

NEWSLETTER ΕΕΒΕΖΕ

Ελληνική Εταιρεία Βιοϊατρικής Έρευνας  
& Ζώων Εργαστηρίου

Τεύχος 24, Δεκέμβριος 2018



**Σε αυτό το τεύχος:**

Προμετωπίδα

Επιστημονικά θέματα

Επιστημονικές εκδηλώσεις

Περιοδικά για Ζώα  
Εργαστηρίου

Αγαπητοί φίλοι και μέλη της Ε.Ε.Β.Ε.Ζ.Ε.

Στις 1-11 Οκτωβρίου 2018 πραγματοποιήθηκε το τέταρτο LAS EU Functions Course στο Εργαστήριο Έρευνας Παθήσεων Μυοσκελετικού Συστήματος (ΕΕΠΜΣ) της Ιατρικής Σχολής (Νοσοκομείο ΚΑΤ). Η διοργάνωση ήταν επιτυχής, με βάση την αξιολόγηση που υπέβαλαν οι συμμετέχοντες.

Επιπλέον, στις 8-9/12/2018 διοργανώθηκε από την Ε.Ε.Β.Ε.Ζ.Ε. στον ίδιο χώρο το Σεμινάριο με τίτλο «Εισαγωγή στην Κτηνιατρική Ζώων Εργαστηρίου», στα πλαίσια των Επιμορφωτικών Σεμιναρίων για την εφαρμογή της Οδηγίας 2010/63/ΕΕ και του Π.Δ. 56/2013. Το σεμινάριο παρακολούθησαν 25 συμμετέχοντες, φοιτητές από τις Σχολές της Θεσσαλονίκης και της Αθήνας, καθώς και κτηνίατροι.

Ελληνική Εταιρεία Βιοϊατρικής  
Έρευνας & Ζώων Εργαστηρίου



Επιμορφωτικά σεμινάρια  
για την εφαρμογή της Οδηγίας 2010/63/ΕΕ & του ΠΔ 56/2013

Θεματική Ενότητα 24  
«Επίσημος Κτηνίατρος»

## Εισαγωγή στην Κτηνιατρική Ζώων Εργαστηρίου

για φοιτητές & αποφοίτους Κτηνιατρικής

Για όσους από τους αναγνώστες ενδιαφέρονται να γίνουν μέλη της ΕΕΒΕΖΕ, η εγγραφή είναι δυνατή μετά τη συμπλήρωση της σχετικής αίτησης που υπάρχει στην ιστοσελίδα της ΕΕΒΕΖΕ, <http://hsblas.gr/>. Είναι απαραίτητη η αποστολή βιογραφικού σημειώματος καθώς και η πρόταση της υποψηφιότητας από δύο μέλη της εταιρείας. Το κόστος εγγραφής είναι 20€ και η ετήσια συνδρομή για το 2018 παραμένει στα 20€.

**Το νευρωνικό κύκλωμα μεταξύ  
εγκεφάλου-εντέρου για το αίσθημα  
της επιβράβευσης σχετικά με την  
κατανάλωση τροφής**

Είναι γνωστό πως κλάδοι του πνευμονογαστρικού νεύρου (κυρίως η κοιλιακή μοίρα του) νευρώνουν το γαστρεντερικό σύστημα. Αυτό το σύστημα νεύρωσης έχει θεωρηθεί το πιο σημαντικό τμήμα του άξονα εγκεφάλου-εντέρου. Οι προσαγωγές (αισθητικές) του ίνες είναι υπεύθυνες για τη μετάδοση ερεθισμάτων ή πληροφοριών στον εγκέφαλο που προκύπτουν από την κατανάλωση ενός γεύματος, ενεργώντας ως ο κύριος μηχανισμός αρνητικής ανάδρασης για τη ρύθμιση του μεγέθους ενός γεύματος. Σύμφωνα με τον κλασικό μηχανισμό, μηχανικοί και χημικοί ερεθισμοί ενεργοποιούν τους νευρώνες που απολήγουν στο έντερο και στη συνέχεια, διαμέσου των νευρικών απολήξεων τους στο ουραίο εγκεφαλικό στέλεχος, συνεργούν στη μείωση του αισθήματος ανταμοιβής/επιβράβευσης που προκαλείται κατά τη διάρκεια ενός γεύματος. Σε αντίθεση, εντερικά σήματα επιβράβευσης θεωρείται ότι προέρχονται από τις αλλαγές στα επίπεδα ορμονών, αλλά όχι από το πνευμονογαστρικό νεύρο και τις απολήξεις των νευρώνων του.

Πρόσφατα όμως, ένα ευρύτερο φάσμα νευροψυχολογικών διεργασιών, όπως το άγχος, η κατάθλιψη, οι γνωσιακές λειτουργίες και η ενίσχυση έχουν αποδοθεί στον άξονα εντέρου (πνευμονογαστρικό νεύρο)-εγκεφάλου. Όμως, το νευρωνικό κύκλωμα που

επιτρέπει τον έλεγχο της ανταμοιβής και επιβράβευσης δεν είχε χαρτογραφηθεί, εξαιτίας τεχνικών δυσκολιών που σχετίζονται με την πειραματική εξέταση των μεμονωμένων νευρικών απολήξεων στα αντίστοιχα σπλαχνικά όργανα που νευρώνουν.

Ερευνητές στο εργαστήριο του John Pierce στο Πανεπιστήμιο Yale των Ηνωμένων Πολιτειών, με επικεφαλής τον καθηγητή Ivan de Araujo, ανακάλυψαν το νευρωνικό κύκλωμα μεταξύ εντέρου και εγκεφάλου που συμμετέχει στο εγκεφαλικό κύκλωμα της ανταμοιβής, της επιβράβευσης και του κινήτρου. Η έρευνά τους δημοσιεύτηκε στο ερευνητικό περιοδικό Cell (Han et al, 2018). Για να διερευνήσουν το νευρωνικό κύκλωμα, χρησιμοποίησαν υπερσύγχρονες τεχνικές της μοριακής νευροεπιστήμης ώστε να προσδιορίσουν τις λειτουργίες συμπεριφοράς και τα κεντρικά σημεία ελέγχου των εντερικών αισθητήριων προσαγωγών του πνευμονογαστρικού νεύρου. Συγκεκριμένα, χρησιμοποίησαν την ευρέως γνωστή γενετική τεχνολογία ομόλογου ανασυνδυασμού Cre/loxP με σκοπό να περιορίσουν την έκφραση πρωτεϊνών σε συγκεκριμένα νευρικά κύτταρα έτσι ώστε να είναι δυνατή η παρατήρηση των νευρικών κυκλωμάτων που αυτά τα νευρικά κύτταρα συμμετέχουν, αλλά και η κατά βούληση μεταβολή τους εξαιτίας ενεργοποίησή τους. Η Cre/loxP τεχνολογία βασίζεται στο ένζυμο Cre ρεκομπινάση που καταλύει τον ανασυνδυασμό μεταξύ δύο ειδικών αλληλουχιών που ονομάζονται loxP. Το ένζυμο και οι αλληλουχίες δεν συναντώνται φυσικά στο γενετικό υλικό των ζώων αλλά προέρχονται από ένα είδος βακτηριοφάγου. Η εξωγενής

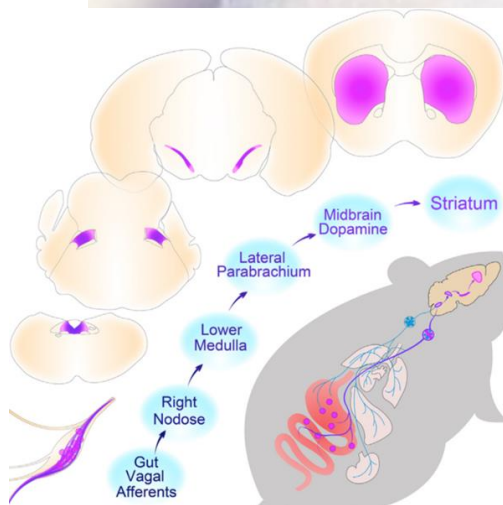
έκφραση του Cre γίνεται είτε με τη δημιουργία διαγονιδιακών ζώων ή με τη μόλυνση συγκεκριμένων περιοχών ή νευρικών κυττάρων με ιογενή σωματίδια που εκφράζουν το ένζυμο Cre ταυτόχρονα με φθορίζουσες πρωτεΐνες. Η απομόνωση και η στόχευση συγκεκριμένων νευρικών κυττάρων, μπορεί να επιτευχθεί με τη μόλυνση με ιογενή σωματίδια στην περιοχή που βρίσκονται τα κύτταρα αλλά και στην περιοχή των νευρικών απολήξεων τους. Συνδυαστικές τεχνικές μόλυνσης διαχωρίζουν τους νευρώνες μέσα από έναν πληθυσμό με βάση την περιοχή νεύρωσής τους. Για παράδειγμα, εγχύοντας το ένζυμο Cre στο ανώτερο τμήμα του εντέρου, οι νευρικές απολήξεις της περιοχής θα παραλάβουν τον ιό, ο οποίος έχει περιορισμένη διαπερατότητα στον ιστό που έγινε η έγχυση. Στη περιοχή των σωμάτων των νευρικών κυττάρων με απολήξεις στο έντερο, εισάγουμε σωματίδια που έχουν loxP αλληλουχίες με σκοπό να παρεμποδίσουν την έκφραση ενός γονιδίου. Το γονίδιο αυτό, μπορεί να είναι γονίδιο αναφοράς ή κάποια αντλία ή κάποιο ένζυμο, και με τη χρήση αυτής της τεχνολογίας μπορούμε να μεταβάλουμε τα νευρικά κύτταρα ή απλά να τα παρατηρήσουμε στο μικροσκόπιο. Ο ανασυνδυασμός στις loxP περιοχές θα γίνει μόνο υπό την παρουσία του ενζύμου Cre. Συνεπώς, το γονίδιο θα εκφραστεί μόνο στα σώματα των νευρικών κυττάρων που νευρώνουν το ανώτερο τμήμα του εντέρου, στις απολήξεις των οποίων έχει γίνει έγχυση ιού που εκφράζει Cre. Η τεχνολογία αυτή βασίζεται σε ένα μεγάλο εύρος ιογενών σωματιδίων που έχουν επιλεχθεί για τις ιδιότητές τους. Συνοπτικά, υπάρχουν σωματίδια που έχουν την ιδιότητα να μεταφέρονται από τις νευρικές απολήξεις προς το σώμα του νευρώνα

(οπισθόδρομη μεταφορά), ενώ άλλα σωματίδια έχουν την ιδιότητα να μεταφέρονται από το κυτταρικό σώμα προς τις απολήξεις (ορθόδρομη μεταφορά) και μάλιστα να επιμολύνουν τα κύτταρα που επικοινωνούν μαζί τους διαμέσου συνάψεων (πολυσυναπτική μεταφορά), ενώ άλλα σωματίδια αδυνατούν να μεταφερθούν σε άλλα νευρικά κύτταρα με τα οποία επικοινωνούν μέσα στο κύκλωμα (μονοσυναπτική μεταφορά).

Μία ακόμη τεχνική που χρησιμοποιήθηκε στην εργασία αυτή είναι η οπτογενετική. Η τεχνολογία αυτή βασίζεται στην έκφραση μίας αντλίας ιόντων, της channelrhodopsin2, που προέρχεται από ένα είδος πράσινου φυκιού και η οποία ενεργοποιείται με συγκεκριμένη συχνότητα φωτός. Η έκφραση της αντλίας γίνεται με την τεχνολογία που αναφέραμε ώστε η αντλία να υπάρξει μόνο στον επιθυμητό πληθυσμό νευρώνων. Εμφυτεύουμε οπτικές ίνες για να παρέχουμε συγκεκριμένη συχνότητα φωτός στην περιοχή που επιθυμούμε να ενεργοποιήσουμε την αντλία. Όταν ενεργοποιηθεί η αντλία, επιτρέπει την είσοδο ιόντων στο νευρικό κύτταρο και έτσι προκαλεί την εκπόλωση του. Με αυτό τον τρόπο, η ενεργοποίηση των νευρώνων συμβαίνει με τεχνητό τρόπο κατά τη βούληση του ερευνητή με την παροχή φωτός μέσω των οπτικών ινών που έχουν εμφυτευθεί.

Για να μελετήσουν τη σύνδεση μεταξύ εντέρου και του κέντρου της επιβράβευσης στον εγκέφαλο, οι ερευνητές αυτής της εργασίας χρησιμοποίησαν την τεχνική της οπτογενετικής ώστε να ενεργοποιήσουν τα νευρικά κύτταρα, τα οποία έχουν τις απολήξεις τους στο ανώτερο τμήμα του εντέρου, στο στομάχι και το

δωδεκαδάκτυλο. Πραγματοποιήθηκαν εγχύσεις στο στομάχι και το δωδεκαδάκτυλο μυών, ιογενών σωματιδίων που εκφράζουν την Cre ρεκομπινάση μαζί με μια φθορίζουσα πρωτεΐνη, τα οποία παραλήφθηκαν από τις νευρικές απολήξεις και μεταφέρθηκαν οπισθόδρομα και διαμέσου των συνάψεων στους νευρώνες των αισθητήριων γάγγλιων (οζώδες γάγγλιο) του πνευμονογαστρικού νεύρου. Ταυτόχρονα, με σκοπό την ενεργοποίηση των συγκεκριμένων νευρώνων, πραγματοποιήθηκε έγχυση ιογενών σωματιδίων που εκφράζουν με τοποειδικό ανασυνδυασμό την αντλία ιόντων Channelrhodopsin2. Η αντλία αυτή, όταν ενεργοποιηθεί με απαραίτητη συχνότητα φωτός από laser, προκαλεί εκπόλωση των νευρικών κυττάρων.



**Εικόνα 1.** Σχεδιάγραμμα που απεικονίζει το νευρωνικό κύκλωμα που συνδέει το ανώτερο τμήμα του εντέρου με την περιοχή του εγκεφάλου που ευθύνεται για το αίσθημα της επιβράβευσης.

Η κατάποση τροφής ενεργοποιεί τις νευρικές απολήξεις, που προέρχονται από το δεξιό οζώδες γάγγλιο και νευρώνουν το γαστρεντερικό σύστημα. Τα νευρικά κύτταρα του δεξιού οζώδους γαγγλίου επικοινωνούν διαμέσου των συνάψεων τους με περιοχές του ουραίου εγκεφαλικού στελέχους. Η ενεργοποίηση αυτών των νευρώνων έχει ως αποτέλεσμα την έκκριση ντοπαμίνης από τη μέλαινα ουσία στο ραβδωτό σώμα, το κέντρο επιβράβευσης του εγκεφάλου.

Διαμέσου της εμφύτευσης των οπτικών ινών στα γάγγλια, ενεργοποιήθηκαν οι νευρώνες που απολήγουν στο ανώτερο τμήμα του εντέρου και παρατηρήθηκε αυτοδιέγερση σε κλασικά πειράματα συμπεριφοράς που χρησιμοποιούνται σε έρευνες επιβράβευσης. Οι συγκεκριμένες οπτικές ίνες ενεργοποιούνταν με το πάτημα ενός διακόπτη που βρισκόταν μέσα στο κλουβί των ζώων. Τα ζώα ενεργοποιούσαν διαρκώς τις οπτικές ίνες, αγγίζοντας με τη μύτη τους το διακόπτη. Επίσης, σε πειράματα συμπεριφοράς όπου η ενεργοποίηση των οπτικών ινών γίνεται με την είσοδο και παραμονή του ζώου σε συγκεκριμένο διαμέρισμα του κλουβιού του, τα ζώα έδειξαν μεγάλη προτίμηση στο διαμέρισμα που ενεργοποιεί τους νευρώνες, ενδεικτικό παράδειγμα μηχανισμού επιβράβευσης και κινήτρου. Επιπροσθέτως, σε ένα άλλο πείραμα η ενεργοποίηση των οπτικών ινών γινόταν κατόπιν κατάποσης συγκεκριμένης ουσίας. Ένα αποτέλεσμα της μελέτης ήταν ότι τα ζώα προτίμησαν τις γεύσεις που ενεργοποιούσαν τους νευρώνες των γαγγλίων, έναντι άλλων γεύσεων. Οι γεύσεις που χρησιμοποιήθηκαν ήταν άνοστες, αρχικά αδιάφορες για τα ζώα, μη θρεπτικές και χωρίς θερμίδες. Σημαντική ανακάλυψη ήταν πως το πρωτόκολλο ενεργοποίησης των νευρώνων μείωσε σημαντικά την κατανάλωση φαγητού και λιπιδίων, επιδεικνύοντας πως το αίσθημα επιβράβευσης δεν αποκλείει αντίστοιχα και το αίσθημα κορεσμού.

Ο νευροδιαβιβαστής ντοπαμίνη εκκρίνεται από τη μέλαινα ουσία (SNc) στη περιοχή του ραβδωτού σώματος (dorsal striatum=DS) και είναι απαραίτητη για την ενίσχυση συμπεριφορών που συσχετίζονται με επιβράβευση/ανταμοιβή. Οι ερευνητές

πραγματοποίησαν στερεοτακτική επέμβαση για την εμφύτευση ενός μικροδιαλυτή στην περιοχή DS, και ανακάλυψαν την έκκριση ντοπαμίνης καθώς και αυξημένη δραστηριότητα των νευρώνων στη περιοχή αυτή μετά από ενεργοποίηση των νευρώνων των οζωδών γαγγλίων. Αξιοσημείωτη είναι η ανακάλυψη διαχωρισμού του αριστερού από το δεξί οζώδες γάγγλιο όσον αφορά τον μηχανισμό επιβράβευσης, καθώς οι παραπάνω πειραματικές παρατηρήσεις προήλθαν μόνο από το δεξί γάγγλιο, ενώ η αντίστοιχη ενεργοποίηση του αριστερού γαγγλίου δεν προκάλεσε αίσθημα επιβράβευσης. Παρόλα αυτά η ενεργοποίηση των νευρώνων και των δύο γαγγλίων επέφερε κορεσμό και μείωση της κατανάλωσης τροφής.

Για τη χαρτογράφηση του νευρικού κυκλώματος μεταξύ γαγγλίων και ραβδωτού σώματος, οι ερευνητές χρησιμοποίησαν πολυσυναπτικά ιογενή σωματίδια ορθόδρομης μεταφοράς που εκφράζουν με τοπο-ειδικό ανασυνδυασμό μια φθορίζουσα πρωτεΐνη. Έτσι, μολύνοντας με τα ιογενή σωματίδια το δεξί γάγγλιο διαγονιδιακών *vglut2-Cre* ζώων, μπόρεσαν να παρακολουθήσουν την έκφραση της φθορίζουσας πρωτεΐνης, στις περιοχές όπου απολήγουν οι νευρικές συνάψεις τους. Παρατήρησαν έτσι τις νευρικές απολήξεις στην περιοχή του ραχιαίου συμπλέγματος του πνευμογαστρικού νεύρου (*dorsal vagal complex*) και του πυρήνα της μονήρους δεσμίδας (*Nucleus of Solitary Tract=NTS*). Έπειτα, οι νευρώνες του NTS μετάδωσαν τον ιό σε γνωστές περιοχές επικοινωνίας της περιοχής, όπως στις παρακοιλιακές περιοχές του υποθαλάμου και στην έξω ραχιαία περιοχή του παραβραχιόνιου πυρήνα (*dorsolateral region of*

*parabrachial nucleus =PBNdl*) και αργότερα, περαιτέρω μόλυνση από τον ιό παρατηρήθηκε στην περιοχή της μέλαινας ουσίας. Πολλά από αυτά τα νευρικά κύτταρα στη SNc εκκρίνουν ντοπαμίνη μέσω των απολήξεών τους στην περιοχή του ραβδωτού σώματος. Η συνδεσιμότητα μεταξύ SNc και PBNdl επιβεβαιώθηκε με έγχυση χρωστικής ουσίας οπισθόδρομης μεταφοράς στην περιοχή SNc, όπου τα σωματίδια μεταφέρθηκαν από τις νευρικές απολήξεις στον PBNdl. Επίσης, τελική επιβεβαίωση της σύνδεσης μεταξύ των περιοχών αυτών ήταν η απόπτωση των *vglut2* νευρώνων στην περιοχή PBNdl, με έγχυση ιογενών σωματιδίων που εκφράζουν *caspase3* μόνο σε *Cre* κύτταρα των διαγονιδιακών ζώων *vglut2*. Η επανάληψη της χαρτογράφησης στα ζώα με τη συγκεκριμένη νευρική απόπτωση απέτυχε να μεταδώσει τη φθορίζουσα πρωτεΐνη μόνο στις δύο αυτές περιοχές, PBNdl και SNc ενώ ο ιός μεταδόθηκε στις υπόλοιπες προαναφερθείσες περιοχές. Η απουσία των *vglut2* νευρώνων διακόπτει την μετάδοση του ιού μέσω των νευρώνων, αποδεικνύοντας έτσι τον κομβικό ρόλο τους στη σύνδεση των δύο περιοχών στο νευρικό κύκλωμα.

Το πειραματικό πρωτόκολλο των ερευνητών εξελίχθηκε περαιτέρω ώστε να αποδείξουν πως οι νευρικές απολήξεις του δεξιού οζώδους γαγγλίου στο ανώτερο τμήμα του εντέρου ευθύνονται για την έκκριση ντοπαμίνης και συνεπώς για το αίσθημα επιβράβευσης που παρατήρησαν στα πειράματα συμπεριφοράς. Επανάλαβαν τα πειράματα χαρτογράφησης αλλά αυτή τη φορά επέλεξαν να απονευρώσουν το ανώτερο τμήμα του εντέρου από τις νευρικές απολήξεις των γαγγλίων σε μια ομάδα ζώων. Στα ζώα αυτά, δεν

παρατήρησαν καμία περαιτέρω μόλυνση από τα ιογενή σωματίδια στις περιοχές που χαρτογράφησαν παρά μόνο στον ραχιαίο κινητικό πυρήνα του πνευμονογαστρικού (vagal dorsal motor nucleus). Η απονεύρωση πραγματοποιήθηκε με χορήγηση της νευροτοξίνης saporin συζευγμένη με χοληκυστοκινίνη (CCK).

Η έξω παραβραχιόνια περιοχή εμπλέκεται σε συμπεριφορές αποφυγής συμπεριλαμβανομένων και αισθημάτων δυσφορίας, με τη διαθέσιμη βιβλιογραφία να έρχεται σε αντιπαράθεση με τη νέα ανακάλυψη της επιβράβευσης. Για αυτό το λόγο, διερευνήθηκε η πιθανότητα να υπάρχουν επιμέρους τμήματα στην περιοχή με διαφορετικά νευρικά κυκλώματα. Συγκρίνοντας λοιπόν τη χορήγηση δυο διαφορετικών ουσιών, τη χοληκυστοκινίνη (CCK, πεπτίδιο πέψης) και το χλωριούχο λίθιο (υπεύθυνο δυσφορίας), διαπίστωσαν νευρική δραστηριότητα σε ξεχωριστές περιοχές για την κάθε ουσία. Το χλωριούχο λίθιο ενεργοποίησε νευρώνες στην πλέον εξωτερική περιοχή ενώ η CCK στη μέση και έξω ραχιαία περιοχή.

Η μοριακή ταυτότητα των νευρώνων της περιοχής PBNdl ανακαλύφθηκε με την χορήγηση ιογενών σωματιδίων αναδρομικής μεταφοράς στο SNc σε διαγονιδιακά ζώα DAT και VGAT Cre. Νευρικές απολήξεις και από τις δύο ταυτότητες νευρώνων παρατηρήθηκαν να συνδέουν τις δύο περιοχές.

Το τελικό στάδιο της έρευνας ήταν η ενεργοποίηση του νευρικού μονοπατιού μεταξύ PBNdl και SNc. Χρησιμοποίησαν την προαναφερθείσα τεχνική της οπτογενετικής και εισήγαγαν την αντλία channelrhodopsin2 στη περιοχή PBNdl

διαγονιδιακών ζώων vglut2. Εμφύτευσαν οπτικές ίνες ακριβώς πάνω από την περιοχή αυτή και επανέλαβαν τα προηγούμενα πειράματα συμπεριφοράς. Τα αποτελέσματα τους αντικατόπτρισαν τα προηγούμενα αποτελέσματα με την ενεργοποίηση των γαγγλίων. Τα ζώα προτίμησαν την περιοχή αλλά και τη γεύση που ενεργοποιούσε την οπτική ίνα και συνεπώς την έκκριση ντοπαμίνης, ενισχύοντας την επιβράβευση ενώ παράλληλα η κατανάλωση τροφής και λιπιδίων μειώθηκε λόγω του αισθήματος κορεσμού.

Συνοψίζοντας, τα πρόσφατα αυτά ευρήματα από την ερευνητική ομάδα του Ivan de Araujo, αποκαλύπτουν την ύπαρξη ενός νευρικού πληθυσμού "ανταμοιβής" ανάμεσα στα αισθητήρια κύτταρα του δεξιού οζώδους γαγγλίου (R-NG) του πνευμονογαστρικού νεύρου. Έτσι, οι νευρώνες του R-NG που απολήγουν στο έντερο συνδέουν τα περιφερικά αισθητήρια κύτταρα με τους νευρικούς πληθυσμούς στον εγκέφαλο οι οποίοι ευθύνονται για τα αισθήματα επιβράβευσης/ανταμοιβής. Συγκεκριμένα ανακάλυψαν ένα νευρικό κύκλωμα που ξεκινά από τις νευρικές απολήξεις του δεξιού γαγγλίου στο άνω έντερο και που ενεργοποιεί πολυσυναπτικά μέσω των περιοχών PBNdl και SNc την έκκριση ντοπαμίνης στο ραβδωτό σώμα.

Η ανακάλυψη αυτού του νευρικού κυκλώματος σχετίζεται με κλινικές εφαρμογές για την καταπολέμηση πολλών ασθενειών όπως της κατάθλιψης. Για παράδειγμα, ήδη υπάρχει μια καθιερωμένη θεραπεία για την μείζων κατάθλιψη όπου η εμφύτευση μιας συσκευής διεγείρει το αυχενικό πνευμονογαστρικό νεύρο. Στην κλινική πράξη, αυτή η συσκευή εμφυτεύεται στην

αριστερή μεριά για την αποφυγή καρδιακών επιπλοκών. Οι ερευνητές λοιπόν, προτείνουν την πιθανότητα εμφύτευσης τέτοιας συσκευής στις νευρικές απολήξεις του δεξιού γάγγλιου στο άνω έντερο ώστε να ενισχύσει τα επίπεδα ντοπαμίνης στους ανθρώπους με βαριά μορφή κατάθλιψης.

#### Σχετική βιβλιογραφία:

Han, W., Tellez, L.A., Perkins, M.H., Perez, I.O., Qu, T., Ferreira, J., de Araujo, I.E. (2018). A Neural Circuit for Gut-Induced Reward. *Cell*, 175(3), 665–678.

#### Vasileios Eftychidis

Postdoctoral Research Associate  
Cellular and Molecular Neuroscience  
University of Oxford

[www.linkedin.com/in/vasileioseftychidis](http://www.linkedin.com/in/vasileioseftychidis)



#### ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΕΚΔΗΛΩΣΕΙΣ



#### BRITISH SOCIETY OF TOXICOLOGICAL PATHOLOGY

Ακολουθεί ημερολόγιο επιστημονικών εκδηλώσεων που διοργανώνονται από τη Βρετανική Εταιρεία Τοξικολογικής Παθολογίας:

#### Continuing Education Symposium: Toxicology & Pathology

26/03/2019-28/03/2019, Cambridge, Ηνωμένο Βασίλειο. Για περισσότερες πληροφορίες επισκεφθείτε την ιστοσελίδα [www.bstp.org.uk](http://www.bstp.org.uk) ή επικοινωνήστε στο:

e-mail: [bstpoffice@aol.com](mailto:bstpoffice@aol.com).



#### FONDAZIONE GUIDO BERNARDINI BETTER EDUCATION FOR BETTER SCIENCE

Το Ίδρυμα Fondazione Guido Bernardini διοργανώνει εκπαιδευτικές δραστηριότητες που αφορούν στην επιστήμη των ζώων εργαστηρίου. Ακολουθεί το ημερολόγιο αυτών των δραστηριοτήτων:

Στις 6 με 8 Μαρτίου του 2019 θα πραγματοποιηθεί το σεμινάριο "**Organizing and Operating Activities in a Rodent Animal Facility**" στο Μιλάνο, Ιταλία. Για περισσότερες πληροφορίες περιηγηθείτε στην ιστοσελίδα: <https://www.fondazioneguidobernardini.org/en/programs/course-organizing-and-operating-activities-in-a-rodent-animal-facility.html>.

Στις 28 με 29 Μαρτίου του 2019 θα πραγματοποιηθεί το σεμινάριο "**Intensive course on biostatistics**" στο Μιλάνο, Ιταλία. Για περισσότερες πληροφορίες

περιγηθείτε στην ιστοσελίδα:  
<https://www.fondazioneguidobernardini.org/en/programs/course-intensive-course-on-biostatistics.html>.



Στις 30/09-11/10 του 2019 θα πραγματοποιηθεί το πέμπτο αρθρωτό σεμινάριο **LAS EU Functions Course** στο Εργαστήριο Έρευνας Παθήσεων Μυοσκελετικού Συστήματος του Νοσοκομείου ΚΑΤ. Για περισσότερες πληροφορίες περιγηθείτε στην ιστοσελίδα: <http://hsblas.gr/> ή επικοινωνήσετε στο e-mail: [lasfunctionscourse@gmail.com](mailto:lasfunctionscourse@gmail.com).



Στις 10-13 Ιουνίου του 2019 θα πραγματοποιηθεί στην Πράγα το **14th FELASA Congress**. Για περισσότερες πληροφορίες περιγηθείτε στην ιστοσελίδα: <http://www.felasa2019.eu/>

## ΠΕΡΙΟΔΙΚΑ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΣΤΗΝ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΤΩΝ ΖΩΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ

ALN Magazine και ALN World (Δωρεάν εγγραφή) <http://www.alnmag.com>

Lab Animal Europe (Δωρεάν εγγραφή) <http://www.labanimaleurope.eu/>

Scandinavian Journal of Laboratory Animal Science [www.scandlas.org](http://www.scandlas.org)

Comparative Medicine [www.aalas.org](http://www.aalas.org)

Journal of the American Association of Laboratory Animal Science [www.aalas.org](http://www.aalas.org)

Experimental Animals (Journal of the Japanese Association for Laboratory Animal Science)

[http://wwwsoc.nii.ac.jp/jalas/english/en\\_journal.html](http://wwwsoc.nii.ac.jp/jalas/english/en_journal.html)

Laboratory Animals <http://la.rsmjournals.com>

### Επιμέλεια Σύνταξης:

Βασίλειος Ντάφης

Αναστασία Τσιγκοτζίδου

Αλέξανδρος Ζέρβας