία (*Amusia*) είναι:
η «απώλεια μιας μουσικής ικανότητας, όπως η
κατανόηση της μουσικής, η παραγωγή μουσικής ή
η ικανότητα ανάγνωσης ή μουσικής γραφής»

περιγράφει 9 ποικιλίες διαταραχής της μουσικής
παραγωγής και αντίληψης

August Knoblauch: Über Störungen der musikalischen Leistungsfähigkeit infolge von
Gehirnläsionen. *Deutsch Arch Klin Med* **1888**, 43:331-352

αφασίες και «αμουσία»

Αλλά, για έναν ολόκληρο αιώνα μετά τον Broca, σε όλες τις αναφορές η αμουσία συνδυαζόταν με αφασία, ως αποτέλεσμα βλάβης του ίδιου Αριστερού Ημισφαιρίου





16 Μάη 1865,
ο Jean-Baptiste Bouillaud
ανακοινώνει στην Αυτοκρατορική
Ακαδημία Ιατρικής την πρώτη
περίπτωση **αφασίας χωρίς αμουσία**

Ο ασθενής, που δεν μπορούσε «ούτε
να προφέρει, ούτε να γράψει τις λέξεις
μιας ομιλίας, συνέθετε και έγραφε
κομμάτια μουσικής»...
«και τολμούμε ακόμη να
αμφισβητούμε την πολλαπλότητα και
την ειδικότητα των ιδιοτήτων!!!»

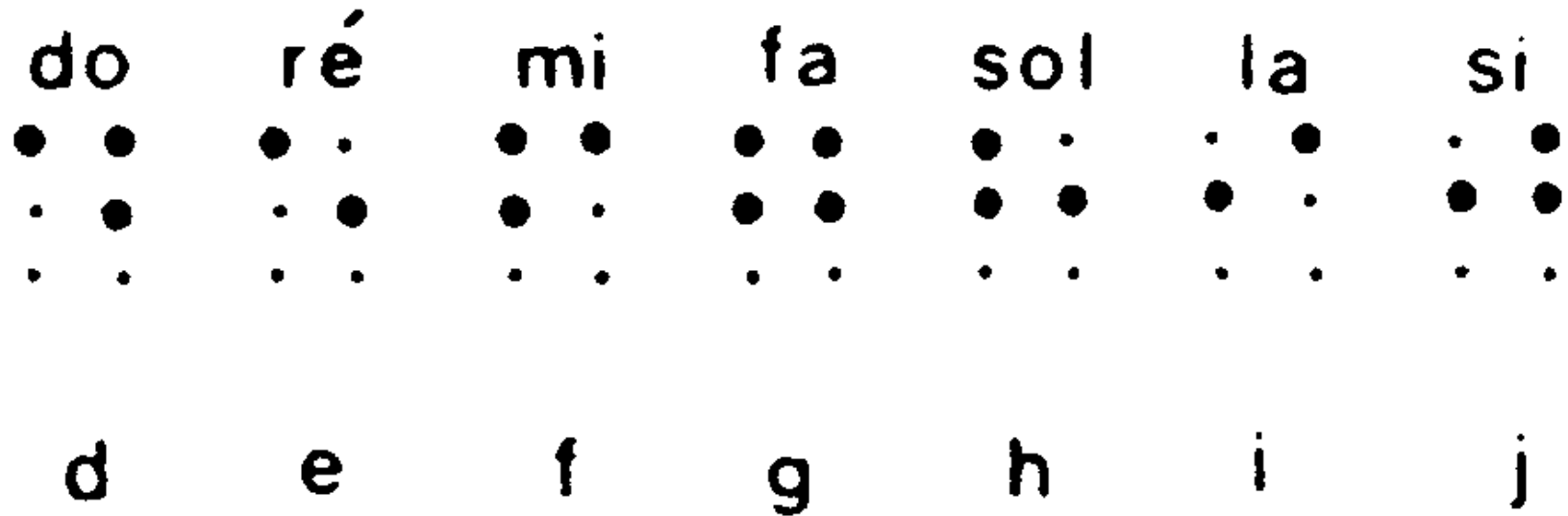


FIG. 6. — Représentation en braille. Lecture des sept notes de musique avec les lettres correspondantes.

Representation in braille. Reading of the seven musical notes with corresponding letters.

Signoret et al. 1987

[Aphasia without amusia in a blind organist. Verbal alexia-agraphia without musical alexia-agraphia in braille].

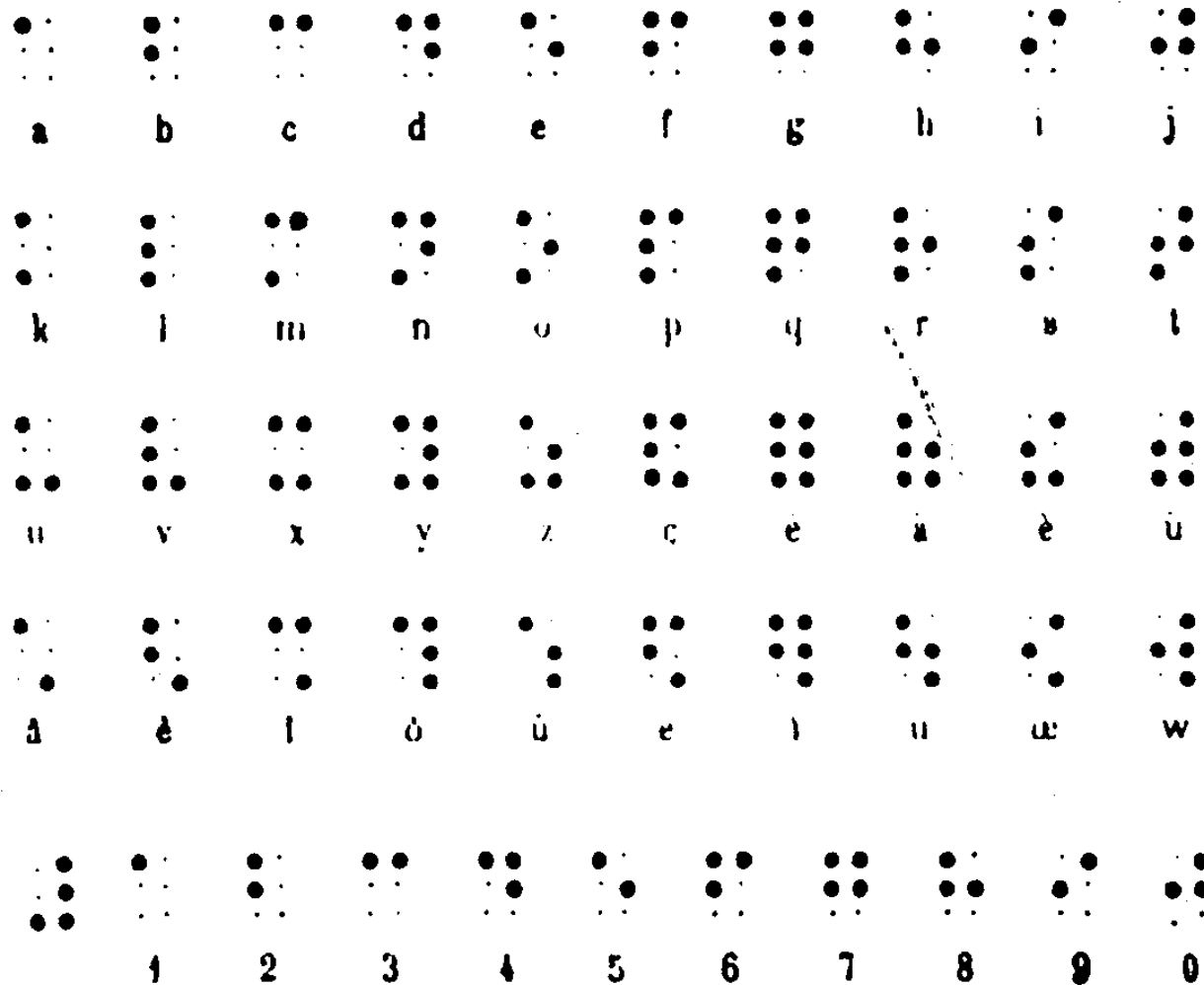


FIG. 2. — Alphabet braille-lecture. Les mêmes constellations de points peuvent correspondre soit à des lettres, soit à des chiffres ; dans ce dernier cas ils sont précédés d'un signe particulier.

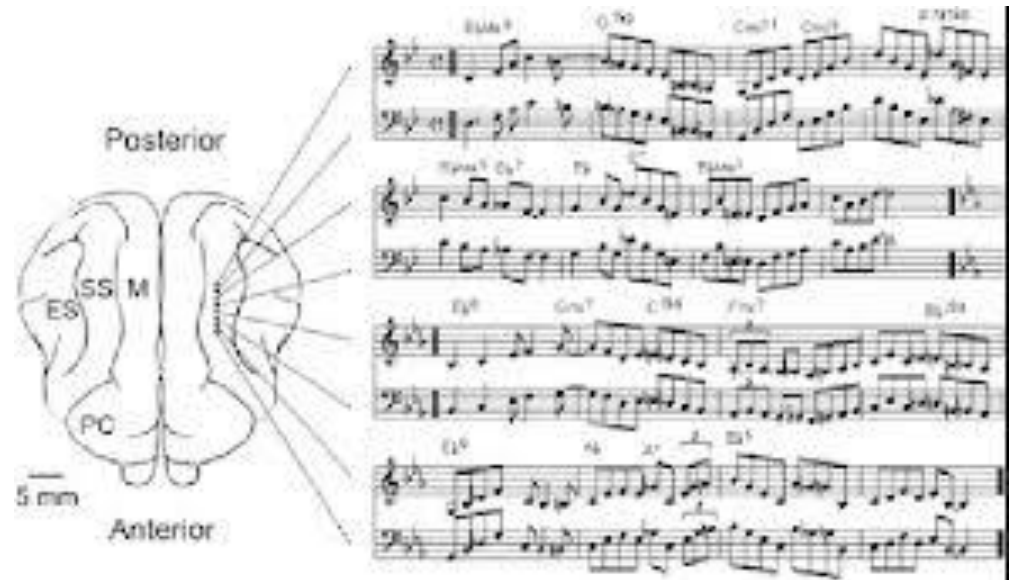
Braille alphabet reading. The same constellations of dots can represent either letters or digits ; in the latter they are preceded by a particular sign.

The image shows a musical score on a single staff with a treble clef. The melody consists of several eighth notes and quarter notes, with two triplet markings above the staff. Below the staff is a Braille transcription of the notes. Underneath the Braille is a letter transcription of the Braille characters, which reads: i l d c f e c g ; f c g c h ; g c h c i ü ó e c f c g i

FIG. 7. – Exemple d'une partition musicale en braille. La transcription des signes en lettres renvoie à un texte inintelligible.
An example of a musical score in braille. When translated into letters of the alphabet the result is an inintelligible text.

αφασίες και «αμουσία»

- από το 1960 και ύστερα περιγράφονται πολλά περιστατικά αφασίας ή/και αμουσίας, άλλοτε συνδυασμένες και άλλοτε «διαζευγμένες»:
- αφασίες χωρίς αμουσία (Luria, 1965 [Chebaline]; Assal, 1973; Basso, 1985; Signoret, 1987)
- αμουσίες χωρίς αφασία (Dupré-Nathan, 1911; McFarland, 1982) δεξιές βλάβες



Περιπτώσεις επιλεκτικής διαταραχής και επιλεκτικής διάσωσης ακουστικής αναγνώρισης λέξεων, μελωδιών ή άλλων ήχων με σημασία

Περιπτώσεις	Ακουστικά πεδία:		
	μελωδίες	λέξεις	άλλοι οικείοι ήχοι
CN και GL	-	+	+ (και φωνές)
5	-	+	+
11 περιπτώσεις συγγενούς αμουσίας	-	+	+ (και φωνές)
3	+	-	+
3	+	-	-

+ ΚΦ, - διαταραχή

Peretz & Coltheart, 2003

...όλοι οι ενδεχόμενοι συνδυασμοί

επομένως...

- Υπάρχουν αφασίες χωρίς αμουσία και αμουσίες χωρίς αφασία
- Υπάρχει λοιπόν «διπλή διάζευξη», ακρογωνιαίος λίθος της νευροψυχολογίας, με την οποία αποδεικνύεται η λειτουργική ανεξαρτησία των νοητικών διεργασιών

«αμουσία» ή αμουσίες;

Οι διάφορες βλάβες οδηγούν σε οποιονδήποτε συνδυασμό διαταραχών:

- άλλοι παύουν να παράγουν μουσικούς ήχους,
- άλλοι παύουν να αντιλαμβάνονται τον ρυθμό,
- άλλοι τη μελωδία,
- άλλοι δεν νιώθουν πια τίποτε – όπως ένιωθαν πριν – ακούγοντας μουσική...

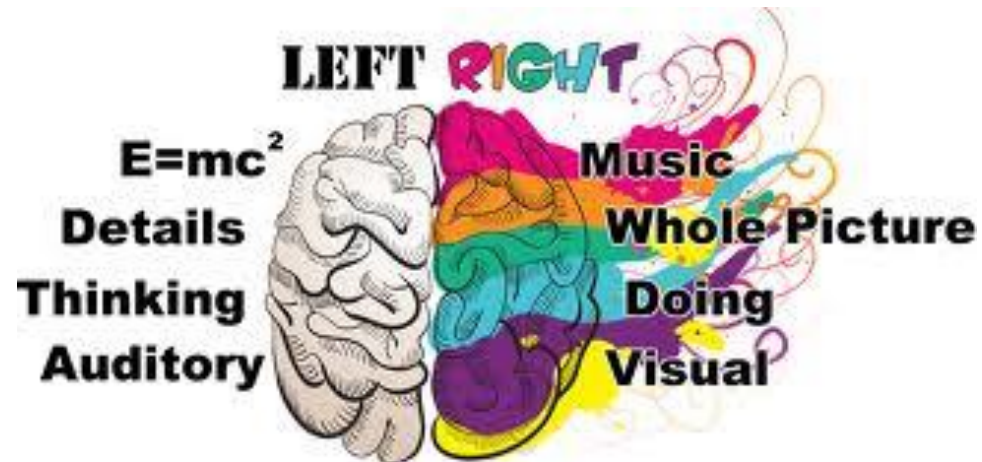
Αλλά, τελικά, πού είναι η βλάβη;

- μέχρι σήμερα, τα δεδομένα δείχνουν ότι βλάβη σε οποιοδήποτε από τα δύο ημισφαίρια μπορεί να οδηγήσει σε *ένα μουσικό έλλειμμα*
- η φύση του ελλείματος φαίνεται να σχετίζεται με την πλευρά του ημισφαιρίου: π.χ. διαταραχή της μελωδίας σε δεξιά βλάβη, διαταραχή του ρυθμού σε αριστερή

Θεωρίες που υποστηρίζουν τα διαφορετικά ελλείμματα της ακουστικής αντίληψης σε δεξιές ή αριστερές βλάβες

- AP H = «λεκτικό», ΔΕ = «μη λεκτικό»
- ΔΕ H = αντιληπτική-διακριτική ικανότητα, AP = συνδυαστική συνειρμική ικανότητα
- AP H = λεπτές χρονικές διακρίσεις (χρονική ευκρίνεια και χρονική διαδοχή), ΔΕ H = λειτουργίες ανεξάρτητες του χρόνου

(θεωρίες μη αμοιβαία αποκλειόμενες)



παλιότερες νευροψυχολογικές μελέτες

- αντιφατικά δεδομένα μπορεί να εξηγηθούν λαμβάνοντας υπόψη τη μουσική εμπειρία

Π.χ. αναγνώριση των μελωδιών:

μη μουσικοί = καλύτερες επιδόσεις αριστερό αυτί (Δ Ημ), μουσικοί = δεξιό αυτί (ΑΡ Ημ)

διαφορετικές στρατηγικές στην αναγνώριση μελωδικών διαδοχών, ανάλογα με τη μουσική παιδεία

μη μουσικοί αναγνωρίζουν το γενικό μελωδικό περίγραμμα (gestalt), οι μουσικοί αναγνωρίζουν αναλυτικά, αξιολογώντας τον συνδυασμό των στοιχείων που συνιστούν τις διαδοχές



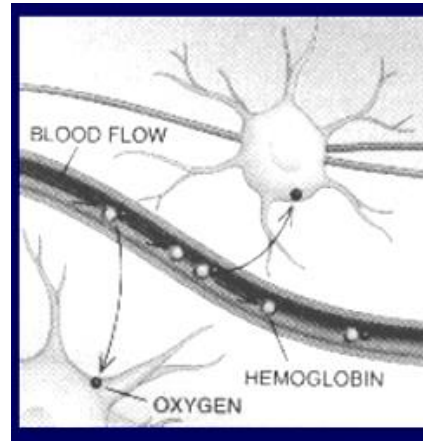
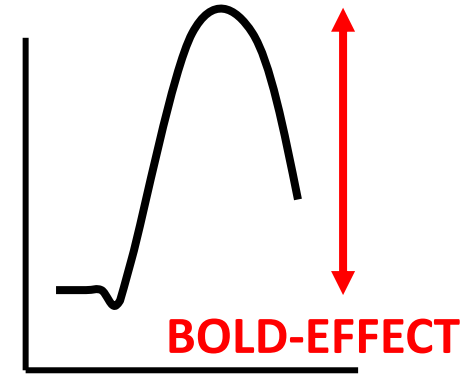
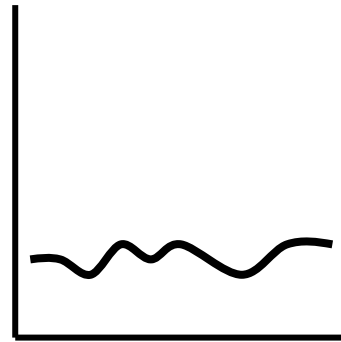
το πρόβλημα με τις βλάβες: αφασία =; αμουσία

- Αφασία: διαταραχή της γλώσσας = των γλωσσικών δεξιοτήτων (competence)
- Αμουσία: διαταραχή της μουσικής = των μουσικών δεξιοτήτων
- Άρα; η αμουσία δεν μπορεί να αφορά παρά έναν αυθεντικό **μουσικό**
- Δεν γινόμαστε μουσικοί ακούγοντας μουσική, αλλά γινόμαστε «γλωσσομαθείς» ακούγοντας τη γλώσσα
- Οι μουσικοί αναλύουν και οργανώνουν τους ήχους σύμφωνα με κανόνες: έχουν μουσικές **δεξιότητες** ≠ μουσικές **ικανότητες** (αυτό που είναι απαραίτητο για την απόκτηση των δεξιοτήτων).
- Επομένως, η διάζευξη μουσικών δεξιοτήτων και γλωσσικών δεξιοτήτων, αφορά **μουσικούς** (αφασίες: Signoret, 1987; Luria, 1965 [Chebaline]; Assal, 1973; Basso, 1985; αμουσίες: Dupré-Nathan, 1911; McFarland, 1982)

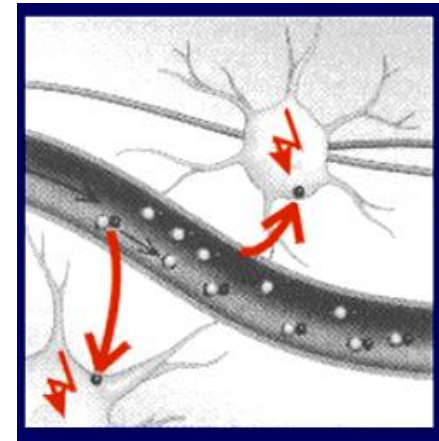
σήμερα:

- Διαθέτουμε σούπερ-ντούπερ τεχνικές παρατήρησης του εν λειτουργία, ζωντανού, εγκεφάλου
- Βλέπουμε έτσι τι γίνεται όταν κάνουμε διάφορα πράγματα
- Υποθέτουμε έτσι ότι βλέπουμε τι κάνει ο εγκέφαλος όταν ;;; «τι κάνουμε» με τη μουσική;

Functional MRI (fMRI): λειτουργική μαγνητική τομογραφία



REST

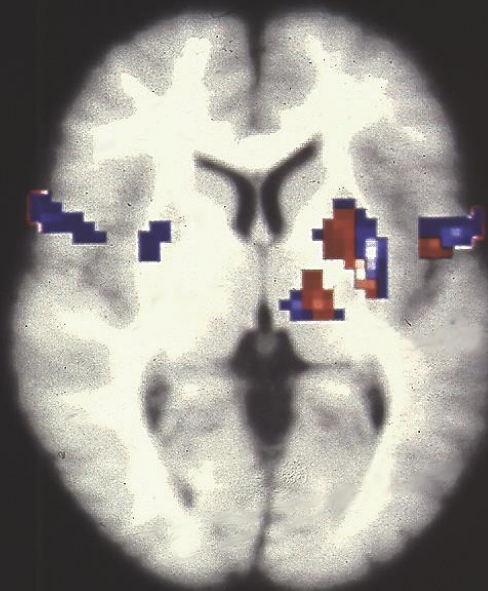
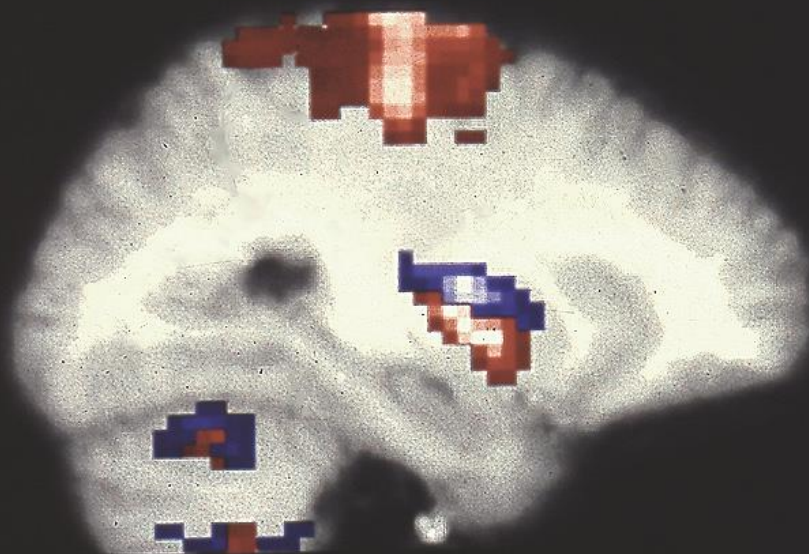
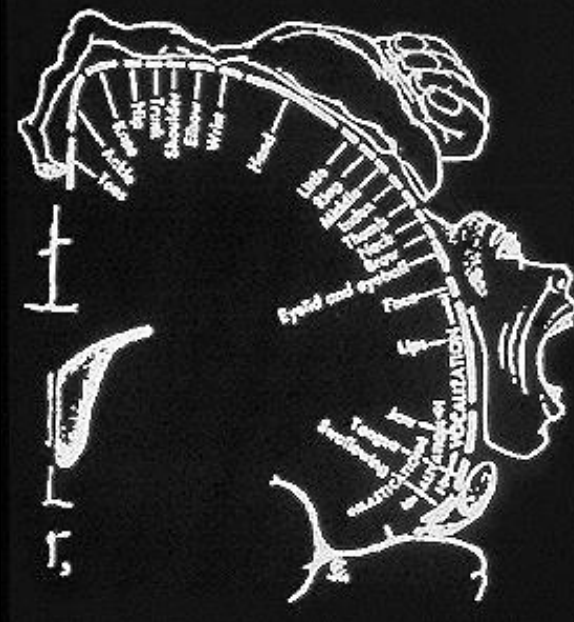
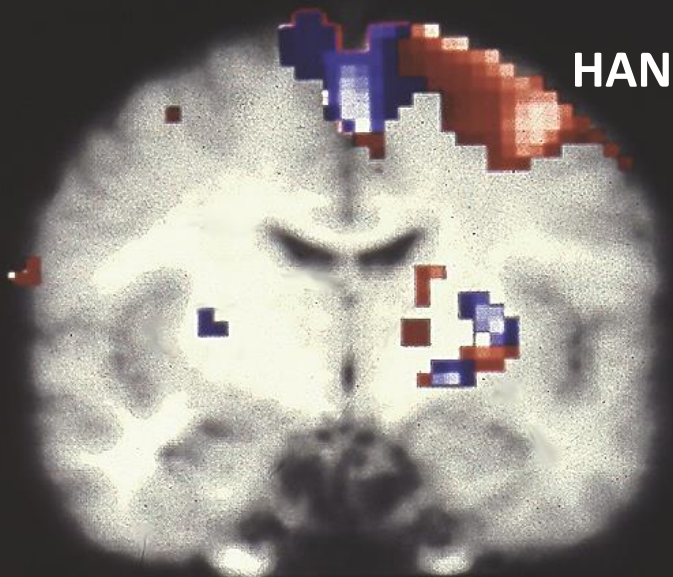


ACTIVATION

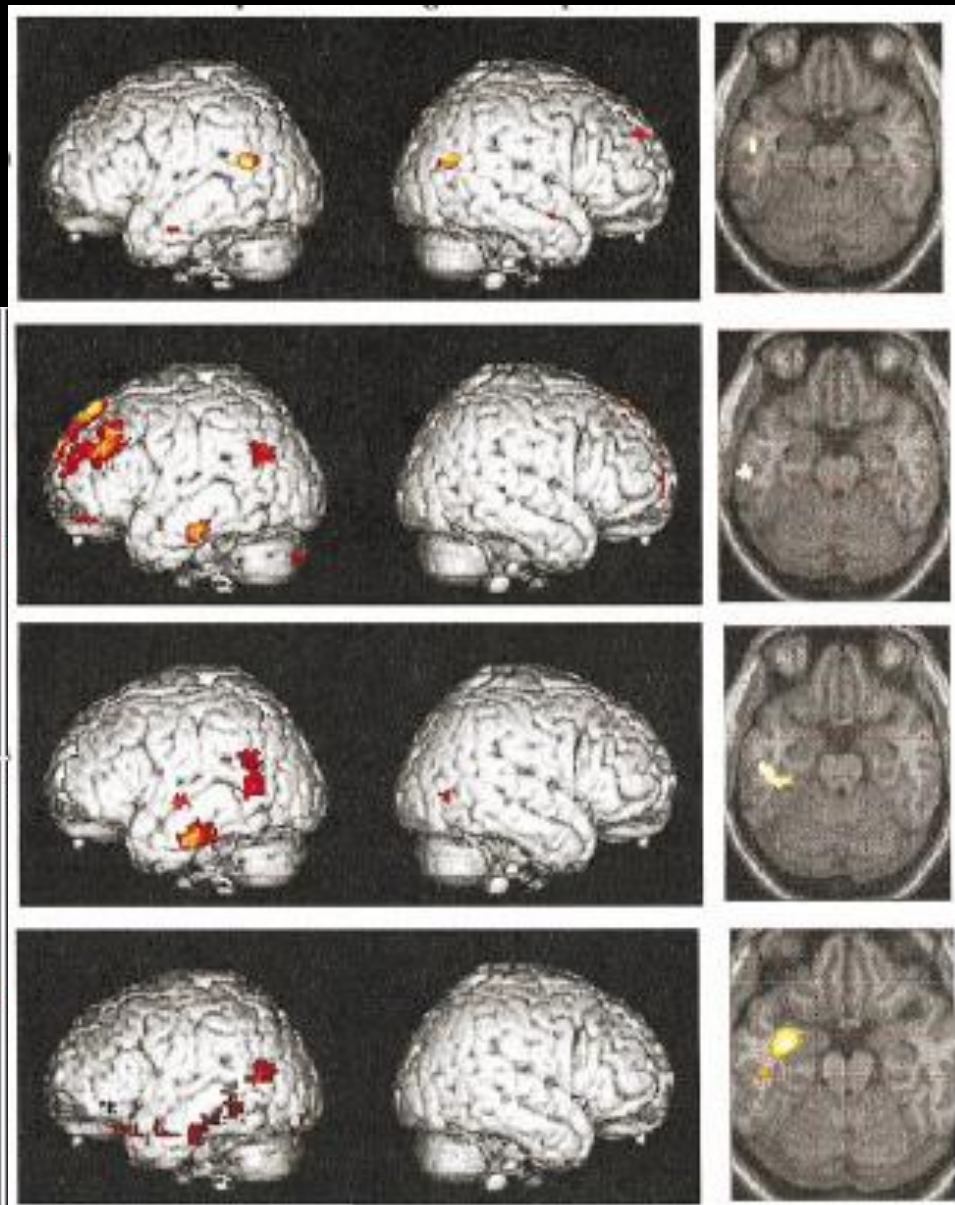
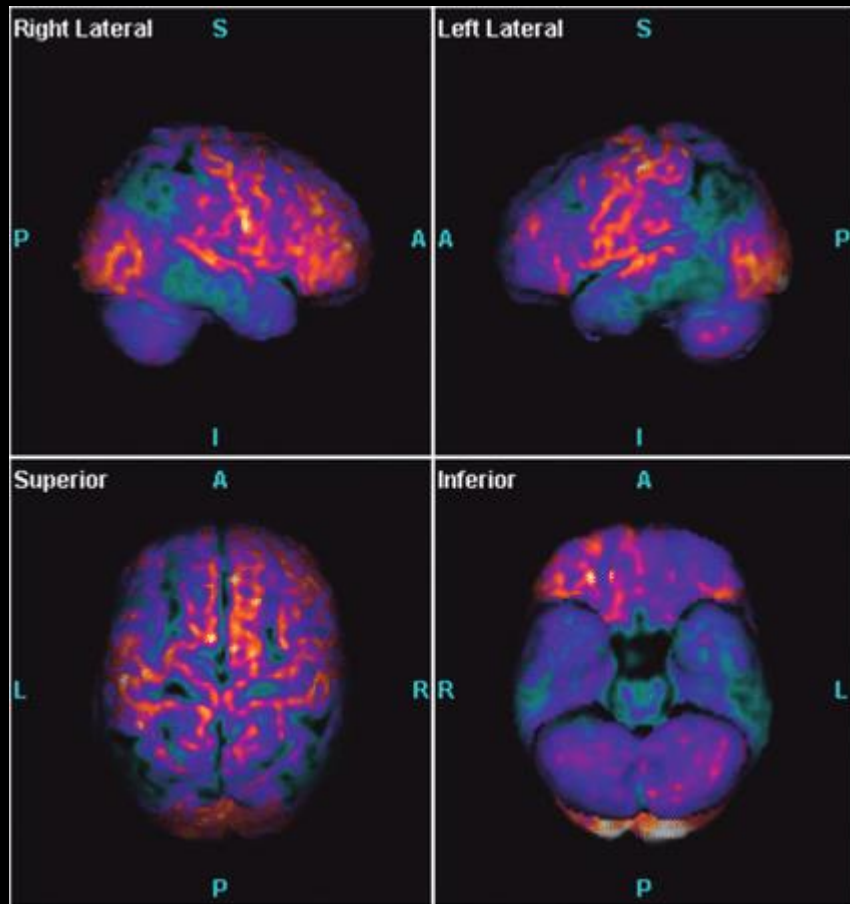
Το *blood-oxygen-level-dependent* (BOLD) signal, αντανακλά αλλαγές της δεοξυαιμοσφαιρίνης που προκαλούνται από εντοπισμένες αλλαγές της εγκεφαλικής αιματικής ροής και της οξυγόνωσης του αίματος που συνδέονται με την υποκείμενη νευρωνική δραστηριότητα μέσω της «νευροαγγειακής σύζευξης» (neurovascular coupling).

FOOT

HAND



Καταγραφή (συγκριτικά μεγαλύτερης) ενεργοποίησης εγκεφαλικών (φλοιικών) περιοχών ανάλογα με τη νοητική δραστηριότητα



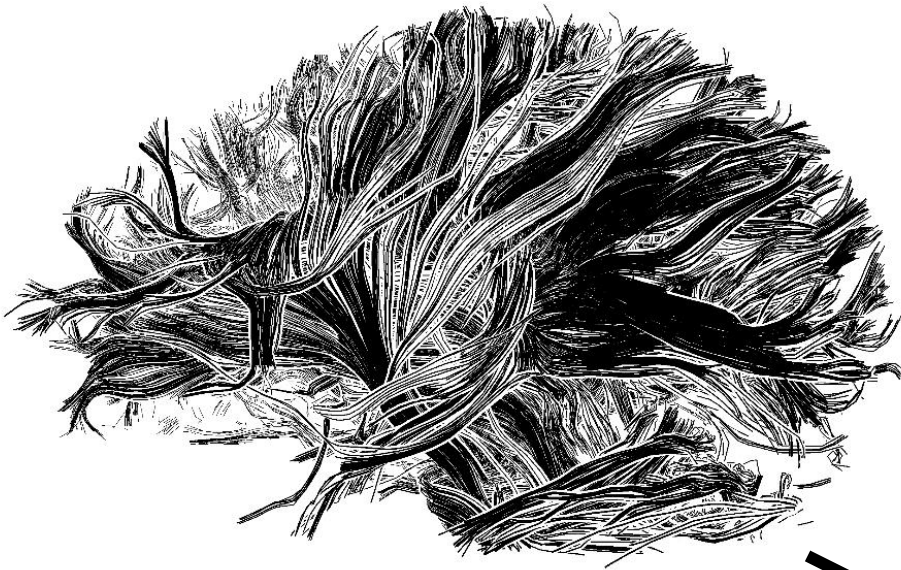
η εγκεφαλική οργάνωση των λειτουργιών

- υπάρχουν **εντοπισμένες** διεργασίες (π.χ. αισθητηριακή ή κινητική διεργασία, οπτική, ακουστική λειτουργία)

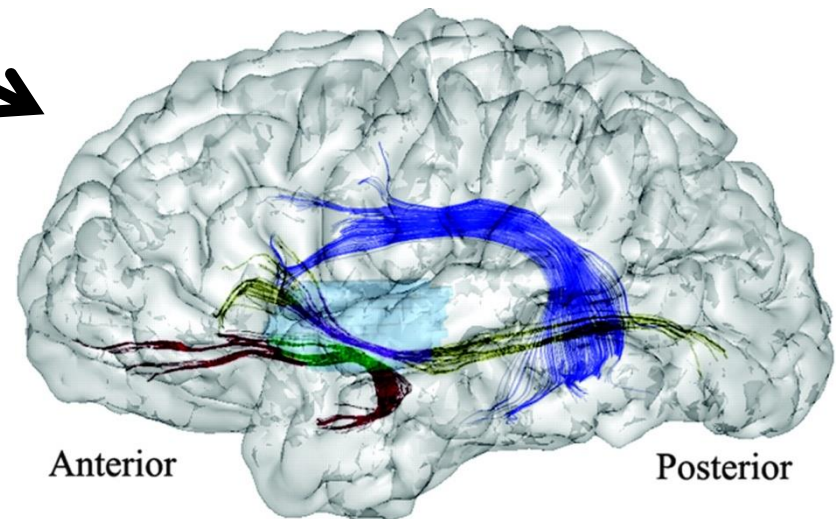
και

- διεργασίες (π.χ. μια «νοητική» λειτουργία) που αντιστοιχούν σε μια ευρέως **κατανεμημένη** ενεργοποίηση σε πολλές διαφορετικές περιοχές – κάθε περιοχή ενδεχόμενα συμμετέχει σε πολλές λειτουργίες

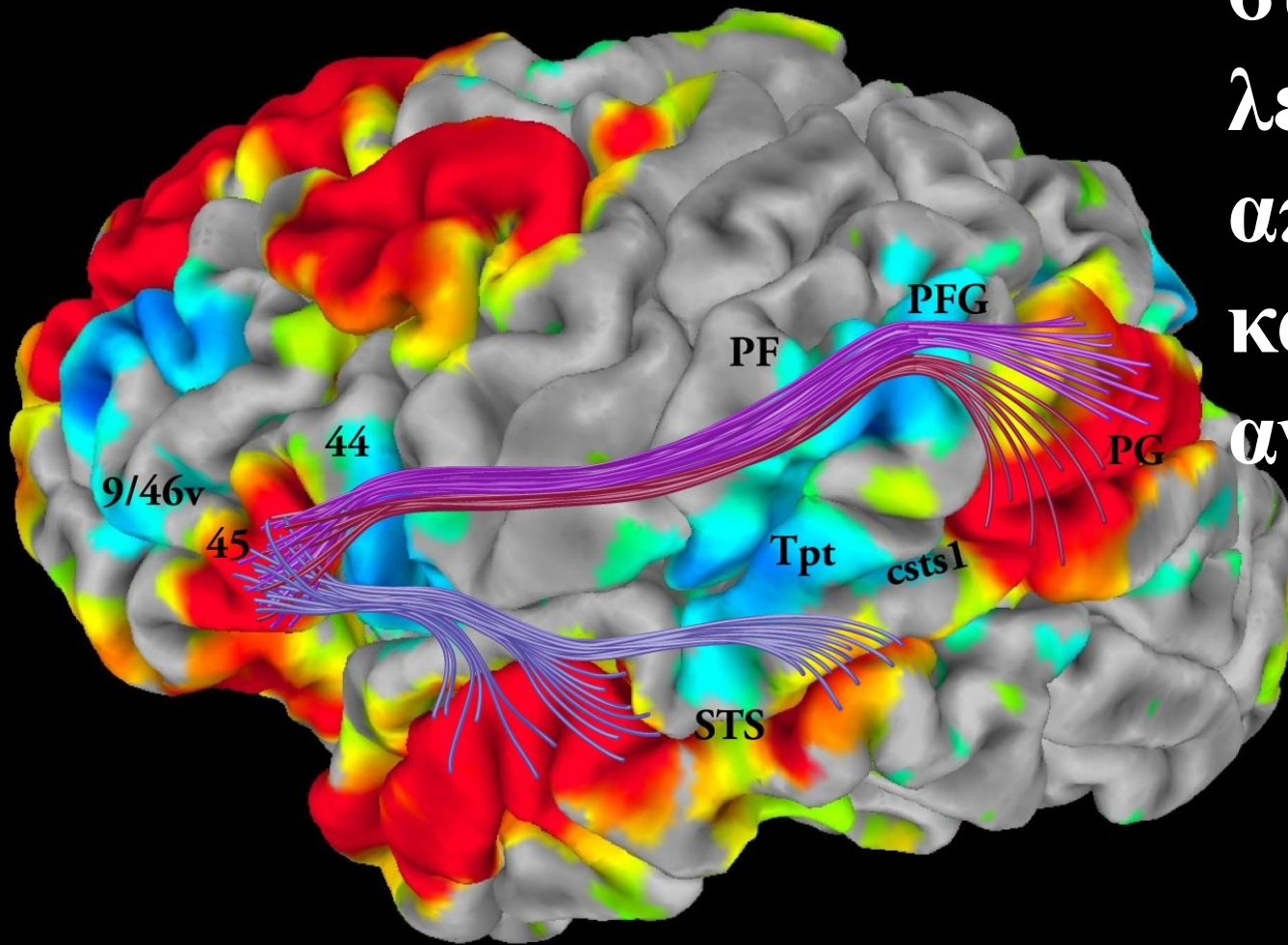
DTI (Diffusion Tensor Imaging)



Καταγραφή και ταυτοποίηση των
νευρικών ιών (δεσμίδων) που
συνδέουν συγκεκριμένες
εγκεφαλικές περιοχές



συνδυασμός λειτουργικής απεικόνισης και ανατομίας



*Petrides, 2014,
with permission*

Συνδεσιμότητα «resting state» του AP Η ενός ανθρώπινου εγκεφάλου.
Θετική συσχέτιση ενεργοποίησης (κόκκινο) μεταξύ BA45 και περιοχής
PG στην γωνιώδη έλικα, BA44 αρνητική συσχέτιση (μπλε).
Τοποθέτηση γνωστών δεματιών.

«ευρέως κατανεμημένα δίκτυα»

ΡΑΧΙΑΙΟ ΒΡΕΓΜΑΤΙΚΟ-ΜΕΤΩΠΙΑΙΟ: χειρισμός του χώρου

Κόμβοι: βρέγμα – μετωπιαίο οφθαλμικό πεδίο – υπερμεσολόβια έλικα

ΜΕΤΑΙΧΜΙΑΚΟ: μνήμη συναίσθημα συγκίνηση

Κόμβοι: ιππόκαμπος – αμυγδαλή

ΠΕΡΙΚΕΝΤΡΙΚΟ: (σχισμή *Sylvius*) γλώσσα

Κόμβοι: περιοχές Broca – Wernicke

ΚΟΙΛΙΑΚΟ ΙΝΙΑΚΟ-ΚΡΟΤΑΦΙΚΟ: αναγνώριση προσώπων αντικειμένων

Κόμβοι: μέση κροταφική περιοχή – κροταφικός πόλος

ΠΡΟΜΕΤΩΠΙΑΙΟ: εκτελεστικές λειτουργίες ‘συμπεριφορά’ ‘ενεργός’ μνήμη

Κόμβοι: προμετωπιαία – κογχομετωπιαία – οπίσθια βρεγματική περιοχή

Mesulam, 2000

Ομοιότητες και διαφορές μεταξύ αντίληψης και νοερής αναπαράστασης

- και κατά τη «φαντασία» μουσικών αποσπασμάτων (Zatorre & Halpern 2005), κατά την εκτέλεση και κατά την ακρόαση (Langheim 2002; Meister et al. 2004; Martin et al., 2018): περιοχές άνω και μέση κροταφική έλικα, προκεντρική και οπισθοκεντρική έλικα (και κινητικές περιοχές), υπερχειλία έλικα
- περιοχές λοιπόν και εκτός του παραδοσιακού ακουστικού φλοιού (Pasley et al. 2012; Martin et al. 2014; Mesgarani et al. 2014; Cheung et al. 2016): λειτουργικός ρόλος; ανοικτό ερευνητικό ερώτημα
- ανάλογες λειτουργικές και ανατομικές αλληλοκαλύψεις στο οπτικό (Kosslyn & Thompson 2000; 2003) και στο κινητικό σύστημα (Roth et al. 1996; Miller et al. 2010)

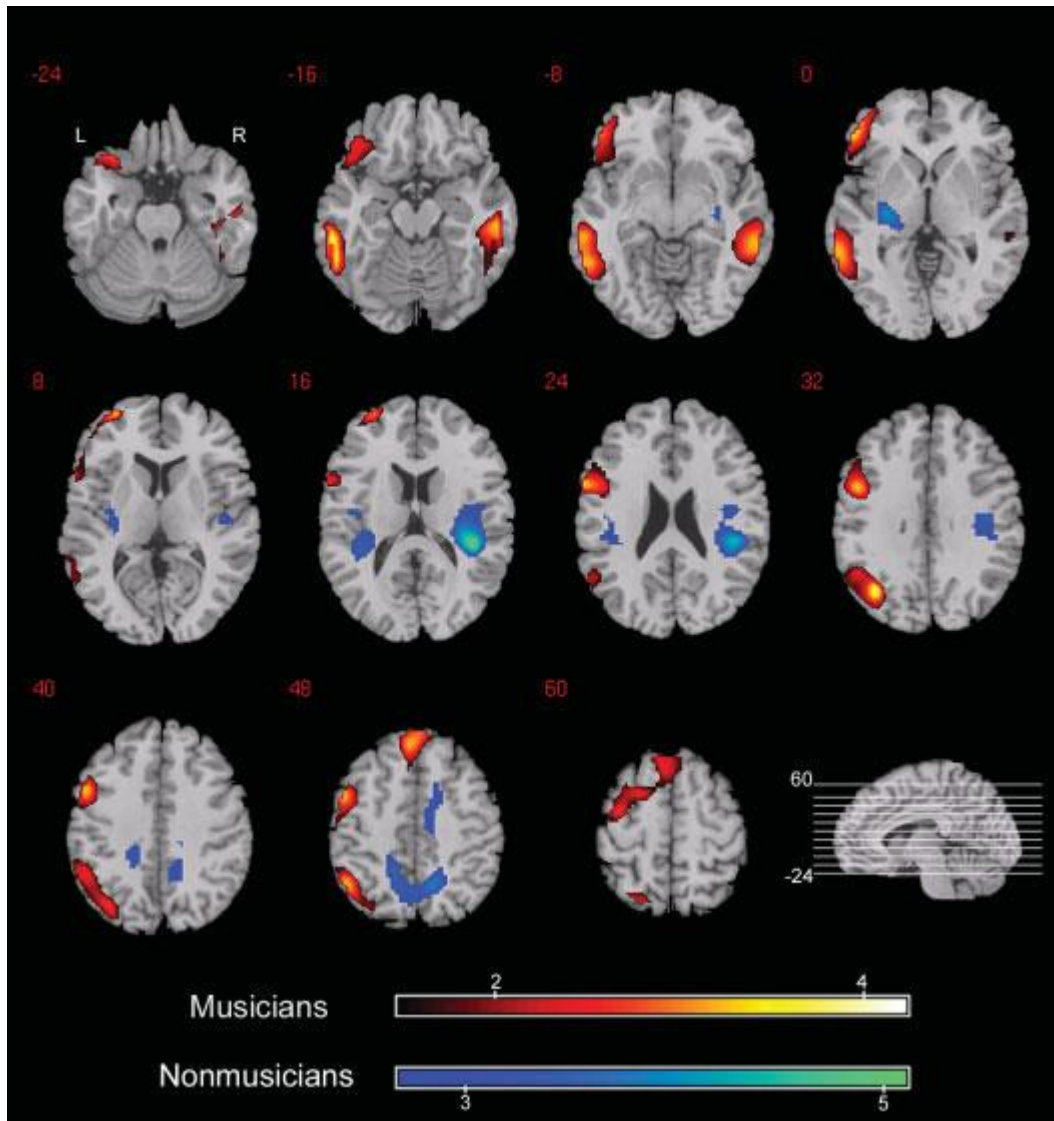
δομικό και λειτουργικό νευρωνικό υπόστρωμα της μουσικής αντίληψης

Στενή σχέση νευρωνικής επεξεργασίας μουσικής και γλώσσας, συντακτικά και σημασιακά (υπόκεινται άλλες λειτουργίες)

- δραστηριότητα έλικας του Heschl (ακοή) ανάλογη μουσικής δεξιότητας
- περιοχή Broca, για την εντόπιση της ορθότητας μιας νότας (on or off key).
- ασυμμετρίες planum temporale σχετικές με το απόλυτο αυτί (perfect pitch)
- πρωτογενείς «συγκινησιακές» δομές (κοιλιακό ραβδωτό, μεσεγκέφαλος, αμυγδαλή, κογχομετωπιαίος φλοιός, έσω κοιλιακός προμετωπιαίος) σε συγκινητικά μουσικά κομμάτια
- ημισφαιρική εξειδίκευση στην αντίληψη ρυθμού ή μελωδίας

(Limb, 2006)

Εξειδίκευση του αριστερού ημισφαιρίου για την επεξεργασία του ρυθμού (Limb, 2006)



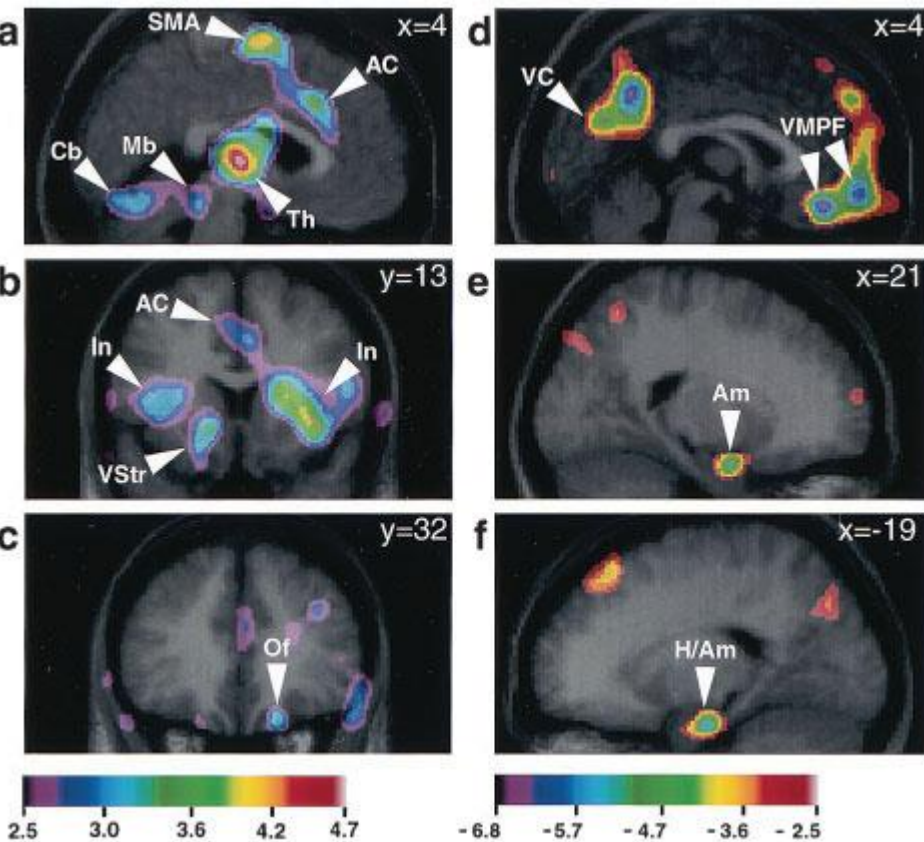
παθητική ακρόαση κανονικών ρυθμών από μουσικούς και μη μουσικούς

κόκκινο: ενεργοποίηση σε μουσικούς > μη μουσικούς, κυρίως αριστερά, ειδικότερα σε περιοχές γύρω από τη σχισμή Sylvius, σχετικές με τη γλώσσα

μπλε: σε μη μουσικούς > μουσικούς, πιο αδύναμη δραστηριότητα αλλά δεξιά πλαγίωση στους μη μουσικούς

Νευρωνικά συστήματα και συγκίνηση από τη μουσική

Συσχέτιση rCBF από PET με ένταση «ανατριχιάσματος» (chills intensity, 0 to 10). **a–c** (θετική συσχέτιση με αυξημένη ένταση ανατριχιάσματος) **d–f** (αρνητική συσχέτιση).



a θετική συσχέτιση rCBF στον αριστερό έσω ραχιαίο μεσεγκέφαλο (Mb), δεξιό θάλαμο (Th), AC, SMA, και άμφω παρεγκεφαλίδα (Cb).

b (στεφανιαία τομή) AP κοιλιακό ραβδωτό (VStr) και άμω νήσος (In; επίσης AC).

c (στεφανιαία τομή) ΔΕ κογχομετωπιαίος φλοιός (Of).

d (οβελιαία τομή) αρνητική συσχέτιση rCBF έσω κοιλιακός προμετωπιαίος (VMPF) και οπτικός φλοιός (VC).

e (οβελιαία τομή) ΔΕ αμυγδαλή (Am).

f (οβελιαία τομή) AP ιππόκαμπος/αμυγδαλή (H/Am).

φαντάζεται ότι παίζει πιάνο \neq παίζει όντως πιάνο (music imagery and performance in pianists)

Σύγκριση

δεξί χέρι ενός κομματιού του Bartok / 12
φοιτητές μουσικής / fMRI

μετωποβρεγματικό δίκτυο, ινιακός φλοιός
σημαντικά για την οπτικο-κινητική μετατροπή
και μουσική επεξεργασία

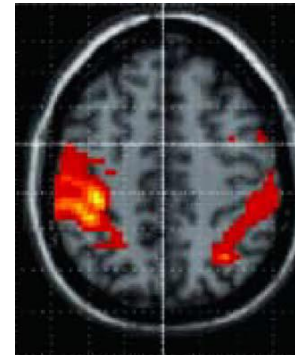
(ανάγνωση παρτιτούρας, παίξιμο πιάνου: πολύ
σύνθετη κινητική δραστηριότητα, έτη εξάσκησης
και κινητικές δεξιότητες + ταχεία και
αποτελεσματική οπτικοκινητική μετατροπή +
επεξεργασία των διαφόρων συστατικών της
μουσικής, ύψος, ρυθμός μουσική υφή)

(Meister et al., 2004)

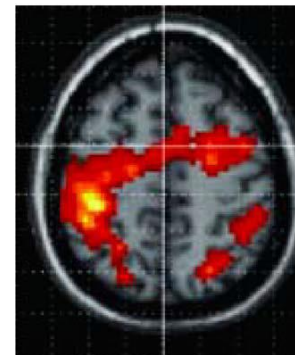
μουσική εκτέλεση (αριστερά) και νοερή αναπαράσταση
(δεξιά)

πρωτοταγής κινητικός φλοιός σχεδόν αποκλειστικά στην
εκτέλεση,

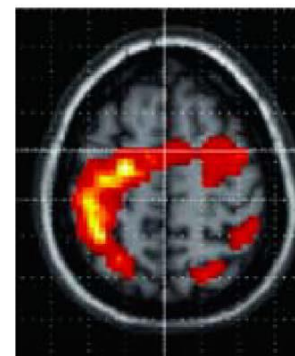
μπροστινές μετωπιαίες και οι βρεγματικές περιοχές και στις
δύο συνθήκες



Z = 48 mm

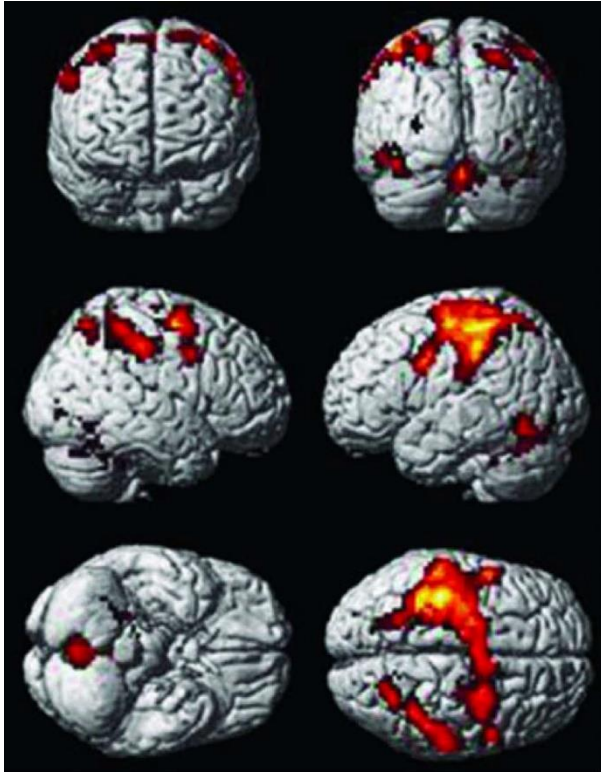


Z = 54 mm

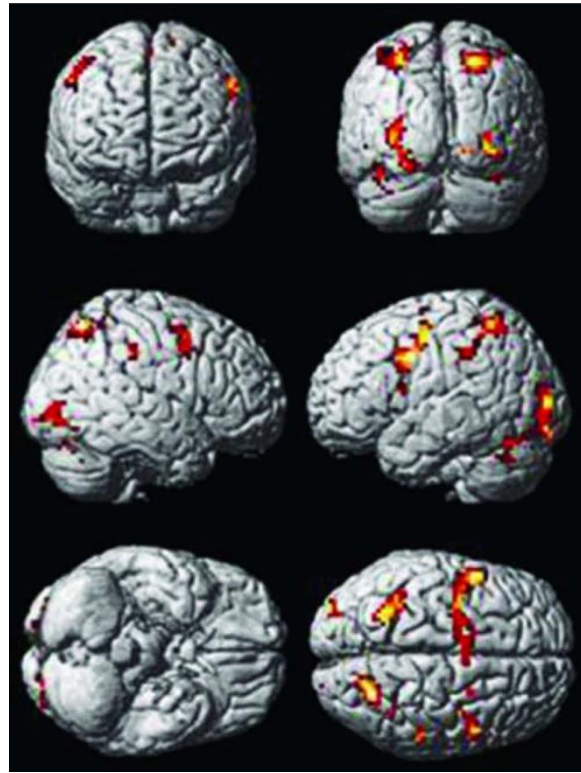


Z = 60 mm

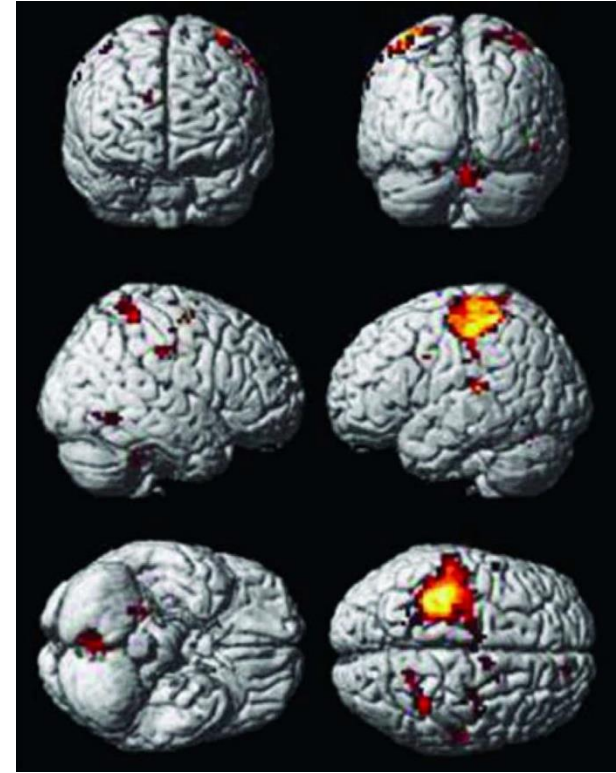
A. εκτέλεση



B. νοερή αναπαράσταση



A - B



πρωτοταγής αισθητικοκινητικός φλοιός, AP H, προκινητικός φλοιός, παρεγκεφαλίδα AP + ΔΕ, και βρεγματικό δίκτυο, προσφηνοειδές, BA 40, AP + ΔΕ

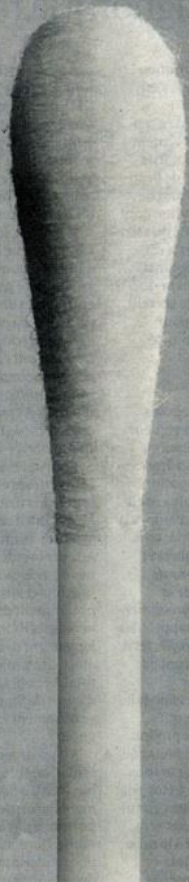
ουσιαστικά ίδιο δίκτυο (μείον πρωτοταγής αισθητικοκινητικός φλοιός AP και παρεγκεφαλίδα ΔΕ)

κυρίως ο απέναντι πρωτοταγής αισθητικοκινητικός φλοιός (A>B).

μέρος του οπίσθιου βρεγματικού φλοιού (A>B)

**BROCA &
WERNICKE**

L'agence de communication hybride
avec laquelle vous allez vous entendre
broca-wernicke.com



Αλλά... βασική
ερώτηση:

ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η
ΜΟΥΣΙΚΗ;

?

Η μουσική είναι κάτι άχρηστο...

*«Καθώς ούτε η απόλαυση, ούτε η
ικανότητα παραγωγής μουσικών ήχων
αποτελούν λειτουργίες έστω και
ελάχιστης χρηστικής αξίας για τον
άνθρωπο στην καθημερινή του ζωή, θα
πρέπει να τις ταξινομήσω ανάμεσα στις
πιο μυστήριες που συνάντησα ποτέ»*

Darwin



Τι είναι η μουσική;

“Music . . . is the freest, the most abstract, the least fettered of all the arts:
no story content, no pictorial representation, no regularity of meter, no strict limitation of frame need hamper the intuitive functioning of the imaginative mind”

(Copland, 1952)

Η πιο ελεύθερη, η πιο αφηρημένη, η λιγότερο δέσμια...

Τι είναι η μουσική;

Πολλές, έντονες, συζητήσεις για έναν ακριβή ορισμό (Sessions, 1950; Cage, 1961; Cooke, 1990).

Ένας καθημερινός ορισμός: ήχος οργανωμένος με αρχές ύψους, ρυθμού και αρμονίας (Sessions, 1950) και χρήση μουσικών ηχοχρωμάτων που επιτρέπουν να διακρίνουμε μεταξύ των πηγών του μουσικού ήχου και να αναγνωρίσουμε τα όργανα, όπως το βιολί, το πιάνο, το φλάουτο. Μέσα από όλα τα είδη και τις ιστορικές περιόδους της μουσικής σύνθεσης, η οργάνωση του ήχου σύμφωνα με το ύψος, τον ρυθμό και την αρμονία παρέχει το ακουστικό πλαίσιο μέσα στο οποίο αντιλαμβανόμαστε και παράγουμε μουσική.

(Limb, 2006)

Η «στοιχειακότητα» (modularity) της μουσικής

Η μουσική ως παράδειγμα «διπλού διαχωρισμού»...

Σχετικά με την ανεξαρτησία ή «στοιχειακότητα» των λειτουργιών:

- «εάν υπάρχει αυτονομία δύο διαδικασιών – X και Ψ – δηλαδή, απώλεια της μιας και διατήρηση της άλλης σε δύο παθολογικές καταστάσεις (διάζευξη), άρα ανεξαρτησία των X και Ψ και $X \neq \Psi$, τότε μπορούμε να μελετήσουμε τις δύο διαδικασίες στον φυσιολογικό άνθρωπο, π.χ. τις δύο διαδικασίες της μουσικής αναγνώρισης, μελωδική οργάνωση και χρονική οργάνωση».

Isabelle Peretz, 1985 (μιλώντας για το τι μπορεί να είναι η μουσική)

διότι η «μουσική» μπορεί να μην είναι ένα πράγμα, μία λειτουργία

- μουσική παραγωγή,
- αναπαραγωγή,
- αναγνώριση - ταυτοποίηση,
- οικείων ή μη οικείων μελωδιών,
- εκτίμηση ύψους, χροιάς, ρυθμών, ακκόρντων, ήχων,
- οργανική εκτέλεση,
- μουσική σημείωση...

(καθεμιά από τις οποίες μπορεί να περιλαμβάνει πολλές νοητικές λειτουργίες...)

διότι η «μουσική» μπορεί να μην είναι ένα πράγμα, μία λειτουργία



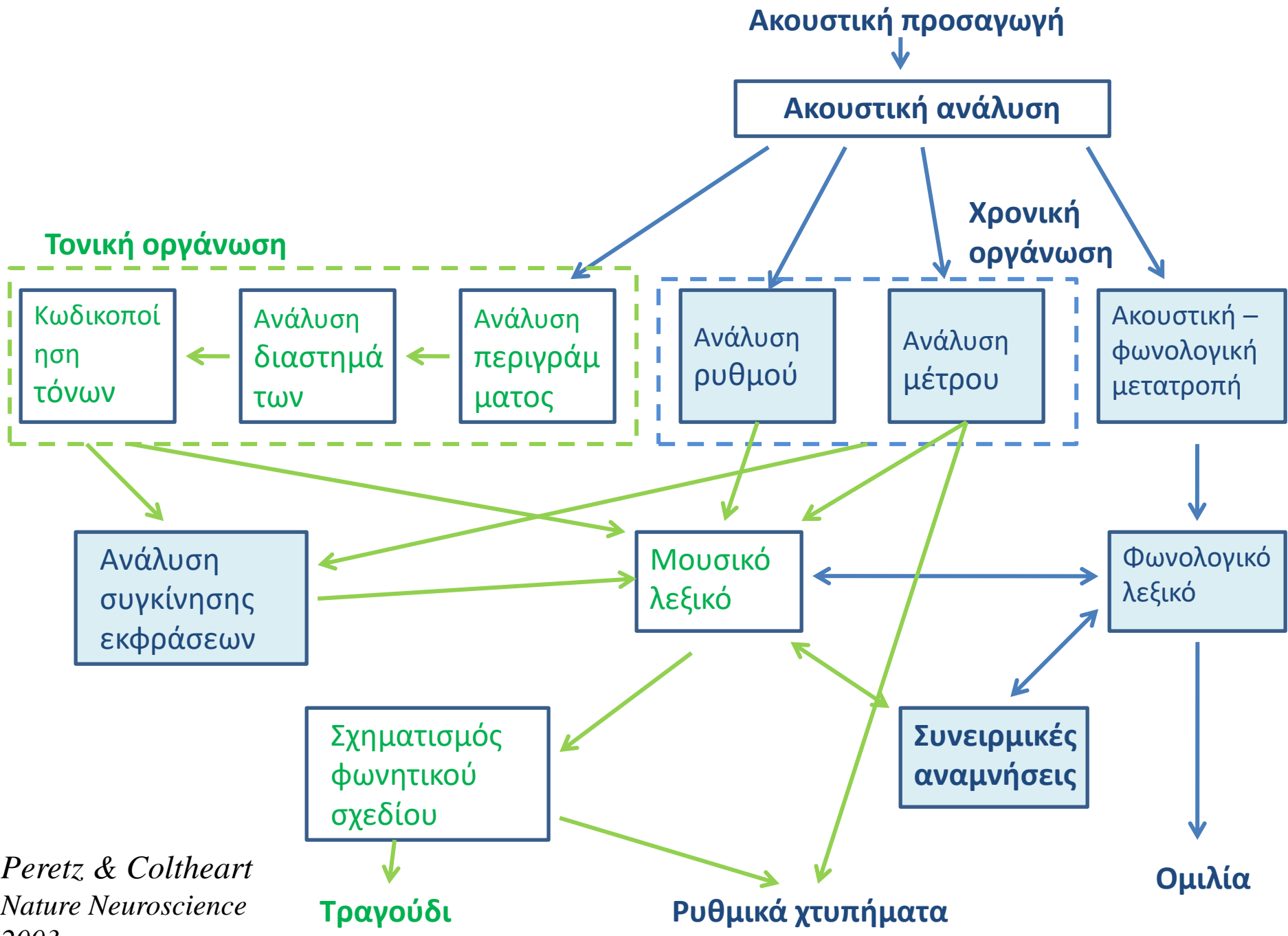
«Η ιδιότητα της μουσικής δεν είναι μία μονολιθική οντότητα, την οποία κάποιος έχει ή δεν έχει. Συνίσταται μάλλον από ένα σύνολο διεργασιών, που μπορούν να απομονωθούν νευρωνικά και καθεμιά τους είναι *δυνάμει ειδική* για τη μουσική.»

(Peretz & Coltheart, 2003)

εάν υπάρχει ένα εγκεφαλικό σύστημα για τη μουσική...

- *ένα απομονώσιμο εγκεφαλικό σύστημα που ασχολείται με τη μουσική*
- *ένα σύστημα επεξεργασίας νοητικών πληροφοριών το οποίο λειτουργεί ειδικά για την επεξεργασία της μουσικής*

...θα περιλαμβάνει υποσυστήματα των οποίων τα πεδία επεξεργασίας περιορίζονται σε ιδιαίτερες πλευρές της μουσικής και ίσως ταυτίζονται με άλλες λειτουργίες



*Peretz & Coltheart
Nature Neuroscience
2003*

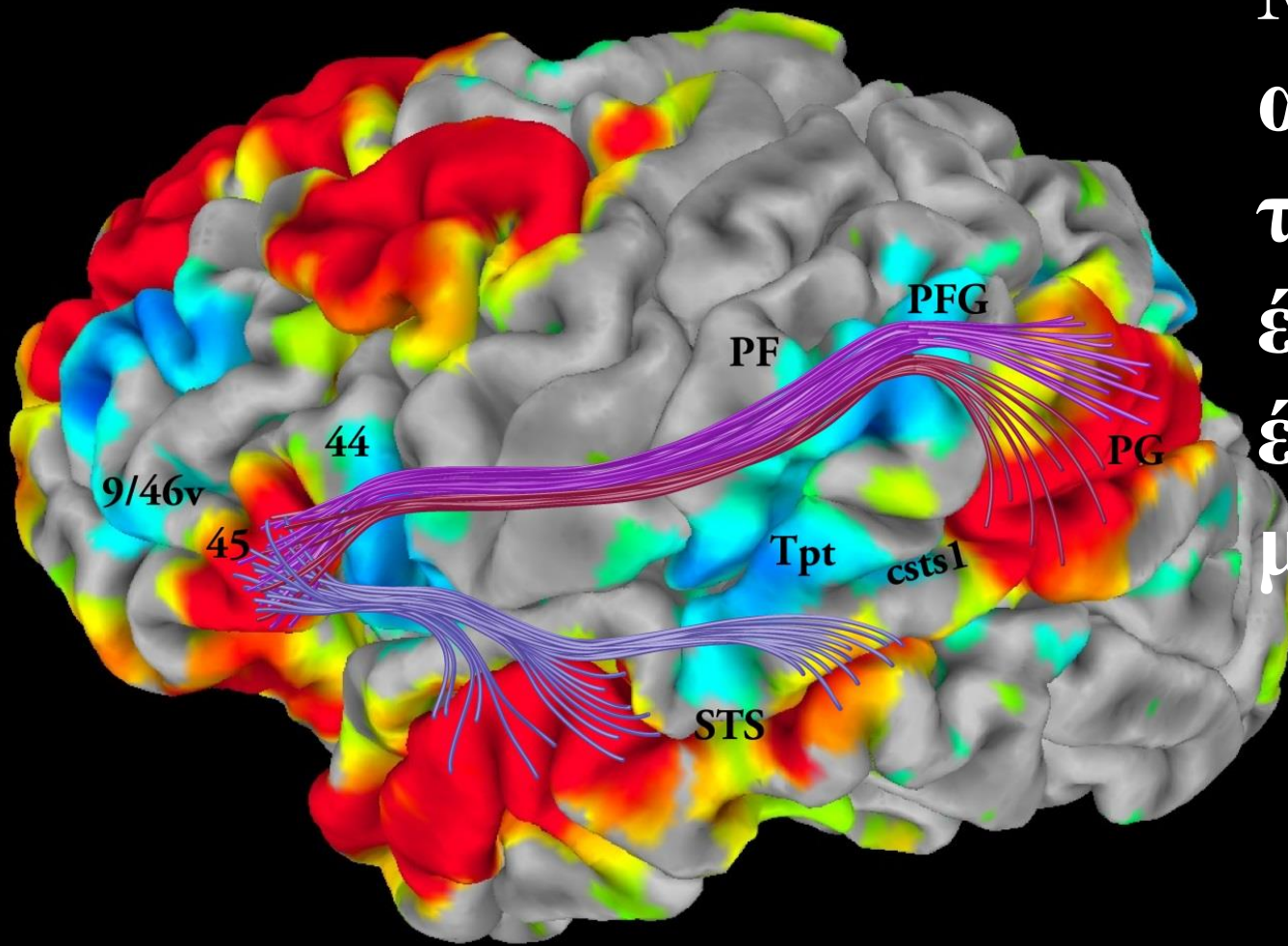
είναι η μουσική μία λειτουργία;

Η μουσική αποτελεί ένα ενιαίο σύνολο που δεν μπορεί να υποδιαιρεθεί φυσικά (π.χ. είναι δύσκολο να ακούμε τις νότες μιας μελωδίας αγνοώντας το ρυθμικό της υπόβαθρο και το αντίθετο) (Peretz & Zatorre, 2005)...

η διαίρεση της μουσικής σε επιμέρους μουσικά στοιχεία μπορεί να μην είναι η καλύτερη μέθοδος προσέγγισης του ζητήματος της μουσικής,

για να κατανοηθούν όμως βασικές έννοιες, αυτή η προσέγγιση υιοθετήθηκε ευρέως και χρησιμοποιήθηκε για να υποστηριχθεί μια *στοιχειακή οργάνωση* (modular) της μουσικής επεξεργασίας (Peretz & Coltheart, 2003).

Στην επιστημονική μελέτη της μουσικής έχουν χρησιμοποιηθεί ως ερεθίσματα τόσο διακριτά μουσικά στοιχεία όσο και πλήρη, πλούσια μουσικά ερεθίσματα. (Limb, 2006)



Μια εικόνα
 αναδύεται...
 τα δίκτυα
 έχουν ίσως
 ένα μοτίβο,
 μια λογική

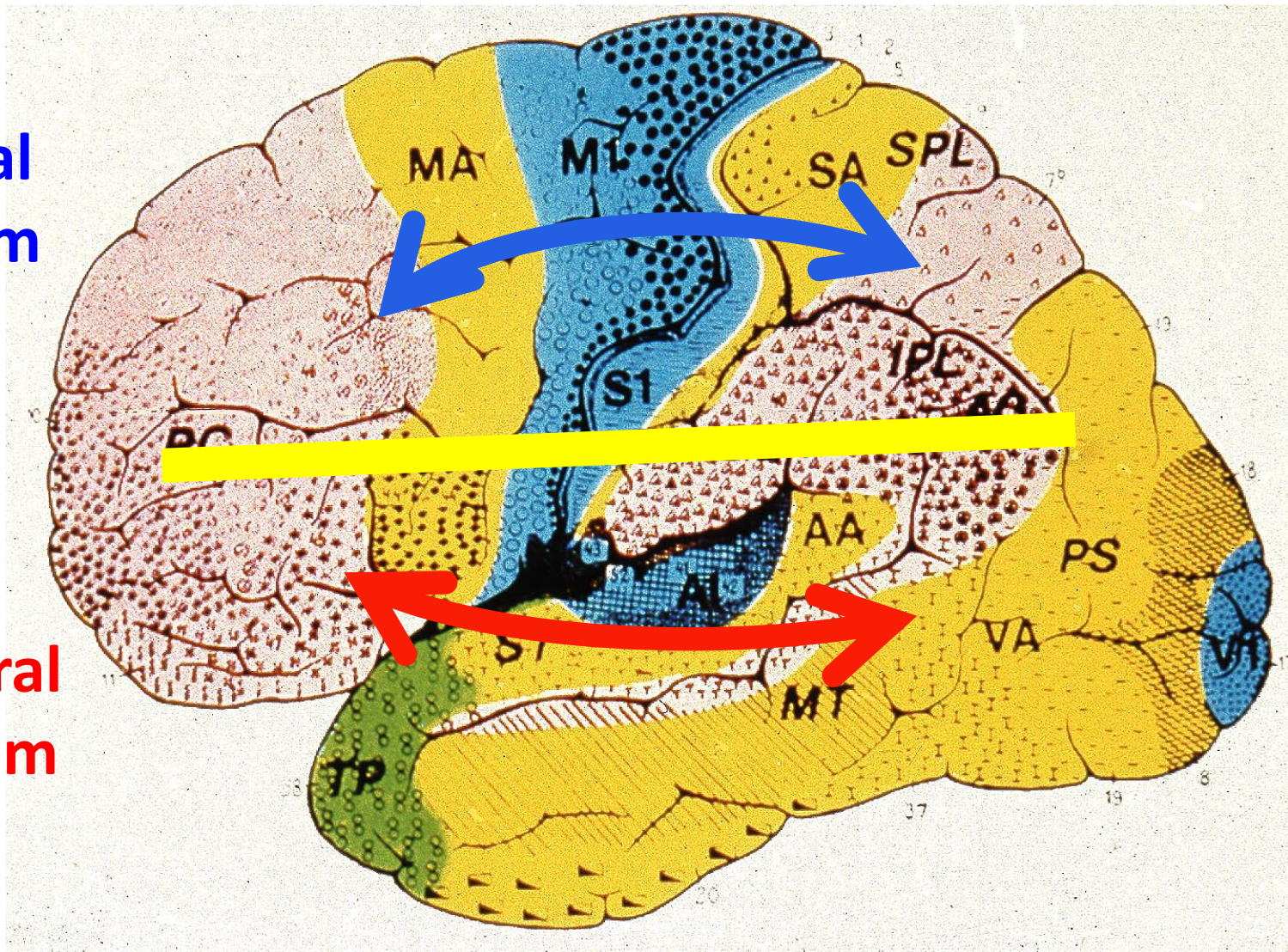
*Petrides, 2014,
 with permission*

Συνδεσιμότητα «resting state» του AP Η ενός ανθρώπινου εγκεφάλου.
 Θετική συσχέτιση ενεργοποίησης (κόκκινο) μεταξύ BA45 και περιοχής
 PG στην γωνιώδη έλικα, BA44 αρνητική συσχέτιση (μπλε).
 Τοποθέτηση γνωστών δεματιών.

Η ανάδειξη του «dual loop system»

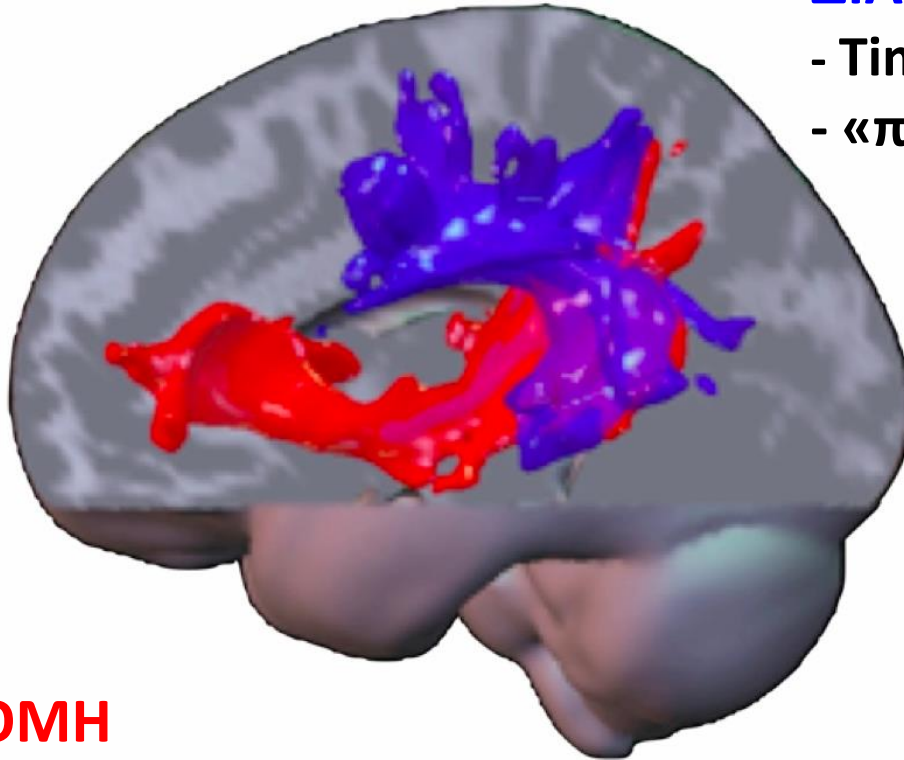
Dorsal
stream

Ventral
stream



Δύο «ρεύματα» στον εγκέφαλο, ραχιαίο και κοιλιακό: ένα κοινό διπλό κύκλωμα για πολλές λειτουργίες: την Προσοχή, τη Δράση και τη Γλώσσα

η διπλή οδός: **ραχιαίο** και **κοιλιακό** ρεύμα σε όλους τους τομείς



ΔΙΑΔΟΧΗ

- Time/Space-dependent
- «πράττω»

ΔΟΜΗ

- Time/Space-independent
- «κατανοώ αυτό που κάνω»

Table 2 | Summary of possible functions per modality processed along the two pathways from different studies.

Modality	Dorsal pathway	Ventral pathway
Vision	Spatial vision (a)	Object vision (b)
Acoustic	Sound localisation (c) Spatial working memory (c1) Integration of a target in a context (c2) "Temporarily buffering" the input (c3)	Sound Identification (d)
Language	"Mapping sound onto articulation" (e) Phonological loop (e1) Syntax (e2)	Semantic processing (f) Echoic or perceptual memory (f1) Recognition of perceptual incongruence (f2) Syntax (f3)
Motor	Control of actions "online" (g) Meaningless imitation (g1)	Motor imagination (h) Pantomime (h1)
Attention	Attention orientation (i)	Conscious perception of space (j)
Music	Recognition of structural incongruence (k) Tonal loop (k1)	Recognition of structural and perceptual incongruence (l)
Synthesis	Time-dependent Sequence execution (doing) Integration of forward and inverse models	Time-independent Meaning (understand what you're doing) Connection to world knowledge and concepts

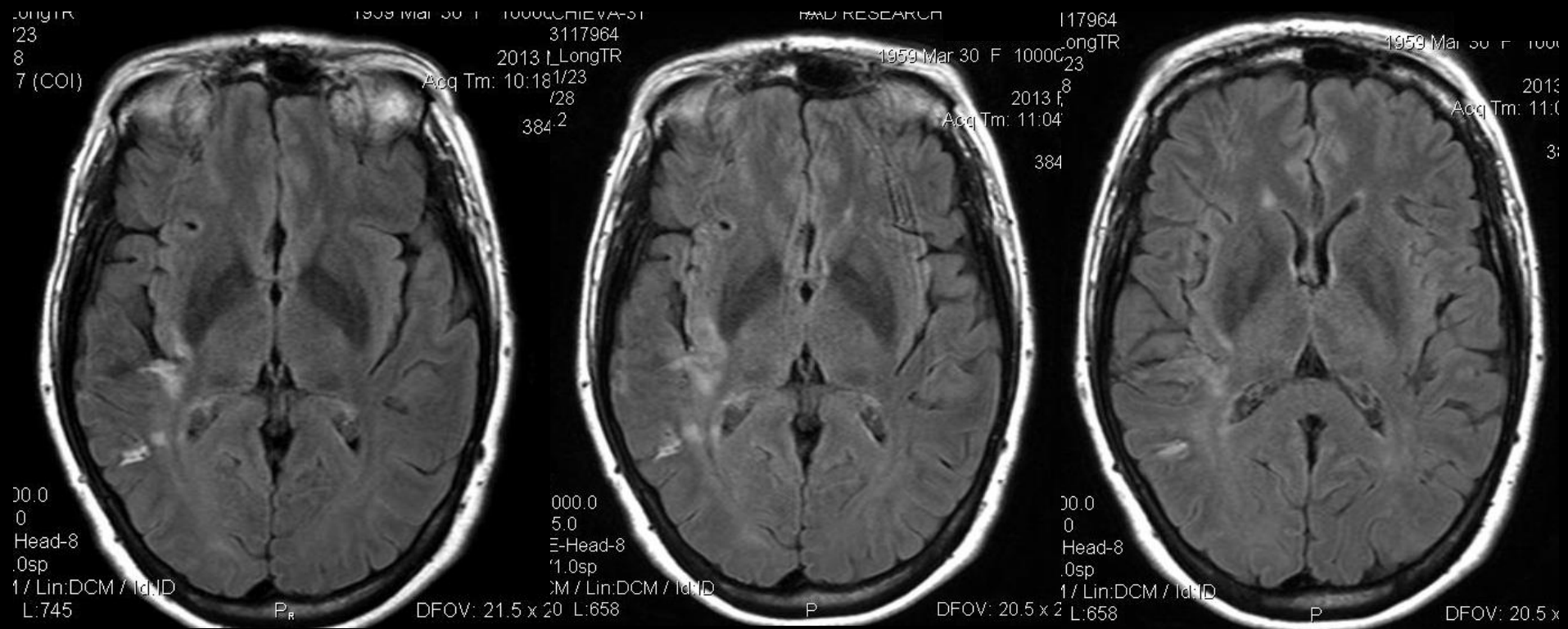
και, ξανά, η ίδια η μουσική (όχι πάντα ίδια)...

- Πρόκειται για μια επιπλέον γλώσσα; Ή για κάτι εντελώς διαφορετικό;
- Είναι η ίδια «μουσική» ένας οικείος σκοπός ή μια παρτιτούρα που μαθαίνουμε; (η Μαρία Κάλλας)

Η περίπτωση της κ. Σ

- 54 ετών, 16 έτη τ.ε. (παιδαγωγός), ερασιτέχνης χορωδός
 - νοσηλεία λόγω ισχαιμικού αγγειακού εγκεφαλικού
-
- δυσαρθρία
 - πτώση γωνίας στόματος AP, πάρεση AP άνω άκρου διάρκειας λίγων λεπτών με πλήρη αποκατάσταση
 - καμία άλλη διαταραχή αισθητικότητας, κινητικότητας, στάσης ή βάδισης

Η περίπτωση της κ. Σ



ΔΕ Νήσος Reil (φλοιική & υποφλοιική εντόπιση)

ΔΕ Υπερχείλια Έλικα (φλοιική & υποφλοιική εντόπιση)

Λευκή ουσία παρά το ινιακό κέρας της ΔΕ πλάγιας κοιλίας

Η περίπτωση της κ. Σ

Κατά τη διάρκεια της νοσηλείας:

Παραπονείται ότι «δυσκολεύεται» να απολαύσει τη μουσική

Παραπομπή στη Μονάδα Νευροψυχολογίας και διαταραχών του Λόγου

Η περίπτωση της κ. Σ

Κατά τη συνέντευξη λέει ότι:

«η μουσική στην τηλεόραση ακούγεται σαν θόρυβος»

«δεν μπορώ να απολαύσω τη μουσική όπως πριν»

αλλά και:

«δεν μπορώ να παρακολουθήσω τις συζητήσεις στην τηλεόραση»

Η περίπτωση της κ. Σ

- αντιλαμβάνεται και αναγνωρίζει τραγούδια που παρουσιάζονται μονοφωνικά (χωρίς όργανα ή δεύτερες φωνές)
- τα ανακαλεί από μνήμης και τα τραγουδά
- αναπαράγει φωνητικά νέες μελωδίες

Νευροψυχολογικός Έλεγχος

Test	Score	Test	Score	Test	Score	Test	Score
MMSE	29/30	Digit F.	40 th %ile	PPVT	95 th %ile	AVLT 7	>50 th %ile
CFcopy	95 th %ile	Digit B.	20 th %ile	Επαναλ. προτάσεων	7/7	AVLT rec	>50 th %ile
CF Delayed	15 th %ile	Corsi F.	Z=-1,23	COWAT Semantic	50 th %ile		
Gol.Apraxia Imitation	20/20 20/20	Corsi B.	Z=-2.23	COWAT Phonemic	70%%ile		
Gol.Apraxia Pantomime	53/55	Bells Test	35/35	AVLT total	>50 th %ile		
BNT	90 th %ile	TMTA	Z=-0.42	AVLT B	25 th %ile		
Token	13/14	TMTB	Z=-0.10	AVLT 6	>50 th %ile		

Μειωμένη επίδοση ανιχνεύθηκε μόνο στη δοκιμασία οπτικοχωρικής ενεργού μνήμης (Corsi Backwards)

Νευροψυχολογικός Έλεγχος

Montreal Battery of Evaluation of Amusia

(Peretz, Champod & Hyde, 2003)

Test	Score
Scale (Μουσική Κλίμακα)	Z=0.43
Contour (Μουσικό Περίγραμμα)	Z=-1.01
Interval (Αντίληψη τονικών Διαστημάτων)	Z=-1.25
Rhythm (Ρυθμός)	Z=0
Meter (Μέτρο)	Z=0
Memory (Αυθόρμητη Μάθηση Μελωδίας /Αναγνώριση)	Z=-0.6

καμία δυσκολία, σε κανέναν από τους 6 παράγοντες που ελέγχονται (κλίμακα, περίγραμμα, διαστήματα, ρυθμός, μέτρο, μνήμη)

Η περίπτωση της κ. Σ

- στον τυπικό νευροψυχολογικό έλεγχο:
- καμία νοητική δυσλειτουργία, πλην της μειωμένης οπτικής ενεργού μνήμης,
- κανένα έλλειμμα σε καμία μουσική παράμετρο

Η περίπτωση της κ. Σ

παρόλα αυτά, κατά τη συνέντευξη είχε πει ότι:

«η μουσική στην τηλεόραση ακούγεται σαν θόρυβος»

«δεν μπορώ να απολαύσω τη μουσική όπως πριν»

αλλά και:

«δεν μπορώ να παρακολουθήσω τις συζητήσεις στην τηλεόραση»

Η περίπτωση της κ. Σ

- αλλά: στις δοκιμασίες **μονοφωνικό** υλικό

η δυσκολία εντοπίζεται

- στην αντίληψη μελωδιών, ίδιων ή διαφορετικών πηγών, που ακούγονται *ταυτόχρονα* = η μουσική ακούγεται ως θόρυβος
- και στην αντίληψη δύο ομιλητών που ακούγονται *ταυτόχρονα* (απουσία δυσχέρειας ακουστικής ενεργού μνήμης)

«Auditory Simultanagnosia» (Ακουστική ταυτοχροναγνωσία)

Το ακουστικό περιβάλλον είναι διασπασμένο σε ξεχωριστά και ασύνδετα στοιχεία

Η περίπτωση της Rachel Y. (Oliver Sachs, Musicophilia, p.121-124)

«άκουγε όλη τη μουσική ως διακριτές, αντιστικτικές μελωδικές γραμμές, ανίκανη να διατηρήσει την αίσθηση της αρμονίας των συγχχορδιακών μερών»

«το βασικό της παράπονο όταν ήρθε νε με δει ήταν αυτή η δυσαρμονία, η ανικανότητά της να συγχωνεύει τις διαφορετικές φωνές και τα όργανα»

Η περίπτωση της κ. Σ

Περίπτωση «επίκτητης αμουσίας»:

αδυνατούσε πια να αναγνωρίσει ως μουσική και να απολαύσει γνωστά και αγαπημένα της μουσικά κομμάτια

Η αιτία της επίκτητης αυτής αδυναμίας:

καθαρή ακουστική ταυτοχροναγνωσία, η αδυναμία να αντιληφθεί ταυτόχρονα δύο διαφορετικές μελωδίες ή/και ομιλίες

Χίλια ευχαριστώ στην Εύη Κουρτίδου