

Εντόπιση επικλινούς πυρήνα (nucleus accumbens): ανατομικά, λειτουργικά και κλινικά δεδομένα

Σελίδες: - Σε μορφή PDF

<< Πίσω, στο τεύχος

[Πλήρες κείμενο]

[Περίληψη & Λέξεις Ευρητηρίου]

[Summary & Keywords]

ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ:

Ιωάννης Μαυρίδης, Σοφία Αναγνωστοπούλου

Εργαστήριο Περιγραφικής Ανατομικής, Ιατρική Σχολή Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

ΠΕΡΙΛΗΨΗ:

Ο επικλινής πυρήνας είναι το κατώτερο τμήμα του ραβδωτού σώματος και είναι κριτικής σημασίας για τις λειτουργίες της ανταμοιβής και των κινήτρων, που διαμεσολαβούνται κυρίως από το νευροδιαβιβαστή ντοπαμίνη. Εντάσσεται στα κέντρα ευχαρίστησης του ανθρώπινου εγκεφάλου. Εμπλέκεται σε μερικές από τις πιο συχνές νευρολογικές και ψυχιατρικές διαταραχές (Alzheimer, Parkinsons, κατάθλιψη, σχιζοφρένεια) και σε καταστάσεις εθισμού και αποτελεί στόχο στερεοτακτικής νευροχειρουργικής παρέμβασης σε επιλεγμένους ασθενείς. Διαιρείται νευροχημικά σε κέλυφος (shell) εξωτερικά και πυρήνα (core) εσωτερικά. Το πρώτο σχετίζεται περισσότερο με το μεταιχμιακό σύστημα, ενώ ο δεύτερος με το εξωπυραμιδικό κινητικό σύστημα. Ο επικλινής πυρήνας αποτελεί αναπόσπαστο και σημαντικό τμήμα του μεταιχμιακού συστήματος και των προμετωπιαίων φλοιο-ραβδωτο-ωχρο-θαλαμικών κυκλωμάτων. Φαίνεται ότι εμπλέκεται σε αρκετές νοητικές, συναισθηματικές και ψυχοκινητικές λειτουργίες, που αλλάζουν σε μερικές περιπτώσεις ψυχοπαθολογίας.

Καλύπτει μια σημαντική περιοχή του βασικού προσθίου εγκεφάλου ρυγχαίως του προσθίου συνδέσμου. Αποτελεί περιοχή συνέχειας ανάμεσα στο κέλυφος του φακοειδούς πυρήνα και την κεφαλή του κερκοφόρου πυρήνα, εντοπιζόμενος ειδικά στην ένωση μεταξύ του ρυγχαίου τμήματος του κερκοφόρου πυρήνα με το κέλυφος. Είναι γενικά αποδεκτό ότι εντοπίζεται κάτω από το πρόσθιο σκέλος της έσω κάψας, επί τα εκτός του κάθετου τμήματος της διαγώνιας ταινίας του Broca και επί τα εντός του προτειχίσματος και του οσφρητικού φλοιού. Εκτείνεται πίσω προς τα έξω ως το κέλυφος και προς τα έσω ως τον κερκοφόρο πυρήνα, χωρίς αυστηρό διαχωρισμό. Το σχήμα του είναι αμφίκυρτο, ραχιαία αποπλατυσμένο και είναι συμμετρικά τοποθετημένος παράλληλα προς τη μέση γραμμή και ελαφρά κατωφερής προς τα πίσω. Οι διαστάσεις και τα επακριβή ανατομικά του όρια έχουν προσφάτως προσδιοριστεί.

ΛΕΞΕΙΣ ΕΥΡΕΤΗΡΙΟΥ:

επικλινής πυρήνας, κοιλιακό ραβδωτό σώμα, μεταιχμιακό σύστημα, νευροψυχιατρικές διαταραχές, στερεοτακτική νευροχειρουργική

ΠΛΗΡΕΣ ΚΕΙΜΕΝΟ:

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά στοιχεία

Ο επικλινής πυρήνας (nucleus accumbens, NAcc) είναι το κατώτερο τμήμα του ραβδωτού σώματος (striatum) και συνδέεται κυρίως με το μεταιχμιακό σύστημα (limbic system)^{1,2,3}. Παλαιότερα ονομαζόταν πυρήνας επικλινής του διαφανούς διαφράγματος (nucleus accumbens septi), αλλά σήμερα αναγνωρίζεται ως ένα μείζον τμήμα του κοιλιακού ραβδωτού σώματος (ventral striatum περιλαμβάνει επίσης τα παρακείμενα τμήματα του κερκοφόρου πυρήνα, του κελύφους και του βασικού προσθίου εγκεφάλου)^{2,3}. Οι ακριβείς ανατομικές του συνδέσεις στον ανθρώπινο εγκέφαλο δεν είναι ακόμα πλήρως καθορισμένες σε όλη τους την έκταση⁴. Σε αντίθεση με την πληθώρα δημοσιευμένων μελετών σχετικά με τις λειτουργικές ιδιότητες (ενεργοποίηση, νευροδιαβιβαστές) του NAcc, τα δεδομένα για την ακριβή ανατομική του εντόπιση είναι λίγα.

1.2 Λειτουργίες του επικλινούς πυρήνα

Λειτουργικά θεωρείται ότι είναι κριτικής σημασίας για τις λειτουργίες της ανταμοιβής (reward) και των κινήτρων, που διαμεσολαβούνται κυρίως από το νευροδιαβιβαστή ντοπαμίνη^{1,4,5,6,7}. Έτσι ο NAcc εντάσσεται στα κέντρα ευχαρίστησης (pleasure centers) του ανθρώπινου εγκεφάλου⁵. Η ομάδα των Junhao et al. (2006) μελέτησε νεκροτομικά παρασκευάσματα φυσιολογικών εγκεφάλων και προσδιόρισε ένα μικρό οπίσθιο-έσω τμήμα του NAcc που περιείχε εκλεκτικά υψηλά επίπεδα νοραδρεναλίνης⁴ (μεταφέρεται εκεί διαμέσου της έσω τελεγκεφαλικής δεσμίδας)³. Πρόκειται για τη μόνη γνωστή περιοχή του ανθρώπινου εγκεφάλου που έχει εξίσου υψηλά επίπεδα νοραδρεναλίνης και ντοπαμίνης⁴. Επίσης, έχει βρεθεί ότι ο NAcc έχει και περιοχές ανεξάρτητες της ντοπαμίνης, που ωστόσο εμπλέκονται στο σύστημα της ανταμοιβής⁶.

Ιδιαίτερη σημασία έχει και η ακόλουθη παρατήρηση σχετικά με τη λειτουργία του NAcc: η νευρωνική ενσωμάτωση σημάτων, που κωδικοποιούνται από γλουταμινικό και ντοπαμίνη, εντός του NAcc, αποτελεί βασική διεργασία που καθορίζει την

κυματική πλαστικότητα στη μάθηση λόγω ανταμοιβής⁸. Ακόμη έχει βρεθεί ότι ο NAcc εμπλέκεται στην ανίχνευση και διόρθωση λαθών της ανθρώπινης δραστηριότητας⁹, καθώς και ότι αντιδρά (ενεργοποιείται) με συγκεκριμένο τρόπο σε οπτικά ερεθίσματα που προκαλούν ευχαρίστηση και αίσθημα ανταμοιβής (ανάδειξη ενεργοποίησής του με λειτουργική μαγνητική τομογραφία, fMRI)¹⁰. Τέλος, ο NAcc συμπεριλαμβάνεται στις περιοχές του εγκεφάλου που καθορίζουν την έκφραση της μητρικής συμπεριφοράς στους αρουραίους, διαθέτοντας κύτταρα με υποδοχείς ωκυτοκίνης, η οποία εκκρίνεται από τον οπίσθιο λοβό της υπόφυσης¹¹.

1.3 Κλινικά δεδομένα

Ο NAcc εμπλέκεται σε μερικές από τις πιο συχνές νευρολογικές και ψυχιατρικές διαταραχές, όπως είναι η νόσος Alzheimer, η νόσος του Parkinson, η κατάθλιψη, η σχιζοφρένεια, η ιδεοψυχαναγκαστική διαταραχή, άλλες αγχώδεις διαταραχές, καθώς και σε καταστάσεις εθισμού, συμπεριλαμβανομένης της χρήσης ναρκωτικών ουσιών^{1,7,12,13,14}.

Πρόσφατα δεδομένα έδειξαν όφελος σε ασθενείς με ανθεκτική ιδεοψυχαναγκαστική διαταραχή, όταν επιχειρήθηκε νευροχειρουργική διακοπή (με αμφοτερόπλευρη στερεοτακτική θερμοπηξία) των συνδέσεων του NAcc με την αμυγδαλή, τα βασικά γάγγλια, το θάλαμο και τον προμετωπιαίο φλοιό^{1,15,16,17}. Παρόμοια δεδομένα υπάρχουν και για την εφαρμογή εν τω βάθει διέγερσης του εγκεφάλου (Deep Brain Stimulation, DBS) στο NAcc¹. Τέτοιου είδους προσπάθειες, τόσο κρίσιμων και εκλεκτικών παρεμβάσεων στον ανθρώπινο εγκέφαλο, δείχνουν πόσο σημαντική είναι η γνώση της ακριβούς ανατομικής εντόπισης του NAcc.

Οι Goldenberg et al. (1999) βασίστηκαν σε κλινικά και απεικονιστικά (MRI) δεδομένα για να προτείνουν ότι βλάβη του NAcc μπορεί να προκαλέσει αμνησία¹⁸. Ωστόσο η μελέτη τους αφορούσε αιμορραγία της πρόσθιας περιοχής των βασικών γαγγλίων (σε αυτά ανήκουν το ραβδωτό σώμα, η ωχρά σφαίρα, η μέλαινα ουσία και ο υποθαλαμικός πυρήνας)³ του αριστερού ημισφαιρίου και όχι μεμονωμένη βλάβη του NAcc.

2. ΤΜΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΝΔΕΔΕΙΣ ΤΟΥ ΕΠΙΚΛΙΝΟΥΣ ΠΥΡΗΝΑ

2.1 Νευροχημεία και τμήματα

Ο NAcc διαιρείται νευροχημικά και ανοσοϊστοχημικά σε κέλυφος (shell) εξωτερικά και πυρήνα (core) εσωτερικά. Η αδρή αυτή διαίρεση παρατηρήθηκε αρχικά στα τρωκτικά και σήμερα είναι αποδεκτή και για τα θηλαστικά, συμπεριλαμβανομένου του ανθρώπου¹⁹. Ήδη από το 1994 οι Voorn et al. μελετώντας 6 ιστολογικούς δείκτες στο NAcc 4 φυσιολογικών ανθρώπινων εγκεφάλων (νεκροτομικό υλικό) κατέληξαν ότι, παρά τις ατομικές αποκλίσεις, υπήρχαν κοινά γενικά χαρακτηριστικά. Συγκεκριμένα, υπήρχαν δύο περιοχές του NAcc (shell-like division, core-like division) με διαφορετική κατανομή και των 6 δεικτών, οι οποίες είχαν αντίστοιχο σχήμα, μέγεθος και εντόπιση με το κέλυφος και τον πυρήνα του NAcc των αρουραίων²⁰. Άλλοι ερευνητές δεν κατάφεραν να διαχωρίσουν ανοσοϊστοχημικά τα τμήματα του NAcc¹.

Το εξωτερικό κέλυφος του NAcc περιβάλλει τον εσωτερικό του πυρήνα εκ των έσω, έξω και κοιλιακώς¹⁹. Οι πληροφορίες μεταφέρονται κατά κύριο λόγο από το κέλυφος προς τον πυρήνα. Το πρώτο σχετίζεται περισσότερο με το μεταιχμιακό σύστημα, ενώ ο δεύτερος με το εξωπυραμιδικό κινητικό σύστημα¹.

Οι Prensa et al. (2003) μελετώντας τη χημική ανατομία του ανθρώπινου κοιλιακού ραβδωτού σώματος, υποστήριξαν ότι ο διαχωρισμός των τμημάτων του NAcc είναι εφικτός μόνο στο μέσο κεφαλουραίο επίπεδο. Στο κέλυφος του NAcc ανίχνευσαν αυξημένη συγκέντρωση ουσίας P και καλρετινίνης (calretinin), ενώ στον πυρήνα του υπερτερούσαν η μεμβρανική πρωτεΐνη που σχετίζεται με το μεταιχμιακό σύστημα (LAMP) και η καλβινδίνη D-28k (calbindin D-28k). Στο σύνολο του NAcc διαπίστωσαν πολλά κυτταρικά σώματα θετικά στην ακετυλοχολινεργική χολίνης και στην καλρετινίνη, με τη συγκέντρωση της τελευταίας να αυξάνει σταδιακά προς το έξω τμήμα του²¹.

Ακόμη και σε μαγνητικές τομογραφίες υψηλής ανάλυσης (high resolution MRI scans) δεν υπάρχουν ορατά όρια μεταξύ του κερκοφόρου πυρήνα (caudate nucleus) και του πλέον κοιλιακού τμήματος του NAcc^{1,22}. Παρόλα αυτά είναι δύσκολο να εντοπιστούν επακριβώς οι συνδέσεις μεταξύ των δύο πυρήνων ακόμη και με ειδική επεξεργασία των ανωτέρω απεικονιστικών τεχνικών, γεγονός που δεν ισχύει για τις συνδέσεις του κερκοφόρου με το κέλυφος (putamen) του φακοειδούς πυρήνα²².

2.2 Συνδέσεις

Το ραβδωτό σώμα (σε αυτό ανήκουν ο κερκοφόρος πυρήνας, το κέλυφος και το κοιλιακό ραβδωτό σώμα)³ δέχεται ίνες από το φλοιό, μέσω του θαλάμου και προβάλλει κυρίως σε περιοχές του μετωπιαίου λοβού, που εμπλέκονται στο σχεδιασμό των κινήσεων². Ο ανατομικός πυρήνας του συστήματος ανταμοιβής είναι οι ντοπαμινεργικοί νευρώνες της κοιλιακής (πρόσθιας) καλυπτρικής περιοχής (ventral tegmental area, VTA) του μεσεγκεφάλου που προβάλλουν στο NAcc, στην αμυγδαλή, στον προμετωπιαίο φλοιό και σε άλλες δομές του προσθίου εγκεφάλου (διαμέσου της έσω τελεγκεφαλικής δεσμίδας)^{1,3,5}.

Ο NAcc είναι ένα αναπόσπαστο και σημαντικό τμήμα του μεταιχμιακού συστήματος και των προμετωπιαίων φλοιο-ραβδωτο-ωχρο-θαλαμικών κυκλωμάτων^{1,8}. Φαίνεται ότι εμπλέκεται σε αρκετές νοητικές, συναισθηματικές και ψυχοκινητικές λειτουργίες, που αλλάζουν σε μερικές περιπτώσεις ψυχοπαθολογίας. Οι προσαγωγές συνδέσεις του περιλαμβάνουν τον ιπποκάμπειο σχηματισμό (νευρώνες του υποθέματος, προσυνδεσμική ψαλίδα), τους αμυγδαλοειδείς πυρήνες (κεντρικός και έσω, κοιλιακή αμυγδαλόφυη οδός), το βασικό πυρήνα της τελικής (ή μεθορίου) ταινίας (stria terminalis), το πρόσθιο τμήμα της (υπερμεσολοβίου) έλικας του προσαγωγίου (cingulate gyrus), τον ενδορρινικό φλοιό (της παραϊπποκάμπειας έλικας) και, όπως ήδη αναφέρθηκε, από την κοιλιακή καλυπτρική περιοχή (ισχυρή σύνδεση, ντοπαμινεργική έσω δεσμίδα του εγκεφάλου)^{1,3,14,23}. Η κοιλιακή αμυγδαλόφυη οδός προς το NAcc θεωρείται ότι συμμετέχει στην έναρξη συμπεριφορικών αποκρίσεων σε συναισθηματικά σημαντικά ερεθίσματα³.

Οι απαγωγές συνδέσεις του περιλαμβάνουν την ωχρά σφαίρα (globus pallidus) (και μέσω αυτής το κινητικό σύστημα και το μεταιχμιακό κύκλωμα), το ραβδωτό σώμα, τον οπίσθιο έσω θάλαμο, την έξω υποθαλάμια χώρα, τη μέλαινα ουσία, τον προμετωπιαίο φλοιό, την έλικα του προσαγωγίου (πρόσθιο τμήμα) και την κοιλιακή καλυπτρική περιοχή^{1,14,23}.

Μία από τις συνδέσεις (και απαγωγός και προσαγωγός) του NAcc αφορά, όπως είδαμε, στο φλοιό του προσθίου τμήματος της έλικας του προσαγωγίου και συγκεκριμένα το κάτω μέρος του (υπό το γόνυ του μεσολοβίου). Εν τω βάθει διέγερση του εγκεφάλου (DBS) με τοποθέτηση του ηλεκτροδίου σε αυτήν την περιοχή του φλοιού, υπήρξε θεραπευτική για 9 ασθενείς με

ανθεκτική κατάθλιψη, όπως ανακοίνωσαν πρόσφατα οι Johansen-Berg et al. (2008)²⁴. Επιπροσθέτως, όχι μόνο η έλικα του προσαγωγίου αλλά και άλλες περιοχές που περιέχουν ίνες των αναφερθέντων συνδέσεων του NAcc, αποτελούν στόχους ορισμένων κύριων νευροχειρουργικών τεχνικών (στερεοτακτικές μέθοδοι διατομής), που εφαρμόζονται σήμερα στη θεραπεία ψυχιατρικών διαταραχών²⁵.

3. ΕΝΤΟΠΙΣΗ ΤΟΥ ΕΠΙΚΛΙΝΟΥΣ ΠΥΡΗΝΑ

3.1 Ανατομική διάταξη

Η αρχική ονομασία του επικλινή πυρήνα αντανακλά τη θέση του αμέσως επί τα εκτός του διαφανούς διαφράγματος (septum pellucidum), σαν να ακουμπάει [ETYM. < ακ(κ)ουμπύ αρχική σημ. ξαπλώνω, < λατ. accumbo κατακλίνομαι < ad + cu(m)bo ξαπλώνω]²⁶ σε αυτό. Αποτελεί περιοχή συνέχειας ανάμεσα στο κέλυφος του φακοειδούς πυρήνα και την κεφαλή του κερκοφόρου πυρήνα³. Ειδικότερα βρίσκεται στην ένωση μεταξύ του ρυγχαίου (προ του προσθίου συνδέσμου) τμήματος του κερκοφόρου πυρήνα με το κέλυφος^{4,23}. Είναι πάντοτε τοποθετημένος σε κατώτερη θέση σε σχέση με τον κερκοφόρο πυρήνα²².

Ο NAcc καλύπτει μια σημαντική περιοχή του βασικού προσθίου εγκεφάλου ρυγχαίως του προσθίου συνδέσμου (anterior commissure)^{1,27}. Είναι γενικά αποδεκτό ότι εντοπίζεται κάτω από το πρόσθιο σκέλος της έσω κάψας (internal capsule), επί τα εκτός του κάθετου τμήματος της διαγώνιας ταινίας του Broca (Brocas diagonal band είναι μέρος της πρόσθιας διάτρητης ουσίας, βρίσκεται κατά μήκος της σπικικής ταινίας και συνδέει τους αμυγδαλοειδείς πυρήνες με την έλικα του προσαγωγίου)²⁸ και επί τα εντός του προτειχίσματος (claustrum) και του οσφρητικού φλοιού (piriform cortex). Εκτείνεται πίσω προς τα έξω ως το κέλυφος και προς τα έσω ως τον κερκοφόρο πυρήνα, χωρίς αυστηρό διαχωρισμό με αυτόν¹ (γι αυτό και έχει ονομαστεί λοφίδιο του κερκοφόρου πυρήνα)²⁸.

3.2 Ανατομικά όρια

Οι Neto et al. (2008) μελέτησαν διεξοδικά την εντόπιση και το μέγεθος του ανθρώπινου NAcc τόσο με ανατομές (στεφανιαίες τομές 0,5 mm) φυσιολογικού νεκροτομικού υλικού όσο και με απεικονίσεις μαγνητικού συντονισμού (MRI) υψηλής ανάλυσης (3-tesla, T1-τρισιδιάστατες ακολουθίες, στεφανιαίες τομές 1 mm). Μελέτησαν 20 NAcc ανατομικά (και ιστολογικά), 14 NAcc με MRI και 12 NAcc με αμφότερες τις μεθόδους. Προσδιόρισαν τις διαστάσεις και τα όρια του NAcc, καθώς και τις τρισδιάστατες συντεταγμένες του (με δεδομένα από 10 NAcc) ως δυνητικό στόχο MRI-κατευθυνόμενης στερεοταξίας (stereotaxy). Ως σταθερά σημεία αναφοράς για τον τρισδιάστατο ανατομικό προσδιορισμό της θέσης του NAcc χρησιμοποίησαν την εσωτερική επιφάνεια του εγκεφαλικού ημισφαιρίου και τους συνδέσμους, πρόσθιο και οπίσθιο¹.

Από τα πρώτα στοιχεία που διαπίστωσαν στη μελέτη τους οι Neto et al., ήταν η ασάφεια των ορίων του ρυγχαίου τμήματος του NAcc, συμφωνώντας έτσι με τα γνωστά ως σήμερα δεδομένα. Αναλυτικά τα ανατομικά όρια του NAcc τα οποία προσδιόρισαν φαίνονται στον πίνακα 11. Ως σημεία που χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής στον καθορισμό των ορίων του πυρήνα, επεσήμαναν το διαχωρισμό του ραχιαίου έσω τμήματός του από τους πυρήνες της τελικής ταινίας (nuclei of the stria terminalis, οι τελευταίοι συνεχίζουν ύπερθεν του προσθίου συνδέσμου) και το διαχωρισμό του έσω ορίου του από τους πυρήνες του διαφανούς διαφράγματος (septal nuclei)¹. Με την αναλυτική και εκτενή μελέτη τους στην εντόπιση του NAcc, οι ερευνητές αυτοί από τη Λισαβόνα, ήρθαν, μόλις πρόσφατα, να καλύψουν ένα κενό της διεθνούς βιβλιογραφίας με μια εργασία μοναδική, μέχρι σήμερα, ως προς το εύρος του δείγματος και τη λεπτομέρεια των ανατομικών προσδιορισμών.

Όσον αφορά στα αποτελέσματα της απεικονιστικής τους μελέτης (high resolution T1-3D MRI scans), κατέστη δυνατό να προσδιοριστεί ο NAcc ως ξεχωριστή δομή με καθαρά όρια στις περισσότερες τομές. Εντούτοις, δεν υπήρχε ένα σταθερά διαφορετικό σήμα του NAcc σε σύγκριση με τον παρακείμενο ραβδωτό σώμα, παρά μόνο σε μερικές τομές ήταν ελαφρά υπόπυκνος¹.

4. ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Εξαιτίας της νευροανατομικής πολυπλοκότητας του κοιλιακού ραβδωτού σώματος του ανθρώπου, πολύ λίγα μορφομετρικά στοιχεία για το NAcc είναι διαθέσιμα. Τα δημοσιευμένα δεδομένα βασίζονται σε μικρές σειρές μελετών και είναι πολλές φορές αντιφατικά. Επίσης οι σημερινές τεχνικές απεικόνισης του εγκεφάλου δεν έχουν επαρκή ανάλυση για τον ακριβή προσδιορισμό του NAcc¹.

4.1 Σχήμα του επικλινούς πυρήνα

Θεωρώντας γενικά το NAcc στο χώρο θα λέγαμε ότι έχει αμφίκυρτο σχήμα, ραχιαία αποπλατυσμένο και είναι συμμετρικά τοποθετημένος μπροστά από τον πρόσθιο σύνδεσμο. Είναι παράλληλος στη μέση γραμμή και ελαφρά κατωφερής προς τα πίσω¹.

4.2 Διαστάσεις του επικλινούς πυρήνα

Οι Neto et al. προσδιόρισαν κατά μέσο όρο τις διαστάσεις του NAcc μέγιστο μήκος: 19,4 mm, ελάχιστο μήκος: 10,5 mm (περίπου το μισό του μέγιστου), πλάτος: 14,5 mm, ύψος: 7,0 mm. Διαχώρισαν το μήκος σε μέγιστο (από τη ρυγχαία διαίρεση του ραβδωτού σώματος ως τον πρόσθιο σύνδεσμο) και ελάχιστο (από το επίπεδο που ο NAcc γίνεται εμφανώς ξεχωριστή ανατομική δομή ως τον πρόσθιο σύνδεσμο). Ως πλάτος θεώρησαν τη μέγιστη εγκάρσια διάμετρο του πυρήνα και ως ύψος τη μέγιστη διάσταση κάθετη στο πλάτος. Αξίζει να σημειωθεί και το ότι παρατήρησαν στατιστικά σημαντική υπερχή του δεξιού εγκεφαλικού ημισφαιρίου ως προς το πλάτος του NAcc¹.

Μια άλλη παρατήρησή τους ήταν ότι ο NAcc δεν υφίσταται ατροφία με την πρόοδο της ηλικίας, σε αντίθεση με άλλες εγκεφαλικές δομές όπως η αμυγδαλή (amygdala) και ο ιππόκαμπος (hippocampus)¹. Πρόκειται για μια ενδιαφέρουσα παρατήρηση που χρήζει, όμως, περαιτέρω επιβεβαίωσης.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο NAcc έχει κεντρικό ρόλο σε καταστάσεις κινητοποίησης, σε συμπεριφορές εθισμού και σε μερικές από τις πλέον συνήθεις νευρολογικές (νόσος Alzheimer, νόσος του Parkinson) και ψυχιατρικές (κατάθλιψη, σχιζοφρένεια, ιδεοψυχαναγκαστική

διαταραχή, άλλες αγχώδεις διαταραχές) νόσους^{1,7,12,14,23}. Επίσης φαίνεται βασικός ρυθμιστής στα κυκλώματα ανταμοιβής που σχετίζονται με τη χαρά, την ευχαρίστηση και την ικανοποίηση. Η συμμετοχή του σε ένα ειδικό κύκλωμα που ενέχει μεταϊχμιακές δομές και τα βασικά γάγγλια, προσδίδει κινητική έκφραση στις συναισθηματικές αποκρίσεις, με συνοδές χειρονομίες και συμπεριφορές^{7,23}. Οι πληροφορίες που εισέρχονται στο NAcc υφίστανται ολοκλήρωση και τροποποιούνται πριν εξέλθουν προς τις εγκεφαλικές δομές-στόχους του¹⁴.

Ο NAcc καλύπτει μια σημαντική περιοχή του βασικού προσθίου εγκεφάλου ρυγχαίως του προσθίου συνδέσμου¹. Αποτελεί περιοχή συνέχειας ανάμεσα στο κέλυφος του φακοειδούς πυρήνα και την κεφαλή του κερκοφόρου πυρήνα³. Εντοπίζεται κάτω από το πρόσθιο σκέλος της έσω κάψας, επί τα εκτός του κάθετου τμήματος της διαγώνιας ταινίας του Broca και επί τα εντός του προτειχίσματος και του οσφρητικού φλοιού. Εκτείνεται πίσω προς τα έξω ως το κέλυφος και προς τα έσω ως τον κερκοφόρο πυρήνα, χωρίς αυστηρό διαχωρισμό^{1,27}. Το σχήμα του είναι αμφίκυρτο, ραχιαία αποπλατυσμένο και είναι συμμετρικά τοποθετημένος προ του προσθίου συνδέσμου. Κείται παράλληλα προς τη μέση γραμμή και είναι ελαφρά κατωφερής προς τα πίσω. Οι διαστάσεις του και τα επακριβή ανατομικά του όρια έχουν προσφάτως προσδιορισθεί¹.

5.1 Η σημασία της γνώσης της εντόπισης του επικλινή πυρήνα

Ο NAcc συνδέεται, όπως είδαμε, με τις σημαντικότερες δομές των βασικών γαγγλίων και του μεταϊχμιακού συστήματος, σε μια πολύπλοκη και αμφίδρομη σχέση μεταφορής μηνυμάτων διαμέσου νευρωνικών κυκλωμάτων^{1,8,14,23}. Οι περισσότεροι ερευνητές, που ασχολούνται με τον πυρήνα αυτόν, εστιάζουν στις λειτουργικές του ιδιότητες από επίπεδο μορίων μέχρι το κλινικό επίπεδο. Η λεπτομερής γνώση, ωστόσο, της ανατομικής του εντόπισης είναι εξίσου σημαντική, ειδικά σήμερα που οι πρώτες προσπάθειες νευροχειρουργικής παρέμβασης σε αυτόν έχουν περάσει στην κλινική πράξη^{1,15,16,17,24}. Οι μέχρι σήμερα χρησιμοποιούμενες στερεοτακτικές μέθοδοι εντοπισμού του NAcc στη νευροχειρουργική, παρότι διαφέρουν μεταξύ τους, εστιάζουν πάντα εντός της ραχιαίας ζώνης του οπίσθιου τμήματος του NA^{1,29}. Αυτό οφείλεται προφανώς στα σαφέστερα όρια που έχει το οπίσθιο τμήμα του.

Η λεπτομέρεια στη γνώση της εντόπισης του NAcc στον εγκέφαλο δεν είναι κάτι ασήμαντο ή περιττό. Αντιθέτως, έχει ξεχωριστή σημασία αφενός μεν για το νευρολόγο και τον ψυχίατρο (γιατί η καλύτερη γνώση της ανατομίας βοηθά στην καλύτερη κατανόηση της λειτουργίας και της κλινικής έκφρασης των σχετιζόμενων νόσων), ιδιαίτερα δε για τον ειδικό νευροχειρουργό που θα επιχειρήσει να παρέμβει στη συγκεκριμένη μικρή αλλά κρίσιμη περιοχή του ανθρώπινου εγκεφάλου. Η ακρίβεια στην ανατομία μεταφράζεται σε ακρίβεια στη στερεοτακτική εντόπιση¹ και άρα ελαχιστοποίηση της διαταραχής παρακείμενων ευαίσθητων δομών, με επακόλουθο καλύτερο κλινικό αποτέλεσμα για τον ασθενή.

SUMMARY:

Nucleus accumbens is the most inferior part of the ventral striatum, with predominantly limbic connections. It belongs to the subcortical telencephalic structures that play an important role in motivation and emotional processes, mainly mediated from the neurotransmitter dopamine. It is one of the human brains pleasure centers and is involved in some of the most common and disabling neurologic and psychiatric disorders (i.e. Alzheimers disease, Parkinsons disease, depression, schizophrenia, obsessive-compulsive disorder) and in any kind of addiction. Nucleus accumbens is nowadays a target for stereotactic neurological surgery (Deep Brain Stimulation, thermocoagulation) in some carefully selected patients.

Nucleus accumbens is chemically divided into two parts: a shell, laterally and a core, medially. The first is more related to limbic system and the second to extrapyramidal motor system. The nucleus accumbens is an integral and important part of limbic and prefrontal cortico-striato-pallidal-thalamic circuits. It seems to be involved in several cognitive, emotional and psychomotor functions, disturbed in some psychopathology.

It covers a large area of the basal forebrain rostral to the anterior commissure and is the region of continuity between the putamen and the head of the caudate nucleus, lying specifically in the junction of the rostral part of the caudate nucleus with the putamen. Nucleus accumbens is generally accepted to be located underneath the anterior limb of the internal capsule, lateral to the vertical part of the Brocas diagonal band and medial to the claustrum and piriform cortex. It extends dorsolaterally into the putamen and dorsomedially into the caudate nucleus without a sharp demarcation.

The human nucleus accumbens is a round shaped, dorsally flattened structure, symmetrically placed anterior to the anterior commissure. It lies parallel to the midline and is slightly descendent in caudal direction. Its dimensions and precise anatomical limits have been recently identified.

KEY WORDS:

nucleus accumbens, ventral striatum, limbic system, neuropsychiatric disorders, stereotactic neurosurgery

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

1. Neto L.L., Oliveira E., Correia F., Ferreira G.A., The Human Nucleus Accumbens: Where is it? A Stereotactic, Anatomical and Magnetic Resonance Imaging Study. *Neuromodulation: Technology at the neural interface* 11(1): 13-22, 2008.
2. Herrero M.T., Barcia C., Navarro J.M., Functional anatomy of thalamus and basal ganglia. *Childs Nerv Syst* 18(8): 386-404, 2002.
3. Nolte J. and Angevine B.J. Jr. (eds). *The Human Brain in Photographs and Diagrams*, Mosby (Elsevier), Philadelphia, 2007.
4. Junhao T., Homykiewicz O., Kish J.S., Identification of a noradrenaline-rich subdivision of the human nucleus accumbens. *J Neurochem* 96(2): 349-354, 2006.
5. Vetulani J., Drug addiction. Part II. Neurobiology of addiction. *Pol J Pharmacol* 53(4): 303-17, 2001.

6. Wise R.A., Rompre P.P., Brain dopamine and reward. *Annu Rev Psychol* 40: 191-225, 1989.
7. Barrot M., Olivier D.A.J., Perroti I.L., DiLeone J.R., Berton O., Eisch J.A. et al., CREB activity in the nucleus accumbens shell controls gating of behavioural responses to emotional stimuli. *PNAS* 99(17): 11435-11440, 2002.
8. Hernandez J.P., Andrzejewski E.M., Sadeghian K., Panksepp B.J., Kelley E.A., AMPA/kainite, NMDA and dopamine D1 receptor function in the nucleus accumbens core: A context-limited role in the encoding and consolidation of instrumental memory. Cold Spring Harbor Laboratory Press, *Learning & Memory* 12: 285-295, 2005.
9. Münte T.F., Heldmann M., Hinrichs H., Marco-Pallares J., Krämer U.M., Sturm V. et al., Nucleus accumbens is involved in human action monitoring: evidence from invasive electrophysiological recordings. *Front Hum Neurosci* 1: 11, 2007.
10. Sabatinelli D., Bradley M.M., Lang J.P., Costa D.V., Versace F., Pleasure rather than salience activates human nucleus accumbens and medial prefrontal cortex. *J Neurophysiol* 98: 1374-1379, 2007.
11. Zografou E., Stamatakis A., Stylianopoulou F., Effects of neonatal handling on oxytocin and oxytocin receptor immunoreactivity in brain regions known to mediate the expression of maternal behavior in dams. 22nd Conference of the Hellenic Society for Neuroscience, Eugenides Foundation, Athens, October 16-19, 2008 [HSN (eds). *From cells to behaviour*, Paschalidis Medical Publications, Athens, 2008].
12. Cami J., Farre M., Drug addiction. *N Engl J Med* 349: 975-986, 2003.
13. Everitt B.J., Wolf M.E., Psychomotor stimulant addiction: a neural systems perspective. *J Neurosci* 22: 3312-3320, 2002.
14. Kandel R.E., Disorders of Thought and Volition: Schizophrenia. In Kandel R.E., Schwartz H.J., Jessell M.T. (eds). *Principles of Neural Science*, McGraw-Hill, New York, 2000.
15. Nuttin B., Cosyns P., Electrical stimulation in anterior limbs of internal capsules in patients with obsessive-compulsive disorder. *Lancet* 354: 1526, 1999.
16. Gao G., Wang X., He S. et al., Clinical study for alleviating opiate drug psychological dependence by a method of ablating the nucleus accumbens with stereotactic surgery. *Stereotact Funct Neurosurg* 81: 96-104, 2003.
17. Lindsay W.K., Bone I. (eds). *Neurology and Neurosurgery Illustrated*, Churchill Livingstone (Elsevier), Edinburgh, 2005.
18. Goldenberg G., Schuri U., Grömminger O., Arnold U., Basal forebrain amnesia: does the nucleus accumbens contribute to human memory? *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 67:163-168, 1999.
19. Meredith E.G., Pattiselanno A., Groenewegen J.H., Haber N.S., Shell and core in monkey and human nucleus accumbens identified with antibodies to calbindin-D28k. *J Comp Neurol* 365: 628-639, 1996.
20. Voorn P., Brady S.L., Schotte A., Berendse W.H., Richfield K.E., Evidence for two neurochemical divisions in the human nucleus accumbens. *European Journal of Neuroscience* 6: 1913-1916, 1994.
21. Prensa L., Richard S., Parent A., Chemical anatomy of the human ventral striatum and adjacent basal forebrain structures. *J Comp Neurol* 460(3): 345-67, 2003.
22. Xia Y., Bettinger K., Shen L., Reiss L.A., Automatic segmentation of the caudate nucleus from human brain MR images. *IEEE Transactions on Medical Imaging* 26(4): 509-517, 2007.
23. Felten L.D., Josefowicz F.R. (eds). *Netters Atlas of Human Neuroscience*, Icon Learning Systems (MediMedia), New Jersey, 2004.
24. Johansen-Berg H., Gutman D.A., Behrens T.E., Matthews P.M., Rushworth M.F., Katz E. et al., Anatomical connectivity of the subgenual cingulate region targeted with deep brain stimulation for treatment-resistant depression. *Cereb Cortex* 18(6): 1374-83, 2008.
25. Malizia L.A.: Neurosurgery for psychiatry disorders. In Gelder G.M., López-Ibor J.J., Andreasen N. (eds). *New Oxford Textbook of Psychiatry*, Oxford University Press, New York, 2003.
26. Γ.Δ. Μπαμπινιώτη, Λεξικό της Νέας Ελληνικής Γλώσσας, Β΄ Έκδοση, Κέντρο Λεξικολογίας, Αθήνα 2002.
27. Victor M., Ropper H.A. (eds). *Adams and Vectors Principles of Neurology*, McGraw-Hill, New York, 2001.
28. Σ. Αναγνωστοπούλου, Συνοπτική Ανατομική του Ανθρώπου: Κεντρικό Νευρικό Σύστημα, Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης, Αθήνα, 1987.
29. Sturm V., Lenart D., Koulousakis A. et al., The nucleus accumbens: a target for deep brain stimulation in obsessive-compulsive and anxiety disorders. *J Chem Neuroanat* 26: 293-299, 2003.

[<< Πίσω, στο τεύχος](#)