

## Κρίσιμες και ευαίσθητες περιόδους στην ανάπτυξη του εγκεφάλου ως προς την εκμάθηση της μουσικής

Δήμητρα Κόνιαρη

*Όλες οι μέθοδοι διδασκαλίας της μουσικής τονίζουν τη σημασία που έχει η από μικρή ηλικία μύηση του ανθρώπου στο χώρο της μουσικής για τη μέγιστη ανάπτυξη των μουσικών του ικανοτήτων και την πληρέστερη κοινωνική, συναισθηματική και γνωστική του ανάπτυξη. Όμως, δεν είναι, ακόμη, ξεκάθαρες ποιες είναι οι νευρωνικές βάσεις για την στήριξη μιας τέτοιας αποκλειστικότητας στα πρώτα χρόνια του ανθρώπου. Στο άρθρο που ακολουθεί επιχειρείται μία συνοπτική παρουσίαση του πώς γίνεται η δομική και λειτουργική οργάνωση του εγκεφάλου κατά την ανάπτυξή του και ποια είναι η σημασία των κρίσιμων και ευαίσθητων περιόδων για την απόκτηση μιας συμπεριφοράς, όπως είναι η μουσική συμπεριφορά.*

**Λέξεις-κλειδιά:** μουσική εκπαίδευση, ευαίσθητες περιόδους, νευροεκπαίδευση, νευρομύθοι

### Μουσική (και μουσικοί) από μικρή ηλικία

**Σ**τις περισσότερες βιογραφίες σημαντικών μουσικών υπογραμμίζεται το γεγονός ότι το ενδιαφέρον τους για τη μουσική και η μύηση τους σε αυτή ξεκίνησε από πολύ μικρή ηλικία. Ο Wolfgang Amadeus Mozart (1756-1791) άρχισε να παίζει πιάνο σε ηλικία 3 ετών και ο Ludwig van Beethoven (1770-1827) σε ηλικία 4 ετών. Παράλληλα, όλες οι μέθοδοι διδασκαλίας της μουσικής τονίζουν τη σημασία που έχει η μύηση του ατόμου στο χώρο της μουσικής από τα πρώτα χρόνια της ζωής του, για τη μέγιστη ανάπτυξη των μουσικών ικανοτήτων του (βλ. Ανδρούτσος, 2004 και Στάμου, 2009). Σύμφωνα με τον Ιάπωνα μουσικοπαιδαγωγό Shinichi Suzuki (1898-1998), όλοι οι άνθρωποι μπορούν να μάθουν να εκφράζονται μέσω της μουσικής, αρκεί να ξεκινήσουν από μικρή ηλικία, όπως γίνεται με την εκμάθηση της μητρικής τους γλώσσας. Μάλιστα, ο Suzuki ήταν από τους πρώτους μουσικοπαιδαγωγούς που επισήμανε για την ανάπτυξη της μουσικής λειτουργίας τη σημασία των μουσικών ερεθισμάτων ακόμη και από την ενδομήτρια ζωή (βλ. Ανδρούτσος, 2004: 10).

Ο Edwin E. Gordon, έπειτα από πολύχρονες έρευνες πάνω στην ανάπτυξη της μουσικής λειτουργίας (βλ. Gordon, 1990, 1997, 2003), υποστήριξε ότι υπάρχει μία κρίσιμη περίοδος για την ανάπτυξη του μουσικού δυναμικού του ανθρώπου, αυτό που ονόμασε «μουσική δεκτικότητα», η οποία κυμαίνεται από τη γέννηση έως περίπου την ηλικία των 8 ετών. Σε αυτό το χρονικό διάστημα, ο Gordon

παράτηρησε ότι η μουσική δεκτικότητα ενός ατόμου επηρεάζεται σημαντικά από τα ερεθίσματα που δέχεται από το περιβάλλον του και μπορεί να μεταβάλλεται. Μετά την ηλικία, όμως των 8-9 ετών, σταθεροποιείται και δεν μπορούν πλέον να διαφοροποιηθούν σημαντικά οι δυνατότητες του ατόμου σε σχέση με τη μουσική, όποιο κι αν είναι το μουσικό περιβάλλον γύρω του. Αυτό δεν σημαίνει ότι μετά την ηλικία των 9 ετών δεν μπορεί να μάθει κάποιος μουσική, αλλά ότι θα μάθει μουσική χρησιμοποιώντας και αξιοποιώντας το μουσικό δυναμικό που ανέπτυξε μέχρι την ηλικία αυτή. Γι αυτό το λόγο, σε όσο πιο μικρή ηλικία εκτεθεί ένα άτομο σε ένα πλούσιο μουσικά περιβάλλον, τόσο μεγαλύτερη είναι η επίδραση του περιβάλλοντος αυτού στην ανάπτυξη της μουσικής του δεκτικότητας. Όσο το άτομο μεγαλώνει, η δύναμη της επίδρασης του περιβάλλοντος μειώνεται (βλ. Στάμου, 2009 και Στάμου, Schmidt & Humphreys, 2006).

Όμως, αν και έχει επικρατήσει η γενική πεποίθηση ότι οι πρώιμες μουσικές εμπειρίες και η πρώιμη συστηματική ενασχόληση με τη μουσική είναι ιδιαίτερα σημαντικές για τη μέγιστη ανάπτυξη της μουσικής λειτουργίας του ατόμου, από την πλευρά του εγκεφάλου, δεν υπάρχουν ακόμη πολλά στοιχεία για το ποιες είναι οι νευροβιολογικές βάσεις οι οποίες είναι υπεύθυνες για την υποστήριξη μιας τέτοιας αποκλειστικότητας στα πρώτα χρόνια της ζωής του ανθρώπου. Στη συνέχεια ακολουθεί συνοπτικά μια παρουσίαση του πώς γίνεται η δομική και λειτουργική οργάνωση του εγκεφάλου κατά την ανάπτυξή του και ποια είναι η σημασία των κρίσιμων και ευαίσθητων περιόδων για την απόκτηση μιας συμπεριφοράς, όπως είναι η μουσική συμπεριφορά.

### **Η δομική και λειτουργική οργάνωση του εγκεφάλου κατά την ανάπτυξή του**

Η διαδικασία ανάπτυξης και ωρίμανσης του εγκεφάλου, από την αρχή της οντογένεσης στο έμβρυο μέχρι την ενηλικίωση, αποτελεί μια εξαιρετικά περίπλοκη διαδικασία, η μελέτη της οποίας βρίσκεται, ακόμη, στα αρχικά της στάδια. Ο εγκέφαλος αναπτύσσεται καθ' όλη τη διάρκεια της εμβρυϊκής ανάπτυξης και συνεχίζει να διαφοροποιείται και να ωριμάζει στη διάρκεια της παιδικής και της εφηβικής ηλικίας. Αυτή η ανάπτυξη και η διαφοροποίηση αφορά στη μορφολογία του εγκεφάλου, στην κυτταροαρχιτεκτονική και σε άλλες βιολογικές παραμέτρους (Society for Neuroscience, 1996).

Κύρια λειτουργική μονάδα του εγκεφάλου αποτελεί ο νευρώνας. Ο ανθρώπινος εγκέφαλος διαθέτει περίπου 100 δισεκατομμύρια νευρώνες, οι οποίοι είναι ειδικά σχεδιασμένοι για να διασυνδέονται με άλλα νευρικά, μυϊκά ή αδενικά κύτταρα και να διαβιβάζουν πληροφορίες. Όταν συνδέονται μεταξύ τους, οι νευρώνες δημιουργούν συνάψεις μέσω των νευραξόνων τους, διαμορφώνοντας ένα δίκτυο το οποίο μπορεί να αποτελείται από 1.000.000 δισεκατομμύρια συνάψεις περίπου. Αυτές οι συνάψεις δεν υπάρχουν με τη γέννηση του ανθρώπου

και ο αριθμός των ανθρώπινων γονιδίων δεν είναι αρκετός για να ορίσει όλες τις λεπτομέρειες μιας τέτοιας διεργασίας. Η πιθανότερη εκδοχή είναι ότι κάποια γονίδια καθορίζουν γενικούς κανόνες ανάπτυξης και συνάψεων των νευρώνων, και ότι, στη συνέχεια, για την τελική συναπτική οργάνωση του εγκεφαλικού φλοιού, είναι υπεύθυνα επιγενετικά φαινόμενα (Society for Neuroscience, 1996).

Δύο βασικά επιγενετικά φαινόμενα επηρεάζουν σημαντικά τη δημιουργία των συνάψεων. Το πρώτο έχει να κάνει με την «αρχή του Hebb» (Hebb, 1949), σύμφωνα με την οποία, νευράξονες που παραμένουν λειτουργικά αδρανείς εκφυλίζονται, ενώ νευράξονες που ενεργοποιούνται σταθεροποιούνται μέσω της δραστηριότητάς τους. Έτσι, όσο περισσότερο χρησιμοποιούνται κάποιες συνάψεις και είναι χρήσιμες για τον εγκέφαλο, τόσο περισσότερο ενδυναμώνονται, ενώ οι συνάψεις οι οποίες δεν χρησιμοποιούνται καταργούνται.

Το δεύτερο σημαντικό φαινόμενο που παρατηρείται κατά την ανάπτυξη του εγκεφάλου είναι η απόπτωση ή προγραμματισμένος κυτταρικός θάνατος (Oppenheim, 1991). Πάνω στη δημιουργία του, το νευρικό σύστημα ξεκινά με σχεδόν διπλάσιο αριθμό νευρώνων από αυτούς που επιζούν και λειτουργούν τελικά στην ενήλικη ζωή. Με την ανάπτυξη του ανθρώπου, ένας σημαντικός αριθμός νευρώνων πεθαίνουν, είτε από φυσιολογικά είτε από παθολογικά αίτια, όμως για την επιβίωσή τους σημαντικό ρόλο έχουν οι αλληλεπιδράσεις του κάθε νευρώνα με το κύτταρο στο οποίο στοχεύει, καθώς και ο βαθμός δραστηριότητας των διασυνδέσεων των νευραξόνων του.

Επομένως, καθώς η πλειονότητα των συνάψεων εγκαθιδρύεται μεταγεννητικά, εξωγενείς περιβαλλοντικές επιδράσεις μπορούν να ασκήσουν μόνιμη επίδραση στη δόμηση και λειτουργία τους. Όμως, έχει παρατηρηθεί ότι υπάρχουν κάποιες χρονικές περίοδοι στην ανάπτυξη του ανθρώπου όπου ο εγκέφαλος παρουσιάζει τη μέγιστη ευπλαστότητα απέναντι στις περιβαλλοντικές επιδράσεις. Μία τέτοια περίοδος είναι στα πρώτα χρόνια της ζωής του, μέχρι την ηλικία των 10 περίπου ετών, όπου ο εγκέφαλος παρουσιάζει τον μέγιστο ρυθμό μεταβολικής δραστηριότητας της εγκεφαλικής γλυκόζης (Chugani, 1998), κάτι που θεωρήθηκε ότι αντικατοπτρίζει τη μέγιστη ικανότητά του στήριξης συνάψεων μεταξύ των νευρώνων. Αυτό σημαίνει ότι στην περίοδο αυτή, από τη γέννηση μέχρι την ηλικία περίπου των 10 ετών, ο εγκέφαλος του ανθρώπου είναι ιδιαίτερα ευαίσθητος στα περιβαλλοντικά ερεθίσματα και είναι δυνατή η μέγιστη προοδευτική αποτύπωση των χαρακτηριστικών του φυσικού, κοινωνικού και πολιτισμικού περιβάλλοντος στο οποίο ζει και αναπτύσσεται. Έτσι, είναι πιθανό, και οι μουσικές επιδράσεις που θα δεχτεί το άτομο μέχρι την ηλικία αυτή να επηρεάσουν και να ορίσουν σε ένα μεγάλο βαθμό τη μετέπειτα μουσική βιογραφία του.

## **Κρίσιμες περιόδους ή ευαίσθητες περιόδους για την ανάπτυξη και ωρίμανση του εγκεφάλου**

Οι περιόδους στις οποίες παρατηρείται έντονη νευρωνική ευπλαστικότητα ονομάστηκαν από τους ερευνητές «κρίσιμες» περιόδους ή «ευαίσθητες» περιόδους για την απόκτηση μιας συμπεριφοράς. Χρησιμοποιήθηκαν δύο όροι θέλοντας να δείξουν το βαθμό αποκλειστικότητας που έχουν αυτές οι περιόδους στη φυσιολογική ανάπτυξη κάποιας συμπεριφοράς και των υποκείμενων νευρωνικών δομών που την υποστηρίζουν (Knudsen, 2004). Πιο συγκεκριμένα, ως **κρίσιμη περίοδος** ορίζεται εκείνη η χρονική περίοδος κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης ενός οργανισμού όπου έχει παρατηρηθεί ότι ένα εξωτερικό γεγονός έχει τις μέγιστες και μοναδικές επιπτώσεις στον αναπτυσσόμενο οργανισμό, ενώ ως **ευαίσθητη περίοδος** είναι η περίοδος όπου ένα εξωτερικό γεγονός μπορεί να έχει τις καλύτερες επιπτώσεις για την εκμάθηση μιας συμπεριφοράς χωρίς όμως να είναι αποκλειστικές.

### **α) Κρίσιμες περιόδους**

Οι κρίσιμες περιόδους έχουν σχετικά συγκεκριμένη χρονική στιγμή έναρξης και τέλους, φαίνεται να υπόκεινται σε ενδογενή ή γενετικό έλεγχο και είναι απαραίτητη η παρουσία συγκεκριμένων ειδών περιβαλλοντικών ερεθισμάτων ώστε η πορεία της ανάπτυξης του οργανισμού ή η απόκτηση μιας συμπεριφοράς του να είναι φυσιολογική (Uylings, 2006). Έτσι, εάν ο εγκέφαλος δεν δεχτεί τα κατάλληλα ερεθίσματα αυτή τη χρονική στιγμή στην πορεία της ανάπτυξής του, τότε ή δεν θα μπορέσει να αναπτυχθεί φυσιολογικά ή θα χάσει για πάντα τη δυνατότητα να αναπτύξει τη συγκεκριμένη συμπεριφορά.

Οι περισσότερες ενδείξεις για την ύπαρξη κρίσιμων περιόδων στην ανάπτυξη κάποιων συμπεριφορών προέρχονται από πειράματα στα ζώα. Κλασικό παράδειγμα αποτελούν τα πειράματα των Hubel & Wiesel (1965) στο οπτικό σύστημα της γάτας (για τα οποία τιμήθηκαν το 1981 με το Βραβείο Nobel). Στα πειράματα αυτά, οι Hubel & Wiesel (1965) παρατήρησαν ότι η αποστέρηση της πρόσληψης οπτικών ερεθισμάτων σε γατάκια ηλικίας ενός μηνός τα οδηγεί σε τύφλωση η οποία συνοδεύεται από δομικές αλλαγές στον οπτικό τους φλοιό. Όμως, η αποστέρηση πρόσληψης οπτικών ερεθισμάτων σε ενήλικες γάτες δεν επιφέρει αντίστοιχες μορφολογικές αλλαγές στον εγκέφαλό τους. Ένα άλλο παράδειγμα πειραμάτων στον ακουστικό φλοιό των ποντικών, δείχνει ότι η έκθεση σε ήχους μιας συγκεκριμένης συχνότητας μπορεί να δημιουργήσει ειδικές φλοιικές αναπαραστάσεις μόνο εάν αυτή γίνει κατά τη διάρκεια ενός συγκεκριμένου χρονικού παραθύρου 3 ημερών μέσα στη δεύτερη εβδομάδα της ζωής τους (de Villers-Sidani και συν. 2007).

Πάντως, παρότι από το 1972, σε επαναλήψεις των πειραμάτων των Hubel & Wiesel (1965), βρέθηκαν ενδείξεις ανάνηψης ακόμη και στα πιο μικρής ηλικίας γατάκια (Brueg, 1997), μεταφέρθηκε στο χώρο της εκπαίδευσης η υπόθεση της ύπαρξης κρίσιμων περιόδων για την ανάπτυξη κάποιων συμπεριφορών του ανθρώπου. Αυτές οι περιόδοι τοποθετήθηκαν στα πρώτα χρόνια της ζωής του ανθρώπου και κυριάρχησε η άποψη ότι μέχρι την ηλικία των 3 ετών είναι πολύ σημαντικές οι περιβαλλοντικές επιδράσεις για τη μετέπειτα φυσιολογική ανάπτυξη των λειτουργιών του ανθρώπου. Για παράδειγμα, ενδείξεις για την ύπαρξη κρίσιμων περιόδων στους ανθρώπους παρατηρήθηκαν κυρίως στο χώρο της απόκτησης της γλώσσας. Μεμονωμένες περιπτώσεις ατόμων τα οποία αποστειρώθηκαν γλωσσικά ερεθίσματα στην πρώιμη παιδική ηλικία έδειξαν ότι αυτά τα άτομα δεν μπόρεσαν να αναπτύξουν φυσιολογική γλώσσα ακόμη και έπειτα από εντατική έκθεση σε μεγαλύτερη ηλικία (βλ. Curtiss, 1977).

Όμως, αν και οι πρώτοι μελετητές της ανθρώπινης ανάπτυξης έδωσαν μεγάλη έμφαση στην ύπαρξη των κρίσιμων περιόδων, οι σύγχρονοι συνάδελφοί τους θεωρούν ότι ο ανθρώπινος εγκέφαλος είναι περισσότερο εύπλαστος από ό,τι υπέθεταν παλαιότερα και ότι εάν υπάρχουν κρίσιμες περιόδοι αυτές δεν είναι αυστηρά καθορισμένες ούτε αποκλειστικές στα 3 πρώτα χρόνια της ζωής του ανθρώπου (βλ. Feldman, 2008/2009). Έτσι, επικρατεί στη σύγχρονη βιβλιογραφία περισσότερο η έννοια των «ευαίσθητων» περιόδων κατά την ανάπτυξη του ανθρώπου (Goswami, 2004).

### ***β) Ευαίσθητες περιόδοι***

Σε αντίθεση με την έννοια των κρίσιμων περιόδων, όπου η λειτουργία δεν μπορεί να αποκτηθεί πέρα από ένα συγκεκριμένο χρονικό παράθυρο της ανάπτυξης, η έννοια των **ευαίσθητων** περιόδων ορίζει ένα χρονικό διάστημα όπου η δυνατότητα απόκτησης μιας συγκεκριμένης συμπεριφοράς είναι απλώς ενδυναμωμένη σε σχέση με άλλες περιόδους κατά την ανάπτυξη. Στην περίπτωση αυτή, η απουσία των κατάλληλων ερεθισμάτων μπορεί να επιβραδύνει ή να δυσκολέψει την εμφάνιση μιας συμπεριφοράς δεν έχει όμως μη αναστρέψιμες συνέπειες (Barinaga, 2000).

Παραδείγματα ύπαρξης ευαίσθητων περιόδων παρατηρούνται κατά την απόκτηση της γλώσσας σε βαρήκοα άτομα έπειτα από εμφύτευση κοχλίας. Έχει παρατηρηθεί ότι η εμφύτευση κοχλίας σε άτομα ηλικίας κάτω των 2,5 ετών έχει ως αποτέλεσμα πολύ καλύτερες επιδόσεις στη χρήση της γλώσσας, αργότερα, από ότι εάν γίνει σε άτομα μεγαλύτερης ηλικίας (Connor και συν. 2006).

### **Κρίσιμες και ευαίσθητες περιόδους για την ανάπτυξη της μουσικής λειτουργίας**

Η μελέτη για την ύπαρξη περιόδων, κατά την ανάπτυξη του ανθρώπου, οι οποίες μπορεί να θεωρηθούν κρίσιμες ή ευαίσθητες, από νευροβιολογικής πλευράς, για την ανάπτυξη της μουσικής λειτουργίας επικεντρώνεται κυρίως στις διαφοροποιήσεις που παρατηρούνται στη συμπεριφορά και στη δομική και λειτουργική οργάνωση του ενήλικα εγκεφάλου ανάμεσα σε μουσικούς και μη μουσικούς.

#### ***α) Η εμφάνιση της απόλυτης ακοής***

Η απόλυτη ακοή είναι η ικανότητα ονομασίας των μουσικών φθόγγων χωρίς τη σύγκρισή τους με κάποια νότα αναφοράς. Εμφανίζεται κυρίως σε μουσικούς και ενοχοποιείται για την εμφάνισή της η από μικρή ηλικία συστηματική μουσική εκπαίδευση (βλ. Κόνιαρη, 2005 και Βρακά, 2006). Για παράδειγμα, σε ένα σύνολο 691 μουσικών που μελέτησαν οι Baharloo και συν. (1998), βρέθηκαν 92 μουσικοί οι οποίοι παρουσίαζαν απόλυτη ακοή. Από αυτούς, το 78% είχε ξεκινήσει τη μουσική εξάσκηση πριν από την ηλικία των 6 ετών, ενώ μόνο το 3% είχαν ξεκινήσει τη μουσική εξάσκηση μετά την ηλικία των 9 ετών. Έτσι, εκφράστηκε η υπόθεση ότι υπάρχει μια κρίσιμη περίοδος για την ανάπτυξη της απόλυτης ακοής, η οποία κλείνει γύρω στην ηλικία των 6 ετών. Επειδή όμως η απόλυτη ακοή δεν παρατηρείται πάντα σε όλους τους μουσικούς που ξεκίνησαν να μαθαίνουν μουσική από τα πρώτα χρόνια της ζωής τους εκφράστηκε η άποψη ότι πρέπει να υπάρχει κάποιο κρίσιμο χρονικό παράθυρο κατά την ανάπτυξη για την απόκτηση της απόλυτης ακοής αλλά μόνο στα άτομα τα οποία έχουν και κάποια γενετική προδιάθεση για αυτό (Baharloo και συν., 1998).

Από την άλλη πλευρά, η εμφάνιση της απόλυτης ακοής σε οποιαδήποτε ηλικία σε άτομα με σύνδρομο αναπτυξιακής καθυστέρησης, όπως είναι το σύνδρομο Williams (ΣW) (βλ. Lenhoff, Perales & Hickok, 2001), οδήγησε τους ερευνητές να αναπτύξουν την υπόθεση ότι πιθανόν η εκμάθηση των ονομάτων των τονικών υψών συντελείται σε ένα συγκεκριμένο στάδιο ωρίμανσης του οργανισμού, έπειτα από το οποίο η ανάπτυξη άλλων γνωστικών ικανοτήτων μπορεί να εμποδίσουν την εμφάνισή του (Levitin, 2005). Έτσι, πιθανόν υπάρχουν κάποια στάδια, στη γενικότερη ανάπτυξη του ανθρώπου, τα οποία ευνοούν την εμφάνιση της απόλυτης ακοής αλλά αυτά τα στάδια δεν emπίπτουν σε συγκεκριμένες ηλικίες σε όλους τους ανθρώπους.

***β) Δομικές μεταβολές στον κινητικό φλοιό μουσικών που ξεκίνησαν σε μικρή ηλικία την εκμάθηση ενός μουσικού οργάνου***

Από μελέτες απεικόνισης του εγκεφάλου παρατηρείται ότι οι μουσικοί οι οποίοι μελετούν συστηματικά ένα μουσικό όργανο εμφανίζουν δομικές ιδιαιτερότητες σε περιοχές του εγκεφάλου που έχουν να κάνουν με τον έλεγχο της κίνησης. Αυτές οι ιδιαιτερότητες δεν παρατηρούνται σε μη μουσικούς και είναι πιο έντονες στους μουσικούς οι οποίοι ξεκίνησαν τη συστηματική τους ενασχόληση με το μουσικό όργανο σε πολύ μικρή ηλικία (βλ. Schlaug, 2001).

Για παράδειγμα, παρατηρήθηκε σε βιολονίστες, στον κινητικό τους φλοιό, μεγαλύτερη περιοχή η οποία ήταν υπεύθυνη για την αναπαράσταση και τον έλεγχο των δακτύλων του αριστερού χεριού από ότι για την αναπαράσταση και τον έλεγχο των δακτύλων του δεξιού χεριού. Το μέγεθος της περιοχής σχετίστηκε αρνητικά με την ηλικία στην οποία ξεκίνησαν οι βιολονίστες την εκμάθηση του βιολιού, με τη μεγαλύτερη περιοχή να παρατηρείται σε αυτούς που είχαν ξεκινήσει σε πιο μικρή ηλικία (Elbert και συν., 1995). Σε μία άλλη έρευνα, ανάμεσα σε δεξιόχειρες πιανίστες και σε δεξιόχειρες μη μουσικούς, καταγράφηκε στους μη-μουσικούς η αναμενόμενη διαφοροποίηση ανάμεσα στις φλοιικές περιοχές που ελέγχουν την κίνηση στο δεξί και στο αριστερό χέρι, ενώ στους πιανίστες παρατηρήθηκε η ίδια αύξηση στις αντίστοιχες περιοχές που ελέγχουν την κίνηση στο δεξί και στο αριστερό χέρι (Amunts και συν., 1997).

Τέλος, ένα άλλο τμήμα του εγκεφάλου που βρέθηκε ότι επηρεάζεται από την από μικρή ηλικία εκμάθηση ενός μουσικού οργάνου, είναι το μεσολόβιο, το οποίο είναι υπεύθυνο για την επικοινωνία των δύο ημισφαιρίων. Σε μια μελέτη ανάμεσα σε βιολονίστες και σε μη-μουσικούς, παρατηρήθηκε στους πρώτους αύξηση του όγκου της μπροστινής περιοχής του μεσολοβίου και βρέθηκε θετική συσχέτιση ανάμεσα στο μέγεθος της αύξησης και στο εάν οι μουσικοί είχαν ξεκινήσει την εντατική ενασχόλησή τους με το βιολί πριν από την ηλικία των 7 ετών (Schlaug και συν., 1995).

***γ) Η εκμάθηση της σωστής χρήσης της φωνής κατά το τραγούδι***

Οι μυς που είναι υπεύθυνοι για την εκφορά της φωνής μορφοποιούνται σε μικρή ηλικία και επηρεάζουν το πώς αργότερα θα χρησιμοποιεί το άτομο τη φωνή του (Sataloff, 1997, ό.α. στον Flohr, 2004). Αυτό σημαίνει ότι η εκπαίδευση που θα λάβει κάποιος σε μικρή ηλικία για το πώς να τραγουδάει μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τη μετέπειτα χρήση της φωνής του στο τραγούδι.

## Επίλογος

Από νευροβιολογικής απόψεως, παρατηρούνται διαφοροποιήσεις ανάμεσα στους μουσικούς και στους μη-μουσικούς, οι οποίες είναι μεγαλύτερες στους μουσικούς που ξεκίνησαν σε μικρή ηλικία την ενασχόλησή τους με τη μουσική ή την εκμάθηση ενός μουσικού οργάνου. Ένα σημαντικό ερώτημα που παραμένει ανοιχτό είναι το κατά πόσο αυτές οι διαφοροποιήσεις οφείλονται σε γενετικές προδιαθέσεις ή σε περιβαλλοντικές επιδράσεις και πώς λειτουργεί η μεταξύ τους αλληλεπίδραση. Πάντως, υπάρχουν σημαντικές ενδείξεις, αλλά όχι ακόμη αποδείξεις, για το ότι η από μικρή ηλικία ενασχόληση με τη μουσική προσφέρει στον άνθρωπο τις κατάλληλες νευροβιολογικές βάσεις για μια πιο ολοκληρωμένη ενασχόληση με τη μουσική στη μετέπειτα ενήλικη ζωή του, χωρίς, όμως, αυτό να σημαίνει ότι είναι και ο μοναδικός δρόμος για τη μουσική έκφραση. Υπάρχουν πολλές περιπτώσεις παιδιών που ξεκίνησαν σε πολύ μικρή ηλικία την ενασχόλησή τους με τη μουσική, και μπορεί και να χαρακτηρίστηκαν και ως παιδιά «θαύματα» στη μουσική, αλλά τελικά δεν συνέχισαν τις μουσικές τους σπουδές στην ενήλικη τους ζωή ούτε εμφάνισαν υψηλού επιπέδου μουσικές επιδόσεις (βλ. Gardner, 1993).

Από την άλλη πλευρά, σήμερα γνωρίζουμε ότι ο φυσιολογικά αναπτυσσόμενος εγκέφαλος διατηρεί σε σημαντικό βαθμό την ευπλαστότητά του σε όλη τη ζωή του (βλ. Κούκου & Lehmann, 2006). Επίσης, όλο και περισσότερα νευροβιολογικά και ηλεκτροφυσιολογικά δεδομένα προσφέρουν στοιχεία για το ότι οι καθημερινές ακουστικές εμπειρίες που προσλαμβάνει από το περιβάλλον του ο ακροατής μπορούν να μεταβάλουν τον τρόπο με τον οποίο επεξεργάζεται ο εγκέφαλός του τους ήχους (Pantev και συν., 1999. Bosnyak, Eaton & Roberts, 2004). Συνεπώς, εάν υπάρχουν κρίσιμες ή ευαίσθητες περιόδους για την εκμάθηση της μουσικής, αυτές εκτείνονται σε όλη τη ζωή του ανθρώπου. Σίγουρα είναι σημαντικά τα πρώτα χρόνια, κατά τα οποία υπάρχει έντονη νευρωνική ευπλαστότητα στον εγκέφαλο (Chugani, 1998), όμως η δυνατότητα προσέγγισης και εκμάθησης της μουσικής δεν σταματά εκεί. Καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του μπορεί να μάθει κανείς μουσική. Απλώς, όσο πιο νωρίς ξεκινήσει, τόσο περισσότερο χρόνο έχει για να εντρυφήσει ακόμη περισσότερο στον απέραντο κόσμο της μουσικής.

## Βιβλιογραφία

- Amunts, K., Schlaug, G., Jancke, L., Steinmetz, H., Schleicher, A., Dabringhaus, A. & Zilles, K. (1997). Motor cortex and hand motor skills: Structural compliance in the human brain. *Human Brain Mapping*, 5, 206-215.



- Ανδρούτσος, Π. (2004). *Μέθοδοι διδασκαλίας της μουσικής* (2η έκδοση). Αθήνα: Edition Orpheus.
- Βρακά, Μ. (2006). Απόλυτη Ακοή-Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα μιας σπάνιας ιδιότητας. *Μουσικοπαιδαγωγικά*, 3, 85-96.
- Baharloo, S., Johnston, P.A., Service, S.K., Gitschier, J. & Freimer, N.B. (1998). Absolute Pitch: An approach for identification of genetic and nongenetic components. *The American Journal of Human Genetics*, 62(2), 224-231.
- Barinaga, M. (2000). A critical issue for the brain. *Science*, 288(5474), 2116-2119.
- Bosnyak, D.J., Eaton, R.A. & Roberts, L.E. (2004). Distributed auditory cortical representations are modified when non-musicians are trained at pitch discrimination with 40 Hz amplitude modulated tones. *Cerebral Cortex*, 14, 1088-1099.
- Bruer, J.T. (1997). Education and the brain: a bridge too far. *Educational Researcher*, 26(8), 4-6.
- Chugani H. (1998). A Critical Period of Brain Development: Studies of Cerebral Glucose Utilization with PET. *Preventive Medicine*, 27, 184-188.
- Connor, C. M., Craig, H.K., Raudenbush, S.W., Heavner, K. & Zwolan, T.A. (2006). The age at which young deaf children receive cochlear implants and their vocabulary and speech-production growth: is there an added value for early implantation? *Ear & Hearing*, 27(6), 628-644.
- Curtiss, S. (1977). *Genie: a psycholinguistic study of a modern-day wild child*. New York: Academic Press.
- Elbert, T., Pantev, C., Wienbruch, C., Rockstroh, B. & Taub, E. (1995). Increased cortical representation of the fingers of the left hand in string players. *Science*, 270, 305-307.
- Feldman, R.S. (2008/2009). *Εξελικτική Ψυχολογία. Δια βίου ανάπτυξη* (μετ. Ζ. Αντωνοπούλου, επιμ. Η. Γ. Μπεζεβέγκης). Αθήνα: Εκδόσεις Gutenberg.
- Flohr, J.W. (2004). Physiological music research with young children: Implications for public policy and parenting. Στο S.D. Lipscomb, R. Ashley, R.O. Gjerdingen & P. Webster, *Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Conference on Music Perception & Cognition, ICMPC8*.
- Gardner, H. (1993). The relationship between early giftedness and later achievement. Στο G.R. Bock & K. Ackrill (επιμ.), *The origins and development of high ability* (σσ. 175-186). Chichester: Wiley.
- Gordon, E. (1990, 1997, 2003). *A music learning theory for newborn and young children*. Chicago: G.I.A. Publications.
- Goswami, U. (2004). Neuroscience, education and special education. *British Journal of Special Education*, 31(4), 175-183.
- Hebb, D.O. (1949). *The Organization of Behavior: A neuropsychological theory*. New York: Wiley.

- Hubel, D. & Wiesel, T. (1965). Binocular interaction in striate cortex of kittens reared with artificial squint. *Journal of Neurophysiology*, 28, 1041-1059.
- Jensen, J.K. & Neff, D.L. (1993). Development of basic auditory discrimination in preschool children. *Psychological Science*, 4(2), 104-107.
- Κόνιαρη, Δ. (2005). Απόλυτη ακοή: σύντομη ανασκόπηση στο μύθο και την πραγματικότητα. *Μουσικοπαιδαγωγικά*, 2, 42-49.
- Κούκου, Μ. & Lehmann, D. (2006). Η συναπτική πλαστικότητα του ανθρώπινου εγκεφάλου ως κλειδί για την κατανόηση των σωφρώνων και των εσφαλμένων αποφάσεων. *Σύναψις*, 3, 38-55.
- Knudsen, E. (2004). Sensitive periods in the development of the brain and behavior. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16, 1412-1425.
- Lenhoff, M.H., Perales, O. & Hickok, G. (2001). Absolute pitch in Williams syndrome. *Music Perception*, 18(4), 491-503.
- Levitin, D.J. (2005). Musical behavior in a neurogenetic developmental disorder: evidence from Williams Syndrome. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060, 325-334.
- Oppenheim, R.W. (1991). Cell death during development of the nervous system. *Annual Review of Neuroscience*, 14, 453-501.
- Pantev, C., Wollbrink, A., Roberts, L.E., Engelien, A. & Lütkenhöner, B. (1999). Short-term plasticity of the human auditory cortex. *Brain Research*, 842(1), 192-199.
- Στάμου, Α. (2009). Μουσικότητα και μουσική καθοδήγηση στα πρώτα χρόνια της ζωής: Η συμβολή της «θεωρίας μουσικής μάθησης» στη μουσικοπαιδαγωγική πρακτική με βρέφη και νήπια. Στο Ξ. Παπαπαναγιώτου (επιμ.), *Ζητήματα Μουσικής Παιδαγωγικής* (σσ. 165-192). Θεσσαλονίκη: Ε.Ε.Μ.Ε.
- Στάμου, Α. Schmidt, C.P. & Humphreys, J.T. (2006). *Η έρευνα στάθμησης του Primary Measures of Music Audiation (Στοιχειώδεις Μετρήσεις Μουσικής Ακουστικότητας) στην Ελλάδα*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Πανεπιστημίου Μακεδονίας.
- Schlaug, G. (2001). The brain of musicians. Στο R.J. Zatorre & I. Peretz (επιμ.), *The biological foundation of music (Annals of the New York Academy of Sciences)*, 930, 281-299.
- Schlaug, G., Janke, L., Huang, Y., Staiger, J.F. & Steinmetz, H. (1995). Increased corpus callosum in musicians. *Neuropsychologia*, 33(8), 1047-1055.
- Society for Neuroscience (1993/1996). *Τι γνωρίζουμε για τον εγκέφαλο. Ένα αλφαβητάρι για τον εγκέφαλο και το νευρικό σύστημα* (μετ.-επιμ. Ελληνική Εταιρεία για τις Νευροεπιστήμες). Αθήνα: Εκδόσεις Καστανιώτη.
- Trainor, L.J. (2005). Are there critical periods for musical development? *Developmental Psychobiology*, 46(3), 262-278.

Uylings, H. (2006). Development of the human cortex and the concept of “critical” or “sensitive” periods. *Language Learning*, 56(S1), 59-90.

*Η Δήμητρα Κόνιαρη είναι καθηγήτρια Μουσικής στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση και διδάκτωρ του τμήματος Εκπαιδευτικής και Κοινωνικής Πολιτικής του Πανεπιστημίου Μακεδονίας. Ολοκλήρωσε τις βασικές της σπουδές στο Τμήμα Μουσικών Σπουδών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, είναι απόφοιτος του Ινστιτούτου Ρυθμικής Jaques-Dalcroze του Βελγίου και του μεταπτυχιακού τμήματος για τις Γνωστικές Επιστήμες (DEA en Sciences Cognitives) του Ελεύθερου Πανεπιστημίου Βρυξελλών (U.L.B.). Τα ερευνητικά της ενδιαφέροντα κινούνται στο χώρο της Μουσικής Ψυχολογίας και της Νευροεκπαίδευσης.*

## **Critical and sensitive periods for music learning**

*Dimitra Koniari*

While most of music pedagogy methods stress the importance of early musical experience and training for achieving high levels of musical expression and for the social, cognitive and sentimental development of children, there is actually little neurobiological evidence on this question. The article reviews studies on brain development and the notions of “critical” and “sensitive” periods for achieving musical expertise. It appears that sensitive periods for music training are probably quite fluid and that the adult brain retains some plasticity to acquire musical expertise also later in life.

**Keywords:** music education, sensitive periods, neuroeducation, neuromyths

*Dimitra Koniari is a primary school music educator. She completed her BA degree in Musicology/Music Education at the Department of Musical Studies of the Aristotle University of Thessaloniki, a MA in Cognitive Sciences at the Free University of Brussels (ULB) and a PhD at the University of Macedonia in the Department of Educational and Social Policy. She has also studied piano, chamber music, and the Jaques-Dalcroze Eurythmique method. Her research interests lie in Music Psychology and Music Neuroeducation. She is a member of the International Society for Music Education (ISME) and the Greek Society for Music Education (GSME).*

Email: [dkoniari@uom.gr](mailto:dkoniari@uom.gr)