

# Γνώσεις από τη φυσιολογία

## Οι ιδρωτοποιοί αδένες

Οι ιδρωτοποιοί αδένες είναι απλοί σωληνίσκοι, στους οποίους μπορούμε να διακρίνουμε δύο μέρη, το εκκριτικό και τον αγωγό. Στο πρώτο παράγεται ο ιδρώτας που μεταφέρεται με το δεύτερο στην επιφάνεια του δέρματος. Το εκκριτικό μέρος ελίσσεται πολλές φορές και σχηματίζει ένα σφαιροειδές σπείραμα. Ο αγωγός περνώντας μέσα από την επιδερμίδα και την κερατίνη στιβάδα καταλήγει στην επιφάνεια του δέρματος. Το μήκος του τυλιγμένου εκκριτικού σωλήνα και του αγωγού είναι περίπου το ίδιο, 2-5 χιλιοστά του μέτρου. Η διάμετρος του εκκριτικού σωλήνα είναι περίπου 60-80 εκατομμυριοστά του μέτρου, ενώ του αγωγού είναι λίγο μικρότερη. Υπάρχουν σημαντικές διαφορές στο μέγεθος των ιδρωτοποιών αδένων μεταξύ των ατόμων, αλλά και των διαφόρων περιοχών του δέρματος και σχετίζονται μάλλον με τις διαφορές στον ρυθμό της έκκρισης ιδρώτα.

Ο ιδρώτας προέρχεται από το υγρό που περιβάλλει τα κύτταρα του σώματός μας και τα συστατικά του στον εκκριτικό σωλήνα έχουν τις ίδιες συγκεντρώσεις ουσιών με το εξωκυττάριο αυτό ρευστό. Ο ιδρώτας όμως που εξέρχεται στην επιφάνεια του σώματος έχει σημαντικά τροποποιημένη σύσταση λόγω επαναπορρόφησης ουσιών κατά την πορεία εξόδου του στον αγωγό. Μερικές από τις ουσίες που μπορεί να βρεθούν στον ιδρώτα είναι: Na, K, Cl, HCO<sub>3</sub>, γαλακτικό οξύ, ουρία, αμ-

μωνία, αμινοξέα, πρωτεΐνες, ένζυμα, γλυκόζη κ.α.

Ο Quinton υποστηρίζει πως στον άνθρωπο οι ιδρωτοποιοί αδένες, όπως και ο εγκέφαλος, έχουν αναπτυχθεί με τον πιο εκλεπτυσμένο τρόπο απ' όλα τα ζώα. Υπάρχουν 1.6 έως 4 εκατομμύρια ιδρωτοποιοί αδένες σε όλη την επιφάνεια του ανθρώπινου σώματος, με εξαίρεση τα χείλη, το εξωτερικό κανάλι του αυτιού και μικρές περιοχές στα γεννητικά όργανα της γυναίκας. Η κατανομή τους στην επιφάνεια του σώματος είναι σημαντικά ανισοβαρής και ποικίλλει από άνθρωπο σε άνθρωπο. Χαρακτηριστικές πυκνότητες που θα μπορούσαν π.χ. να βρεθούν στις διάφορες περιοχές του σώματος ενός ανθρώπου είναι: 60 περίπου αδένες ανά τετραγωνικό εκατοστό στην πλάτη, 100 στον βραχίονα, 180 στο μέτωπο και 600- 700 στις παλάμες και τα πέλματα. Τα περισσότερα θηλαστικά έχουν ιδρωτοποιούς αδένες μόνο στα πέλματά τους. Ορισμένοι χιμπατζήδες εκτός από τις παλάμες και τα πέλματά τους έχουν λίγους ιδρωτοποιούς και σε ορισμένες περιοχές του τριχωτού μέρους του σώματός τους, που είναι όμως σχεδόν ανενεργοί, ακόμα και σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας περιβάλλοντος.

Η πολύ μεγάλη πυκνότητα των ιδρωτοποιών αδένων των παλαμών-πελμάτων σε σχέση με εκείνη του υπολοίπου σώματος δεν είναι η μόνη τους διαφορά. Εκτός από τον διαφορετικό τους ρόλο είναι πολύ χαρακτηριστικό πως αυτοί σχηματίζονται στον τρίτο και μισό μήνα της εμβρυϊκής ανάπτυξης, ενώ οι ιδρωτοποιοί του υπολοίπου σώματος μετά τον πέμπτο μήνα. Το γεγονός αυτό κατά τον Montagna υποδεικνύει πως οι ιδρωτοποιοί αδένες των παλαμών-πελμάτων είναι εξελικτικά παλαιότεροι και πως λειτουργικά η αξία της εφίδρωσης για τη βελτίωση των τριβών και της αφής, καθώς και την προστασία από γδαρσίματα, προηγήθηκε της θερμορρυθμιστικής.

## Το Αυτόνομο Νευρικό Σύστημα

Στην περιοχή των ιδρωτοποιών αδένων και γύρω από αυτούς καταλήγουν νευρικές ίνες, οι οποίες προκαλούν την ενεργοποίηση των ιδρωτοποιών αδένων εκκρίνοντας την ουσία ακετυλχολίνη. Οι νευρικές ίνες αυτές ανήκουν στο Συμπαθητικό τμήμα του Αυτόνομου Νευρικού Συστήματος.

Το Αυτόνομο Νευρικό Σύστημα είναι το μέρος εκείνο του Νευρικού μας Συστήματος που ρυθμίζει τις λειτουργίες των σπλάχνων, των αγγείων, ορισμένων αδένων, των σφιχτήρων κλπ. Έχει κληθεί Αυτόνομο, διότι οι δραστηριότητές του δεν καθορίζονται από αποφάσεις που παίρνουμε, αλλά έχει τη δική του αυτόνομη δυναμική.

Το Αυτόνομο Νευρικό Σύστημα εκδηλώνει τη ρυθμιστική του δράση μέσω των δύο σκελών του, του Συμπαθητικού και του Παρασυμπαθητικού. Στον πίνακα 1 φαίνεται η δράση του καθενός από τα δύο σκέλη του Αυτόνομου Νευρικού Συστήματος πάνω σε διάφορα όργανα του σώματος. Οι ίνες του Συμπαθητικού τμήματος του Αυτόνομου Νευρικού Συστήματος ξεκινάνε από τον νωτιαίο μυελό και συγκεντρώνονται στα Συμπαθητικά γάγγλια (συστάδες νευρικών κυττάρων δεξιά και αριστερά της σπονδυλικής στήλης σαν χάντρες κομπολογιού). Από τα γάγγλια αυτά ξεκινάνε οι ίνες που καταλήγουν στα εκτελεστικά όργανα. Οι Συμπαθητικές ίνες που νευρώνουν τους ιδρωτοποιούς αδένες προέρχονται από τα Συμπαθητικά γάγγλια σχεδόν ολόκληρης της αλυσίδας γαγγλίων του Συμπαθητικού. Ειδικά οι παλάμες δέχονται νεύρωση από τα 2 και 3 θωρακικά γάγγλια ( $\Theta_{2,3}$ ), ενώ τα πέλματα από τα 1 και 2 οσφυϊκά γάγγλια ( $O_{1,2}$ ). Οι Συμπαθητικές ίνες που φεύγουν από τα Συμπαθητικά γάγγλια κάνουν τη διαδρομή έως τους ιδρωτοποιούς αδένες, πλάι στα περιφερειακά κινητικά νεύρα. Οι εντολές για τις Παρασυμπαθητικές δραστηριότητες μεταφέρονται με ολότελα διαφορετική ανατομική οργάνωση, κατά το μεγαλύτερο μέρος τους μέσω του πνευμονογαστρικού νεύρου που ξεκινάει από τα κατώτερα στρώματα του εγκεφάλου.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.**

<b>Όργανο</b>	<b>Επίδραση της διέγερσης του Συμπαθητικού</b>	<b>Επίδραση της διέγερσης του Παρασυμπαθητικού</b>
Κόρη του ματιού	Διαστολή	Συστολή
Ιδρωτοποιοί αδένες	Έκκριση	Καμία
Καρδιά	Αύξηση της συχνότητας και της έντασης συστολής	Μείωση της συχνότητας & της έντασης συστολής
Βρόγχοι	Διαστολή	Σύσπαση
Γαστρικοί αδένες	Καμία	Έκκριση
Έντερα	Ελάττωση περισταλτισμού και τόνου	Αύξηση περισταλτισμού & τόνου
Σφιγκτήρας	Αύξηση του τόνου	Χάλαση
Ήπαρ	Απελευθέρωση γλυκόζης	Μικρή σύνθεση γλυκογόνου
Νεφρός	Ελάττωση της παραγωγής	Καμία
Πέος	Εκσπερμάτιση	Στύση
Αγγεία κοιλίας και δέρματος	Σύσπαση	Καμία
Αγγεία μυών	Διαστολή	Καμία
Βασικός μεταβολισμός	Αύξηση έως 100%	Καμία
Μυελός των επινεφριδίων	Έκκριση αδρεναλίνης	Καμία
Σκελετικοί μύες	Αύξηση της γλυκογένεσης	Καμία
Ανορθωτήρες μύες τριχών	Διέγερση	Καμία

Πρέπει να προσέξετε πως οι περισσότερες από τις μεταβολές που επιφέρει το Συμπαθητικό στα διάφορα όργανα βρίσκονται στην κατεύθυνση της προετοιμασίας του οργανισμού για δράση, ενώ του Παρασυμπαθητικού στην κατεύθυνση της αναπλήρωσης των φθορών. Σύμφωνα με παλαιότερη διάκριση το Συμπαθητικό έχει “εργοτρόπο” δράση, ενώ το Παρασυμπαθητικό “τροφοτρόπο”.

### **Το νευρωνικό δίκτυο για την ενεργοποίηση των ιδρωτοποιών αδένων**

Διεγερτικές ή ανασταλτικές εντολές για την ενεργοποίηση των ιδρωτοποιών αδένων των παλαμών-πελμάτων μέσω του Συ-

μπαθητικού μπορεί να εκπορεύονται από τον νωτιαίο μυελό ή να φτάνουν σ' αυτόν από πολλά μέρη του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος. Από πειράματα σε ζώα και ενδείξεις από ανθρώπους θεωρείται πως εκτός από τον νωτιαίο μυελό στην ενεργοποίηση των ιδρωτοποιών αδένων των παλαμών-πελμάτων εμπλέκονται ο δικτυωτός σχηματισμός του προμήκους και του μεσεγκεφάλου, ο υποθάλαμος, το μεταιχμιακό σύστημα και ο μετωπιαίος και προκινητικός φλοιός. Δικτυωτός σχηματισμός καλούνται περιοχές διάχυτων νευρώνων, που αρχίζουν από το άνω άκρο του νωτιαίου μυελού και φτάνουν έως τον θάλαμο και σχετίζονται με τη ρύθμιση του βαθμού δραστηριότητας του εγκεφάλου και των νωτιαίων αντανακλαστικών. Ο υποθάλαμος θεωρείται το κέντρο ρύθμισης των αυτόνομων λειτουργιών και των ορμονικών εκκρίσεων. Το μεταιχμιακό σύστημα εμπλέκεται στην εκδήλωση των συγκινήσεων. Στον μετωπιαίο φλοιό επιτελούνται πολλές ανώτερες νοητικές λειτουργίες και στον προκινητικό προετοιμάζονται οι κινητικές δραστηριότητες.

Αν αυτά σας κουράζουν ή δεν σας λένε πολλά, κρατήστε μόνο το γεγονός ότι με την ενεργοποίηση των ιδρωτοποιών αδένων των παλαμών-πελμάτων σχετίζονται όλα σχεδόν τα επίπεδα λειτουργικής οργάνωσης του Νευρικού Συστήματος. Κάτι τέτοιο δεν φαίνεται να αφορά ή αφορά πολύ λιγότερο την ενεργοποίηση των ιδρωτοποιών αδένων των άλλων περιοχών του σώματος, την οποία διεκπεραιώνει κατά κύριο λόγο ο υποθάλαμος, ο οποίος φαίνεται πως έχει μικρό και όχι αυτόνομο ρόλο στην εφίδρωση των παλαμών-πελμάτων.

Όσον αφορά δε την ιεραρχία, αφού στην εκδήλωση της ίδιας λειτουργίας έχουν λόγο τόσες περιοχές του Νευρικού Συστήματος, είναι πολύ διδακτικά τα αποτελέσματα των πειραμάτων σε ζώα. Πειράματα με άθικτα ζώα έχουν δείξει πως εκδηλώνουν συγχρονισμένη ενεργοποίηση των ιδρωτοποιών αδένων και των τεσσάρων πελμάτων τους. Πειράματα με αποκεφαλισμένα ζώα, με μόνο τον νωτιαίο μυελό, έχουν δείξει πως τα ζώα αυτά εκδηλώνουν μη συγχρονισμένη ενεργοποίηση των ιδρωτοποιών αδένων στα τέσσερα άκρα τους. Τα ευρήματα

αυτά δείχνουν κατ' αρχή πως η ενεργοποίηση των παλαμών-πελμάτων μπορεί να εκκινείται ακόμα και από τον νωτιαίο μυελό, από κατώτερα δηλαδή μέρη του Νευρικού Συστήματος. Το ότι όμως όταν δεν υπάρχει εγκέφαλος είναι ασύγχρονη η ενεργοποίηση των πελμάτων τους, ενώ στο άθικτο ζώο είναι συγχρονισμένη, δείχνει πως υπό κανονικές συνθήκες η δραστηριότητα των κατώτερων τμημάτων τελεί υπό την επιρροή των ανώτερων τμημάτων του νευρικού συστήματος.

## **Πότε ιδρώνουμε;**

### ***Στο σώμα***

Προφανώς η θερμορρυθμιστική εφίδρωση αφορά κύρια τον άνθρωπο, στο δέρμα του σώματος του οποίου, όπως προαναφέραμε, οι ιδρωτοποιοί αδένες αναπτύχθηκαν εξαιρετικά. Για τα ζώα η εφίδρωση κάτω από το τεράστιο πλήθος των τριχών του δέρματός τους μάλλον προβλήματα θα δημιουργούσε παρά θα πρόσφερε ως θερμορρυθμιστικός μηχανισμός. Οι θερμοϊποδοχείς που υπάρχουν στο δέρμα, στον νωτιαίο μυελό, στην κοιλιά και στον ίδιο τον υποθάλαμο διεγείρονται με την αύξηση της θερμοκρασίας, προκαλώντας τη διέγερση μιας περιοχής του υποθαλάμου που ουσιαστικά αποτελεί τον θερμοστάτη του σώματος. Όταν η θερμοκρασία είναι κάτω από τους 37°C, προκαλείται δερματική αγγειοσύσπαση (τα αγγεία δηλαδή γίνονται στενότερα), πράγμα που εμποδίζει την κυκλοφορία του αίματος στο δέρμα και περιορίζει τις απώλειες σε θερμότητα. Όταν όμως η θερμοκρασία ξεπεράσει τους 37°C, αίρεται ο δερματικός αγγειοσυσπαστικός Συμπαθητικός τόνος (που έχει ως αποτέλεσμα τη διεύρυνση των αγγείων), οπότε στο δέρμα κυκλοφορεί περισσότερο αίμα προκειμένου να ψυχθεί και ενεργοποιούνται οι ιδρωτοποιοί αδένες, ώστε να παράγουν ιδρώτα. Ο ιδρώτας που εξέρχεται από τους πόρους του δέρματος απορροφά συνήθως, όταν οι περιβαλλοντικές συνθήκες δεν το απαγορεύουν, ένα πολύ σημαντικό ποσό θερμότητας για την εξάτμισή του, συνεισφέροντας έτσι ουσιαστικά στη μείωση της θερμοκρασίας του οργανισμού.

### *Στις παλάμες και τα πέλματα*

Όσον αφορά την εφίδρωση των πελμάτων των θηλαστικών, όπου, όπως σημειώσαμε, υπάρχουν ιδρωτοποιοί αδένες, έχει πειραματικά προσδιοριστεί πως βελτιώνει τις τριβές και προστατεύει την επιδερμίδα από σκισίματα και γδαρσίματα. Οπωσδήποτε αυτή η εφίδρωση των πελμάτων των ζώων —όπως έχει δειχθεί πειραματικά, αλλά και θα μπορούσε κανείς να υποθέσει— δεν μπορεί να είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος ψύξης, πρώτα και κύρια γιατί η εξάτμιση ιδρώτα από τα πέλματα δεν είναι ευχερής. Άρα είναι λογικό να υποθέσουμε, σε συμφωνία με την πράξη, πως η εφίδρωση των πελμάτων των ζώων λαμβάνει χώρα για τη βελτίωση των τριβών κατά το τρέξιμο ή το άρπαγμά τους από κλαδιά και για την προστασία από εκδορές και όχι για θερμορρύθμιση.

Η ενεργοποίηση των ιδρωτοποιών αδένων των παλαμών-πελμάτων του ανθρώπου μπορεί να προκληθεί από μία τεράστια ποικιλία ερεθισμάτων και σε ένα πλήθος καταστάσεων. Μπορεί να προκληθεί από καινοφανή και αιφνιδιαστικά ερεθίσματα, πόνο, απότομη έκθεση σε ψύχος, συγκινησιακά φορτισμένες λέξεις, ενώ μπορεί να συνοδεύει τον φόβο, το άγχος, την ένταση, τη δυσφορία, την εξερευνητική συμπεριφορά και τη σεξουαλική δραστηριότητα. Επιπρόσθετα οι ιδρωτοποιοί αδένες των παλαμών όλων των φυσιολογικών ανθρώπων ενεργοποιούνται πολλές φορές χωρίς η ενεργοποίηση αυτή να γίνεται αντιληπτή, μια και ο παραγόμενος ιδρώτας επαναπορροφάται στην κερατίνη στιβάδα πριν φτάσει στην επιφάνεια του δέρματος. (Παρότι μη ορατές, αυτές οι πρόσκαιρες ενεργοποιήσεις είναι δυνατό να καταγραφούν με κατάλληλα όργανα ως μεταβολή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του δέρματος.)

Επομένως σχεδόν κάθε είδους φυσική ή διανοητική προσπάθεια μπορεί να προκαλέσει ενεργοποίηση των ιδρωτοποιών αδένων των παλαμών-πελμάτων, ενώ πρόσκαιρη ενεργοποίησή τους μπορεί να εκδηλωθεί απουσία οποιουδήποτε ερε-

θίσματος ή εμφανούς δραστηριότητας. Είναι λοιπόν δικαιολογημένος ο προβληματισμός του Fowles (1986), που αναρωτιέται αν μπορούμε να θεωρήσουμε πως η εφίδρωση των παλαμών-πελμάτων φέρει κάποια ψυχολογική πληροφορία ή είναι απλά μια πολύπλοκη και θορυβώδης εκδήλωση μιας μη εξειδικευμένης δραστηριότητας. Ένας από τους σπουδαιότερους στόχους αυτής της εργασίας είναι η απάντηση σε αυτό το ερώτημα.