

ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΑΘΗΝΩΝ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΑΤΟΜΙΑΣ – ΑΝΑΤΟΜΕΙΟ

Δ/ΝΤΗΣ: ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΠΑΝ. ΣΚΑΝΔΑΛΑΚΗΣ

**«ΑΝΑΤΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΛΛΑΓΕΣ ΤΗΣ
ΑΡΤΗΡΙΑΣ ΤΟΥ ΑΔΑΜΚΙΕWICZ ΚΑΙ ΣΧΕΣΗ ΑΥΤΗΣ
ΜΕ ΤΟ ΟΣΦΥΪΚΟ ΟΓΚΩΜΑ»**

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ:

ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΚΑΡΠΟΥΖΟΣ

ΙΑΤΡΟΣ

ΑΘΗΝΑ 2017

«Η έγκριση Διδακτορικής Διατριβής υπό την Ιατρική Σχολή του Πανεπιστημίου Αθηνών δεν υποδηλοί αποδοχής των γνώμων του συγγραφέως»

Κανονισμός Πανεπιστημίου Αθηνών, άρθρο 202, παρ. 2, Νόμος 5343/1932

ΟΡΚΟΣ ΤΟΥ ΙΠΠΟΚΡΑΤΗ ΣΤΑ ΑΡΧΑΙΑ

Ο ΟΡΚΟΣ ΤΟΥ ΙΠΠΟΚΡΑΤΟΥΣ

 ΜΝΥΜΙ ΑΠΟΛΛΩΝΑ ΙΗΤΡΟΝ, ΚΑΙ ΑΣΚΛΗΠΙΟΝ,
 ΚΑΙ ΥΓΕΙΑΝ, ΚΑΙ ΠΑΝΑΚΕΙΑΝ, ΚΑΙ ΘΕΟΥΣ ΠΑΝ
 ΤΑΣ ΤΕ ΚΑΙ ΠΑΣΑΣ, ΙΣΤΟΡΑΣ ΠΟΙΕΥΜΕΝΟΣ, ΕΠΙ
 ΤΕΛΕΑ ΠΟΙΗΣΕΙΝ ΚΑΤΑ ΔΥΝΑΜΙΝ ΚΑΙ ΚΡΙΣΙΝ ΕΜΗΝ
 ΟΡΚΟΝ ΤΟΝΔΕ ΚΑΙ ΞΥΓΓΡΑΦΗΝ ΤΗΝΔΕ· ΗΓΗΣΑΣΘ
 ΑΙ ΜΕΝ ΤΟΝ ΔΙΔΑΞΑΝΤΑ ΜΕ ΤΗΝ ΤΕΧΝΗΝ ΤΑΥΤΗ
 Ν ΙΣΑ ΓΕΝΕΤΗΣΙΝ ΕΜΟΙΣΙ, ΚΑΙ ΒΙΟΥ ΚΟΙΝΗΣΑΣΘΑΙ, Κ
 ΑΙ ΧΡΕΩΝ ΧΡΗΖΟΝΤΙ ΜΕΤΑΔΟΣΙΝ ΠΟΙΗΣΑΣΘΑΙ, Κ
 ΑΙ ΓΕΝΟΣ ΤΟ ΕΞ ΕΥΤΕΟΥ ΑΔΕΛΦΟΙΣ ΙΣΟΝ ΕΠΙΚΡΙΝ
 ΕΕΙΝ ΑΡΡΕΣΙ, ΚΑΙ ΔΙΔΑΞΕΙΝ ΤΗΝ ΤΕΧΝΗΝ ΤΑΥΤΗΝ,
 ΗΝ ΧΡΗΖΟΥΣΙ ΜΑΘΕΑΝΕΙΝ, ΑΝΕΥ ΜΙΣΘΟΥ ΚΑΙ ΞΥ
 ΓΓΡΑΦΗΣ, ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΗΣ ΤΕ ΚΑΙ ΑΚΡΟΗΣΙΟΣ ΚΑΙ ΤΗΣ
 ΛΟΙΠΗΣ ΑΠΑΣΗΣ ΜΑΘΗΣΙΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΙΝ ΠΟΙΗΣΑΣ
 ΘΑΙ ΥΙΟΙΣΙ ΤΕ ΕΜΟΙΣΙ, ΚΑΙ ΤΟΙΣΙ ΤΟΥ ΕΜΕ ΔΙΔΑΞΑΝ
 ΤΟΣ, ΚΑΙ ΜΑΘΗΤΑΙΣΙ ΣΥΓΓΕΓΡΑΜΜΕΝΟΙΣΙ ΤΕ ΚΑΙ ΛΗ
 ΚΙΣΜΕΝΟΙΣ ΝΟΜΩ, ΙΗΤΡΙΚΩ, ΑΛΛΩ, ΔΕ ΟΥΔΕΜΙ
 ΔΙΔΙΤΗΜΑΣΙ ΤΕ ΧΡΗΣΟΜΑΙ ΕΠ' ΩΦΕΛΕΙΗ, ΚΑΜΝΟ
 ΝΤΩΝ ΚΑΤΑ ΔΥΝΑΜΙΝ ΚΑΙ ΚΡΙΣΙΝ ΕΜΗΝ, ΕΠΙ ΔΗΛΗ
 ΣΕΙ ΔΕ ΚΑΙ ΑΔΙΚΗ, ΕΙΡΨΕΙΝ,  ΟΥ ΔΩΣΩ ΔΕ ΟΥΔΕ
 ΦΑΡΜΑΚΟΝ ΟΥΔΕΝΙ ΑΙΤΗΘΕΙΣ ΘΑΝΑΣΙΜΟΝ, ΟΥΔΕΥ
 ΦΗΓΗΣΟΜΑΙ ΞΥΜΒΟΥΛΙΗΝ ΤΟΙΗΝΔΕ· ΟΜΟΙΩΣ ΔΕ ΟΥ
 ΔΕ ΓΥΝΑΙΚΙ ΠΕΣΣΟΝ ΦΘΟΡΙΟΝ ΔΩΣΩ,  ΑΓΝΩΣ Δ
 Ε ΚΑΙ ΟΣΙΩΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΩ ΒΙΟΝ ΤΟΝ ΕΜΟΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝ
 ΗΝ ΤΗΝ ΕΜΗΝ,  ΟΥ ΤΕΜΕΛ ΔΕ ΟΥΔΕ ΜΗΝ ΛΙΘ
 ΙΩΝΤΑΣ, ΕΚΧΩΡΗΣΩ ΔΕ ΕΡΓΑΤΗΣΙΝ ΑΝΔΡΑΣΙ ΠΡ
 ΗΪΟΣ ΤΗΣΔΕ,  ΕΣ ΟΙΚΙΑΣ ΔΕ ΟΚΟΣΑΣ ΑΝ ΕΣΩ,
 ΕΞΕΛΕΥΣΟΜΑΙ ΕΠ' ΩΦΕΛΕΙΗ, ΚΑΜΝΟΝΤΩΝ, ΕΚΤ
 ΟΣ ΕΩΝ ΠΑΣΗΣ ΑΔΙΚΗΣ ΕΚΟΥΣΙΗΣ ΚΑΙ ΦΘΟΡΙΗΣ, Τ
 ΗΣ ΤΕ ΑΛΛΗΣ ΚΑΙ ΑΦΡΟΔΙΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ ΕΠΙ ΤΕ ΓΥ
 ΝΑΙΚΕΙΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΝΔΡΩΝ, ΕΛΕΥΘΕΡ
 ΩΝ ΤΕ ΚΑΙ ΔΟΥΛΩΝ,  Α Δ' ΑΝ ΕΝ ΘΕΡΑΠΕΙΗ,
 Η ΙΔΩ, Η ΔΚΟΥΣΩ, Η ΚΑΙ ΑΝΕΥ ΘΕΡΑΠΗΤΗΣ ΚΑΤΑ Β
 ΙΟΝ ΑΝΘΡΩΠΩΝ, Δ ΜΗ ΧΡΗ ΠΟΤΕ ΕΚΛΑΛΕΕΣΘΑΙ
 ΕΞΩ, ΣΙΓΗΣΟΜΑΙ, ΑΡΡΗΤΑ ΗΓΕΥΜΕΝΟΣ ΕΙΝΑΙ ΤΑ ΤΟ
 ΙΑΥΤΑ,  ΟΡΚΟΝ ΜΕΝ ΟΥΝ ΜΟΙ ΤΟΝΔΕ ΕΠΙΤΕΛΕ
 Δ ΠΟΙΕΟΝΤΙ, ΚΑΙ ΜΗ ΞΥΓΧΕΟΝΤΙ, ΕΙΗ ΕΠΑΥΡΑΣΘ
 ΑΙ ΚΑΙ ΒΙΟΥ ΚΑΙ ΤΕΧΝΗΣ ΔΟΨΑΖΟΜΕΝΩ, ΠΑΡΑ Π
 ΑΣΙΝ ΑΝΘΡΩΠΟΙΣ ΕΣ ΤΟΝ ΔΙΕΙ ΧΡΟΝΟΝ· ΠΑΡΑΒΑΙ
 ΝΟΝΤΙ ΔΕ ΚΑΙ ΕΠΙΟΡΚΟΥΝΤΙ, ΤΑΝΑΝΤΙΑ ΤΟΥΤΕΩΝ.



ΟΡΚΟΣ ΤΟΥ ΙΠΠΟΚΡΑΤΗ ΣΕ ΜΕΤΑΦΡΑΣΗ

Ορκίζομαι στον θεό Απόλλωνα τον ιατρό και στον θεό Ασκληπιό και στην Υγεία και στην Πανάκεια και επικαλούμαι όλους τους θεούς και τας θεάς, ότι θα εκτελέσω κατά τη δύναμη και την κρίση μου τον όρκο αυτόν και τη συμφωνία αυτή. Να θεωρώ τον διδάσκαλό μου της ιατρικής τέχνης ίσο με τους γονείς μου και κοινωνό του βίου μου. Και όταν χρειάζεται χρήματα να μοιράζομαι μαζί του τα δικά μου. Να θεωρώ την οικογένειά του αδέρφια μου και να τους διδάσκω αυτή την τέχνη αν θέλουν να τη μάθουν, χωρίς δίδακτρα ή άλλη συμφωνία. Να μεταδίδω τους κανόνες ηθικής, την προφορική διδασκαλία και όλες τις άλλες ιατρικές γνώσεις στους γιούς μου, στους γιούς του δασκάλου μου και στους εγγεγραμμένους μαθητές που πήραν τον ιατρικό όρκο, αλλά σε κανέναν άλλο. Θα χρησιμοποιήσω τη θεραπεία για να βοηθήσω τους ασθενείς κατά τη δύναμη και την κρίση μου, αλλά ποτέ για να βλάψω ή αδικήσω. Ούτε θα δίνω θανατηφόρο φάρμακο σε κάποιον που θα μου το ζητήσει, ούτε θα του κάνω μια τέτοια υπόδειξη. Παρομοίως, δεν θα εμπιστευθώ σε έγκυο γυναίκα μέσο που προκαλεί έκτρωση. Θα διατηρώ αγνή και άσπιλη και τη ζωή και την τέχνη μου. Δεν θα χρησιμοποιώ νυστέρι ούτε σε αυτούς που πάσχουν από λιθίαση, αλλά θα παραχωρώ την εργασία αυτή στους ειδικούς της τέχνης. Σε όσα σπίτια πηγαίνω, θα μπαίνω για να βοηθήσω τους ασθενείς και θα απέχω από οποιαδήποτε εσκεμμένη βλάβη και φθορά, και ιδίως από γενετήσιες πράξεις με άνδρες και γυναίκες, ελεύθερους και δούλους. Και όσα τυχόν βλέπω ή ακούω κατά τη διάρκεια της θεραπείας ή και πέρα από τις επαγγελματικές μου ασχολίες στην καθημερινή μου ζωή, αυτά που δεν πρέπει να μαθευτούν παραέξω δεν θα τα κοινοποιώ, θεωρώντας τα θέματα αυτά μυστικά. Αν τηρώ τον όρκο αυτό και δεν το παραβώ, ας χαίρω πάντοτε υπολήψεως ανάμεσα στους ανθρώπους για τη ζωή και για την τέχνη μου. Αν όμως παραβώ και επιορκήσω, ας πάθω τα αντίθετα.

ΑΦΙΕΡΩΣΕΙΣ

*Στους γονείς μου Γεώργιο και Αναστασία για το «ζην»,
στον αδελφό μου Χαράλαμπο για την συμπαράσταση,
στον Δάσκαλο και Καθηγητή μου Γεώργιο Τρουπή για το «εν ζην»*

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θερμές ευχαριστίες στον **Δ/ντη του Εργαστηρίου Ανατομίας – Ανατομείου Καθηγητή κ. Παν. Σκανδαλάκη** για την επιμέλεια και τις παρατηρήσεις της διατριβής μου.

Άπειρη ευγνωμοσύνη οφείλω στον **Ομότιμο Καθηγητή κ. Γεώργιο Τρουπή** για την συμπαράστασή του στην εκπόνηση της διδακτορικής μου διατριβής.

Άπειρες ευχαριστίες στον **Επίκουρο Καθηγητή κ. Κωνσταντίνο Λουκά** για την επίβλεψη του στην διδακτορική διατριβή μου.

Ευχαριστώ θερμά τον **Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Θεόδωρο Τρουπή** για τις παρατηρήσεις του στην εκπόνηση της διδακτορικής μου διατριβής.

Ευχαριστώ εγκάρδια τον **Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Ευάγγελο Κοτσιομήτη** γιατί χωρίς την πολύτιμη βοήθειά του δεν θα έφθανε στο τέλος η διδακτορική μου διατριβή.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Βιογραφικό σημείωμα	9
Πρόλογος	12

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Ιστορικά στοιχεία για το συμπαθητικό σύστημα	15
Εμβρυολογία νευρικού συστήματος	22
Ιστολογία νευρικού συστήματος	28
Ανατομία νευρικού συστήματος	32
Η αρτηρία του Adamkiewicz και παραλλαγές αυτής	50
Γενικά περί αγγείων	78
Εμβρυολογία των αγγείων	80
Ιστολογία των αγγείων – κυκλοφορικού συστήματος	92
Αιμάτωση του νωτιαίου μυελού (NM)	101

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Σκοπός της έρευνας	106
Υλικό της έρευνας	106
Μέθοδος της έρευνας	106
Σύντομη περιγραφή της ανάλυσης ποιοτικών δεδομένων	109
Παρατηρήσεις – Συμπεράσματα	115
Συζήτηση	118
Περίληψη	120

Summary	121
Βιβλιογραφία	122
Φωτογραφικό υλικό της μελέτης	145

ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ

ΠΡΟΣΩΠΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ



Καρπούζος Αθανάσιος

Ιωαννίνων 26,13123 Τλιον (Ελλάδα)

thanoskarpouzodr@hotmail.com

Ημερομηνία γέννησης 22/12/1987

Εθνικότητα Ελληνική

Οικογενειακή Κατάσταση Άγαμος

ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ

- | | |
|------------|--|
| 2015- 2017 | ΓΝΑ «Λαϊκό» Ειδικευόμενος Γενικής Χειρουργικής στην Α' Πανεπιστημιακή Χειρουργική Κλινική του ΓΝΑ «Λαϊκό» για το γενικό μέρος της Μαιευτικής & Γυναικολογίας |
| 2014- | Ιατρός σε αγώνες καλαθοσφαίρισης και υδατοσφαίρισης |
| 2014-2015 | Άμισθος βοηθός στη διδασκαλία του μαθήματος «Περιγραφική Ανατομική Ι» (εργαστήριο πτώματος) στο Εργαστήριο Περιγραφικής Ανατομικής-Ανατομείο του ΕΚΠΑ |

ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ-ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ

- 2014-2017 Υποψήφιος Διδάκτορας της Ιατρικής Σχολής ΕΚΠΑ στον Τομέα Βασικών Επιστημών (Μορφολειτουργικός)
- 2017- Μεταπτυχιακός Φοιτητής στο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Χειρουργική Ανατομική» της Ιατρικής Σχολής ΕΚΠΑ
- 2005-2014 Πτυχίο Τμήματος Ιατρικής - Σχολής Επιστημών Υγείας Πανεπιστημίου Πατρών
- 2002-2005 Απόφοιτος 5ου Ενιαίου Λυκείου Ιλίου

ΣΥΝΕΔΡΙΑ-ΗΜΕΡΙΔΕΣ

- 10ο Πανελλήνιο Συνέδριο Χειρουργικής της Παχυσαρκίας (23-24/6/2017)
- 3η Ημερίδα Ρευματικά Αυτοάνοσα Νοσήματα και Κύηση (15/3/2017)
- 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρείας Ήπατος Παγκρέατος Χοληφόρων (3-5/3/2017)
- 30ο Πανελλήνιο Συνέδριο Χειρουργικής και Διεθνές Χειρουργικό Φόρουμ (9-12/11/2016)
- 13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Χειρουργικής Ογκολογίας (17-20/12/2015)
- 13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Μαιευτικής και Γυναικολογίας (28-31/5/2015)
- 2ο Πανελλήνιο Λεμφολογικό Συνέδριο (9-10/5/2014)

13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Χειρουργικής Ενδοκρινών Αδένων
(29/11-1/12/2013)

16ο ΕΣΦΙΕ & 4ο Διεθνές Φόρουμ, 14η Ολυμπιάδα Ιατρικής
Γνώσης (16-18/4/2010)

6ο Συνέδριο Ογκολογίας Πεπτικού (13-15/12/2008)

ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

ΞΕΝΕΣ ΓΛΩΣΣΕΣ

Αγγλικά: Cambridge First
Certificate in English

ΕΡΓΑΣΙΕΣ

Karpouzos A, Diamantis E, Farmaki
P, Savvanis S, Troupis T.
Nutritional aspects of bone health
and fracture healing. Journal of
Osteoporosis (under review)

ΓΝΩΣΗ Η/Υ

Άριστη γνώση Windows, MS Office
και διαδικτύου

ΣΤΡΑΤΙΩΤΙΚΕΣ ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΙΣ Αναβολή στράτευσης
λόγω εκπόνησης Διδακτορικής Διατριβής

ΛΟΙΠΑ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΑ Αθλητισμός, Μουσική,
Λογοτεχνία

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η ιατρική επιστήμη διαρκώς ερευνά και εξελίσσεται. Πολλές γνώσεις έχουν τεκμηριωθεί και άλλες μελετώνται διαρκώς γιατί αλλάζουν τα δεδομένα. Στην παρούσα διδακτορική διατριβή η γνώση των ιατρών κυρίως Ανατόμων και νευροχειρουργών, αλλά και συναφών ειδικοτήτων όπως πχ Ορθοπεδικών σχετικά με την αρτηρία του Adamkiewicz έχει τεκμηριωθεί και συνεπώς είναι δύσκολο να διασαλευθεί η υπάρχουσα γνώση. Όμως, επειδή σύμφωνα με τον αρχαίο φιλόσοφο Ηράκλειτο «τα πάντα ρει» διαπιστώσαμε στην έρευνά μας πολύτιμες πρόσθετες παρατηρήσεις που αποτελούν σπουδαία βοήθεια στους ειδικούς ιατρούς που ασχολούνται καθημερινά με την συγκεκριμένη αρτηρία.

Οι παρατηρήσεις αυτές θα αξιοποιηθούν από τους ειδικούς και θα ανατρέψουν ενδεχομένως συμβάματα κατά την χειρουργική του νωτιαίου μυελού όπως παραλύσεις κτλ. Όλες οι παρατηρήσεις θα δημοσιευθούν σε έγκριτο περιοδικό του εξωτερικού για ενημέρωση της Ιατρικής Κοινότητας.

Η παρούσα ερευνητική προσπάθεια περιέχει ένα γενικό μέρος που περιγράφονται βασικές γνώσεις που αφορούν τα αγγεία, αλλά κυρίως την Ανατομία της αρτηρίας του Adamakiewicz με τις παραλλαγές της, αλλά και ένα ειδικό μέρος που καταγράφονται το υλικό, τα ευρήματα της έρευνας ενώ προσαρτώνται και ειδικοί πίνακες. Επίσης τα αποτελέσματα της έρευνας ταυτοποιούνται με ειδική στατιστική μέθοδο ανάλυσης και στην συνέχεια καταγράφονται όλες οι παρατηρήσεις και τα συμπεράσματα της μελέτης.

Τέλος γίνεται συζήτηση βάση των ερευνητών της πλούσιας σχετικής βιβλιογραφίας και ως επίλογο αναφέρει ο

συγγραφέας ότι η έρευνα δεν σταματά ποτέ και θα συνεχίζεται
διαρκώς για να υπάρχει συνέχεια στις γενεές των ιατρών.

Με τιμή,

-Ο-

Υποψήφιος Διδάκτορας

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΜΠΑΘΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Οι αναφορές δείχνουν ότι ο πρώτος ερευνητής του συμπαθητικού συστήματος ήταν ο Μαρίνος από την Αλεξάνδρεια, που γύρω στα 130μ.Χ., περιέγραψε ότι τα κρανιακά νεύρα αποτελούνται από 7 ζεύγη και πιθανόν ανέφερε και τις συμπαθητικές αλυσίδες, αλλά δυστυχώς ολόκληρο το έργο του έχει χαθεί και γνωρίζουμε για αυτό μόνο μέσω του Γαληνού.

Οι δομές που σήμερα είναι γνωστές ως περιφερικό φυτικό νευρικό σύστημα, ήταν μορφολογικά γνωστές στον Γαληνό (129-210 μ.Χ.), τον μεγαλύτερο ανατόμο και φυσιολόγο της αρχαιότητας. Λέγεται ότι απέκτησε τις γνώσεις του ανατέμνοντας κυρίως χοίρους. Το επονομαζόμενο από αυτόν έκτο κρανιακό νεύρο αντιστοιχεί σε αυτά που σήμερα ονομάζουμε ένατο (γλωσσοφαρυγγικό), δέκατο (πνευμονογαστρικό), ενδέκατο (παραπληρωματικό) και τη συμπαθητική αλυσίδα. Περιέγραψε το ανώτερο τραχηλικό γάγγλιο, το μηνοειδές γάγγλιο και τους αναστομωτικούς κλάδους. Αυτές οι ανατομικές γνώσεις βρίσκονται ακόμα και το 1778 στο πολύ σημαντικό "Traite des nerf of Tissot". Ο Γαληνός περιέγραψε ξεκάθαρα 9 από τα 12 ζεύγη κρανιακών νεύρων και ακολούθησε τα πνευμονογαστρικά νεύρα στο θώρακα και την κοιλία, περιγράφοντας την διανομή τους στα σπλάγχνα. Οι περιγραφές του για τις συμπαθητικές αλυσίδες περιλάμβαναν πολλούς από τους κλάδους τους, αλλά πίστευε ότι προέρχονται από κρανιακά νεύρα. Στο De Usu Partium, ο Γαληνός περιγράφει το 6^ο ζεύγος πιο εκτενώς. Ο στόμαχος και τα σπλάγχνα χρειάζονται αισθητικά νεύρα, τα οποία πρέπει να προέρχονται από τη μαλακή ουσία του εγκεφάλου, ενώ ο νωτιαίος μυελός όντας σκληρός, δίνει μόνο κινητικά νεύρα. Επειδή το 6^ο ζεύγος είναι ασυνήθιστα μακρύ και μαλακό,

χρειάζεται την ενισχυτική πάχυνση των γαγγλίων και την υποστήριξη άλλων νεύρων σε πλέγματα. Θα πρέπει να θεωρείται σαν συλλογή πολλών νεύρων, με διαφορετικές προελεύσεις στον εγκέφαλο όσες και τα σπλάγχνα που νευρώνει, καθηλωμένα σε μία κοινή μεμβράνη για προστασία και υποστήριξη. Φαίνεται απρόθυμος να συζητήσει σε ποιο σημείο των εκφύσεων των πλευρών αφήνει το νεύρο την κύρια αλυσίδα, ίσως γιατί η ανατομή σε ανθρώπινο πτώμα ήταν εκ των πραγμάτων δύσκολη (απαγορευόταν), άλλα πιο πιθανό γιατί τα ζώα που ανέτεινε είχαν κοινές πνευμονογαστρικό-συμπαθητικές αλυσίδες διαφόρων μηκών. Η περιγραφή της συμπαθητικής αλυσίδας στο *De Anatomicis Administrationibus* είναι καλύτερη, ίσως επειδή γράφτηκε αργότερα, όταν η ανατομική εμπειρία του Γαληνού ήταν μεγαλύτερη.

Επίσης ανέπτυξε τη θεωρία της 'αρμονίας' ή 'συμπάθειας' ανάμεσα στα διάφορα μέρη του σώματος. Πίστευε ότι τα περιφερικά νεύρα είναι "κούφιας" δομές διαμέσου των οποίων το πνεύμα των ζώων διανέμεται και ότι οι συνδέσεις μεταξύ των περιφερικών νεύρων επιτρέπουν στο πνεύμα να ρέει από ένα μέρος του σώματος σε ένα άλλο και να δημιουργείται η 'συμπάθεια' μεταξύ των τμημάτων.

Δυστυχώς, οι ιδέες του Γαληνού πάνω στη φυσιολογία κηλιδώθηκαν από τον τελεολογικό του ζήλο. Νιώθει ότι τα νεύρα αυτά είναι "μαλακά" επειδή προέρχονται από τον εγκέφαλο. Το ότι είναι "μαλακά" σημαίνει ότι είναι αμιγώς αισθητικά. Με κάποιο τρόπο "αποδεικνύει" ότι είναι γι αυτό το σκοπό. Αν κατά λάθος ένα από τα νεύρα δείξει κινητικές λειτουργίες, κατά τη γνώμη του Γαληνού έχει στεγνώσει και έχει γίνει "σκληρό", και κατά συνέπεια κινητικό. Τα νεύρα αυτά είναι κούφια και μέσω αυτών η επονομαζόμενη ψυχή του ζώου πηγαίνει από το ένα όργανο στο άλλο, προκαλώντας το φαινόμενο της "συμπάθειας". Σε αυτήν την περίπτωση, εννοείται ως η συνεργασία και ο συντονισμός των οργάνων,

όπως ο ερεθισμός του στομάχου προκαλεί συγκοπή ή σπασμούς, μεταδιδόμενους μέσω του εγκεφάλου και των νεύρων στην καρδιά. Ο Γαληνός όμως γνώριζε επίσης και ένα είδος χημικής συμπάθειας μέσω των αιμοφόρων αγγείων, όπως για παράδειγμα, στις σχέσεις της μήτρας της εγκύου γυναίκας με τους μαζικούς αδένες.

Οι Ανατόμοι της Αναγέννησης

Όπως είναι γνωστό, η ιατρική επιστήμη παρέμεινε σχεδόν στάσιμη από το Γαληνό ως την Αναγέννηση. Ακόμα και ο Vesalius, που σε πολλά σημεία βελτίωσε τις ανατομικές απόψεις του Γαληνού, δεν άλλαξε καθόλου την άποψη για τις δομές που ήταν γνωστές ως "έκτο νεύρο". Μόνο ο σύγχρονος του, αλλά νεότερος σε ηλικία, ο μεγάλος Ευστάχιος (1524-1574 μ.Χ.), θεώρησε, το 1563, το πνευμονογαστρικό και το συμπαθητικό ως δύο διαφορετικά νεύρα. Περιέγραψε το συμπαθητικό ως συνέχεια του απαγωγού, του δικού μας έκτου κρανιακού νεύρου. Η απεικόνιση από τον Vesalius του βουζεύγους των κρανιακών νεύρων, όπως τη βλέπουμε στο "De Humani Corporis Fabrica" (Περί κατασκευής του ανθρώπινου σώματος), σύγγραμμα που ο Singer το 1943 χαρακτήρισε ως το πρώτο μεγάλο έργο της σύγχρονης επιστήμης, δείχνει τη συμπαθητική αλυσίδα να εκφύεται σαν κλάδος του πνευμονογαστρικού σε μία θέση αντίστοιχη με την κορυφή του θώρακα. Το κείμενο είναι το λεκτικό αντίστοιχο της απεικόνισης. Παρόλο που από όλο το έργο του Vesalius τα κρανιακά νεύρα είναι τα πιο ευαίσθητα στην κριτική, το λάθος αυτό παρέμεινε για μισό αιώνα.

Αυτά που ο Γαληνός είχε πει για την ανατομία του νευρικού συστήματος, ήταν φυσικά εξαιρετικά ενδιαφέροντα για τον Vesalius. Γνωρίζουμε ότι ο Vesalius (1514-1564) ήταν καλά εξοικειωμένος με, τουλάχιστον, 3 από τις ανατομικές εργασίες του Γαληνού, *De Usu Partium*, *De Dissectione*

Nervorum και *De anatomicis Administrationibus*. Προφανώς η πιο χρήσιμη από αυτές ήταν το *De Dissectione Nervorum*, για το οποίο του ζητήθηκε να συνεισφέρει στο αναθεωρημένο κείμενο της έκδοσης του συνόλου του έργου του Γαληνού από τον εκδοτικό οίκο Giunta στη Βενετία το 1541. Η γνώση του γι αυτό το έργο δεν βελτίωσε καθόλου την άποψή του για περιεχόμενό του, και στο δικό του έργο *Fabrica* ενημερώνει τους αναγνώστες πως πολύ λίγα αποσπάσματα έχουν αξία, αν και οι πολυάριθμες αναφορές του στον Γαληνό που παρατηρούνται σε αυτό το έργο δείχνουν ότι αισθανόταν σεβασμό για τον προκάτοχό του που έζησε 12 ολόκληρους αιώνες νωρίτερα.

Η μετάφραση που κλήθηκε να αναθεωρήσει ήταν του Antonio Fortolo από μία ημιτελή έκδοση του έργου. Οι διορθώσεις του Vesalius είναι κυρίως επιφανειακές: περιστασιακές αναδιατυπώσεις προς όφελος του νοήματος και χρήση πιο μοντέρνας ορολογίας. Σε δύο περιπτώσεις τροποποιεί το περιεχόμενο του έργου, προσθέτοντας *statim post exortum* στην περιγραφή της σύνδεσης τον τέταρτου στο τρίτο κρανιακό νεύρο, και ότι το έκτο ζεύγος ποτέ (αντί για *όχι πάντα*) δε δίνει κλάδους σε μύες εκτεινόμενο από τον λαιμό σε άλλα μέρη. Με εξαίρεση τις αλλαγές αυτές, το αναθεωρημένο κείμενο του Vesalius είναι το ίδιο με εκείνο του Fortolo.

Ανάμεσα στις επιθέσεις σε άλλους ανατόμους και τις αναφορές σε μεγαλύτερα έργα του, ο Γαληνός δίνει μια ασαφή και ανεπαρκή περιγραφή της συμπαθητικής αλυσίδας, εκτός και αν η εικόνα αυτή προκαλείται από το "φθαρμένο και ελλιπές" διαθέσιμο ελληνικό κείμενο, για το οποίο διαμαρτυρήθηκε ο Gadaldinius.

Γι αυτούς τους λόγους, ο Vesalius δεν ασχολήθηκε ιδιαίτερα με το *De Dissectione Nervorum*, αλλά χωρίς αμφιβολία ακολούθησε την οδηγία του Γαληνού να μελετήσει το μεγαλύτερο *De Anatomicis Administrationibus*. Το *De Anatomicis Administrationibus* ήταν το δεύτερο από τα τρία

κείμενα που ετοίμασε ο Vesalius για την έκδοση *Giunta*. Στο 14^ο βιβλίο αυτού του έργου, ο Γαληνός περιγράφει με μεγάλη ακρίβεια την αυτόνομη προέλευση και την τραχηλική πορεία της συμπαθητικής αλυσίδας. Δυστυχώς, μέχρι το 19^ο αιώνα, στη Δύση ήταν διαθέσιμα μόνο τα πρώτα 8 βιβλία και ένα τμήμα του ένατου βιβλίου αυτού του έργου, κι έτσι η έρευνα του Vesalius θα έμενε στο κενό.

Είναι βέβαιο ότι το *De Usu Patium* ήταν ιδιαίτερα χρήσιμο στον Vesalius. Ο Singer παρατηρεί ότι η ανατομία τον εγκεφάλου του Vesalius στηρίζεται σε αυτό, και μάλιστα στο 4^ο βιβλίο στο 9^ο κεφάλαιο του *Fabrica*, που ασχολείται με το 6^ο νεύρο, ο Vesalius αναφέρεται στο 7^ο βιβλίο του *De Usu Patium*, όπου ο Γαληνός ασχολείται με το παλίνδρομο λαρυγγικό νεύρο σαν κλάδο του 6ου ζεύγους. Πάντως ο Vesalius προτείνει σχετικά απρόθυμα το έργο του Γαληνού στους αναγνώστες του. Είναι πιθανό πως η έκδοση του *De Usu Patium* που χρησιμοποίησε ο Vesalius, ήταν εκείνη που εκδόθηκε το 1528 στο Παρίσι από τον Simon de Colines, σε μετάφραση του Nicholas of Reggio's από τα ελληνικά. Η σχετικά καθυστερημένη άφιξη του Γαληνισμού στο Παρίσι αύξησε την επίδρασή του, η οποία συνέπεσε με τις σπουδές τον Vesalius εκεί, από το 1533 έως το 1536.

Στο 7^ο βιβλίο αυτής της έκδοσης, στο οποίο μας παραπέμπει ο Vesalius, ο Γαληνός περιγράφει τη νεύρωση των μυών του λαιμού από το 6^ο ζεύγος νεύρων και παρατηρεί ότι επειδή αυτή η σύζευξη είναι τόσο μεγάλη, παρόλο που χάνει πολλούς κλάδους σε αυτούς τους μύες κατά την κάθοδο δια του λαιμού, εν τούτοις παραμένει αρκετή για να φτάσει στο θώρακα, όπου πραγματοποιείται η πρώτη διαίρεση σε δύο από τα νεύρα, που εκτείνονται στον ίδιο τον θώρακα και τις εκφύσεις των πλευρών. Αυτό είναι πάνω-κάτω το ισοδύναμο της απεικόνισης του Vesalius στη σελίδα 319 του έργου του *Fabrica*.

Στις πρώιμες εκπαιδευτικές ανατομές του, ο Vesalius γλίστωνε τον εαυτό του από το πρόβλημα της περιγραφής του 3ου ζεύγους των κρανιακών νεύρων, παραπέμποντας τους φοιτητές στο έργο *Institutiones Anatomicae* του παλιού του δασκάλου Guinter. Το έργο αυτό είναι μία περίληψη της ανατομίας του Γαληνού και αναφέρεται στο 6^ο ζεύγος εν συντομία. Ήπι δε μπορούσε να φανεί χρήσιμο στον Vesalius.

Αυτό φαίνεται να είναι το σύνολο των πηγών της νευροανατομίας του Vesalius. Το έργο του "*Παράφραση στο ένατο βιβλίο του Ραζή*" (Rhazes) (850-932 μ.Χ.) αφορά κυρίως φαρμακευτικές αγωγές, παρά το γεγονός ότι ο Ραζής είχε ασχοληθεί ιδιαίτερα με το νευρικό σύστημα. Ο Ραζής περιέγραψε και αριθμήσε 7 κρανιακά και 31 νωτιαία νεύρα βασιζόμενος στις περιγραφές τον Γαληνού. Γενικά μπορούμε να υποθέσουμε ότι ο Vesalius ήταν απρόθυμος να δανειστεί από διάφορους προγενέστερους ανατόμους του μεσαίωνα.

Σημαντικό στοιχείο τον έργου του Vesalius είναι οι απεικονίσεις των περιγραφών του. Η απεικόνιση του 6ου ζεύγους των κρανιακών νεύρων από τον Vesalius μοιάζει να είναι η γραφική αναπαράσταση των όσων είπε ο Γαληνός ή μία απλοποιημένη παράσταση ανατομής ζώων. Αυτή η απεικόνιση στη *Fabrica* προέρχεται από μία ζωγραφιά που ο Vesalius είχε φτιάξει σαν διδακτικό βοήθημα κατά τις πρώιμες ανατομές του. Υπήρχαν 6 ή 7 τέτοια πρώιμα σκίτσα σαν αποτέλεσμα σχεδίων και δείχνουν 'σημαντικές αναπαραστάσεις ανατομής πιθήκου'. Ο Vesalius δημοσίευσε αυτές τις 'απεικονίσεις' το 1537 ή 1538 για να προλάβει (εμποδίσει) τη λογοκλοπή (πλαγιαρισμός), που τότε ήταν συνηθισμένη. Αυτοί οι πίνακες με το όνομα *Tabulae Anatamicae* ή *Tabulae Sex* δεν περιέχουν απεικονίσεις νεύρων και υπήρχε ανάμεσά τους και ένα αυθεντικό διδακτικό σκίτσο, όπως αναφέρει ο ίδιος στην εισαγωγή. Πέραν τούτου ένα αντίγραφο αυτού του σχεδίου κλάπηκε και δημοσιεύτηκε το 1539. Σε αυτή τη λογοκλοπή η νευρική πλάκα μοιάζει με αυτή

της *Fabrica*, όπου η συμπαθητική αλυσίδα εκφύεται σαν κλάδος του πνευμονογαστρικού λίγο πιο κάτω από την έκφυσή του, αλλά δεν υπάρχουν προτάσεις για συνδέσεις μεταξύ της συμπαθητικής αλυσίδας και των νωτιαίων νεύρων.

Το διασωθέν σχέδιο ενός μαθητή του, που δείχνει το 3^ο ζεύγος νεύρων από ένα διδακτικό διάγραμμα του 1537, εμφανίζει ομοιότητες με τη δημοσιευμένη λογοκλοπή και με την τελική του απεικόνιση στη *Fabrica*. Ήτοι είναι λογικό να θεωρήσουμε ότι οι ιδέες του Vesalius για την προέλευση της συμπαθητικής αλυσίδας ήταν θεμελιωμένες το 1537. Το κείμενο του Vesalius αποκαλύπτει λίγα περισσότερα από το διάγραμμα που το συνοδεύει. Παρατηρεί πάντως ότι το 6^ο ζεύγος αναδύεται διαμέσου του τμήματος από το οποίο εισέρχονται ο μικρότερος κλάδος της έσω καρωτίδας καθώς και ο μεγάλος κλάδος της έσω σφαγιτίδας φλέβας. Παρόλα αυτά, δεν έκανε διάκριση ανάμεσα στο σφαγιτιδικό τρήμα, από το οποίο αναδύεται το πνευμονογαστρικό, και στο καρωτιδικό κανάλι, στο οποίο εξαφανίζεται το ανώτερο άκρο της συμπαθητικής αλυσίδας.

ΕΜΒΡΥΟΛΟΓΙΑ ΝΕΥΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

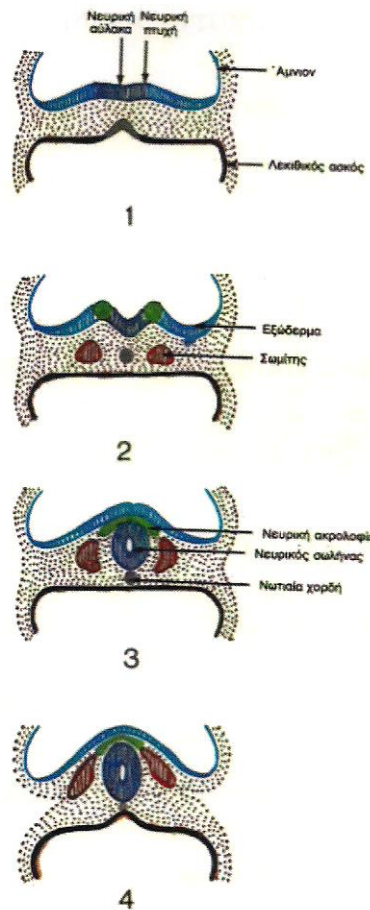
Την 3^η εβδομάδα της ανάπτυξης με απαγωγή από την απόφυση της νωτιαίας χορδής και το μεσόδερμα, το εξώδερμα μεταξύ του αρχικού κόμβου και της στοματοφαρυγγικής μεμβράνης παχύνεται και σχηματίζει την νευρική πλάκα. Πρόκειται για την καταβολή του νευρικού συστήματος που εμφανίζεται φαρδύτερη στην κεφαλική περιοχή του εμβρυϊκού δίσκου και αναπτύσσει κεντρικά την νευρική αύλακα ενώ τα περιφερικά χείλη της επαίρονται και σχηματίζουν τις νευρικές πτυχές. Στην ακόλουθη φάση οι νευρικές πτυχές πλησιάζουν και ενώνονται στη μέση γραμμή οπότε η νευρική αύλακα μετατρέπεται σε σωλήνα, το νευρικό σωλήνα.

Τα κύτταρα στα πλάγια χείλη της νευρικής πλάκας δεν ενσωματώνονται στο νευρικό σωλήνα, αλλά σχηματίζουν μία λωρίδα μεταξύ αυτού και του επιφανειακού εξωδέρματος που ονομάζεται νευρική ακρολοφία. Στο ανθρώπινο έμβρυο, τα περισσότερα τμήματα της νευρικής ακρολοφίας, αρχίζουν να εμφανίζονται περίπου την 22^η μέρα. Τα κύτταρα κατόπιν μεταναστεύουν κοιλιακά και πλάγια από το νευρικό σωλήνα για να διαφοροποιηθούν τελικά σε κύτταρα των:

1. Νωτιαίων γαγγλίων
2. Αισθητικών γαγγλίων
3. Αυτόνομων γαγγλίων του συμπαθητικού και παρασυμπαθητικού
4. Μυελού των επινεφριδίων
5. Κύτταρα του Schwann
6. Μελανοκύτταρα
7. Μηνίγγων (χοριοειδής, αραχνοειδής, σκληρής)
8. Παραγώγων των φαρυγγικών τόξων (όταν σχηματίζεται ο νευρικός σωλήνας, το εξώδερμα που βρίσκεται έξω από

τις νευρικές πτυχές έλκεται από τη μέση γραμμή, ενώνεται και τον καλύπτει ραχιαία).

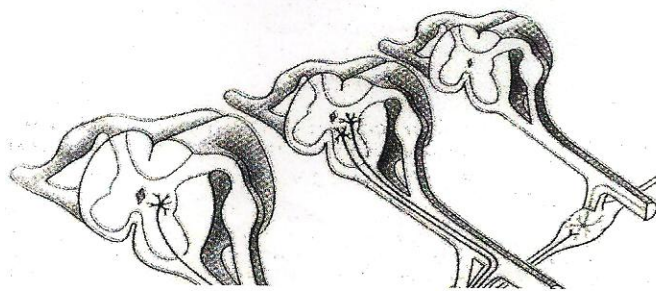
Η ένωση των νευρικών πτυχών αρχίζει στην περιοχή που θα αναπτυχθεί μελλοντικά η αυχενική μοίρα του νωτιαίου μυελού και στη συνέχεια επεκτείνεται κεφαλικά και ουραία, έτσι ώστε προσωρινά τα άκρα του νευρικού σωλήνα να παραμένουν ανοιχτά σε επικοινωνία με την αμνιακή κοιλότητα διαμέσου του πρόσθιου και οπίσθιου νευροπόρου. Ο πρόσθιος νευροπόρος κλείνει πρώτος (24^η μέρα) ενώ ο οπίσθιος 2 μέρες αργότερα (26^η μέρα). Το κεφαλικό άκρο του νευρικού σωλήνα διευρύνεται και σχηματίζει τρία πρωτογενή εγκεφαλικά κυστίδια, τον προσεγκέφαλο (το πρόσθιο), το μεσεγκέφαλο (το μέσο) και το ρομβεγκέφαλο (το οπίσθιο). Εξωτερικά τα κυστίδια χωρίζονται με σαφείς αύλακες, ενώ τις κοιλότητές τους διαιρούν εσωτερικές πτυχές. Το υπόλοιπο τμήμα του νευρικού σωλήνα επιμηκύνεται αλλά παραμένει μικρότερης διαμέτρου. Από αυτό θα σχηματισθεί ο νωτιαίος μυελός.



Εικόνα 1: Σχηματισμός νευρικού συστήματος στο ανθρώπινο έμβρυο

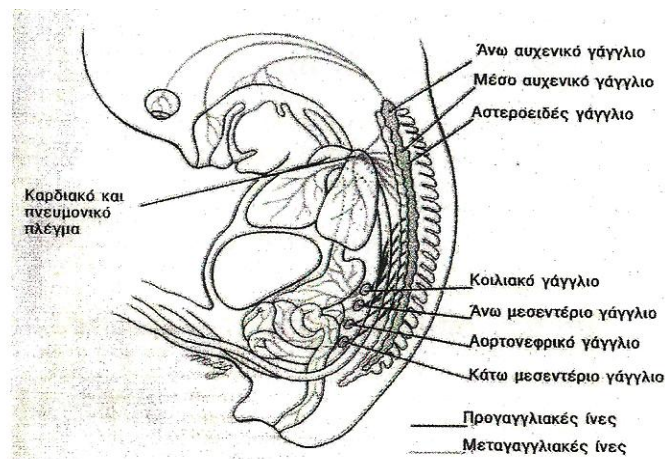
Συμπαθητικό νευρικό σύστημα

Κατά την διάρκεια της 5^η εβδομάδας της ανάπτυξης, κύτταρα από τη θωρακική μοίρα τη νευρικής ακρολοφίας μεταναστεύουν στην περιοχή πίσω από την αορτή για να σχηματίσουν εκατέρωθεν τη σπονδυλικής στήλης μία αλυσίδα συμπαθητικών γαγγλίων που συνδέονται μεταξύ τους με επιμήκεις νευρικές ίνες. Άλλα κύτταρα της νευρικής ακρολοφίας θα σχηματίσουν τα παραορτικά γάγγλια και τα γάγγλια που κατανέμονται τα συμπαθητικά πλέγματα οργάνων όπως οι πνεύμονες, η καρδιά και ο πεπτικός σωλήνας. Μετά τον σχηματισμό των συμπαθητικών γαγγλίων, εμμύελες νευρικές ίνες από το διαμεσοπλάγιο πυρήνα που πορεύονται στις πρόσθιες ρίζες, αποχωρίζονται αφού σχηματισθεί το νωτιαίο νεύρο και με τον λευκό αναστομωτικό κλάδο καταλήγουν στα γάγγλια. Αυτές οι νευρικές ίνες λέγονται προγαγγλιακές. Τα μέρη τους θα δημιουργήσει συνάψεις στα παρασπονδυλικά γάγγλια. Οι νευρικές αυτές ίνες μπορεί να συνάπτονται με γάγγλια της συμπαθητικής αλυσίδας που βρίσκονται σε σημείο ανώτερο ή κατώτερο από το επίπεδο εξόδου τους από τον νωτιαίο μυελό, όπως και με τα υπόλοιπα συμπαθητικά γάγγλια.



Εικόνα 2: Προγαγγλιακές ίνες που εκφύονται από διαμεσοπλάγιες στήλες και μπορούν να συναφθούν με νευρώνα γαγγλίου της συμπαθητικής αλυσίδας.

Οι άξονες των κυττάρων των συμπαθητικών γαγγλίων ονομάζονται μεταγαγγλιακές ίνες και είναι χωρίς έλυτρο μυελίνης. Ορισμένες καταλήγουν στην καρδιά, στους πνεύμονες και στον πεπτικό σωλήνα. Κάποιες άλλες περνούν από τη συμπαθητική αλυσίδα στα νωτιαία νεύρα και τον φαιό αναστομωτικό κλάδο. Οι ίνες θα καταλήξουν στα περιφερικά αγγεία, στις τρίχες και στους ιδρωτοποιούς αδένες. Μερικές μεταγαγγλιακές ίνες του συμπαθητικού συστήματος δεν ακολουθούν νωτιαία νεύρα. Οι μεταγαγγλιακές ίνες που εκφύονται από αυχενικά και θωρακικά γάγγλια της συμπαθητικής αλυσίδας ακολουθούν αιμοφόρα αγγεία για να καταλήξουν σε διάφορα ανατομικά στοιχεία της κεφαλής και του φάρυγγα. Τα σπλαχνικά νεύρα είναι προγαγγλιακές ίνες που παρακάμπτον τα γάγγλια της συμπαθητικής αλυσίδας στα επίπεδα Θ5-Ο3 για να νευρώσουν νευρώνες του κοιλιακού, του άνω μεσεντερίου, του αορτονεφρικού και του κάτω μεσεντερίου γαγγλίου. Μεταγαγγλιακές ίνες εκφυόμενες από τα εν λόγω γάγγλια οδεύουν κατά μήκος των αιμοφόρων αγγείων για να νευρώσουν τα σπλαχνικά όργανα – στόχους τους.



Εικόνα 3: Μεταγαγγλιακές ίνες του συμπαθητικού συστήματος

Πιστεύεται ότι η μετανάστευση των κυττάρων της νευρικής ακρολοφίας από το μέσο εγκέφαλο και το ρυγχαίο μέρος του ρομβοειδούς εγκεφάλου είναι θεμελιώδης για την κανονική νευριδίωση. Αν η μετανάστευση των κυττάρων της νευρικής ακρολοφίας ανασταλεί, ο σχηματισμός του νευρικού σωλήνα στις περιοχές αυτές βραδύνει ή αναστέλλεται. Στον νωτιαίο μυελό, η μετανάστευση των κυττάρων της νευρικής ακρολοφίας έχει στενή σχέση με την ανάπτυξη των σωματιών και τελείται μόνο μέσω του ρυγχαίου ημιμορίου κάθε σκληροτομίου, με αποτέλεσμα την κατάτμηση της προηγουμένως συνεχούς κυτταρικής στήλης της νευρικής ακρολοφίας.

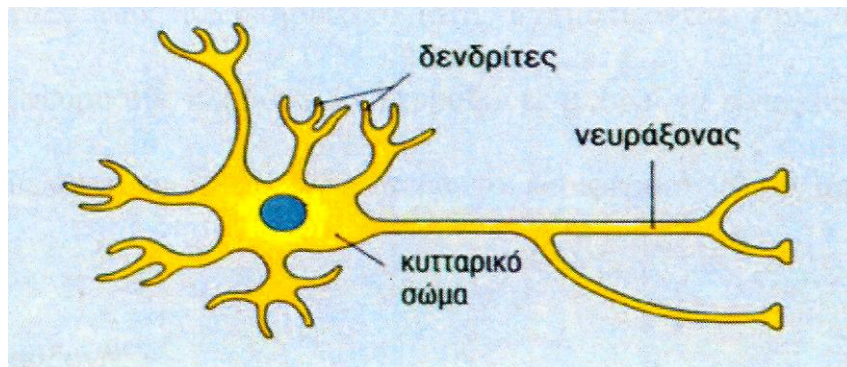
Παρασυμπαθητικό νευρικό σύστημα

Οι προγαγγλιακές του ίνες ξεκινούν από την κεφαλική και ουραία μοίρα του παρασυμπαθητικού πυρήνα αυτές προέρχονται από την κεφαλική μοίρα πορεύονται μέσω της ΙΙΙ, VI, IX και X εγκεφαλικής συζυγίας και καταλήγουν σε περιφερικά παρασυμπαθητικά γάγγλια. Τα γάγγλια αυτά βρίσκονται κοντά ή μέσα σε όργανα όπως οι σιελογόνοι αδένες, ο πεπτικός σωλήνας, η κόρη του ματιού και η καρδιά. Αυτές που προέρχονται από την ουραία μοίρα (ιερή μοίρα νωτιαίου μυελού) καταλήγουν σε γάγγλια που βρίσκονται κοντά ή μέσα σε όργανα όπως η ουροδόχος κύστη. Από όλα αυτά τα παρασυμπαθητικά γάγγλια θα ξεκινήσουν οι μεταγαγγλιακές παρασυμπαθητικές ίνες που θα καταλήξουν στα αναφερθέντα όργανα.

ΙΣΤΟΛΟΓΙΑ ΝΕΥΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Ο νευρικός ιστός αποτελείται από 2 κύριους τύπους κυττάρων, τα νευρικά κύτταρα ή νευρώνες και τα στηρικτικά κύτταρα που περιλαμβάνουν τα νευρογλοιακά κύτταρα του κεντρικού νευρικού συστήματος, τα κύτταρα του Schwann των περιφερικών νεύρων και τα δορυφόρα κύτταρα των γαγγλίων για το περιφερικό νευρικό σύστημα.

Οι περισσότεροι νευρώνες αποτελούνται από 3 επιμέρους τμήματα, το κυτταρικό σώμα, τους πολλαπλούς δενδρίτες και το μονήρη νευράξονα. Το κυτταρικό σώμα αποτελεί το κεντρικό τμήμα του κυττάρου. Από αυτό εκφύονται οι δενδρίτες, αποφυάδες εξειδικευμένες να δέχονται ερεθίσματα από αισθητικά κύτταρα, νευράξονες και άλλους νευρώνες και είναι συχνά πολύκλαδοι.



Εικόνα 4: Νευρώνας (κυτταρικό σώμα, δενδρίτες και νευράξονας)

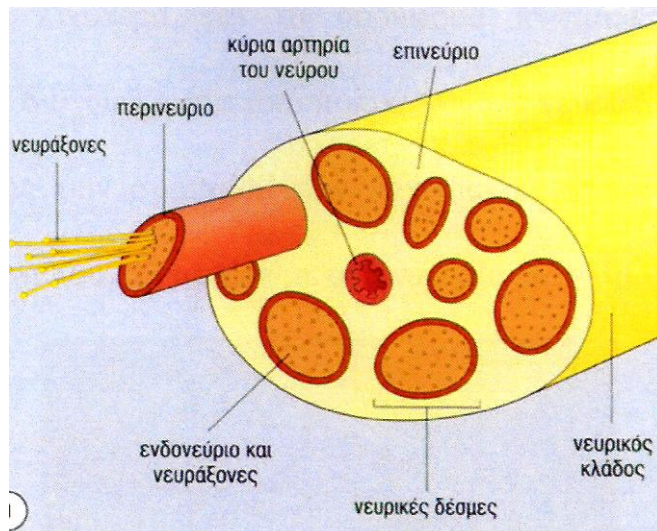
Κάθε νευρώνας διαθέτει μόνο έναν νευράξονα, μία αποφυάδα ποικίλης διαμέτρου η οποία στο πέρας της παρουσιάζει διευρύνσεις γνωστές ως τελικές νευρικές απολήξεις. Ο νευράξονας απάγει ώσεις από το σώμα προς άλλους νευρώνες, μυς, αδένες αλλά μπορεί και να δεχθεί όσες

από άλλους νευρώνες που μπορεί να τροποποιήσουν την συμπεριφορά του. Οι τελικές απολήξεις του προσεγγίζουν άλλα κύτταρα για να σχηματίζουν σύναψη, την περιοχή όπου μπορεί να μεταβιβαστούν ώσεις μεταξύ των κυττάρων.

Στο κεντρικό νευρικό σύστημα (εγκέφαλο και νωτιαίο μυελό) παρατηρούμε τα νευρικά κύτταρα με τις αποφυάδες τους και τα εξειδικευμένα μη νευρικά στηρικτικά κύτταρα που ονομάζονται νευρογλοιακά (αστροκύτταρα, ολιγοδενδροκύτταρα, επενδυματικά κύτταρα, μικρογλοιακά κύτταρα).

Το περιφερικό νευρικό σύστημα αποτελείται από νεύρα, γάγγλια και αισθητικούς υποδοχείς. Το νεύρο είναι ένα άθροισμα από νευράξονες που συνδέονται μεταξύ τους με στηρικτικό ιστό, σχηματίζοντάς τους ανατομικά καθορισμένους νευρικούς κλάδους. Οι νευράξονες μπορεί να είναι αισθητικοί ή κινητικοί, εμμύελοι ή αμύελοι. Ειδικότερα το περιφερικό αποτελείται από:

- Τους νευράξονες
- Τα κύτταρα του Schwann που σχηματίζουν μυελίνη
- Τα στηρικτικά κύτταρα, ινοβλάστες με ατρακτοειδές σχήμα που παράγουν τον ινοκολλαγονώδη ιστό (ενδονεύριο, περινεύριο και επινεύριο)
- Τα αγγεία



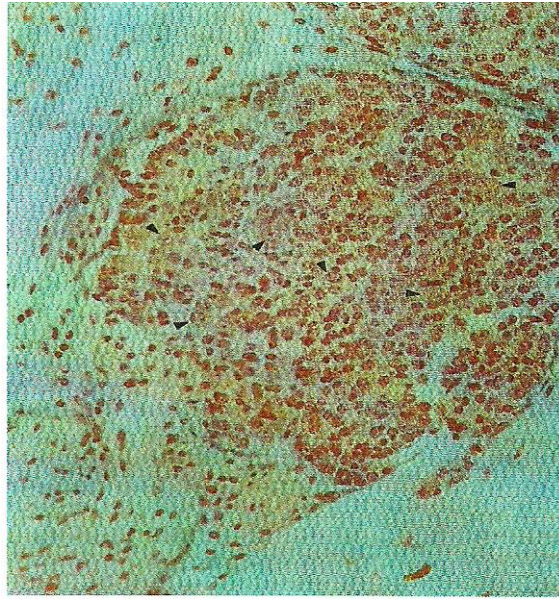
Εικόνα 5: Σχηματική απεικόνιση περιφερικού νεύρου

Το γάγγλιο είναι ο ενδιάμεσος σταθμός του περιφερικού νευρικού συστήματος και αποτελείται από:

- Τα κυτταρικά σώματα των νευρώνων
- Τα στηρικτικά κύτταρα (δορυφόρα κύτταρα και κύτταρα του Schwann)
- Τους νευράξονες
- Το χαλαρό ινοκολλαγονώδη στηρικτικό ιστό

Διακρίνουμε τα νωτιαία γάγγλια, τα συμπαθητικά γάγγλια και τα παρασυμπαθητικά γάγγλια. Τα νωτιαία γάγγλια εντοπίζονται κοντά στις οπίσθιες νευρικές ρίζες του νωτιαίου μυελού και είναι αθροίσματα σωμάτων πρωτοταγών αισθητικών νευρώνων με τους προσαγωγούς και απαγωγούς νευράξονες τους, επικουρούμενων από τα στηρικτικά τους κύτταρα.

Τα συμπαθητικά γάγγλια έχουν αρκετές ομοιότητες με τα νωτιαία γάγγλια. Οι νευρώνες τους όμως είναι πολύπολοι, με αποτέλεσμα τα νευρικά σώματα να είναι λιγότερα και τα δορυφόρα κύτταρα να διατάσσονται ακανόνιστα καθώς διαχωρίζονται από πολυάριθμους νευράξονες και δενδρίτες. Επίσης ο πυρήνας των συμπαθητικών γαγγλιακών κυττάρων δεν φέρει την περιφερική εντόπιση που παρατηρούμε στα νωτιαία γάγγλια.



Εικόνα 6: Συμπαθητικό γάγγλιο όπου διακρίνονται τα νευρικά σώματα και τα δορυφόρα κύτταρα

Τα παρασυμπαθητικά γάγγλια συνήθως είναι μικρά σε μέγεθος και βρίσκονται κοντά σε εκτελεστικά όργανα. Χαρακτηρίζονται από το μεγάλο πυρήνα των σωμάτων των νευρικών κυττάρων, το ευδιάκριτο πυρήνιο και το βασεόφιλο κυτταρόπλασμά τους.

ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΝΕΥΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Το νευρικό σύστημα διακρίνεται σε δύο ομάδες: το εγκεφαλονωτιαίο νευρικό σύστημα που αποτελείται από τον εγκέφαλο, τον νωτιαίο μυελό και τα περιφερικά εγκεφαλικά και νωτιαία νεύρα, και σε αυτόνομο νευρικό σύστημα (το οποίο ονομάζεται κάποιες φορές και φυτικό ή σπλαγχνικό ή ακούσιο σύστημα) που σχηματίζεται από τα αυτόνομα γάγγλια και νεύρα.

Μιλώντας γενικά, το εγκεφαλονωτιαίο σύστημα έχει σχέση με τις αντιδράσεις του σώματος προς το εξωτερικό περιβάλλον. Αντίθετα, το αυτόνομο σύστημα αφορά στον έλεγχο του εσωτερικού περιβάλλοντος ο οποίος εξασκείται διαμέσου της νεύρωσης των λείων μυών της καρδιάς, των αγγείων, του βρογχικού δέντρου, του εντερικού σωλήνα και της κόρης του οφθαλμού καθώς και τον εκκριτικό – κινητικών ινών που νευρώνουν πολλούς αδένες – όπως αυτών του πεπτικού σωλήνα και εκείνων που έχουν σχέση με αυτών τους ιδρωτοποιούς αδένες και το μυελό των επινεφριδίων (που αποτελεί μάλλον πιο ειδικό παράδειγμα).

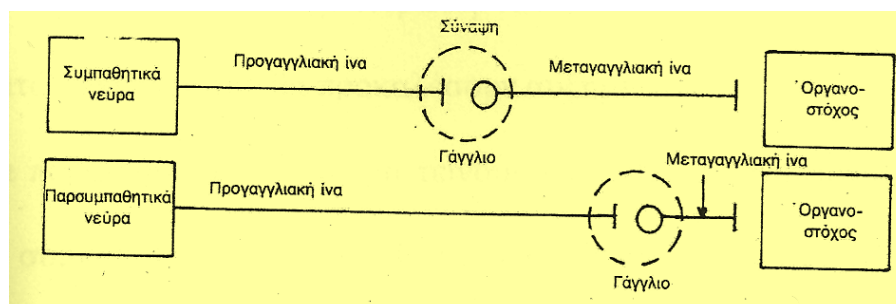
Τα δύο συστήματα δεν θα πρέπει να θεωρούνται ότι λειτουργούν ανεξάρτητα μεταξύ τους αφού στην πραγματικότητα, ανατομικά και λειτουργικά έχουν άμεση σχέση. Ανατομικά, οι ίνες του αυτόνομου νευρικού συστήματος μεταβιβάζονται με όλα τα περιφερικά και τα περισσότερα εγκεφαλικά νεύρα. Επιπλέον, οι υψηλότερες συνδέσεις του βρίσκονται εγκατεστημένες μέσα στον νωτιαίο μυελό και τον εγκέφαλο με στενές φυσιολογικές αλληλεπιδράσεις.

Το βασικό χαρακτηριστικό του αυτόνομου νευρικού συστήματος είναι ότι οι απαγωγές του ίνες εξέρχονται ως

εμμύελες ίνες από τον νωτιαίο μυελό ή τον εγκέφαλο, σταματούν κατά την πορεία τους σε μία σύναψη σε ένα περιφερικό γάγγλιο και από εκεί φέρονται και διανέμονται ως λεπτές αμύελες ίνες. Από αυτή την άποψη διαφέρουν από τις εγκεφαλικές απαγωγές ίνες οι οποίες πορεύονται χωρίς διακοπή μέχρι τον τελικό προορισμό τους.

Το αυτόνομο νευρικό σύστημα υποδιαιρείται σε συμπαθητικό και παρασυμπαθητικό βάση ανατομικών, λειτουργικών και σημαντικού βαθμού, φαρμακολογικών διαφορών.

1. Ανατομικά το συμπαθητικό σύστημα έχει την κεντρική μοίρα των κινητικών του νευρώνων στη πλάγια φαιά στήλη των θωρακικών και των δύο πρώτων οσφυϊκών τμημάτων του νωτιαίου μυελού. Το παρασυμπαθητικό είναι λιγότερο ευκρινώς καθορισμένο ανατομικά αφού υποδιαιρείται περαιτέρω σε μία εγκεφαλική περιοχή, κατά μήκος του 3^{ου}, 7^{ου}, 9^{ου} και 10^{ου} εγκεφαλικού νεύρου, και σε μια ιερή περιοχή με την κεντρική μοίρα των πυρινών του στο 2^ο, 3^ο και ενίοτε 4^ο ιερό νευροτόμιο του νωτιαίου μυελού.



Εικόνα 7: Ανατομικές διαφορές συμπαθητικού και παρασυμπαθητικού συστήματος

2. Λειτουργικά το συμπαθητικό έχει σχέση πρωταρχικά με τις αντιδράσεις του σώματος σε καταστάσεις stress. Υπό την

επίδρασή του διαστέλλονται οι κόρες των οφθαλμών, τα περιφερικά αιμοφόρα αγγεία συστέλλονται με επακόλουθη εκτροπή του αίματος σε πιο βασικά όργανα, η δύναμη, η αναλογία και η κατανάλωση οξυγόνου της καρδιάς αυξάνει το βρογχικό δέντρο διαστέλλεται, η σπλαχνική λειτουργία περιορίζεται με αναστολή της περισταλτικότητας και αύξηση του τόνου των σφικτήρων. Παρατηρείται γλυκογονόλυση στο ήπαρ και έκκριση της μυελώδους μοίρας των επινεφριδίων, ανόρθωση των τριχών και εφίδρωση. Τα συμπαθητικά πυελικά νεύρα προκαλούν αναστολή της σύσπασης της ουροδόχου κύστης, κινητικότητα στον έσω σφικτήρα της κύστης και νεύρωση των μυών της μήτρας. Η κυκλοφορία των στεφανιαίων αγγείων αυξάνει, με άμεση επίδραση του συμπαθητικού συστήματος στις στεφανιαίες αρτηρίες ή όταν αυτό οφείλεται στους ακόλουθους έμμεσους παράγοντες οι οποίοι περιλαμβάνουν περισσότερο ισχυρές καρδιακές συσπάσεις, μειωμένη συστολή, σχετικά αυξημένη διαστολή και μία τοπική αυξημένη συγκέντρωση των αγγειορυθμιστικών ουσιών ή των μεταβλητών εκείνων που θα προκαλέσουν αυξημένη στεφανιαία ροή.

Τα παρασυμπαθητικά νεύρα τείνουν να έχουν ανταγωνιστική δράση ως προς το συμπαθητικό σύστημα. Έτσι, η διέγερσή τους καταλήγει σε μύση, μείωση της συχνότητας, της αγωγιμότητας και της διεγερσιμότητας της καρδιάς, αύξηση της περισταλτικότητας του εντέρου, χάλαση των σφικτήρων και αύξηση της έκκρισης των πεπτικών σιελογόνων αδένων. Επιπλέον, οι πυελικές παρασυμπαθητικές ίνες ασκούν ανασταλτική δράση στον εξωστήρα μυ της.

Το συμπαθητικό σύστημα έχει την τάση να δημιουργεί αποτέλεσμα «μαζικής δράσης»: η διέγερση οποιουδήποτε τμήματός του καταλήγει σε ευρείας κλίμακας συμπαθητική απάντηση. Αντιθέτως, η δραστηριότητα του παρασυμπαθητικού

είναι συνήθως διακριτική και εντοπισμένη. Η διαφορά μπορεί να εξηγηθεί τουλάχιστον εν μέρει από τις διαφορές των περιφερικών ανατομικών συνδέσεων μεταξύ των δύο συστημάτων.

Ίσως είναι καλύτερο, τα δύο συστήματα να θεωρούνται ως συνεργάτες παρά ως ανταγωνιστές. Για παράδειγμα, η αντανακλαστική βραδυκαρδία προάγεται εν μέρει από τη διέγερση του συμπαθητικού. Επιπλέον, μερικά όργανα δέχονται αυτόνομη νεύρωση από το ένα μόνο εκ των δύο συστημάτων. Για παράδειγμα ο μυελός των επινεφριδίων και τα αρτηρίδια του δέρματος δέχονται μόνο συμπαθητικές ίνες, ενώ οι νευρογενής αστρική έκκριση βρίσκεται αποκλειστικά υπό παρασυμπαθητική ρύθμιση.

3. Φαρμακολογικά οι τελικές μεταγαγγλιακές απολήξεις του συμπαθητικού εκλύουν αδρεναλίνη και νοραδρεναλίνη, με μοναδική εξαίρεση τις απολήξεις των ιδρωτοποιών αδένων οι οποίες, μαζί με τις παρασυμπαθητικές μεταγαγγλιακές απολήξεις, απελευθερώνουν ακετυλοχολίνη.

Είναι τώρα αναγκαίο να περιγραφούν το συμπαθητικό και το παρασυμπαθητικό σκέλος του αυτόνομου συστήματος με μεγαλύτερες λεπτομέρειες.

Το συμπαθητικό σύστημα

Είναι καλύτερα η περιγραφή αυτού του συστήματος να γίνει αρχικά από το νωτιαίο επίπεδο, ακολούθως από την περιφερική του διανομή και τελικά από τις κεντρικές του συνδέσεις.

Νωτιαίο επίπεδο

Οι απαγωγές ίνες από το κεντρικό νευρικό σύστημα εκφύονται στην πλάγια φαιά στήλη του νωτιαίου μυελού από τα νευροτόμια Θ1-Ο2. Από καθένα από αυτά τα τμήματα αναδύονται μικροί εμμύελοι άξονες προς τους αντίστοιχους πρόσθιους πρωτεύοντες κλάδους και περνούν μέσω μια σύνδεσης από λευκούς κλάδους στην συμπαθητική αλυσο. Τα νευροτόμια που είναι υπεύθυνα για τη συμπαθητική νεύρωση των διαφόρων περιοχών του σώματος δεν είναι γνωστά με ακρίβεια και ο πίνακας που ακολουθεί δίνει μια προσέγγιση της πραγματικότητας.

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΝΕΥΡΟΤΟΜΙΟ
Κεφαλή και τράχηλος	Θ1-Θ2
Άνω άκρο	Θ2-Θ7
Θωρακικά σπλάχνα	Θ1-Θ4
Κοιλιακά σπλάχνα	Θ4-Ο2
Κάτω άκρο	Θ11-Ο2

Η συμπαθητική αλυσος

Το συμπαθητικό στέλεχος από κάθε πλευρά είναι μια γαγγλιοφόρος νευρική αλυσος η οποία εκτείνεται από τη βάση του κρανίου μέχρι του κόκκυγα, σε στενή σχέση με τη σπονδυλική στήλη, διατηρώντας μια απόσταση περίπου 25 εκ από τη μέση γραμμή σε όλη την πορεία της.

Ξεκινώντας από το άνω αυχενικό γάγγλιο κάτω από τη βάση του κρανίου, η αλυσος κατέρχεται αμέσως κάτω από το οπίσθιο τοίχωμα του καρωτιδικού ελύτρου μπροστά από τις εγκάρσιες αποφύσεις των αυχενικών σπονδύλων. Η αλυσος εισέρχεται στον θώρακα μπροστά από τον αυχένα της 1^{ης} πλευράς, κατέρχεται πάνω από τις κεφαλές των ανώτερων πλευρών και ακολούθως κείται στα πλάγια των σωμάτων των

τελευταίων 3 ή 4 θωρακικών σπονδύλων. Καλύπτεται, μέσα στο θώρακα, από υπεζωκότα και διασταυρώνεται από μπροστά με τα μεσοπλευρία αγγεία σε κάθε μεσοσπονδύλιο διάστημα.

Η αλυσος ακολουθώς διέρχεται μέσα στην κοιλιακή κοιλότητα πίσω από το τενόντιο τόξο του διαφράγματος και πορεύεται σε μία αύλακα μεταξύ του μείζονος ψοίτη μυός και των πλάγιων επιφανειών των σωμάτων των οσφυϊκών σπονδύλων. Κείται μπροστά των οσφυϊκών αρτηριών αλλά μπορεί να διασχίζεται από τις οσφυϊκές φλέβες – οπότε υπάρχει κίνδυνος κατά την οσφυϊκή συμπαθεκτομή. Η αριστερή αλυσος επικαλύπτεται από την κοιλιακή αορτή, ή δεξιά από την κάτω κοίλη φλέβα. Ακολουθώς, η αλυσος περνά πίσω από τα κοινά λαγόνια αγγεία και εισέρχεται στην πύελο μπροστά από τα ιερά πτερύγια. Από εδώ κατέρχεται προς τα έσω του πρόσθιου ιερού τρήματος. Οι συμπαθητικές αλυσος τελειώνουν προς τα κάτω, συνενωμένες μεταξύ στο άζυγο γάγγλιο στην πρόσθια επιφάνεια του κόκκυγα.

Τα συμπαθητικά στελέχη φέρουν σειρά γαγγλίων που περιέχουν κινητικά κύτταρα, με τα οποία οι προγαγγλιακές εμμύελες ίνες έρχονται σε σύναψη και από τα οποία εκφύονται οι αμύελοι μεταγαγγλιακοί νευράξονες. Κατά τη διάπλαση, αρχικά υπήρχε ένα γάγγλιο για κάθε περιφερικό νεύρο αλλά με ένα τρόπο συνένωσης, στους ανθρώπους αυτά μειώθηκαν σε 3 αυχενικά, 12 ή λιγότερα θωρακικά, 2 έως 4 οσφυϊκά και 4 ιερά γάγγλια. Μόνο τα γάγγλια Θ1-Ο2 δέχονται απευθείας λευκούς κλάδους. Τα υψηλότερα και χαμηλότερα γάγγλια λαμβάνουν τις προγαγγλιακές τους ίνες από εμμύελα νεύρα τα οποία ακολουθώς ανέρχονται ή κατέρχονται στο συμπαθητικό στέλεχος. Ακόμα, άλλες προγαγγλιακές ίνες πορεύονται ακέραιες διαμέσου των γαγγλίων και περνούν στα σπλαχνικά γάγγλια για σύναψη. Υπάρχουν επομένως 3 οδοί τις οποίες μπορούν να ακολουθήσουν οι λευκοί κλάδοι.

1. Να έρθουν σε σύναψη με το αντίστοιχο συμπαθητικό γάγγλιο (πράγμα που μπορεί να συμβεί μόνο στα νευροτόμια Θ1-Ο2).

2. Να ανέλθουν ή να κατέλθουν στο συμπαθητικό στέλεχος μέσω σύναψης με ανώτερα ή με κατώτερα γάγγλια.

3. Να διασχίσουν τα γάγγλια χωρίς σύναψη και να συνδεθούν με περιφερικά γάγγλια. Η διέγερση ενός λευκού αναστωματικού κλάδου επομένως θα οδηγήσει σε επιδράσεις ευρείας κλίμακας – η ανατομική βάση της «απάντησης μαζικής δράσης» της συμπαθητικής διέγερσης.

Οι κλάδοι από τη συμπαθητική γαγγλιοφόρο αλυσίδα διαιρούνται σε σωματική και σπλαχνική ομάδα.

Σωματικές ίνες

Κάθε νωτιαίο νεύρο έχει έναν ή περισσότερους κλάδους από ένα συμπαθητικό γάγγλιο. Οι φαιοί κλάδοι μεταφέρουν μεταγαγγλιακές αμύελες ίνες οι οποίες διαμένονται στο δερμοτόμιο της περιοχής που νευρώνεται από το νωτιαίο νεύρο. Οι ίνες αυτές είναι αγγειοσυσπαστικές στα δερματικά αρτηρίδια, διεγερτικές της έκκρισης των ιδρωτοποιών αδένων και κινητικές για τους ανορθωτήρες μύες των τριχών.

Σπλαχνικές ίνες

Οι μεταγαγγλιακές ίνες για την κεφαλή και τον τράχηλο και για τα θωρακικά σπλάχνα εκφύονται από τα γαγγλιακά κύτταρα της συμπαθητικού αλύσου. Εκείνες για την κεφαλή ανέρχονται κατά μήκος των έσω καρωτίδων και το σπονδυλικών αρτηριών. Αυτές για τα θωρακικά όργανα

κατέρχονται και διανέμονται, από το καρδιακό, πνευμονικό και οισοφαγικό πλέγμα.

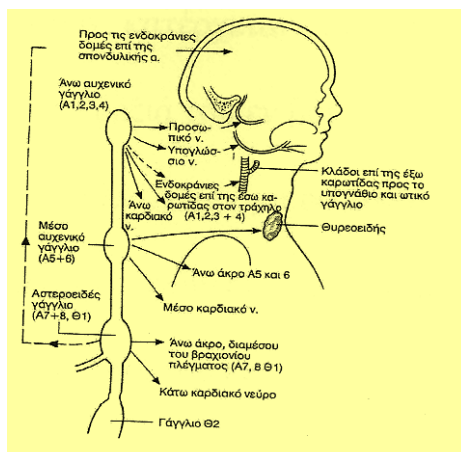
Τα κοιλιακά και πυελικά σπλάχνα, ωστόσο νευρώνονται με κάπως διαφορετικό τρόπο από μεταγαγγλιακές ίνες οι οποίες στο σύνολό τους έχουν τους πυρήνες τους σε περιφερικά γάγγλια – το κοιλιακό, το υπογάστριο και το πυελικό πλέγμα – τα οποία δέχονται τις προγαγγλιακές τους ίνες από τα σπλαχνικά νεύρα.

Ο μυελός τω επινεφριδίων διαθέτει μοναδική νεύρωση. Ένα πλούσιο πλέγμα από προγαγγλιακές ίνες διέρχεται χωρίς σύναψη από το κοιλιακό γάγγλιο προς τον αδένα. Οι προγαγγλιακές τελικές απολήξεις έρχονται σε απευθείας επαφή με τα χρωμαφινικά κύτταρα του μυελού, απελευθερώνουν ακετυλοχολίνη (όπως όλα τα αυτόνομα γάγγλια), η οποία διεγείρει την έκκριση αδρεναλίνης και της νοραδρεναλίνης από τον επινεφριδικό μυελό.

Τα χρωμοφιλικά κύτταρα του μυελού των επινεφριδίων μπορούν επομένως να θεωρηθούν σαν συμπαθητικά κύτταρα που δεν έχουν αναπτύξει μεταγαγγλιακές ίνες. Πράγματι, εμβρυολογικός, τόσο ο μυελός όσο και τα συμπαθητικά κύτταρα έχουν κοινή προέλευση από την μυελική ακρολοφία.

Τα γάγγλια της συμπαθητικής αλύσου

Τα αυχενικά γάγγλια είναι 3: δέχονται προγαγγλιακές ίνες από τα Θ1-Θ7 νευροτόμια και αποτελούν τις θέσεις μεταγαγγλιακών συνάψεων για τις ίνες προς την κεφαλή, τον τράχηλο και το άνω άκρο. Οι ίνες αυτές διανέμονται είτε κατά μήκος των περιφερικών νωτιαίων νεύρων είτε σαν πλέγματα γύρω από την καρωτίδα αρτηρία και τους κλάδους της και τη σπονδυλική αρτηρία.



Εικόνα 8: Η αυχενική συμπαθητική αλυσος

Το άνω αυχενικό γάγγλιο έχει μήκος 2,5 εκ ή μεγαλύτερο και κείται απέναντι από τον 2^ο και 3^ο αυχενικό σπόνδυλο. Αντιπροσωπεύει τα συνενωμένα γάγγλια των A1-A4. Οι κλάδοι του διανέμονται ως εξής:

1. Φαιοί αναστομωτικοί κλάδοι περνούν στα πρώτα 4 αυχενικά νεύρα.
2. Άλλοι κλάδοι περιβάλλουν την έξω καρωτίδα αρτηρία και σχηματίζουν το έξω καρωτιδικό πλέγμα από το οποίο διανέμονται: α) ως εν τω βάθει λιθοειδές νεύρο στο πτερυγοϋπερώιο γάγγλιο, β) ως μια ρίζα στο οφθαλμικό γάγγλιο για τη νεύρωση του διαστολέα της κόρης και γ) ως ίνες που νευρώνουν τα εγκεφαλικά αγγεία και την υπόφυση.
3. Ίνες που σχηματίζουν ένα πλέγμα. Στην έξω καρωτίδα αρτηρία και τους κλάδους της κατά μήκος των οποίων φτάνουν στο υπογνάθιο γάγγλιο και στο ωτιαίο γάγγλιο. Αυτές οι ίνες είναι αγγειοκινητικές για τους σιελογόνους αδένες.
4. Φαιοί κλάδοι περνούν στα VII, IX, X και X εγκεφαλικά νεύρα.
5. Το άνω καρδιακό νεύρο κατέρχεται προς τα αριστερά του επιπολής καρδιακού πλέγματος και στα δεξιά του εν τω βάθει.

Το μέσο αυχενικό γάγγλιο είναι μικρό αλλά ενίοτε απουσιάζει. κείται στο ύψος του 6^{ου} αυχενικού σπονδύλου και αντιπροσωπεύει τα συνενωμένα γάγγλια των Α5 και Α6. Οι κλάδοι τους είναι:

1. φαιοί κλάδοι που ενώνονται με τους πρόσθιους πρωτεύοντες κλάδους των Α5 και Α6
2. ένας θυρεοειδικός κλάδος που πορεύεται κατά μήκος της κάτω θυρεοειδικής αρτηρίας προς αυτόν τον αδένα.
3. το μέσο καρδιακό νεύρο που κατέρχεται στο εν τω βάθει καρδιακό πλέγμα.

Το κάτω αυχενικό γάγγλιο κείται στο ύψος του μεσοσπονδυλίου δίσκου μεταξύ 7^{ου} αυχενικού και 1^{ου} θωρακικού σπονδύλου. Στο 80% των περιπτώσεων συντήκεται με το 1^ο θωρακικό γάγγλιο για να σχηματίσουν το αστεροειδές γάγγλιο. Αντιπροσωπεύουν την συνένωση του 7^{ου} και του 8^{ου} αυχενικού γαγγλίου. Το κάτω αυχενικό γάγγλιο συνδέεται με το μέσο όχι μόνο με τη συμπαθητική αλυσο αλλά ακόμα και με την αγκύλη της υποκλειδίου, η οποία φτάνει στο μέσο γάγγλιο περιβάλλοντας το κάτω χείλος της υποκλειδίου αρτηρίας και ακολούθως προς τα πάνω μπροστά από αυτή.

Οι κλάδοι του είναι:

1. φαιοί κλάδοι στο 7 και 8^ο αυχενικό νεύρο
2. ένα πλέγμα κατά μήκος της σπονδυλικής αρτηρίας προς τον εγκέφαλο.
3. το κάτω καρδιακό νεύρο, το οποίο κατέρχεται για να σχηματίσει τμήμα του εν τω βάθει καρδιακού πλέγματος.

Τα θωρακικά γάγγλια είναι συνήθως 12 αλλά μπορεί να είναι και λιγότερα λόγω συνένωσης. Το πιο κοινό παράδειγμα

είναι η συνένωση του Θ1 με το κατώτερο αυχενικό γάγγλιο προς σχηματισμό του αστεροειδούς γαγγλίου. Κάθε γάγγλιο συνδέεται με το αντίστοιχο μεσοπλεύριο νεύρο του μέσω φαιών και λευκών αναστομωτικών κλάδων. Αυτοί είναι οι ακόλουθοι:

1. φαιοί κλάδοι προς τα μεσοπλεύρια νεύρα
2. κλάδοι από τα Θ2, Θ3 και Θ4 στο καρδιακό, οπίσθιο πνευμονικό και οισοφαγικό πλέγμα.
3. νευρικές ίνες προς το τοίχωμα της αορτής
4. τα σπλαχνικά νεύρα που ξεκινούν από τα κατώτερα 8 γάγγλια ως εξής: α) το μείζων σπλαχνικό νεύρο εκφύεται από τα Θ5-Θ9 (ή Θ10) και πορεύεται λοξά προς τα κάτω και πρόσω στα πλάγια των σπονδυλικών σωμάτων κοντά στην έξω επιφάνεια της αζύγου ή ημιαζύγου φλέβας. Διαπερνά το σκέλος του διαφράγματος για να ενωθεί με το κοιλιακό γάγγλιο. Β) το έλασσον σπλαχνικό νεύρο (Θ9 και Θ10 ή Θ10 και Θ11) επίσης διαπερνά το σκέλος και καταλήγει στο κοιλιακό γάγγλιο. Γ) το κατώτατο σπλαχνικό νεύρο εκφύεται από το τελευταίο διαθέσιμο θωρακικό γάγγλιο και είτε διαπερνά σκέλος του διαφράγματος είτε πορεύεται πίσω από το τενόντιο τόξο του διαφράγματος για να συνδεθεί με το νεφρικό πλέγμα.

Τα οσφυϊκά γάγγλια συνήθως είναι 4. Τα δύο πρώτα δίδουν λευκούς αναστομωτικούς κλάδους από τα αντίστοιχα οσφυϊκά νεύρα. Οι κλάδοι είναι:

1. φαιοί κλάδοι στα οσφυϊκά νεύρα.
2. κλάδοι για το αορτικό πλέγμα
3. ίνες που κατέρχονται άνωθεν των κοινών λαγονίων αγγείων προς το υπογάστριο πλέγμα.

Τα γάγγλια της οσφυϊκής συμπαθητικής αλύσου κείται στην πρόσθια έξω επιφάνεια των σωμάτων των οσφυϊκών σπονδύλων, μέσα σε χαλαρό οπισθοπεριτοναϊκό συνδετικό ιστό, χωριζόμενα τα σπονδυλικά σώματα με τον παχύ πρόσθιο σύνδεσμο. Επικαλύπτονται από την αορτή στα αριστερά και την κάτω κοίλη φλέβα στα δεξιά.

Τα ιερά γάγγλια είναι συνήθως 4. Αποστέλλουν φαιούς κλάδους στα ιερά νεύρα και στα πυελικά πλέγματα.

Τα πλέγματα του συμπαθητικού συστήματος

Η συμπαθητική διανομή στα ενδοθωρακικά και ενδοκοιλιακά σπλάχνα πραγματοποιείται μέσω μιας σειράς πλεγμάτων, που καλούνται καρδιακό, κοιλιακό και υπογάστριο, στα οποία λαμβάνουν χώρα νευρικές συνάψεις. Παρασυμπαθητικές ίνες επίσης μεταφέρονται κατά μήκος αυτών των πλεγμάτων αλλά συνδέονται με τα γαγγλιακά κύτταρα που βρίσκονται στα τοιχώματα των ίδιων οργάνων.

Το καρδιακό πλέγμα διακρίνεται σε επιπολής και εν τω βάθει τμήματα, τα οποία διαθέτουν στενή επικοινωνία μεταξύ τους.

1. Το επιπολής πλέγμα κείται έμπροσθεν της πνευμονικής αρτηρίας, προστατευόμενο μέσα στην καμπύλη του αορτικού τόξου. Δέχεται το άνω καρδιακό νεύρο του αριστερού άνω αυχενικού γαγγλίου και τον κάτω καρδιακό κλάδο του αριστερού πνευμονογαστρικού. Κλάδοι περνούν στο εν τω βάθει καρδιακό πλέγμα στο αριστερό πρόσθιο πνευμονικό πλέγμα κατά μήκος της δεξιάς στεφανιαίας αρτηρίας.

2. Το εν τω βάθει καρδιακό πλέγμα κείται μπροστά από το διχασμό της τραχείας πίσω από το αορτικό τόξο. Αποτελείται

από τους καρδιακούς κλάδους όλων των δεξιών αυχενικών συμπαθητικών γαγγλίων και του μέσου και κάτω γαγγλίου στα αριστερά, μαζί με κλάδους από τα 4 πρώτα θωρακικά γάγγλια και καρδιακούς κλάδους από αμφότερα τα πνευμονογαστρικά.

Κλάδοι περνούν στα πνευμονικά πλέγματα κατά τις πνευμονικές πύλες και κατά μήκος των πλεγμάτων που συνοδεύουν τη δεξιά και την αριστερή στεφανιαία αρτηρία.

Το κοιλιακό πλέγμα είναι το μεγαλύτερο συμπαθητικό στέλεχος και περιβάλλει τη ρίζα της κοιλιακής αρτηρίας στο ύψος του Ο1. Αποτελείται από ένα πυκνό σύμπλεγμα ινών που συνενώνονται στα δεξιά και αριστερά κοιλιακά γάγγλια διαμέτρου περίπου 2,5 εκ τα οποία κείται στα σκέλη του διαφράγματος. Το δεξιό γάγγλιο επικαλύπτεται από την κάτω κοίλη φλέβα το αριστερό από το πάγκρεας και τη σπληνική αρτηρία.

Το πλέγμα δέχεται το μείζων και το έλασσον σπλαχνικό νεύρο και τον κοιλιακό κλάδο του δεξιού πνευμονογαστρικού.

Μεγάλος αριθμός προγαγγλιακών ινών περνούν από το κοιλιακό πλέγμα στο μυελό των επινεφριδίων χωρίς σύναψη. Το υπόλοιπο πλέγμα κατέρχεται άνωθεν της κοιλιακής αορτής ως αορτικό πλέγμα που δέχεται συμβολές από τα οσφυϊκά γάγγλια και διανέμεται κατά μήκος των κλάδων της αορτής, παίρνοντας από αυτήν τα αντίστοιχα ονόματα των φρενικού, ηπατικού, σπληνικού, αριστερού γαστρικού, νεφρικού, μεσεντέριου και ορχικού (ή ωοθηκικού) πλέγματος.

Το υπογάστριο πλέγμα κείται στο ιερό ακρωτήριο και στην αριστερή κοινή λαγόνιο φλέβα στη σχισμή μεταξύ των κοινών λαγονίων αρτηριών. Σχηματίζεται από τα «προς – ιερά» νεύρα τα οποία κατέρχονται από το αορτικό πλέγμα και τις οσφυϊκές συμπαθητικές αλυσίδες.

Από το πλέγμα αυτό, ίνες κατέρχονται κατά μήκος των έσω λαγονίων αρτηριών, από κάθε πλευρά, για να σχηματίσουν το δεξιό και το αριστερό πυελικό πλέγμα. Συνενώνονται με τα πυελικά σπλαχνικά νεύρα, τα οποία αποτελούν την παρασυμπαθητική συμβολή του 2^{ου} και του 3^{ου} ιερού νεύρου, και διανέμονται στα όργανα της πυέλου.

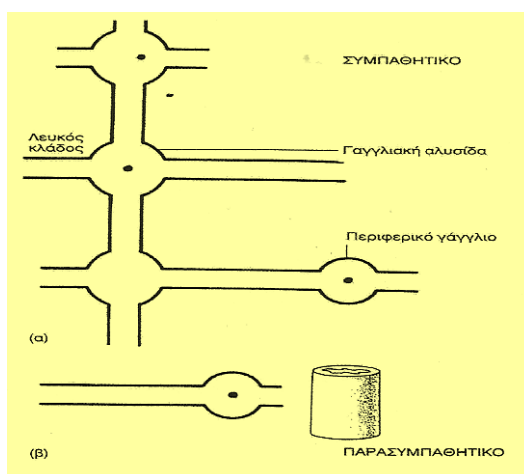
Υψηλότερα συμπαθητικά κέντρα

Τα υψηλότερα κέντρα που επηρεάζουν τη συμπαθητική νεύρωση εντοπίζονται στο εγκεφαλικό στέλεχος, σε υποθαλαμικά και φλοιικά επίπεδα. Τα κέντρα του στελέχους βρίσκονται κοντά στη μέση γραμμή, στο έδαφος της γέφυρας και της 4^{ης} κοιλίας και αντιπροσωπεύονται καλύτερα από το αγγειοκινητικό κέντρο. Φλοιικά και υποθαλαμικά κέντρα συνδέονται στενά και καλούνται μεταιχμιακό σύστημα, το οποίο αποτελείται από την έλικα του προσαγωγίου, την υποκάμπιο έλικα και το άγκιστρο της έσω επιφάνειας του φλοιού, τον πρόσθιο θαλαμικό πυρήνα, τους αμυγδαλικούς πυρήνες και τον υποθάλαμο. Η διέγερση του μεταιχμιακού συστήματος ακολουθείται από εξεσημασμένες μεταβολές στην καρδιακή κοιλότητα, την κινητικότητα του εντέρου, τις αντιδράσεις της κόρης του οφθαλμού κα. Επιπλέον, μπορεί να ανιχνευθούν ίνες από την πλάγια φαιά στήλη του νωτιαίου μυελού διαμέσου του προμήκους στη μεταιχμιακή περιοχή γεγονός που αντικατοπτρίζει το υψηλότερο επίπεδο ελέγχου των αυτόνομων λειτουργιών.

Το παρασυμπαθητικό σύστημα

Όπως έχει ήδη αναφερθεί αυτό το σύστημα έχει ένα κρανιακό και ένα ιερό σκέλος. Οι εμμύελες προγαγγλιακές του

ίνες έρχονται σε σύναψη με γαγγλιακά κύτταρα που βρίσκονται κοντά ή ακριβώς πάνω στα τοιχώματα των νευρούμενων σπλάχνων. Επομένως, οι μεταγαγγλιακές ίνες έχουν να διασχίσουν μια μικρή και ευθεία πορεία μέχρι τα εκτελεστικά τους κύτταρα και αυτό αποτελεί το ανατομικό μονοπάτι για μια τοπική διακριτική απάντηση στον παρασυμπαθητικό ερεθισμό.



Εικόνα 9: Η ανατομική βάση της ευρέως εξαπλούμενης συμπαθητικής και της εντοπισμένης παρασυμπαθητικής απάντησης. α) η ευρεία έκταση διανομή των μεταγαγγλιακών ιών από μονήρη συμπαθητικό κλάδο, β) η εντοπισμένη διανομή των μεταγαγγλιακών παρασυμπαθητικών ιών.

Το εγκεφαλικό σκέλος

Το εγκεφαλικό σκέλος του παρασυμπαθητικού συστήματος μεταφέρεται με τα εγκεφαλικά νεύρα III, IX και X από τα οποία το X (πνευμονογαστρικό) είναι το πιο σημαντικό και αυτό με την πιο ευρεία κατανομή. Λειτουργίες αυτής της ομάδας των νεύρων μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

1. κόρη του οφθαλμού – σύσπαση της κόρης, κίνησης στον ακτινωτό μυ (προσαρμογή).
2. σιελογόνοι αδένες – διέγερση της έκκρισης

3. δακρυϊκοί αδένες – διέγερση της έκκρισης
4. καρδιά – αναστολή της καρδιακής αγωγιμότητας, συσταλτικότητας, διεγερσιμότητας και διαμόρφωση του παλμού (με ακόλουθη βραδυκαρδία και μείωση της συστολής).
5. πνεύμονες- βρογχοσυσπαστικοί, διέγερση της έκκρισης των βλεννογόνων αδένων (ίσως διαστολή των αιμοφόρων αγγείων)
6. πεπτικός σωλήνας – κίνηση των μυών του εντέρου μέχρι την περιοχή της σπληνικής καμπής, χάλαση του πυλωρικού σφιγκτήρα, διέγερση της έκκρισης των αδένων και των εξαρτημάτων του στομάχου και του λεπτού εντέρου.

Η παρασυμπαθητική διανομή των νεύρων 3^{ου}, 7^{ου} και 9^{ου} λαμβάνει χώρα μέσω 4 γαγγλίων από τα οποία ξεκινούν μεταγαγγλιακές ίνες. Αυτά τα γάγγλια μεταφέρουν επίσης «χωρίς σύναψη και επομένως χωρίς λειτουργική σύνδεση» συμπαθητικές ίνες και αισθητικές ίνες, με όμοια περιφερική κατανομή. Το 3^ο (κοινό κινητικό)νεύρο μεταφέρει παρασυμπαθητικές ίνες στο οφθαλμικό γάγγλιο και νευρώνει το σφιγκτήρα της κόρης και την προσαρμογή του φακού. Το 7^ο (προσωπικό) νεύρο μεταφέρει παρασυμπαθητικές ίνες στο πτερυγοϋπερώιο γάγγλιο και στο υπογνάθιο γάγγλιο, τα οποία είναι υπεύθυνα για τον έλεγχο της έκκρισης του δακρυϊκού αδένος και των υπογνάθιων και υπογλώσσιων αδένων αντίστοιχα. Το 9^ο (γλωσσοφαρυγγικό) νεύρο μεταφέρει παρασυμπαθητικές ίνες στο ωτιαίο γάγγλιο και προκαλεί διέγερση της έκκρισης της παρωτίδας. Το 10^ο (πνευμονογαστρικό) νεύρο μεταφέρει τις πιο σημαντικές και μεγαλύτερες ίνες του παρασυμπαθητικού συστήματος. Ευθύνεται για το σύνολο των λειτουργιών του εγκεφαλικού σκέλους αυτού του συστήματος που απαριθμήθηκαν παραπάνω εκτός από την νεύρωση του οφθαλμού και τον έλεγχο της έκκρισης των σιελογόνων αδένων. Οι απαγωγές ίνες ξεκινούν

από το ραχιαίο πυρήνα του X, ο οποίος κείται στην κεντρική φαιά ουσία του κατώτερου προμήκους, και διανέμονται ευρέως στο καρδιακό, πνευμονικό και γαστρεντερικό πλέγμα. Μεταγαγγλιακές ίνες αποστέλλονται από μικρά γάγγλια τα οποία βρίσκονται στα τοιχώματα των αντίστοιχων σπλάχνων. Στο έντερο αυτά συνιστούν το υποβλεννογόνιο πλέγμα του Meissner και το μυεντερικό πλέγμα του Auer Bach.

Το ιερό σκέλος

Οι πρόσθιοι πρωτεύοντες κλάδοι των I2, I3 και ενίοτε του I4 αποδίδουν νευρικές ίνες που καλούνται πυελικά σπλαχνικά νεύρα ή νεύρα της στύσεως, αφοδεύσεως και ουρήσεως, τα οποία ενώνονται συμπαθητικά πυελικά πλέγματα προς διανομή στα όργανα της πυέλου. Μικρά γάγγλια στα τοιχώματα των σπλάχνων αποστέλλουν εν συνεχεία τις μεταγαγγλιακές ίνες.

Το ιερό παρασυμπαθητικό σύστημα έχει πετυχημένα ονομασθεί από τον Cannon «σύστημα εκκένωσης». Προμηθεύει σπλαγχνοκινητικές ίνες στους μύες του ορθού (και ίσως στο κατώτερο κόλον) και ανασταλτικές ίνες στον έσω (ακούσιο) σφιγκτήρα του πρωκτού, κινητικές ίνες στο τοίχωμα της κύστης και ανασταλτικές στον έσω σφιγκτήρα μυ της ουρήθρας. Επιπλέον, αγγειοδιασταλτικές ίνες νευρώνουν τους σπληνικούς κόλπους του πέους και της κλειτορίδας.

Προσαγωγές παρασυμπαθητικές ίνες

Σπλαχνικές προσαγωγές ίνες από την καρδιά, τον πνεύμονα και την πεπτική οδό μεταφέρονται με το πνευμονογαστρικό νεύρο, περνούν στα γαγγλιακά κύτταρα του οζώδους γαγγλίου και από κει περνούν στο ραχιαίο πυρήνα του

πνευμονογαστρικού. Οι ιερές προσαγωγές ίνες μεταφέρονται με τα πυελικά σπλαχνικά νεύρα I2, I3 και I4 και ευθύνονται για το σπλαχνικό άλγος από την κύστη, τον προστάτη, το ορθό και τη μήτρα. Η αναφορά του άλγους από αυτές τις δομές στην ιερή περιοχή, γλουτούς και οπίσθια επιφάνεια των μηρών εξηγείται από την όμοια τμηματική νεύρωση που δέχονται τα ιερά δερμοτόμια.

Σημειώσατε ότι, αν οι προσαγωγές ίνες μεταφέρονται τόσο με τα συμπαθητικά όσο και με τα παρασυμπαθητικά νεύρα, είναι εντελώς ανεξάρτητες από το αυτόνομο σύστημα. Δεν συνάπτονται στα αυτόνομα γάγγλια και καταλήγουν, ακριβώς όπως και οι σωματικές αισθητικές ίνες, στα ραχιαία γάγγλια των νωτιαίων και των κρανιακών νεύρων. Χρησιμοποιούν εν μέρει τα αυτόνομα νεύρα ως προσιτούς ανατομικούς μεταφορείς από την περιφέρεια στον εγκέφαλο.

Η ΑΡΤΗΡΙΑ ΤΟΥ ADAMKIEWICZ ΚΑΙ ΠΑΡΑΛΛΑΓΕΣ ΑΥΤΗΣ

Η ανακάλυψη της αρτηρίας και η πρώτη μελέτη της



Η πρώτη ριζιτική αρτηρία μελετήθηκε από τον Πολωνό παθολόγο Albert Wojciech Adamkiewicz (1850-1921) στον οποίο οφείλει και το όνομά της. Η συμβολή του στην Ιατρική είναι πολύ σπουδαία κυρίως λόγω των μελετών του για την αιμάτωση του ΝΜ. Η ανακάλυψη και περιγραφή των αρτηριών που αιματώνουν το ΝΜ παρέχει στο σύγχρονο χειρουργό την δυνατότητα πραγματοποίησης πολύπλοκων επεμβάσεων με μικρότερες νευρολογικές επιπλοκές. Ο Adamkiewicz περιγράφει τα ευρήματά του από τις έρευνες στο εργαστήριο ανατομίας του Πανεπιστημίου Jagiellonian υπό την επίβλεψη του καθηγητή Teichman σε μια σειρά αναφορών μεταξύ των ετών 1882 και 1886.

Ο Adamkiewicz έδειξε ότι το αίμα από τις ριζιτικές αρτηρίες ρέει προς τα πάνω στους ανιόντες κλάδους και προς τα κάτω στους κατιόντες (εικόνα 11). Ακόμα επεσήμανε ότι η

μεγάλη ριζική αρτηρία (ΑΚΑ) χαρακτηρίζεται από την πιο σταθερή μορφολογία και πορεία. Σύμφωνα με τις μελέτες του, πιο συχνά (στο 60% του γενικού πληθυσμού) εκφύεται από το επίπεδο του 9^{ου} με 12^{ου} θωρακικού νευροτόμιου, στο 15% από το Θ5-Θ8 και κατά προσέγγιση στο 25% από το πρώτο οσφυϊκό. Η ΑΚΑ έχει μήκος περίπου 2,5 cm όταν μετράται από το σημείο που διαπερνά τη σκληρά μήνιγγα μέχρι το σημείο που φτάνει το μυελό. Έπειτα, η αρτηρία έχει ανοδική πορεία και σταδιακά γίνεται λεπτότερη. Το συνολικό της μήκος ανέρχεται κατά προσέγγιση στα 15cm. Αποτελεί το σημείο προέλευσης των ανερχόμενων κλάδων και των κλάδων που περνούν κοντά από το οπίσθιο τμήμα του ΝΜ και αναστομώνονται με κλάδους της οπίσθιας νωτιαίας αρτηρίας.

Η πλειοψηφία των παρατηρήσεων του Adamkiewicz έχουν πλήρως επιβεβαιωθεί από τη σημερινή γνώση των παραλλαγών αιμάτωσης του ΝΜ. Οι παραλλαγές πιστεύεται ότι περιλαμβάνουν τρεις ανατομικούς τύπους.

Στον πρώτο τύπο, η πρόσθια νωτιαία αρτηρία, η οποία προέρχεται από τις σπονδυλικές αρτηρίες στο επίπεδο Α3-Α5, πορεύεται συνεχώς και επιπρόσθετα δέχεται αίμα από την πρόσθια ριζική αρτηρία (ΑΚΑ) και από τις πρώτες μεσοπλεύριες αρτηρίες. Η συμπίεση αυτών των αγγείων δεν αποστερεί τον ΝΜ από αρτηριακό αίμα, αλλά σε πολλές περιπτώσεις (5% με 15% των περιπτώσεων) οδηγεί σε υποτροφοδοσία της πρόσθιας νωτιαίας αρτηρίας.

Στο δεύτερο τύπο, η ανατομική διαρρύθμιση είναι παρόμοια, αλλά η πρόσθια νωτιαία αρτηρία είναι υποανεπτυγμένη και δυνητικά ισχαιμική.

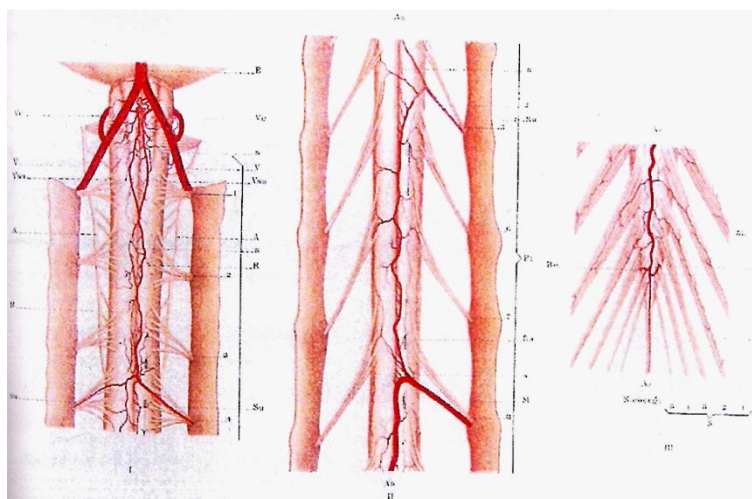
Στον τρίτο τύπο, ο οποίος σχετίζεται με το μεγαλύτερο κίνδυνο ισχαιμίας ΝΜ, η πρόσθια νωτιαία αρτηρία δεν είναι συνεχής (διακόπτεται στην πλειοψηφία των περιπτώσεων στα

θωρακικά νευροτόμια), και αποτελεί το επονομαζόμενο risksystem. Συνεπώς, σε αυτή την ευτυχώς πιο σπάνια παραλλαγή, απολίνωση της θωρακικής αορτής κατά τη διάρκεια επέμβασης, όπως σε επιδιόρθωση αορτικής στένωσης ή αορτικού ανευρύσματος ή κατά την εισαγωγή ενδοαορτικού μπαλονιού, σχετίζεται με το μεγαλύτερο κίνδυνο παραπληγίας.

Ο Adamkiewicz παρατήρησε ότι η ροή του αίματος στο αρτηριακό σύστημα του NM μπορεί να είναι προς δύο κατευθύνσεις. Επιπλέον, επεσήμανε μια συσχέτιση μεταξύ της αγγειακής πυκνότητας και της εσωτερικής δομής του NM. Η φαιά ουσία δεχόταν πιο πλούσια αιμάτωση από την λευκή ουσία. Η αυχενική και οσφυϊκή μοίρα του NM βρέθηκαν πιο αγγειοβριθείς από άλλες μοίρες. Σε αυτό το άρθρο ο Adamkiewicz ακόμα άγγιξε το ζήτημα της φλεβικής αποχέτευσης του NM. Τέλος, έδωσε έμφαση στο εκτεταμένο δίκτυο αναστομών που σχετίζονταν με την πρόσθια νωτιαία αρτηρία.

Περίληπτικά ο Adamkiewicz τόνισε δύο αξιοσημείωτα γεγονότα:

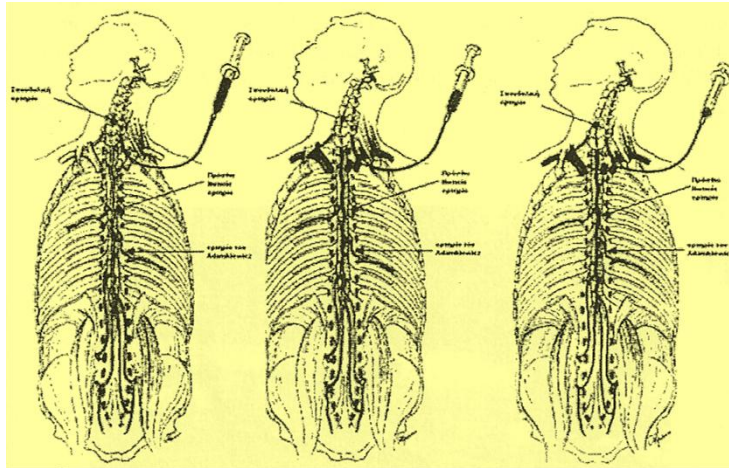
1. Το σύστημα αιμάτωσης του NM είναι ένα πλούσιο αγγειακό δίκτυο με μεγάλο αριθμό αναστομών.
2. Κάτω από φυσιολογικές συνθήκες υπάρχει τάση ροής του αίματος στη φαιά ουσία, ενώ σε παθολογικές καταστάσεις αυτή η τάση μπορεί να διαταραχθεί (κυρίως στη θωρακική μοίρα).



Παραλλαγές

Όπως προαναφέρθηκε η αρτηρία του Adamkiewicz παρουσιάζει μεγάλο αριθμό παραλλαγών. Παρακάτω παρατίθεται σειρά μελετών που προσπάθησαν να προσδιορίσουν το πλήθος και τη συχνότητα εμφάνισης κάθε μιας από αυτές.

Σύμφωνα με τον Dommise (1974) εντοπίζεται στην αριστερή πλευρά στο 80% των περιπτώσεων και μεταξύ Θ7 και Ο4 επιπέδου, με μία μεγαλύτερη συχνότητα στα Θ9-Θ11. Στη μελέτη αυτή συνοδευόταν από τουλάχιστον μία ακόμα τροφική αρτηρία σε 34 από τους 35 νωτιαίους μυελούς που εξετάστηκαν.

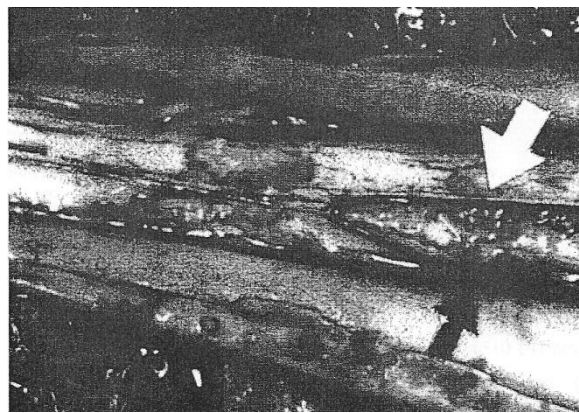


Σε μια ερευνητική εργασία που ανακοινώθηκε μόλις το 2004, μελετήθηκε σε 51 πτωματικούς ενήλικες Καυκάσιας φυλής (35 άνδρες και 16 γυναίκες) η αρτηριακή ανατομία και η αιμάτωση του νωτιαίου μυελού. Τα αποτελέσματα της μελέτης αποσαφηνίζουν ότι:

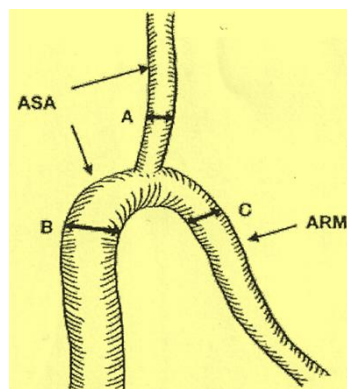
- ✚ Η πρόσθια νωτιαία αρτηρία είναι συνεχής, δεν διακόπτεται στην πορεία της και δέχεται αίμα από τις σπονδυλικές αρτηρίες, την αρτηρία του Adamkiewicz και τις υπόλοιπες πρόσθιες ριζικές αρτηρίες (εικόνα 12).
- ✚ Όλες οι αρτηρίες σχηματίζουν ένα πλούσιο αναστομωτικό και παράπλευρο δίκτυο σε όλο το μήκος του νωτιαίου σωλήνα.
- ✚ Λόγω της συνέχειας της πρόσθιας νωτιαίας αρτηρίας, η αρτηρία του Adamkiewicz δεν μπορεί να θεωρηθεί τελική αρτηρία.

Από τους ίδιους συγγραφείς, η αρτηρία του Adamkiewicz εντοπίστηκε μεταξύ του ένατου θωρακικού σπονδύλου και του πέμπτου οσφυϊκού (εικόνα 13). Σε ποσοστό 70,5% των περιπτώσεων εντοπίστηκε κάτω από το δωδέκατο θωρακικό σπόνδυλο και στο 64,7% μεταξύ του πρώτου και του τρίτου οσφυϊκού σπονδύλου. Τα ίδια αποτελέσματα αναφέρουν και

άλλοι συγγραφείς, ενώ άλλες ερευνητικές ομάδες υποστηρίζουν ότι η συχνότερη εντόπιση της αρτηρίας του Adamkiewicz είναι μεταξύ του δωδέκατου θωρακικού και του πρώτου οσφυϊκού σπονδύλου. Σε αντίθεση με τους Koshino και συν, που βρήκαν ότι η ΑΚΑ εκφύεται στο επίπεδο Θ8-Ο1, οι Biglioli και συν, μελετώντας 51 πτώματα Καυκάσιων κατέληξαν στη διαπίστωση ότι η έκφυσή της βρισκόταν στο επίπεδο Θ9-Ο5 και μάλιστα κάτω από τον Ο2 σπόνδυλο στο 23,5 των περιπτώσεων.



Σε άλλη μελέτη που πραγματοποιήθηκε στην Ιαπωνία το 2003 ερευνήθηκε ο βαθμός στένωσης της πρόσθιας νωτιαίας αρτηρίας πάνω και κάτω από τη συμβολή της με την ΑΚΑ σε 55 πτωματικούς ασθενείς για να εξετασθεί η επίπτωση του βαθμού στένωσης στην περιφερική ροή αίματος από την ΑΚΑ στον ΝΜ (εικόνα 14).



Τα κυριότερα ευρήματα της μελέτης είναι:

- ❖ Η ΑΚΑ εκφυόταν από το επίπεδο Θ7-Θ8 στο 10% των περιπτώσεων, από το Θ9-Θ11 στο 68%, από το Θ12-Ο1 στο 16% και από το Ο2-Ο4 στο 6%. Η προέλευση της ΑΚΑ ήταν από τα αριστερά σε 43 περιπτώσεις (78%).
- ❖ Η διάμετρος της πρόσθιας νωτιαίας αρτηρίας 1cm πάνω από την συμβολή της με την ΑΚΑ κυμαινόταν από 0,096-0,720mm (μέση διάμετρος, $0,337 \pm 0,122\text{mm}$) ενώ κάτω από τη συμβολή κυμαινόταν από 0,266-0,839mm (μέση διάμετρος $0,545 \pm 0,141\text{mm}$) και η διάμετρος της ΑΚΑ 1cm από τη συμβολή κυμαινόταν από 0,257-1,066mm (μέση διάμετρος $0,608 \pm 0,165\text{mm}$). Οι διάμετροι ήταν σημαντικά διαφορετικές ($p < 0,001$).
- ❖ Ο βαθμός στένωσης της πρόσθιας νωτιαίας, οριζόμενος ως η διάμετρος πάνω από τη συμβολή με την ΑΚΑ εκφρασμένη ως ποσοστό της διαμέτρου κάτω από τη συμβολή με την ΑΚΑ, κυμαινόταν από 23% - 161% με μέση τιμή $66\% \pm 30\%$. Ο βαθμός στένωσης συσχετιζόταν με την περιφερική ροή αίματος από την ΑΚΑ στον ΝΜ ($r=0.56$, $p < 0,0001$).
- ❖ Ο βαθμός στένωσης της πρόσθιας νωτιαίας ποικίλει σημαντικά. Επιπλέον, η περιφερική αιματική παροχή εξαρτάται προοδευτικά όλο και περισσότερο από την ΑΚΑ όσο το στενό κομμάτι της πρόσθιας νωτιαίας γίνεται στενότερο.



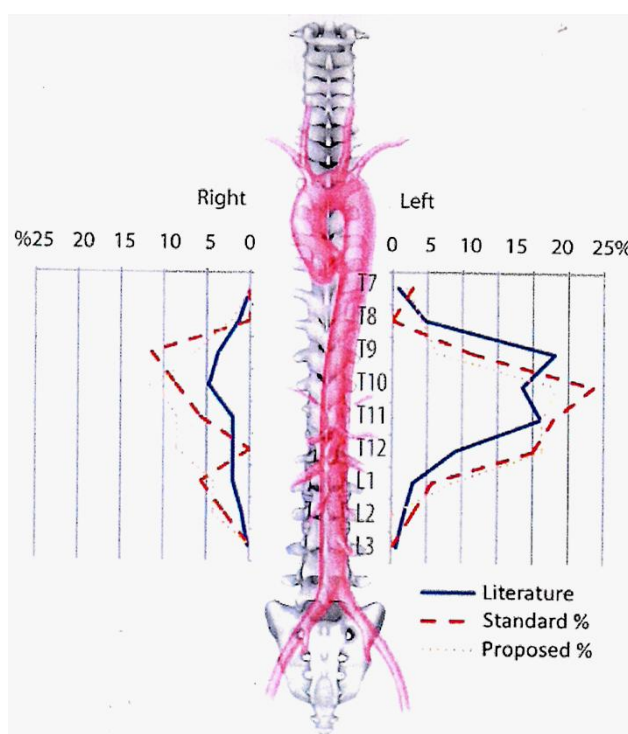
Το τμήμα ακτινολογίας της MayoClinic στη Μινεσότα των ΗΠΑ έχει ασχοληθεί με τον εντοπισμό της αρτηρίας μέσα στο μεσοσπονδύλιο τρήμα με σκοπό να επιλέγεται το επίπεδο του NM που επιτρέπει ασφαλέστερη έγχυση στεροειδών με επισκληρίδιο ένεση διαμέσου του τρήματος στη θωρακική και την οσφυϊκή περιοχή. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε είναι η συμβατική αγγειογραφία, η οποία διενεργήθηκε σε 248 ασθενείς την περίοδο 1998-2008. Όσον αφορά τα αποτελέσματα της έρευνας, από τα 248 άτομα στα 113 μπορούσε η αρτηρία του Adamkiewicz να βρεθεί σε συγκεκριμένη θέση εντός του μεσοσπονδύλιου τρήματος. Από την έρευνα προέκυψε ότι η αρτηρία εντοπιζόταν:

- Στο ανώτερο ήμισυ του μεσοσπονδύλιου τρήματος στο 97% των περιπτώσεων.
- Στο ανώτερο 1/3 του τρήματος στο 88% των περιπτώσεων.
- Στο μεσαίο 1/3 του τρήματος στο 9% των περιπτώσεων
- Στο κατώτερο 1/3 στο 2% των περιπτώσεων.

Επιπλέον, η αρτηρία ποτέ δεν εντοπίστηκε στο κατώτερο 1/5 του τμήματος και το 88% εισέρχονταν στο ΝΜ από αριστερά.

Ως προς το επίπεδο στο οποίο ανευρέθει η αρτηρία προέκυψαν τα ακόλουθα στοιχεία:

- ✓ Όλες οι αρτηρίες βρέθηκαν στο επίπεδο των σπονδύλων Θ2-Ο3
- ✓ Στο 92% των περιπτώσεων βρέθηκε μεταξύ των επιπέδων των σπονδύλων Θ8-Ο1
- ✓ Στο 28% των περιπτώσεων βρέθηκε στο επίπεδο του σπονδύλου Θ10 (σε αυτό το επίπεδο εντοπίστηκε η υψηλότερη συχνότητα εντοπισμού της αρτηρίας).



Συμπερασματικά από το σύνολο των παραπάνω μελετών προκύπτει ότι η αρτηρία του Adamkiewicz εκφύεται κατά κύριο λόγο α) από αριστερά και β) από το επίπεδο Θ9-Ο1, με

μεγαλύτερη συχνότητα από το επίπεδο Θ10 (εικόνα 16). Εντοπίζεται κατά κύριο λόγο στο ανώτερο 1/3 του μεσοσπονδύλιου τμήματος. Τέλος, όσο το τμήμα της πρόσθιας νωτιαίας που βρίσκεται υπέρθεν αυτής είναι στενότερο τόσο περισσότερο εξαρτάται η αιματική παροχή του ΝΜ από αυτή.

Ασυνήθιστη έκφυση της αρτηρίας του Adamkiewicz από την 4^η οσφυϊκή αρτηρία

Αν και αναφέρεται ότι η ΑΚΑ εντοπίζεται σε μεσαίο ή χαμηλό επίπεδο, σε μερικές περιπτώσεις η έκφυσή της είναι υψηλότερη και ένα αγγείο που εκφύεται από χαμηλότερο τμήμα της περιοχής ενισχύει την παροχή της πρόσθιας νωτιαίας αρτηρίας. Στη βιβλιογραφία αυτές οι αρτηρίες περιγράφονται ως εκφυόμενες από Ο3 επίπεδο και ακολουθούσες ανιούσα πορεία και δεν έχουν περιγραφεί προηγουμένως αγγειογραφικά, όσο είναι γνωστό, κάτω από αυτό το επίπεδο. Ανάμεσα στις 4000 νωτιαίες αγγειογραφίες που πραγματοποιήθηκαν στο Hopital dela Salpetriere βρέθηκαν ελάχιστες στις οποίες η 4^η οσφυϊκή αρτηρία αναστομώνεται με την πρόσθια νωτιαία αρτηρία του μυελικού κώνου. Αυτή η ανατομική παραλλαγή μπορεί να εξηγήσει τις μερικές φορές καταστροφικές μετεγχειρητικές νευρολογικές επιπλοκές στο ΝΜ από απόφραξη σε εγχείρηση της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης ή της κοιλιακής αορτής κάτω από το επίπεδο Ο3.

Στην παρούσα εργασία θα αναφερθούν δύο εκ των περιπτώσεων στις οποίες παρατηρήθηκε η εν προκειμένω ανατομική παραλλαγή.

Στην πρώτη περίπτωση αφορά 56 χρονών ευρωπαϊό ασθενή χωρίς σημαντικό ιατρικό ιστορικό ή ιστορικό εγχειρήσεων. Το άτομο αυτό ανέπτυξε μία ταχέως προοδευτική

παραπληγία αγνώστου αιτιολογίας. Πραγματοποιήθηκε MRI της οσφυϊκής μοίρας της σπονδυλικής στήλης η οποία κατέδειξε βλάβη του ΝΜ στο μυελικό κώνο που εκτείνονταν ως και το Θ12 σπονδυλικό σώμα. Επίσης, υπήρξε διόγκωση της οσφυϊκής μοίρας του ΝΜ. Η εκλεκτική αγγειογραφία έδειξε μια πρόσθια ριζιτική – μυελική αρτηρία η οποία εκτεινόταν από την δεξιά Ο4 οσφυϊκή αρτηρία και διέτρεχε το Ο4 –Ο5 ομόπλευρο μεσοσπονδύλιο τρήμα. Άτερα από μία μακρά ανιούσα πορεία διαιρούνται στο Ο1 επίπεδο σε ένα μακρό ανιόντα κλάδο ως το Θ10 και ένα μικρό κατιόντα κλάδο, για να παροχετεύσει την πρόσθια νωτιαία αρτηρία του μυελικού κώνου. Η πρόσθια νωτιαία αρτηρία της οπίσθιας μέσης περιοχής λάμβανε αίμα από την 8^η δεξιά μεσοπλεύρια αρτηρία και ήταν ορατή από το Θ8 ως το Θ11 επίπεδο. Επίσης, μια οπίσθια νωτιαία αρτηρία ξεκινούσε από την 2^η αριστερή οσφυϊκή αρτηρία. Με αρνητικά αποτελέσματα από τα εργαστηριακά και βιοχημικά τεστ, η πιθανή διάγνωση ήταν ισχαιμία του μυελικού κώνου που είχε προκληθεί από συστηματική αγγειίτιδα. Στον ασθενή εφαρμόστηκε ανοσοκατασταλτική θεραπεία. Μέσα σε λίγους μήνες η κλινική διαταραχή υποχώρησε και τα ευρήματα σε σχέση με την αρχική MRI σταδιακά εξαφανιστήκαν.

Την 2^η περίπτωση αποτελεί ένας 55 χρονών ασθενής ο οποίος εισήχθη έχοντας ραχιαίο πόνο για ένα νωτιαίο αγγειογράφημα. Η πρόσθια νωτιαία αρτηρία του μυελικού κώνου δέχονταν αίμα από την 4^η οσφυϊκή αρτηρία, η οποία έφθανε στο ΝΜ μέσω του Ο4-Ο5 ομόπλευρου μεσοσπονδυλίου τρήματος και χωρίζονταν στο Ο1 σε ένα μακρύ ανιόντα κλάδο ως το Θ12 και σε ένα βραχύ κατιόντα κλάδο.

Οσφυϊκό όγκωμα

Γενική περιγραφή του νωτιαίου μυελού

Ο νωτιαίος μυελός έχει κυλινδρικό σχήμα. Άνω του όριο αποτελεί το μείζων ινιακό τρήμα του κρανίου, όπου συνεχίζεται στον προμήκη μυελό, και προς τα κάτω όριο στον ενήλικο αποτελεί το κάτω χείλος του πρώτου οσφυϊκού σπονδύλου. Έτσι καταλαμβάνει κατά μήκος τα 2/3 του σπονδυλικού σωλήνα. πιο κάτω αποπλατύνεται κωνοειδώς σχηματίζοντας το μυελικό κώνο από την κορυφή του οποίου, μια επέκταση της χοριοειδούς μήνιγγας το τελικό νημάτιο, κατέρχεται και προσφύεται στην οπίσθια επιφάνεια του κόκκυγα.

Ο νωτιαίος μυελός χωρίζεται σε αυχενική (Α1-Α8 νευροτόμια), θωρακική (Θ1-Θ12), οσφυϊκή (Ο1-Ο5), ιερή (Ι1-Ι5) και κοκκυγική (Κ1) πλαγίως και εκατέρωθεν. Καθόλον το μήκος του νωτιαίου μυελού, υπάρχουν τα 31 ζεύγη νωτιαίων νεύρων. Στην αυχενική μοίρα του, από όπου εκπορεύονται τα νεύρα που σχηματίζουν το βραχιόνιο πλέγμα και στην οσφυοϊερά μοίρα, από όπου εκπορεύονται τα νεύρα του οσφυϊκού και ιερού πλέγματος, ο νωτιαίος μυελός είναι ατρακτοειδώς διογκωμένος, σχηματίζοντας αντίστοιχα το αυχενικό και το οσφυϊκό όγκωμα.

Ο νωτιαίος μυελός αποτελείται από εσωτερική μάζα φαιάς ουσίας, περιβαλλόμενης εξωτερικά από τη λευκή ουσία.

Σε εγκάρσια διατομή του νωτιαίου μυελού η φαιά ουσία έχει σχήμα Η με εκατέρωθεν πρόσθιο και οπίσθιο κέρας (ή πρόσθια και οπίσθια στήλη) της φαιάς ουσίας. Στη θωρακική και ανώτερη οσφυϊκή μοίρα του ΝΜ εμφανίζει και μικρό πλάγιο κέρας ή πλάγια στήλη. Ο όγκος της φαιάς ουσίας σε κάθε επίπεδο του ΝΜ εξαρτάται από τον αριθμό και το μέγεθος των μυών που νευρώνονται από αυτό το επίπεδο. Επομένως, το

μέγεθος της φαιάς ουσίας είναι μεγαλύτερο στο αυχενικό και στο οσφυϊκό όγκωμα από τα οποία νευρώνονται αντίστοιχα οι μύες των άνω και των κάτω άκρων.

Η λευκή ουσία, από περιγραφικής άποψης σε κάθε ημιμόριο του νωτιαίου μυελού διακρίνεται σε πρόσθια, πλάγια και οπίσθια δέσμη. Η πρόσθια δέσμη περικλείεται μεταξύ της πρόσθιας μέσης σχισμής και της θέσης ανάδυσης των πρόσθιων ριζών και της εισόδου (οπίσθια πλάγια αύλακα) των πρόσθιων ριζών των νωτιαίων νεύρων. Η οπίσθια δέσμη περικλείεται μεταξύ της εισόδου των οπίσθιων ριζών και της οπίσθιας μέσης αύλακας. Οι νευρικές ίνες διατάσσονται σε δεμάτια (δέσμες νευρικών ινών με όμοια έκφυση, όμοια πορεία, όμοια κατάληξη και κατά συνέπεια και την αυτή λειτουργία). Τα δεμάτια του νωτιαίου μυελού διακρίνονται σε ανιόντα, κατιόντα και διανευροτομικά.

Δομή του οσφυϊκού ογκώματος

Το οσφυϊκό όγκωμα εντοπίζεται στα O1-I3 νευροτόμια. Οι πυρήνες της φαιάς ουσίας στα νευροτόμια που του αντιστοιχούν φαίνονται στο παρακάτω πίνακα.

Νευροτόμια	Στήλες (κέρατα) φαιάς ουσίας		
	Πρόσθια	Οπίσθια	Πλάγια
O1, O2, O3	Έσω ομάδα: μύες κορμού Έξω ομάδα: μύες κάτω άκρου Μέση ομάδα: οσφυοϊερό νεύρο	1. ραχιαία πυκνωματώδης ουσία 2. ίδιος πυρήνας 3. ραχιαίος θωρακικός πυρήνας 4. συμπαθητικός σπλαγνοκινητικός πυρήνας	Υπάρχει (O3 όχι πάντα) χορηγεί προγαγγλιακές συμπαθητικές ίνες

		(θωρακο- οσφυϊκός)	
O4	Έσω ομάδα: μύες κορμού Έξω ομάδα: μύες κάτω άκρου Μέση ομάδα: οσφυοϊερό νεύρο	1. ραχιαία πυκνωματώδης ουσία 2. ίδιος πυρήνας 3. ραχιαίος θωρακικός πυρήνας	Απουσιάζει
O5	Έσω ομάδα: μύες κορμού Έξω ομάδα: μύες κάτω άκρου Μέση ομάδα: οσφυοϊερό νεύρο	1. ραχιαία πυκνωματώδης ουσία 2. ίδιος πυρήνας	Απουσιάζει
I1	Έσω ομάδα: μύες κορμού Έξω ομάδα: μύες κάτω άκρου και περινέου	1. ραχιαία πυκνωματώδης ουσία 2. ίδιος πυρήνας	Απουσιάζει
I2, I3	Έσω ομάδα: μύες κορμού Έξω ομάδα: μύες κάτω άκρου και περινέου	1. ραχιαία πυκνωματώδης ουσία 2. ίδιος πυρήνας	Ιερός παρασυμπαθητικός πυρήνας

Υπάρχουν 4 κύριες ομάδες νευρικών κυττάρων των οπίσθιων κέρατων της φαιάς ουσίας δύο εκ των οποίων επεκτείνονται σε όλο το μήκος της οπίσθιας στήλης (ραχιαία πυκτωματώδης ουσία και ίδιος πυρήνας) και δύο περιορίζονται μόνο στα θωρακικά και οσφυϊκά νευροτόμια (ραχιαίος θωρακικός πυρήνας/στήλη Clark και συμπαθητικός σπλαγχνοκινητικός πυρήνας/ θωρακο-οσφυϊκός).

- i. Ομάδα της ραχιαίας πυκτωματώδους ουσίας (του Ronaldo): καταλαμβάνει την κορυφή του οπίσθιου κέρατος και δέχεται μέσω της οπίσθιας ρίζας προσαγωγούς νευρικές ώσεις πόνου, θερμοκρασίας και αφής. Επιπρόσθετα, δέχεται ώσεις από κατιούσες νευρικές ίνες από υπερνωτιαία επίπεδα του ΚΝΣ.
- ii. Ίδιος πυρήνας οπίσθιου κέρατος: εντοπίζεται μπροστά από τη ραχιαία πυκτωματώδη ουσία. Δέχεται νευρικές ίνες από τα οπίσθια δεμάτια (της οπίσθιας δέσμης) της λευκής ουσίας σχετικές με τις αισθήσεις της θέσης και της κίνησης (ιδιοδέκτρια αισθητικότητα), την επικριτική αισθητικότητα (δύο σημείων διακριτική αφή) και τις δονήσεις (παλεσθησία).
- iii. Ραχιαίος θωρακικός πυρήνας ή στήλη του Clark: εντοπίζεται στην βάση του οπίσθιου κέρατος. Εκτείνεται από A8 έως το O3 ή O4 νευροτόμιο. Δέχεται νευρικές ίνες από τις νευρομυϊκές ατράκτους.
- iv. Σπλαγχνοαισθητικός πυρήνας: εντοπίζεται επί τα εκτός του θωρακικού πυρήνα. Εκτείνεται από Θ1- O3 νευροτόμιο. Θεωρείται ότι δέχεται προσαγωγούς αισθητικές ίνες από τα σπλάγχνα.

Τα δεμάτια της λευκής ουσίας που εντοπίζονται στα νευροτόμια του οσφυϊκού ογκώματος (O1-I3) χωρίζονται στα ανιόντα και στα κατιόντα.

Στα ανιόντα δεμάτια που εντοπίζονται στο οσφυϊκό όγκωμα ανήκουν τα δύο νωτιοθαλαμικά δεμάτια (πρόσθιο και πλάγιο νωτιοθαλαμικό), από τα δεμάτια της οπίσθιας δέσμης το ισχνό δεμάτιο ενώ απουσιάζει το σφηνοειδές και από τα νωτιοπαρεγκεφαλιδικά δεμάτια το πρόσθιο νωτιοπαραγκεφαλιδικό ενώ το οπίσθιο νωτιοπαραγκεφαλιδικό εντοπίζεται μόνο στα δύο πρώτα οσφυϊκά νευροτόμια. Το πρόσθιο νωτιοθαλαμικό άγει πληροφορίες σχετικά με την αίσθηση της αδρής αφής, το πλάγιο νωτιοθαλαμικό σχετικά την αίσθηση του πόνου και της θερμοκρασίας, το ισχνό προσάγει πληροφορίες σχετικές με την λεπτή αφή και την ενσυνείδητη ιδιοδεκτικότητα του κάτω άκρου ενώ το πρόσθιο και το οπίσθιο νωτιοπαρεγκεφαλιδικό μεταφέρουν πληροφορίες της ασυνείδητης ιδιοδεκτικότητας προς την παρεγκεφαλίδα.

Τα κατιόντα δεμάτια του νωτιαίου μυελού είναι τα δεμάτια της πυραμιδικής οδού (πρόσθιο και πλάγιο φλοιονωτιαίο δεμάτιο), το ερυθρονωτιαίο δεμάτιο και τα δεμάτια που νευρώνουν προς τα έσω εντοπιζόμενους νευρώνες που ελέγχουν τις κινήσεις και τη στάση του κορμού δηλαδή το δικτυονωτιαίο, το τετραδυμονωτιαίο και το αιθουσονωτιαίο δεμάτιο. Στο επίπεδο του ΝΜ τα κατιόντα δεμάτια είναι μάλλον καθαρά το ένα από το άλλο διαχωρισμένα ενώ στα ανώτερα φλοιώδη επίπεδα οι ίνες διαπλέκονται μεταξύ τους πολύ ώστε μεμονωμένες κινητικές διαταραχές (σε αντίθεση αισθητικές) δεν παρατηρούνται ουσιαστικά στο επίπεδο του ΝΜ.

Τα νεύρα που εκφύονται από το οσφυϊκό όγκωμα και τα πλέγματα που συμμετέχουν

Κάθε νωτιαίο νεύρο αποτελείται συνολικά από τις δύο εκφυτικές του ρίζες (πρόσθια και οπίσθια), από το στέλεχος του νεύρου και από δύο κλάδους (πρόσθιο ή κοιλιακό και οπίσθιο ή

ραχιαίο), στους οποίους διαιρείται το στέλεχος του νεύρου. Το νωτιαίο νεύρο σχηματίζεται από συνένωση των δύο εκφυτικών ριζών.

Η πρόσθια ρίζα περιέχει τις κινητικές ίνες (σωματοκινητικές και σπλαγχοκινητικές) με τις οποίες άγει τις ώσεις φυγοκέντρωσ προς τους μύες και τα άλλα εκτελεστικά όργανα. Κάθε πρόσθια ρίζα αναδύεται από τον νωτιαίο μυελό, κατά μήκος της πρόσθιας πλάγιας αύλακας, με τρία ή τέσσερα ριζίδια, τα οποία δεν αποτελούν συνεχή σειρά με τα ριζίδια των πρόσθιων ριζών των υπερκείμενων ή υποκείμενων νωτιαίων νεύρων. Η πρόσθια ρίζα αποτελείται από τους δενδρίτες των νευρικών κυττάρων, των οποίων τα σώματα συγκροτούν τους κινητικούς πυρήνες, που βρίσκονται στο πρόσθιο κέρας (σωματοκινητικοί νευρώνες) ή στο πλάγιο κέρας (σπλαγχοκινητικοί νευρώνες) της φαιάς ουσίας του ΝΜ.

Η οπίσθια ρίζα περιέχει αισθητικές ίνες (σωματοαισθητικές και σπλαγχοαισθητικές), με τις οποίες άγει ώσεις κεντρομόλως προς το ΝΜ. Αποτελείται από 6 έως 8 ριζίδια τα οποία εισδύουν κεντρομόλως στο ΝΜ, κατά συνεχή σειρά, δια της οπίσθιας πλάγιας αύλακας. Η οπίσθια ρίζα αποτελείται από τις κεντρικές αποφυάδες των κυττάρων των νωτιαίων γαγγλίων.

Στο σύστοιχο μεσοσπονδύλιο τμήμα σχηματίζεται το στέλεχος του νωτιαίου νεύρου. Έτσι το νωτιαίο νεύρο, που σχηματίζεται με συνένωση της πρόσθιας και της οπίσθιας ρίζας του και κατά συνέπεια είναι μικτό, πορεύεται στο σύστοιχο μεσοσπονδύλιο τμήμα. Μόλις το νωτιαίο νεύρο αναδειχθεί από το μεσοσπονδύλιο τμήμα διαιρείται σε δύο κλάδους, τον πρόσθιο ή κοιλιακό και τον οπίσθιο ή ραχιαίο, οι οποίοι είναι μικτοί. Το νωτιαίο νεύρο επίσης χορηγεί δύο λεπτότερους κλάδους: τον νωτιαίο μηνιγγικό κλάδο, που παλινδρομεί γύρω

από το σπονδυλικό σωλήνα και διαμένεται στις μήνιγγες, και τον αναστομωτικό κλάδο που φέρεται στο σύστοιχο γάγγλιο του συμπαθητικού στελέχους.

Οι οπίσθιοι κλάδοι των νωτιαίων νεύρων φέρονται ανεξάρτητοι ο ένας από τον άλλο, στη ράχη και διαμένονται στους μύες και στο δέρμα της ραχιαίας επιφάνειας του κορμού.

Οι πρόσθιοι κλάδοι είναι παχύτεροι από τους οπίσθιους και στο σύνολό τους νευρώνουν το δέρμα και τους μυς του τραχήλου, της προσθιοπλάγιας επιφάνειας του κορμού και ολόκληρο των άνω και κάτω άκρων. Ακόμα οι πρόσθιοι κλάδοι, με εξαίρεση αυτούς των θωρακικών νεύρων, θα αναστομωθούν μεταξύ τους και θα σχηματίσουν τα νευρικά πλέγματα των νωτιαίων νεύρων.

Όπως αναφέραμε το οσφυϊκό όγκωμα περιλαμβάνει τα O1-I3 νευροτόμια και άρα από αυτό εκφύονται τα αντίστοιχα νωτιαία νεύρα. Οι πρόσθιοι κλάδοι των νεύρων αυτών συμμετέχουν στο σχηματισμό 3 σημαντικών πλεγμάτων του οσφυϊκού (O1, O2, O3 συν μέρος του πρόσθιου κλάδου O4), του ιερού (κάτω κλάδος του πρόσθιου κλάδου του O4, O5, I1, I2, I3) και του αιδουϊκού πλέγμα (I2, I3, I4).

Τα νεύρα του οσφυϊκού πλέγματος είναι 1) μυϊκοί κλάδοι για τον λαγόνιο, τον τετράγωνο οσφυϊκό, το μείζονα και το ελάσσονα ψοϊτή μυ, 2) το λαγονοϋπογάστριο και λαγονοβουβωνικό νεύρο (Θ12, O1), 3) το αιδουιομηρικό νεύρο (O1, O2), 4) το έξω μηροδερματικό νεύρο (O2, O3), 5) το θυρεοειδές νεύρο (O2, O3, O4) και 6) μηριαίο νεύρο (O2, O3, O4).

Τα νεύρα του ιερού πλέγματος είναι: 1) μυϊκοί κλάδοι για τον τετράγωνο μηριαίο και τον κάτω δίδυμο (O4, O5, I1), για τον έσω θυρεοειδή και τον άνω δίδυμο (O5, I1, I2) και για τον

απιοειδή (I1, I2), 2) το άνω γλουτιαίο νεύρο (O4, O5, I1), 3) το κάτω γλουτιαίο νεύρο (O5, I1, I2), 4) το οπίσθιο μηροδερματικό νεύρο (I2, I3, κοιλιακοί κλάδοι και I1, I2 ραχιαίοι κλάδοι), 5) διατειτρών δερματικό κλάδο (I2, I3) και 6) το ισχιακό νεύρο.

Το αιδουϊκό πλέγμα χορηγεί 1) μυϊκούς κλάδους (I3, I4) που διαμένονται στον ανελκτήρα του πρωκτού, τον κοκκυγικό και τον έξω σφιγκτήρα του πρωκτού μυ, 2) σπλαγχνικούς κλάδους που φέρουν παρασυμπαθητικές προγαγγλιακές ίνες, τα πυελικά νεύρα, οι οποίες καταλήγουν στα παρασυμπαθητικά γάγγλια που βρίσκονται κοντά ή επί του τοιχώματος των σπλάγχνων της πυέλου (πυελικά γάγγλια). Οι ίνες αυτές μαζί με τις συμπαθητικές ίνες του υπογαστρίου πλέγματος σχηματίζουν το πυελικό πλέγμα του ΑΝΣ. Οι σπλαγχνικοί κλάδοι είναι: α) το μέσο αιμορροϊδικό νεύρο για το ορθό, β) κλάδοι για την ουροδόχο κύστη, τον προστάτη και την σπερματοδόχο κύστη, γ) κλάδους για τον κολεό και την μήτρα και δ) κλάδοι για τα έσω γεννητικά όργανα. Τέλος το αιδουϊκό πλέγμα χορηγεί το (3) έσω αιδουϊκό νεύρο.

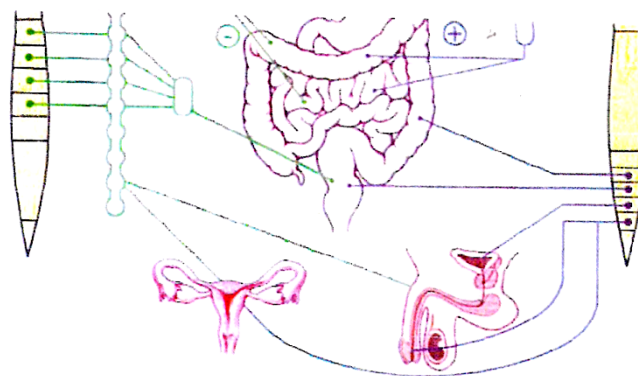
Αυτόνομη νεύρωση από το οσφυϊκό όγκωμα

Δεδομένου ότι το οσφυϊκό όγκωμα εντοπίζεται στα νευροτόμια O1-I3, ο θωρακοοσφυϊκός πυρήνας στα Θ1-O2/ O3 και οι πυρήνες της ιεράς μοίρας του παρασυμπαθητικού στα I2-I4, προκύπτει ότι το οσφυϊκό όγκωμα παρέχει και αυτόνομη νεύρωση.

Σε αυτό βρίσκονται τα κυτταρικά σώματα απαγωγών συμπαθητικών νευρικών ινών (εμμύελες) οι οποίες αναδύονται από τον νωτιαίο μυελό με τις πρόσθιες νευρικές ρίζες. Εξερχόμενες από το μεσοσπονδύλιο τρήμα εγκαταλείπουν το νωτιαίο νεύρο και φέρονται στα συμπαθητικά παρασπονδυλικά

γάγγλια του συμπαθητικού στελέχους ως λευκοί αναστομωτικοί κλάδοι. Οι ίνες αυτές δεν κάνουν σύναψη μέσα στο γάγγλιο που εισήλθαν (1^ο, 2^ο ή ενδεχομένως 3^ο οσφυϊκό γάγγλιο) αλλά ακολουθούν καθοδική πορεία (δια των μεσογαγγλίων συνδέσμων) και συνάπτονται εντός των κατώτερων γαγγλίων της οσφυϊκής και της ιεράς μοίρας του συμπαθητικού στελέχους. Οι συμπαθητικές μεταγαγγλιακές ίνες που εξέρχονται από αυτά φέρονται στα οσφυϊκά, ιερά και κοκκυγικά νεύρα με φαιούς αναστομωτικούς κλάδους τα οποία νευρώνουν το κατιόν κόλον, το σιγμοειδές και το ορθό, τον λείο έσω σφιγκτήρα του πρωκτού, την ουροδόχο κύστη, τον σπερματικό πόρο, τις σπερματοδόχες κύστεις, τον προστάτη, τις λείες μυϊκές ίνες της μήτρας (μυομήτριο) και τις αρτηρίες των κάτω άκρων.

Στο οσφυϊκό όγκωμα βρίσκονται επίσης τα κυτταρικά σώματα εμύελων προγαγγλιακών παρασυμπαθητικών ινών, οι οποίες εξέρχονται από το NM με τις πρόσθιες ρίζες των αντίστοιχων δευτέρου – τετάρτου ιερών νεύρων. Στη συνέχεια εγκαταλείπουν τα ιερά νεύρα και σχηματίζουν τα ανεξάρτητα πυελικά σπλαγχνικά νεύρα. Τα νεύρα αυτά συνάπτονται με τα γάγγλια του υπογαστρίου πλέγματος. Οι απαγωγοί εμμύελες προγαγγλιακές ίνες της ιεράς μοίρας του παρασυμπαθητικού συνάπτονται με περιφερικά γάγγλια του παρασυμπαθητικού που εντοπίζονται εγγύς ή επί του τοιχώματος των σπλάγχνων που νευρώνουν. Παρασυμπαθητική νεύρωση από το οσφυϊκό όγκωμα δέχονται το κατιόν κόλον, το σιγμοειδές, το ορθό, η ουροδόχος κύστη, οι λείες μυϊκές ίνες της μήτρας και ο στυτικός ιστός των σπαραγγωδών σωμάτων του πέους και της κλειτορίδας.



Ακολουθεί περιγραφή της νεύρωσης από το οσφυϊκό όγκωμα ορισμένων από τις προαναφερθείσες δομές καθώς και κλινικά στοιχεία.

Κατión κόλον, σιγμοειδές και ορθό: οι προγαγγλιακές παρασυμπαθητικές ίνες προέρχονται από τον έξω διάμεσο πυρήνα της φαιάς ουσίας του 2^{ου} -4^{ου} ιερού νευροτομίου, συνάπτονται δε με τους μεταγαγγλιακούς νευρώνες του μυεντερικού (του Auerbach) και του υποβλεννογόνιου πλέγματος (του Meissner). Αυτοί διαμένονται στους λείους μυς και τους αδένες. Τα παρασυμπαθητικά νεύρα αυξάνουν τον περισταλτισμό και τις εκκρίσεις. Οι συμπαθητικές προγαγγλιακές ίνες διέρχονται από τα γάγγλια της οσφυϊκής μοίρας του συμπαθητικού στελέχους και συνάπτονται με τους μεταγαγγλιακούς νευρώνες στο κάτω μεσεντέριο πλέγμα. Οι μεταγαγγλιακές ίνες δημιουργούν πλέγματα γύρω από τους κλάδους της κάτω μεσεντέριας αρτηρίας, φέρονται και διαμένονται στο παχύ έντερο. Τα συμπαθητικά νεύρα μειώνουν τον περισταλτισμό και τις εκκρίσεις.

Ο λείος μυς του έσω σφιγκτήρα του πρωκτού νευρώνεται από μεταγαγγλιακές ίνες του υπογαστρίου πλέγματος. Έκαστον εκ των 2 υπογαστρίων πλεγμάτων (δεξιό και αριστερό) δέχονται συμπαθητικές ίνες από το αορτικό πλέγμα και από την οσφυϊκή μοίρα του συμπαθητικού στελέχους. Τα συμπαθητικά νεύρα

αποτελούν σύσπαση (σύγκλειση) του έσω σφιγκτήρα του πρωκτού.

Βλάβες του NM προκαλούν διαταραχή της αφόδευσης, η οποία αποτελεί συντονισμένο αντανακλαστικό που οδηγεί στην εκκένωση του κατιόντος κόλου, του σιγμοειδούς, του ορθού και του πρωκτικού σωλήνα. Η επιθυμία για αφόδευση ξεκινά με την διέγερση των υποδοχέων διάτασης του τοιχώματος του ορθού. Σε περίπτωση σοβαρής βλάβης του NM αυτή η διάταση δεν γίνεται αισθητή και παράλληλα καταργείται η παρασυμπαθητική επίδραση επί του περισταλτισμού του κατιόντος κόλου, του σιγμοειδούς και του ορθού. Επιπλέον, είναι πιθανόν να διαταραχτεί σοβαρά ο έλεγχος των κοιλιακών μυών, οι οποίοι αυξάνουν την ενδοκοιλιακή πίεση που με τη σειρά της βοηθά την αφόδευση, καθώς και τον σφιγκτήρα του πρωκτικού σωλήνα. Με αυτό τον τρόπο το ορθό απομονώνεται και όταν αυξάνεται η πίεση εντός του αυλού του αντιδρά με σύσπαση των τοιχωμάτων του. Ακόμα και στην καλύτερη περίπτωση η δύναμη της σύσπασης είναι τόσο μειωμένη, ώστε το σύνηθες αποτέλεσμα είναι δυσκοιλιότητα και κοπρόσταση. Ασθενείς με βλάβη του NM πρέπει να λαμβάνουν αγωγή και για την κένωση του ορθού με υποκλυσμό 2 φορές την εβδομάδα και μερικές φορές συνιστάται επιπροσθέτως η χρήση υπόθετων.

Ουροδόχος κύστη: ο μυϊκός χιτώνας της αποτελείται από λείες μυϊκές ίνες, οι οποίες στον αυχένα της κύστης παχύνονται και σχηματίζουν το λείο (έσω) σφιγκτήρα μυ της κύστης. Οι λείοι μύες της κύστης νευρώνονται από τα υπογάστρια πλέγματα. Οι συμπαθητικές μεταγαγγλιακές ίνες προέρχονται από το 1^ο και 2^ο οσφυϊκό συμπαθητικό γάγγλιο και φέρονται στα υπογάστρια πλέγματα. Πιστεύεται ότι τα συμπαθητικά νεύρα του σφιγκτήρος της κύστης διαδραματίζουν μικρό ρόλο στη συγκράτηση των ούρων μέσω πρόκλησης σύσπασης του σφιγκτήρος. Ωστόσο στον άνδρα, η συμπαθητική νεύρωση του

σφιγκτήρα οδηγεί σε ενεργό σύσπαση του αυχένος της κύστης κατά την εκσπερμάτιση, ώστε το σπέρμα να μην παλινδρομεί στο εσωτερικό της κύστης. Συμπαθητική νεύρωση δέχεται και ο εξωστήρας μυς της κύστης. Οι παρασυμπαθητικές προγαγγλιακές ίνες εκπορεύονται από τον έξω διάμεσο πυρήνα της φαιάς ουσίας του 2^{ου}-4^{ου} ιερού νευροτομίου και πορεύονται ως πυελικά σπλαγχνικά νεύρα, διέρχονται διαμέσου του υπογαστρίου πλέγματος και φτάνουν στην ουροδόχο κύστη όπου συνάπτονται με τους μεταγαγγλιακούς νευρώνες. Τα παρασυμπαθητικά νεύρα διεγείρουν την σύσπαση των λείων μυϊκών ινών του τοιχώματος της κύστης και κατά κάποιον τρόπο αναστέλλουν την σύσπαση του σφιγκτήρος μυός της κύστης.

Καταστροφή της ιερής μοίρας του ΝΜ προκαλεί την παθολογική κατάσταση που ονομάζεται αυτόνομη κύστη σε αυτή την κατάσταση η ουροδόχος κύστη δεν επηρεάζεται από τα εξωτερικά αντανακλαστικά, το τοίχωμά της είναι χαλαρό και η χωρητικότητά της αυξάνεται υπερβολικά. Η κύστη παρουσιάζει υπερπλήρωση εξαιτίας της οποίας αποβάλλει διαρκώς σταγόνες και μπορεί να αδειάσει μερικώς με εξωτερική πίεση του πρόσθιου κοιλιακού τοιχώματος με τα χέρια, αλλά δεν αποφεύγονται οι ουρολοιμώξεις και οι δυσμενείς επιδράσεις από την παλίνδρομο πίεση επί των νεφρών και των ουρητήρων. Επίσης, κάκωση του ΝΜ που ακολουθείται από νωτιαίο shock μπορεί να οδηγήσει στην άτονη κύστη, κατάσταση στην οποία το τοίχωμα της κύστης είναι εντελώς χαλαρό, ο σφιγκτήρας της κύστης είναι έντονα συσπασμένος και ο σφιγκτήρας της ουρήθρας είναι σε χάλαση. Η υπερβολική διάταση της ουροδόχου κύστεως που προκαλείται οδηγεί σε εκροή ούρων λόγω υπερχειλίσης. Από το επίπεδο της βλάβης στο ΝΜ εξαρτάται αν ο ασθενής θα αισθάνεται ή όχι ότι η κύστη του είναι πλήρης ούρων.

Κλινική σημασία

Η ΑΚΑ απολινώθηκε από τους Di Chino and Doppman (1970) σε έναν αριθμό πιθήκων (macacus) χωρίς επιπλοκή, αλλά παρατηρήθηκε πρόκληση παραπληγίας όταν η πρόσθια νωτιαία αρτηρία δέθηκε σε επίπεδο περιφερικό της συμβολής της με την ΑΚΑ. Μελέτες έχουν δείξει ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές στην ανατομία των αρτηριών του νωτιαίου μυελού ανάμεσα σε ζώα και ανθρώπους. Από τα μέχρι τώρα στοιχεία μόνο οι μπαμπούνοι φαίνεται να έχουν επαρκή ομοιότητα με τους ανθρώπους. Συνεπώς, αποτελέσματα από πειραματικά μοντέλα στα πειραματόζωα θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη με αυτό το σκεπτικό της μη πλήρους αξιοπιστίας.

Έχει προταθεί ότι η παραπληγία σχετιζόμενη με χειρουργείο της θωρακικής αορτής σχετίζεται με τη σταυρωτή σύσφιξη που αποφράσει τα τμηματικά αγγεία διμερώς. Η πρόσθια νωτιαία αρτηρία, στο επίπεδο Θ4-Θ9 είναι αρκετά μικρή και επίσης ύποπτη για τραυματισμό στη διάρκεια επεμβάσεων στον πρόσθιο ΝΜ. Αυτός ο συνδυασμός από ανατομικές διαπιστώσεις φέρνει τον κατώτερο θωρακικό και τον ανώτερο οσφυϊκό ΝΜ σε κίνδυνο απόφραξης όταν υπάρχει σημαντικός αγγειακός χειρισμός. Ακόμα και σε σχετικά μικρές προκλήσεις μπορεί να προκαλέσουν σπασμούς εμβολής στην ΑΚΑ.

Η απόφραξη του ΝΜ στην περιοχή είναι καταστροφική οδηγώντας σε παραπληγία, ισχαιμία παχέως εντέρου, μείζονα αισθητικά ελλείμματα, νέκρωση των γλουτών και απώλεια του ελέγχου ουροδόχου κύστεως και εντέρου.

Ισχαιμία στο ΝΜ, σε αντίθεση με τα αγγειακά εγκεφαλικά επεισόδια σπάνια είναι καρδιακής αιτιολογίας ή προκαλείται από εμβολή. Παθολογικές καταστάσεις στην αορτή,

συμπεριλαμβανόμενης χειρουργικής επέμβασης σε αυτή, είναι, ωστόσο, μείζονος σημασίας στα ισχαιμικά σύνδρομα. Η ισχαιμία του ΝΜ εμφανίζεται με ιδιαίτερα αυξημένη συχνότητα σε ασθενείς που χειρουργούνται για ανευρύσματα της θωρακοκοιλιακής αορτής και ταυτόχρονα πάσχουν από σακχαρώδη διαβήτη. Σημαντικότερος παράγοντας για την πρόκληση παραπληγίας είναι η διάρκεια του αποκλεισμού της αορτής. Χρόνοι μικρότεροι των 30 λεπτών της ώρας θεωρούνται ασφαλείς, ειδικά αν συνοδεύονται από μέτρια υποθερμία (35°C). Μεγαλύτερη υποθερμία βελτιώνει την ανοχή του ΝΜ στην υποξία/ανοξία, προκαλεί όμως σημαντικότερα προβλήματα με την πηκτικότητα του αίματος.

Όταν μειώνεται η παροχή αίματος στον νωτιαίο μυελό αυτός ισχαιμεί. Σε κανονική θερμοκρασία (όχι σε υποθερμία), η μιτοχονδριακή οξειδωτική φωσφορυλίωση σταματά μετά από 3-4 λεπτά, με συνέπεια την εξάντληση των αποθεμάτων της τριφωσφορικής αδενοσίνης (ΑΤΡ) και την ανεπάρκεια των ΑΤΡ-εξαρτημένων αντλιών των μεμβρανών, που ρυθμίζουν την ενδοκυττάρια ομοιόσταση του ασβεστίου. Τα αυξημένα επίπεδα του ενδοκυττάριου ασβεστίου προκαλούν παραγωγή ελευθέρων ριζών και νευροτοξικών αμινοξέων, με συνέπεια την σταδιακή απώλεια της ακεραιότητας της μεμβράνης, βλάβες στο DNA και ενδοκυττάριο οίδημα, που οδηγεί σε αναστρέψιμη ή μη αναστρέψιμη κυτταρική βλάβη. Αν στο φαινόμενο προστεθεί και η υπεραιμία που προκαλείται μετά από την άρση του αορτικού αποκλεισμού, τότε οι βλάβες επιδινώνονται. Σύμφωνα με πειραματικά δεδομένα η αρτηριακή πίεση που βρίσκεται σε πτώση πρέπει να είναι τουλάχιστον 60mm Hg για να εξασφαλίσει αποφυγή της παραπληγίας.

Μελέτες έχουν δείξει ότι αθήρωμα που προκαλεί ισχαιμία ΝΜ δεν εντοπίζεται στο περισπονδυλικό αρτηριακό δίκτυο. Αλλά ανευρίσκεται στην αορτή και στους σπονδυλικούς

κλάδους της. Διατομή της αορτής βρέθηκε υπεύθυνη για το 2 – 8% των περιπτώσεων. Περαιτέρω στένωση του ισθμού της αορτής μπορεί να δώσει συμπτώματα ισχαιμίας ΝΜ και η αρτηρίτιδα οφειλόμενη σε σύφιλη συναντάται σε σπάνιες περιπτώσεις. Άλλες σπάνιες αιτίες είναι η αερώδης εμβολή.

Σύνδρομο κοιλιακής διατομής του νωτιαίου μυελού

Όταν η πρόσθια νωτιαία αρτηρία ή ενδομυελικοί κλάδοι της ή ο κορμός της πρόσθιας ριζικής – μυελικής αρτηρίας (συμπεριλαμβανομένης και της Adamkiewicz) έχουν αποφραχθεί, προκαλείται βλάβη στο κοιλιακό τμήμα του νωτιαίου μυελού. Το ίδιο παρατηρείται και σε απόφραξη μεσοπλεύριων, οσφυϊκών και ιερών αρτηριών καθώς και της αορτής. Το σύνδρομο παρουσιάζεται στο 67% των περιπτώσεων οξείας ισχαιμίας νωτιαίου μυελού. Χαρακτηρίζεται από βλάβη των κοιλιακών 2/3 του νωτιαίου μυελού, το οποίο εκδηλώνεται με οξεία χαλαρή παράλυση σε όλα ή μόνο στα κάτω άκρα (ανάλογα με το επίπεδο της βλάβης) λόγω ισχαιμίας, αναισθησία στον πόνο και απώλεια της αίσθησης της θερμοκρασίας. Άλλο σημείο αποτελεί η άμεση απώλεια ελέγχου του σφιγκτήρα του πρωκτού. Δευτερευόντως, συνυπάρχει απώλεια του ειλεϊκού αντανakλαστικού και κοιλιακή διαστολή λόγω οξείας διακοπής της συμπαθητικής οδού. Επειδή οι οπίσθιες στήλες δεν βλάπτονται, μη παλλαισθησία και η ιδιοδεκτικότητα διατηρούνται. Διακριτικό στοιχείο του συνδρόμου αποτελεί η απώλεια λειτουργίας του νωτιαιοθαλαμικού δεματίου με ταυτόχρονη διατήρηση της λειτουργίας της οπίσθιας στήλης. Η αρχική χαλαρότητα και η απώλεια τενόντιων αντανakλαστικών σχετίζονται με νωτιαία καταπληξία και σταδιακά αντικαθιστώνται από σπαστικότητα σε όλους τους μύες κάτω από το επίπεδο της βλάβης με ζωνηρά

τενόντια αντανακλαστικά και εκτατικές πελματικές αποκρίσεις. Παράλληλα, νέκρωση των κυττάρων του πρόσθιου κέρατος οδηγεί σε μόνιμη χαλαρή παράλυση στους μύες του επιπέδου της απόφραξης, οι οποίοι εν συνεχεία ατροφούν. Η απόφραξη μπορεί να περιλαμβάνει και τα δύο ημίσεια της κοιλιακής ζώνης του νωτιαίου μυελού με λιγότερη ή περισσότερη συμμετρία.

Σύνδρομο Brown – Sequard

Το σύνδρομο αυτό αποτελεί αμφίδρομη βλάβη του ΝΜ και χαρακτηρίζεται από ομόπλευρη ημιπληγία και απώλεια της αφής και της ιδιοδεκτικότητας συνοδευόμενη από αντίπλευρη απώλεια της αίσθησης του πόνου και της θερμοκρασίας. Σε αυτό το σύνδρομο μπορεί να οδηγήσει η πρόπτωση σπονδυλικού δίσκου που συμπιέζει το νωτιαίο κλάδο μιας τμηματικής αρτηρίας (ανιούσα τραχηλική, μεσοπλεύριες, οσφυϊκές) ή την αρτηρία του Adamkiewicz, όπως αναφέρουν σε ένα περιστατικό οι Mansouretal.

Απεικονιστικές μέθοδοι της ΑΚΑ

Η μη επεμβατική εκτίμηση της αρτηρίας του Adamkiewicz είναι χρήσιμη κατά το σχεδιασμό μιας εγχείρησης. Προεγχειρητική εκτίμηση του επιπέδου της μεσοπλεύριας αρτηρίας από το οποίο εκφύεται η ΑΚΑ είναι σημαντική για την αποφυγή μετεγχειρητικής ισχαιμίας του ΝΜ. Γι' αυτό το λόγο η χρήση απεικονιστικών μεθόδων εξαπλώνεται διαρκώς. Τέτοιες μέθοδοι αποτελούν η MRA και η CTA. Ωστόσο αυτές οι μέθοδοι, απαιτούν συχνά ειδικές ακολουθίες ή έρχονται σε αντίθεση με διαχειριστικά πρωτόκολλα και απαιτούν τεχνικές περεταίρω επεξεργασίας που έχουν υψηλό κόστος και είναι συχνά χρονοβόρες. Εξαιτίας αυτού, στα

περισσότερα κέντρα, δεν αποτελεί τμήμα της συνήθους ανάλυσης.

Πρόσφατη τεχνική πρόοδος επέτρεψε την ταυτόχρονη απεικόνιση της ΑΚΑ και ολόκληρης της αορτής με multidetector – row – CT (MDCT). Παρόλο που δεν κατορθώνει να απεικονίσει την ΑΚΑ σε υψηλό ποσοστό ασθενών με παθήσεις της θωρακοκοιλιακής αορτής, η αξονική τομογραφία με ένα επαρκές πρωτόκολλο και προσεκτική επεξεργασία είναι απαραίτητα για ακριβή αξιολόγηση.

Σύμφωνα με μελέτες το multidetector – row – CT αποτελεί ένα επαρκές πρωτόκολλο απεικόνισης. Αντίστοιχα παρόλο που η MRA απεικονίζει επαρκώς τη διαφορά μεταξύ αρτηριών και φλεβών χρησιμοποιείται MRA ενισχυμένης αντίθεσης για ασθενείς στους οποίους η απεικόνιση είναι ανεπαρκής λόγω παρακείμενων οστών.

ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΑΓΓΕΙΩΝ

Ως γνωστόν σήμερα η μελέτη των αγγείων και των παθήσεών τους αποτελεί αντικείμενο συνεχούς έρευνας τόσο σε κλινικό επίπεδο όσο και σε ερευνητικό.

Η ανάπτυξη των τεχνολογικών μέσων και μεθόδων έχει συμβάλλει σημαντικά στη μελέτη των αγγείων.

Προεισαγωγικές γνώσεις: 1. Η πίεση του αίματος, η οποία ασκείται επάνω στο αρτηριακό τοίχωμα επηρεάζει τη δύναμη που αναπτύσσεται από την καρδιά κατά την διοχέτευση του αίματος στα μεγάλα αγγεία. Η δύναμη αυτή, οφείλει εκτός των άλλων να υπερνικήσει και την αντίσταση που δημιουργείται από την τριβή του αίματος επάνω στο αγγειακό τοίχωμα (2% από την θερμότητα η οποία παράγεται μέσα στο σώμα προέρχεται από την τριβή αυτή του αίματος επάνω στο αγγειακό τοίχωμα).

2. Ένα μέρος της καρδιακής δυνάμεως καταναλίσκεται για την αλλαγή του σχήματος των ερυθρών αιμοσφαιρίων ενώ αυτά διέρχονται μέσα από στενά τριχοειδή αγγεία.

3. Η κανονική λειτουργία της καρδιάς και η κανονική πίεση του αίματος διευκολύνονται από την φυσιολογική κατάσταση των αγγείων (ελαστικότητα). Σε περίπτωση υπάρξεως ανελαστικών αγγείων (αυλός διευρυσμένος) η καρδιά παραμένει αβοήθητη στο έργο της και βαθμηδόν εξαντλείται.

Το τοίχωμα των αγγείων αποτελείται:

- a. Από τον έσω χιτώνα (δηλαδή από ένα στοίχο ενδοθηλιακών κυττάρων, κάτω από τα οποία υπάρχει λίγος χαλαρός συνδετικός ιστός).
- b. Από τον μέσο χιτώνα, ο οποίος αποτελείται από μυϊκές και ελαστικές ίνες ενώ στα μεγάλα αγγεία (αορτή, καρωτίδα,

λαγόνιος) στο μέσο χιτώνα υπερτερούν οι ελαστικές ίνες, στις μέσου μεγέθους αρτηρίες υπερτερούν οι μυϊκές ίνες. Ανάμεσα στον έσω και τον μέσο χιτώνα υπάρχει το έσω ελαστικό πέταλο.

- c. Από τον έξω χιτώνα. Αυτός αποτελείται από συνδετικό ιστό με τροφοφόρα αγγεία (*vasa vasorum*), τα οποία χρησιμεύουν για τη διατροφή ολόκληρου του έξω χιτώνα και του 1/2 ή 2/3 του μέσου χιτώνα.

Η θρέψη του αγγειακού τοιχώματος επιτελείται:

- a) Με διήθηση υγρού και διαφόρων ουσιών που περιλαμβάνονται στο αίμα το οποίο κυκλοφορεί μέσα στο αγγείο (δηλαδή νερού, νατρίου, καλίου, χλωρίου, ορμονών, ενζύμων κλπ.). Το υγρό αυτό περνάει μέσα από τα διαστήματα που υπάρχουν ανάμεσα από τα ενδοθηλιακά κύτταρα του έσω χιτώνα. Το υγρό που διηθείται διατρέφει ολόκληρο τον έσω χιτώνα και το 1/3 περίπου του μέσου χιτώνα και αποχετεύεται διαμέσου των *Vasa vasorum* (αγγεία των αγγείων).

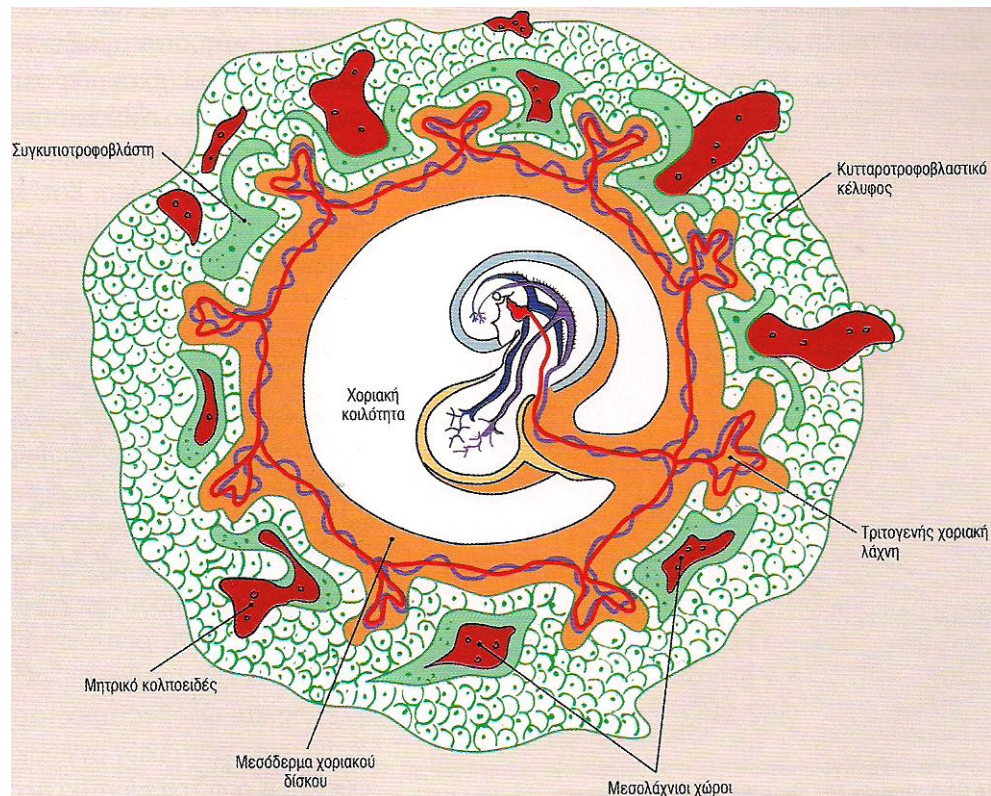
Από τα *vasa vasorum*. Διαμέσου αυτών διατρέφεται, όπως αναφέρθηκε, το 1/2-1/3 του μέσου χιτώνα, όπως και ο έξω χιτώνας. Έχει διαπιστωθεί τέλος ότι λευκοκύτταρα είναι δυνατόν να περάσουν σε ορισμένες περιπτώσεις μέσα από τα διαστήματα τα οποία βρίσκονται ανάμεσα από τα ενδοθηλιακά κύτταρα. Εξάλλου, τα ενδοθηλιακά κύτταρα του έσω χιτώνα μπορούν να συνθέσουν λιποειδείς ουσίες και να φαγοκυτταρώσουν. Στην ουσία όμως πρόκειται για πινοκυττάρωση ή κυτταροπένση.

ΕΜΒΡΥΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΑΓΓΕΙΩΝ

Από την 3^η εβδομάδα της ανάπτυξης, ο μηχανισμός της διάχυσης και μόνο δεν επαρκεί με την παροχή επαρκών ποσοτήτων οξυγόνου και θρεπτικών ουσιών μέσα από το εξωεμβρυϊκό κοίλωμα (εικόνα 18). Εμφανίζεται πλέον η καταβολή του αρχηγόνου αγγειακού συστήματος που θα αναλάβει αυτό το ρόλο. Με τον όρο αγγειογένεση αποδίδεται η δημιουργία αγγείων μέσω της συνένωσης αιματικών νησιδίων που αρχίζουν να εμφανίζονται την 3^η εβδομάδα της ανάπτυξης. Ο όρος αυτός θα πρέπει να διαφοροποιείται από τη νεοαγγειογένεση που συντελείται σε οποιοδήποτε άλλη χρονική περίοδο. Η διεργασία λαμβάνει χώρα στο μεσόδερμα του ομφαλικού ασκού, τον κοιλιακό μίσχο και το χόριο. Πρόκειται για ομάδες μεσεγγυματικών κυττάρων που διαφοροποιούνται σε αιμαγγειοβλάστες, συγκεντρώνονται και σχηματίζουν τα καλούμενα αιματικά νησίδια. Τα περιφερικά κύτταρα κάθε νησιδίου αποπλατύνονται και διαφοροποιούνται περαιτέρω σε ενδοθηλιακά κύτταρα, ενώ ανάμεσα στα κεντρικά κύτταρα δημιουργούνται σχισμές, τα κύτταρα αποκολλούνται και ελεύθερα αποτελούν τα αρχέγονα κύτταρα του αίματος. Από το υγρό που συγκεντρώνεται μεταξύ αυτών των κυττάρων σχηματίζεται το πλάσμα.

Τα αιματικά νησίδια αυξάνουν σε μέγεθος, πλησιάζουν το ένα το άλλο και ενώνονται, ενώ οι χώροι που καλύπτονται από ενδοθήλιο σχηματίζουν τριχοειδικά πλέγματα. Η περαιτέρω ανάπτυξη των πλεγμάτων αυτών συμπεριλαμβάνει πλέον και την αγγειογένεση με τη συνήθη έννοια, που λαμβάνει χώρα κυρίως με τη μορφή της εκβλάστησης νέων αγγείων από ήδη υπάρχοντα. Η επέκταση αυτή των αγγείων φαίνεται να γίνεται κυρίως μέσω ενδοθηλιακών κυττάρων θετικών για τους

υποδοχείς VEGFR2 (υποδοχείς του αγγειακού ενδοθηλιακού αυξητικού παράγοντα). Πράγματι, σε πειραματικά μοντέλα η ανάπτυξη των μικροαγγείων *in vitro* φαίνεται να πραγματοποιείται κατά μήκος της κλίσης συγκέντρωσης του VEGF.



Εικόνα 18: Πρώιμο αγγειακό πλέγμα.

Επομένως, όταν αρχίζει να κτυπά η καρδιά κατά την 22^η μέρα, έχει ήδη σχηματισθεί ένα πρώιμο αγγειακό πλέγμα. Μέσα στο πλέγμα αυτό η κυκλοφορία δεν έχει συγκεκριμένη κατεύθυνση, αλλά γίνεται με τυχαίο τρόπο. Κατ' επέκταση, το επόμενο βήμα για την τελική διαμόρφωση του αρχέγονου κυκλοφορικού συστήματος είναι η διαφοροποίηση των αγγείων αυτών σε αρτηρίες και φλέβες. Αυτό επιτυγχάνεται με τη βοήθεια διαφόρων μορίων που εκφράζονται στα ενδοθηλιακά κύτταρα και καθοδηγούν τη διαφοροποίησή τους ανάλογα. Η οδός αυτή, αν και δεν έχει καθοριστεί ακόμη πλήρως, θεωρείται ότι συμπεριλαμβάνει τον VEGF (αγγειακός ενδοθηλιακός

αυξητικός παράγοντας), τους υποδοχείς Notsh και της εφρίνες. Παράλληλα, με τη διεργασία της αποσύνδεσης αγγείων που παρουσιάζουν ελαττωμένη ροή και την επανασύνδεσή τους με αγγεία του αντίθετου είδους (αρτηρίες προς φλέβες, και φλέβες προς αρτηρίες) προάγεται η δημιουργία κεντρικών αγγειακών στελεχών και προωθείται η ροή του αίματος προς τα περιφερικά τριχοειδικά δίκτυα.

Ανάπτυξη αρτηριών

Αορτικά τόξα

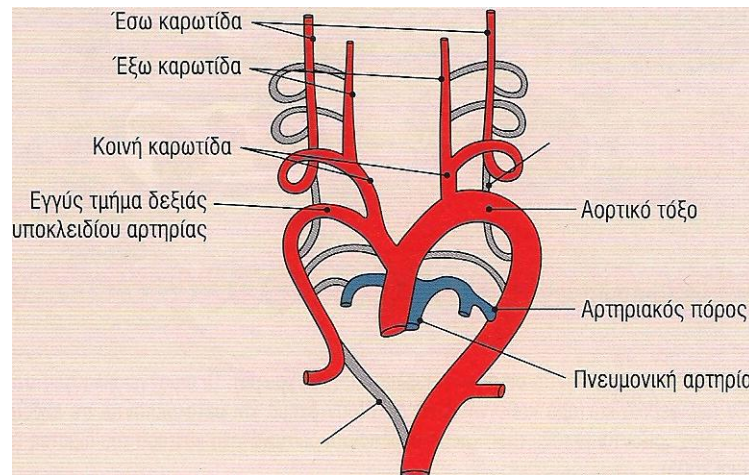
Πέρα από την τυχαία δημιουργία ενός πλέγματος τριχοειδών και μεγαλύτερων αγγείων που καλύπτουν τις ανάγκες αιμάτωσης ολοκλήρου του σώματος, στον ανθρώπινο οργανισμό αναγνωρίζονται και μείζονα αγγειακά στελέχη, η θέση και η πορεία των οποίων είναι σχετικά σταθερή και αναμενόμενη. Ειδικά για το σχηματισμό των αρτηριών που αναλαμβάνουν την μεταφορά αίματος από την καρδιά προς τα κύρια αρτηριακά στελέχη και την αορτή συμμετέχει ένα σύστημα αγγειακών σχηματισμών που αποδίδεται με τον γενικό όρο αορτικά τόξα.

Τα αορτικά τόξα εμφανίζονται ως καταβολές την 4^η εβδομάδα, μαζί με τα φαρυγγικά τόξα, τα οποία και τροφοδοτούν με αίμα από την πρώιμη εμβρυϊκή καρδιά. Στον άνθρωπο αναπτύσσονται 6 συνολικά ζεύγη αορτικών τόξων, τα οποία ξεκινούν από τον αρτηριακό κορμό και καταλήγουν στο ζεύγος των ραχιαίων αορτών εκατέρωθεν. Από το ζεύγος αυτό στη συνέχεια διοχετεύεται το αρτηριακό αίμα στην υπόλοιπη εμβρυϊκή συστηματική κυκλοφορία. Η ανάπτυξη και η διαφοροποίηση των αορτικών τόξων γίνεται με κεφαλουραία αλληλουχία, με αποτέλεσμα σε καμία χρονική στιγμή κατά τη

διάρκεια της εμβρυϊκής ανάπτυξης να μην είναι όλα παρόντα. Το 1^ο, 2^ο και 5^ο ζεύγος αορτικών τόξων στο μεγαλύτερο μέρος τους εκφυλίζονται, ενώ το 3^ο, 4^ο και 6^ο συμμετέχουν στο σχηματισμό του αορτικού τόξου και των κυριότερων αρτηριακών στελεχών που αρδεύουν την κεφαλή και τα άνω άκρα, έτσι ώστε μέχρι να εμφανιστεί το 6^ο ζεύγος, το 1^ο και 2^ο να έχουν ήδη εξαφανισθεί.

Η ανάπτυξη των αορτικών τόξων ακολουθεί την ανάπτυξη των περιοχών τις οποίες αρδεύουν. Με την πρώιμη ανάπτυξη της κεφαλής και του εγκεφάλου του εμβρύου συμβαδίζει η εμφάνιση των 3 πρώτων ζευγών αορτικών τόξων. Από αυτά, το 1^ο και 2^ο στο μεγαλύτερο μέρος τους εξαφανίζονται χωρίς να συμμετέχουν στη δημιουργία κάποιου μεγάλου αγγείου. Αντίθετα, το 3^ο ζεύγος, σε συνδυασμό με το ζεύγος των αορτών από το ύψος της εκβολής του σε αυτές και πάνω, σχηματίζουν την κοινή, την έσω και την έξω καρωτίδα (εικόνα 19). Ακολουθούν πύχωση και ασύμμετρη ανάπτυξη της καρδιάς, που με τη σειρά τους οδηγούν στην ασύμμετρη ανάπτυξη και του 4^{ου} ζεύγους αορτικών τόξων. Έτσι ενώ ο αριστερός του κλάδος μετατρέπεται στο τόξο της αορτής, ο δεξιός κλάδος απλά ενσωματώνεται στην υποκλείδιο αρτηρία. Τέλος, εμφανίζονται το 5^ο και 6^ο ζεύγος αορτικών τόξων, τα οποία διαφέρουν από τα προηγούμενα διότι δεν μετατρέπονται σε αυτόνομα αρτηριακά στελέχη, αλλά αγγειακές κοίτες. Από αυτά, το 5^ο ζεύγος εξαφανίζεται χωρίς να αφήσει ιδιαίτερα ίχνη. Αντίθετα, το 6^ο δίνει ένα πλέγμα τριχοειδών που σχετίζονται με την τραχεία και την καταβολή των πνευμόνων. Καθώς οι πνεύμονες αναπτύσσονται, το πλέγμα αυτό των τριχοειδών μετατρέπεται στην κύρια πνευμονική κυκλοφορία, ενώ το εγγύς τμήμα του ζεύγους των αορτικών τόξων συμμετέχει στη δημιουργία των πνευμονικών αρτηριών. Επιπλέον, ο αριστερός του κλάδος στο περιφερικό του σύστημα συνδέει την αριστερή πνευμονική

αρτηρία με την αορτή, δημιουργώντας κατ' αυτόν τον τρόπο τον αρτηριακό πόρο που επιτρέπει στην εμβρυϊκή κυκλοφορία να παρακάμπτει σε μεγάλο βαθμό τους πνεύμονες.



Εικόνα 19: Σχηματική παράσταση των αορτικών τόξων και των παραγωγών τους

Εμβρυική ανάπτυξη των κλάδων της αορτής

Κατά τη διάρκεια των πρώτων εβδομάδων εμβρυϊκής ζωής, τα ζεύγη των αορτικών τόξων εκβάλλουν σε ένα ζεύγος ραχιαίων αορτών, οι οποίες με τη σειρά τους αρδεύουν τη λοιπή συστηματική κυκλοφορία του εμβρύου. Από τις ραχιαίες αορτές αναδύονται 3 συστήματα αγγείων, τα οποία αναδιαμορφώνονται κατά τη διάρκεια της κύησης ώστε να σχηματίζουν τα λοιπά κύρια αγγειακά στελέχη του ανθρώπου.

Το πρώτο σύστημα αγγείων αποτελούν οι ραχιαίοι μεσοτμηματικοί κλάδοι. Τα ζεύγη της αυχενικής μοίρας των κλάδων αυτών συνενώνονται και σχηματίζουν δύο επιμήκη αρτηριακά στελέχη που θα αποτελέσουν αργότερα τις σπονδυλικές αρτηρίες, με εξαίρεση το 7^ο ζεύγος που αποτελεί τον πρόδρομο των υποκλειδίων αρτηριών. Τα ζεύγη της θωρακικής μοίρας αντίθετα παραμένουν ως έχουν και σχηματίζουν τις μεσοπλεύριες αρτηρίες, μαζί με την πλειοψηφία

των οσφυϊκών κλάδων που μετατρέπονται στις οσφυϊκές αρτηρίες. Το 5^ο οσφυϊκό ζεύγος αναπτύσσεται στις κοινές λαγόνιες αρτηρίες. Τέλος, τα ζεύγη της ιερής μοίρας σχηματίζουν τις πλάγιες ιερές αρτηρίες, ενώ το ουραίο άκρο της ραχιαίας αορτής θα αποτελέσει τη μέση ιερή αρτηρία.

Η 2^η κατηγορία αγγείων αναδύονται από τις κοιλιακές αορτές είναι ένα σύστημα έως και 20 ζευγών πλάγιων τμηματικών κλάδων που αρδεύουν το μεσόνεφρο. Τα αγγεία αυτά στον ενήλικα έχουν μετατραπεί στις επινεφριδιακές αρτηρίες, τις νεφρικές αρτηρίες και ωοθηκικές ή σπερματικές αρτηρίες αντίστοιχα, ανάλογα με το φύλο.

Η 3^η κατηγορία αγγείων συμπεριλαμβάνει τους κοιλιακούς τμηματικούς κλάδους, μια σειρά από ζεύγη αγγείων που αρδεύουν τα ραχιαία και πλάγια τοιχώματα των σπλάχνων και του ομφαλικού ασκού. Με την ανάπτυξη του εντέρου και τη σύγκλειση των δύο πετάλων του μεσεντερίου, ορισμένα ζεύγη των κλάδων αυτών συνενώνονται και σχηματίζουν με κεφαλοουριαία κατεύθυνση την κοιλιακή αρτηρία και την άνω και κάτω μεσεντέριο αρτηρία. Αντίστοιχα προς το ύψος της αλλαντοΐδας. Όμως σχηματίζονται οι καλούμενες ομφαλικές αρτηρίες, οι οποίες συνενώνονται με ραχιαίους μεσοτμηματικούς κλάδους της οσφυϊκής μοίρας και δημιουργούν τις λαγόνιες αρτηρίες που αρδεύουν τις καταβολές των κάτω άκρων και αναπτύσσονται μαζί με αυτά. Λόγο αυτής της συγχώνευσης δίνεται η εντύπωση ότι οι αρτηρίες των κάτω άκρων αναδύονται από τις ομφαλικές αρτηρίες.

Ανάπτυξη φλεβών

Σε αντίθεση με το αρτηριακό σύστημα, το ανθρώπινο εμβρυϊκό φλεβικό σύστημα αποτελείται από ένα ακανόνιστο

δίκτυο τριχοειδών, ορισμένα από τα οποία εξελίσσονται σε φλέβες ενώ άλλα εξαφανίζονται. Για το λόγο αυτό, το φλεβικό σύστημα στον άνθρωπο έχει πολύ μεγαλύτερη ποικιλομορφία από το αρτηριακό και σχεδόν πάντοτε υπάρχουν περισσότερες φλεβικές οδοί απορροής από ότι αρτηριακά στελέχη άρδευσης για την κάθε περιοχή.

Σε γενικές γραμμές, αναγνωρίζονται 3 κύρια φλεβικά συστήματα: το σύστημα των κύριων φλεβών, το ομφαλικό σύστημα και το ομφαλομεσεντέριο σύστημα.

Κύριες φλέβες

Το σύστημα των κύριων φλεβών αποτελεί την βάση της καθ' αυτό εμβρυϊκής φλεβικής κυκλοφορίας. Κατά την διάρκεια της ανάπτυξης του έμβρυο δημιουργούνται διάφορα φλεβικά δίκτυα που υποστρέφουν λίγο καιρό μετά τη δημιουργία τους. Ωστόσο, νωρίς στην ανάπτυξη διακρίνονται τα ζεύγη των πρόσθιων και οπίσθιων κύριων φλεβών. Οι πρόσθιες κύριες φλέβες παροχετεύουν την κεφαλή και συνενώνονται με τις οπίσθιες κύριες φλέβες που παροχετεύουν το σώμα του εμβρύου, σχηματίζοντας τις κοινές κύριες φλέβες εκατέρωθεν που καταλήγουν στο φλεβώδη κόλπο.

Ειδικότερα, στην περιοχή της κεφαλής οι πρόσθιες κύριες φλέβες μετατρέπονται στις έσω σφαγίτιδες. Ωστόσο, με την περιστροφή της καρδιάς η βάση της αριστερής πρόσθιας κύριας φλέβας επιμηκύνεται. Κατά την 8^η εβδομάδα αναπτύσσεται ένα αγγείο που αναστομώνει στην αριστερή με την δεξιά πρόσθια κύρια φλέβα. Η αναστόμωση αυτή θα αποτελέσει τον πρόδρομο της αριστερής βραχιονοκεφαλικής φλέβας και έχει ως αποτέλεσμα η φλεβική παροχέτευση της κεφαλής να διενεργείται εξολοκλήρου από τη δεξιά πρόσθια κεφαλική

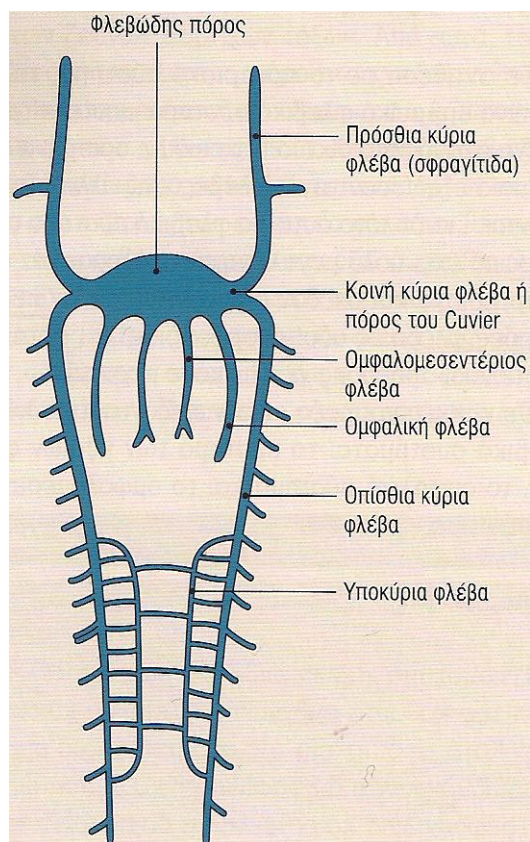
φλέβα, που θα μετατραπεί στην άνω κοίλη φλέβα. Αντίθετα, το εγγύς τμήμα της αριστερής πρόσθιας κεφαλικής φλέβας μετατρέπεται στον στεφανιαίο κόλπο, όπου εκβάλλουν οι στεφανιαίες φλέβες που παροχετεύουν την καρδιά.

Οι οπίσθιες κύριες φλέβες αναπτύσσονται κυρίως σε σχέση με τους μεσόνεφρους και στο μεγαλύτερο κομμάτι τους εξαφανίζονται όταν οι μεσόνεφροι υποστρέφουν. Τα μόνα ενήλικα παράγωγά τους είναι η ρίζα της αζύγου φλέβας και οι κοινές λαγόνιες φλέβες. Παράλληλα όμως αναπτύσσονται δευτερεύοντα φλεβικά συστήματα, όπως οι υποκύριες και οι υπερκύριες φλέβες. Στη πορεία της ανάπτυξης, πολλά από τα αγγεία αυτά υποστρέφουν ενώ όσα παραμένουν συμβάλλουν στο σχηματισμό της κάτω κοίλης φλέβας και των κύριων φλεβικών στελεχών του θώρακα και της κοιλίας.

Ομφαλικές φλέβες

Οι ομφαλικές φλέβες μεταφέρουν το πλούσια οξυγονωμένο αίμα από τον πλακούντα στο έμβρυο. Στον ομφάλιο λώρο υπάρχει μόνο μία μονήρης ομφαλική φλέβα, η οποία όμως χωρίζεται σε ζεύγος ενδοεμβρυϊκών ομφαλικών φλεβών που περνάνε εκατέρωθεν την καταβολής του ήπατος πριν αδειάσουν στον φλεβώδη πόρο (εικόνα 20). Καθώς το ήπαρ αναπτύσσεται, οι ομφαλικές φλέβες χάνουν την σύνδεσή τους με την καρδιά και αδειάζουν στο ήπαρ. Κατά τη διάρκεια της 7^{ης} εβδομάδας της ανάπτυξης, η δεξιά ομφαλική φλέβα εξαφανίζεται, αφήνοντας την αριστερή ομφαλική φλέβα το μοναδικό αγγείο που μεταφέρει οξυγονωμένο αίμα από τον πλακούντα. Παράλληλα, μέσα στο ήπαρ αναπτύσσεται μία μεγάλη φλεβική αναστόμωση που συνδέει την ομφαλική φλέβα με την κάτω κοίλη φλέβα. Η αναστόμωση αυτή αποτελεί το

φλεβικό πόρο και επιτρέπει στο οξυγονωμένο αίμα που έρχεται από τον πλακούντα να παρακάμπτει το εμβρυϊκό ήπαρ.



Εικόνα 20: Η εμβρυϊκή φλεβική κυκλοφορία (πριν την ανάπτυξη αναστομωτικού κλάδου μεταξύ των πρόσθιων κύριων φλεβών).

Ομφαλομεσεντέριες φλέβες

Οι ομφαλομεσεντέριες φλέβες παροχετεύουν τον ομφαλικό ασκό και η ανάπτυξή τους είναι στενά συνδεδεμένη με το ήπαρ, όπως συμβαίνει και με τις ομφαλικές φλέβες. Έχουν την ιδιότητα να σχηματίζουν αναστομωτικά δίκτυα, τόσο έξω όσο και μέσα στο αναπτυσσόμενο ήπαρ. Έξω από το ήπαρ τα αναστομωτικά αυτά δίκτυα εντοπίζονται κυρίως γύρω από το δωδεκαδάκτυλο και οδηγούν τελικά στο σχηματισμό της πυλαίας φλέβας, μέσω της οποίας η φλεβική παροχέτευση του εντέρου εκβάλλει στο ήπαρ, ώστε να μεταβολισθούν τα συστατικά που απορροφώνται από το πεπτικό σύστημα.

Αντίστοιχα, μέσα στο ήπαρ οι δύο ομφαλομεσεντέριες φλέβες σχηματίζουν ένα αναστομωτικό δίκτυο που μετατρέπεται στην αγγειακή κοίτη του ήπατος. Η αγγειακή αυτή κοίτη επιτρέπει την ευρεία κατανομή του αίματος που έρχεται από το πεπτικό σύστημα στα λειτουργικά τμήματα του ήπατος. Στη συνέχεια, οι ομφαλομεσεντέριες φλέβες επανασχηματίζονται και εκβάλλουν, όπως και οι ομφαλικές, στο φλεβώδη πόρο της αναπτυσσόμενης καρδιάς. Όταν το αριστερό κέρασ του φλεβώδους πόρου εκφυλίζεται, μαζί του εκφυλίζεται και το μεταηπατικό τμήμα της αριστερής ομφαλομεσεντερίου φλέβας, με αποτέλεσμα όλο το αίμα από το ήπαρ να καταλήγει στην καρδιά μέσω της δεξιάς ομφαλομεσεντερίου φλέβας. Η δεξιά ομφαλομεσεντερία φλέβα μετατρέπεται αργότερα στις ηπατικές φλέβες, που παροχετεύουν το αίμα από το ήπαρ στην κάτω κοίλη φλέβα.

Εμβρυϊκή κυκλοφορία

Κατά την κύηση, η οξυγόνωση του αίματος του εμβρύου και η πρόσληψη θρεπτικών ουσιών από το αίμα της μητέρας γίνεται με την πλακούντια κυκλοφορία. Αίμα από τον πλακούντα – κορεσμένο με O_2 κατά 80% - επιστρέφει στο έμβρυο με την ομφαλική φλέβα. Πλησιάζοντας στο ήπαρ η μεγαλύτερη ποσότητα αυτού του αίματος περνά από το φλεβώδη πόρο του ήπατος στη κάτω κοίλη φλέβα. Μικρότερη ποσότητα αίματος από την ομφαλική φλέβα εισέρχεται στα κολποειδή του ήπατος και αναμιγνύεται με το αίμα της πυλαίας κυκλοφορίας. Έχει αναφερθεί η ύπαρξη ενός μηχανισμού σφικτήρα στο φλεβώδη πόρο του ήπατος κοντά στην είσοδο της ομφαλικής φλέβας, που ρυθμίζει τη ροή του ομφαλικού αίματος μέσα από τα κολποειδή του ήπατος. Πιστεύεται ότι αυτός ο σφικτήρας κλείνει όταν, λόγω συστολών της μήτρας, η

φλεβική επιστροφή είναι πολύ μεγάλη. Έτσι εμποδίζεται η απότομη υπερφόρτωση της καρδιάς. Μετά από μικρή πορεία στη κάτω κοίλη φλέβα, όπου το αίμα από τον πλακούντα ανακατεύεται με το ακόρεστο σε O_2 αίμα που επιστρέφει από τα κάτω άκρα, το αίμα φέρεται στο δεξιό κόλπο. Από εκεί κατευθυνόμενος προς το ωοειδές τρήμα, από τη βαλβίδα της κάτω κοίλης φλέβας ο κύριος όγκος του αίματος περνά κατευθείαν στον αριστερό κόλπο (παρακάμπτεται δηλαδή η μη λειτουργούσα πνευμονική κυκλοφορία). Μικρή ποσότητα αίματος που εμποδίζεται από το κατώτερο τμήμα του δευτερογενούς διαγράμματος παραμένει στο δεξιό κόλπο, όπου και ανακατεύεται με το αίμα που επιστρέφει από την κεφαλή και τα άνω άκρα μέσα από την άνω κοίλη φλέβα.

Από τον αριστερό κόλπο, όπου ανακατεύεται με μικρή ποσότητα αίματος που επιστρέφει από τους πνεύμονες το αίμα περνά στην αριστερά κοιλία και την ανιούσα αορτή. Αφού οι στεφανιαίες και οι καρωτιδικές αρτηρίες είναι οι πρώτοι κλάδοι της ανιούσας αορτής, το μυοκάρδιο και ο εγκέφαλος αρδεύονται από καλά οξυγονωμένο αίμα.

Το ακόρεστο αίμα από την άνω κοίλη φλέβα ρέει από τη δεξιά κοιλία στον πνευμονικό κορμό αλλά επειδή δεν λειτουργούν οι πνεύμονες και οι αντιστάσεις στα πνευμονικά αγγεία είναι αυξημένες, το κύριο ποσό του αίματος φέρεται με τον αρτηριακό πόρο στην κατιούσα αορτή, όπου ανακατεύεται με αίμα που έρχεται από την αριστερή κοιλία. Από εκεί το αίμα φέρεται προς τον πλακούντα (αφού αιματώσει τα αγγειούμενα όργανα) με τις ομφαλικές αρτηρίες για νέα κάθαρση. Ο κορεσμός O_2 των ομφαλικών αρτηριών είναι 58% περίπου. Αμιγές αρτηριακό αίμα βρίσκεται μόνο στην ομφαλική φλέβα. Κατά την υπόλοιπη πορεία του το περιεχόμενο O_2 βαθμιαία ελαττώνεται λόγω ανάμιξης με φλεβικό αίμα. Αυτό γίνεται στις εξής θέσεις:

- 1) Στο ήπαρ με ανάμιξη μικρής ποσότητας αίματος που επιστρέφει από την πυλαία.
- 2) Στη κάτω κοίλη φλέβα, που φέρει αποξυγονωμένο αίμα, από τα κάτω άκρα, την πύελο και τους νεφρούς.
- 3) Στο δεξιό κόλπο, λόγο ανάμιξης με αίμα της άνω κοίλης φλέβας (άκρα, κεφαλή).
- 4) Στην είσοδο του αρτηριακού πόρου στην κατιούσα αορτή.
- 5) Στον αριστερό κόλπο με το αίμα από τις πνευμονικές φλέβες.

ΙΣΤΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΑΓΓΕΙΩΝ – ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Το κυκλοφορικό σύστημα περιλαμβάνει το αιμοφόρο και το λεμφικό αγγειακό σύστημα. Το αιμοφόρο κυκλοφορικό σύστημα αποτελείται από τις εξής δομές:

Την καρδιά, ένα όργανο το οποίο λειτουργεί ως αντλία του αίματος.

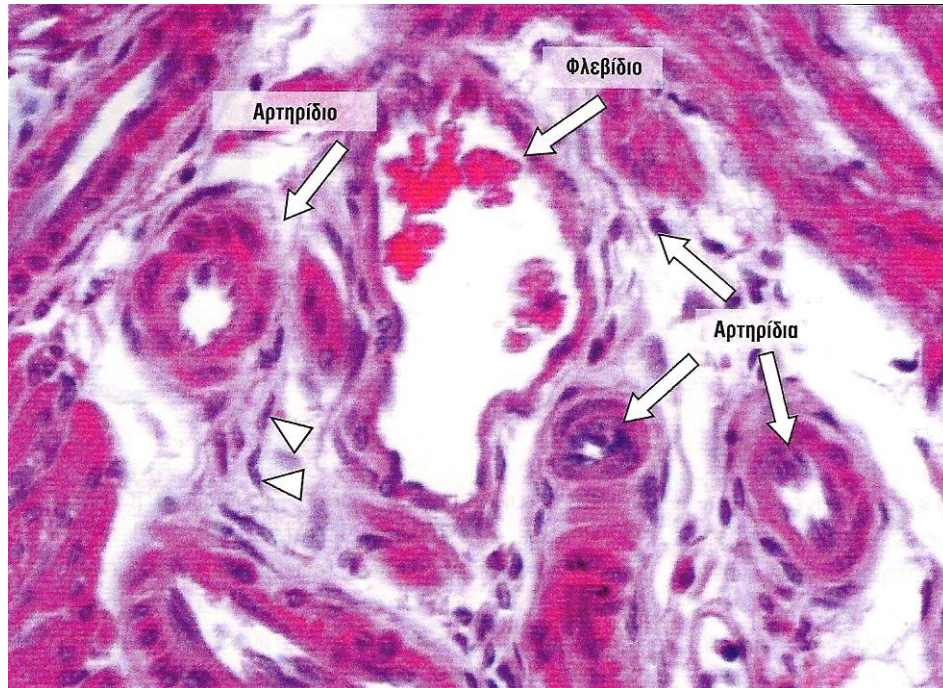
Τις αρτηρίες, που αποτελούν μια σειρά απαγωγών αγγείων, η διάμετρος των οποίων συνεχώς μικραίνει καθώς διακλαδίζονται και η λειτουργία τους είναι να μεταφέρουν στους ιστούς αίμα πλούσιο σε θρεπτικές ουσίες και οξυγόνο.

Τα τριχοειδή, που είναι τα μικρότερα αιμοφόρα αγγεία και αποτελούν ένα πολύπλοκο δίκτυο λεπτών σωληναρίων – πλούσιο σε αναστομώσεις – μέσω των τοιχωμάτων των οποίων πραγματοποιείται η ανταλλαγή ουσιών μεταξύ αίματος και ιστών.

Οι φλέβες, οι οποίες σχηματίζονται από τη συμβολή των τριχοειδών προς ένα σύστημα αγωγών. Αυτοί οι αγωγοί γίνονται συνεχώς μεγαλύτεροι, καθώς προσεγγίζουν την καρδιά, όπου επαναφέρουν το αίμα, ώστε να προωθηθεί και πάλι στην περιφέρεια.

Στο κυκλοφορικό σύστημα παρατηρούμε: α) Αγγεία με διάμετρο μεγαλύτερη από 0,1 mm (μεγάλα αρτηρίδια, μυϊκού και ελαστικού τύπου αρτηρίες και μυϊκού τύπου φλέβες). Τα αγγεία αυτά συνήθως αναφέρεται ότι ανήκουν στο μακροαγγειακό σύστημα. β) Αγγεία με διάμετρο μικρότερη από 0,1 mm τα οποία είναι ορατά μόνο με το φωτομικροσκόπιο (αρτηρίδια, τριχοειδή και μετατριχοειδή φλεβίδια). Τα αγγεία

αυτά αποτελούν το μικροαγγειακό σύστημα (μικροκυκλοφορία) (εικόνα 21). Η μικροκυκλοφορία έχει ιδιαίτερη σημασία γιατί αποτελεί τη θέση ανταλλαγής ουσιών μεταξύ αίματος και ιστών σε φυσιολογικές συνθήκες και σε φλεγμονώδεις διεργασίες.



Εικόνα 21: Μικρά αιμοφόρα αγγεία από τη μικροκυκλοφορία (αρτηρίδια και φλεβίδια) περιβαλλόμενα από στοιχεία του συνδετικού ιστού.

Αιμοφόρα αγγεία με διαμέτρους πάνω από ένα ορισμένο μέγεθος

Όλα τα αιμοφόρα αγγεία με διάμετρο πάνω από ένα ορισμένο όριο, διαθέτουν από κοινού έναν αριθμό δομικών χαρακτηριστικών και εμφανίζουν ένα γενικό σχέδιο κατασκευής. Πάντως, ο ίδιος τύπος αγγείου είναι δυνατό να παρουσιάσει αξιοσημείωτες δομικές παραλλαγές. Από την άλλη πλευρά, η διάκριση μεταξύ διαφόρων τύπων δεν είναι συχνά σαφής, επειδή η μετάπτωση από τον ένα τύπο αγγείου στον άλλο γίνεται βαθμιαία.

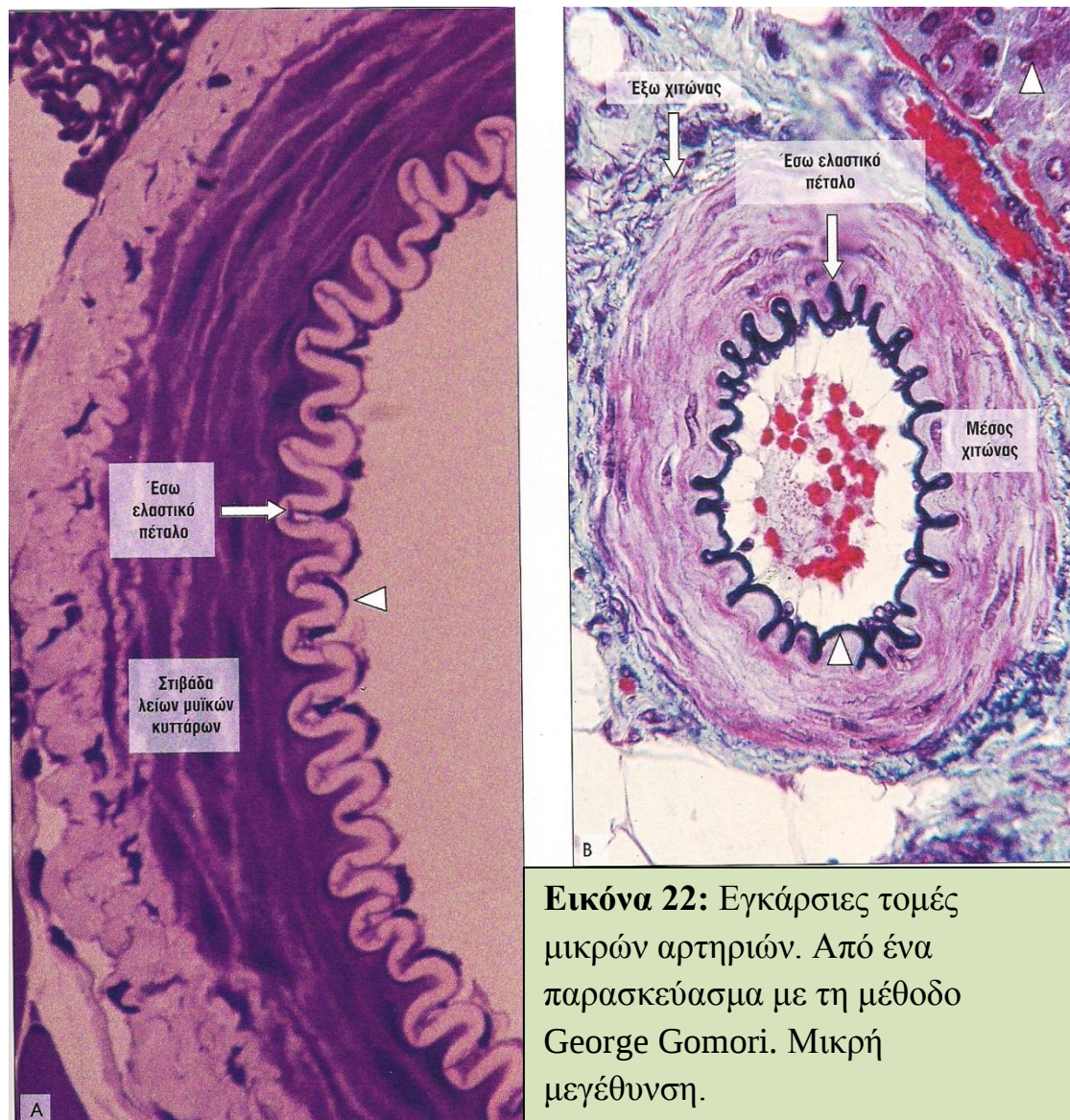
Τα αιμοφόρα αγγεία συνήθως συγκροτούνται από του εξής χιτώνες: έσω χιτώνας, μέσος χιτώνας, έξω χιτώνας.

Έσω χιτώνας

Ο έσω χιτώνας σχηματίζεται από μία στιβάδα ενδοθηλιακών κυττάρων που επικάθεται στο βασικό υμένιο, κάτω από τον οποίο αναγνωρίζεται μια υπενδοθηλιακή στιβάδα χαλαρού συνδετικού ιστού, που περιέχει λίγα λεία μυϊκά κύτταρα. Στις αρτηρίες, ο έσω χιτώνας χωρίζεται από το μέσο χιτώνα με ένα ελαστικό πέταλο, που αποτελεί το εξώτατο όριο του έσω χιτώνα. Αυτό το πέταλο, το οποίο αποτελείται από ελαστίνη, έχει θυρίδες που επιτρέπουν τη διάχυση ουσιών για τη διατροφή κυττάρων βαθιά στο αγγειακό τοίχωμα. Ως αποτέλεσμα απουσίας της αρτηριακής πίεσης και της σύσπασης του αγγείου μετά το θάνατο, ο έσω χιτώνας των αρτηριακών παρουσιάζει σε ιστολογικές τομές κυματοειδή όψη (εικόνα 22).

Μέσος χιτώνας

Ο μέσος χιτώνας αποτελείται κυρίως από συγκεντρικές στιβάδες λείων μυϊκών κυττάρων, που διατάσσονται με ελικοειδή τρόπο. Μεταξύ των μυϊκών κυττάρων παρεμβάλλονται ελαστικές ίνες, δικτυωτές ίνες (κολλαγόνο τύπου ΙΙΙ), πρωτεογλυκάνες και γλυκοπρωτεΐνες σε ποικίλες ποσότητες. Τα λεία μυϊκά κύτταρα αποτελούν την κυτταρική πηγή αυτής της εξωκυττάριας θεμέλιας ουσίας. Στις αρτηρίες, ο μέσος χιτώνας έχει ένα λεπτότερο έξω ελαστικό πέταλο, που τον χωρίζει από τον έξω χιτώνα.



Έξω χιτώνας

Ο έξω χιτώνας αποτελείται κυρίως από κολλαγόνες και ελαστικές ίνες. Το κολλαγόνο στον έξω χιτώνα είναι τύπου I. ο έξω χιτώνας βαθμιαία συνέχεια με το συνδετικό ιστό του οργάνου, διαμέσου του οποίου πορεύεται το αγγείο.

Τα αγγεία των αγγείων

Τα μεγάλα αγγεία διαθέτουν αγγεία, τα ονομαζόμενα «αγγεία των αγγείων» τα οποία είναι αρτηρίδια, τριχοειδή και

φλεβίδια που εμφανίζουν πλούσια διακλάδωση στον έξω χιτώνα και στην έξω μοίρα του μέσου χιτώνα. Τα αγγεία των αγγείων προμηθεύουν με μεταβολίτες τον έξω και τον μέσο χιτώνα, δεδομένου ότι σε μεγαλύτερα αγγεία το τοίχωμα είναι πολύ παχύ, ώστε να διατραφεί αποκλειστικά μέσω διάχυσης από το αίμα του αυλού. Τα αγγεία των αγγείων είναι συχνότερα σε φλέβες από ότι σε αρτηρίες. Σε αρτηρίες μέσης και μεγάλης διαμέτρου, ο έσω χιτώνας και η εσώτατη μοίρα του μέσου χιτώνα δεν διαθέτουν αγγεία των αγγείων. Αυτοί οι χιτώνες δέχονται οξυγόνο και θρεπτικές ουσίες μέσω διάχυσης από το αίμα, που κυκλοφορεί μέσα στον αυλό.

Νεύρωση

Τα περισσότερα αιμοφόρα αγγεία που περιέχουν λείες μυϊκές ίνες στο τοίχωμά τους, είναι εφοδιασμένα με ένα πλούσιο δίκτυο αμύελων συμπαθητικών νευρικών ινών, τα αγγειοκινητικά νεύρα, τα οποία έχουν ως νευροδιαβιβαστή τη νορεπινεφρίνη. Η απελευθέρωση νορεπινεφρίνης από αυτά τα νεύρα έχει ως αποτέλεσμα την αγγειοσυστολή. Επειδή τα απαγωγικά αυτά νεύρα, γενικά δεν εισέρχονται στο μέσο χιτώνα των αρτηριών, ο νευροδιαβιβαστής πρέπει να διαχυθεί για αρκετά μικρόμετρα, ώστε να δράσει στα μυϊκά κύτταρα του μέσου χιτώνα. Οι χασματικές συνάψεις μεταξύ λείων μυϊκών κυττάρων του μέσου χιτώνα βοηθούν στη διάδοση της απόκρισης στο νευροδιαβιβαστή προς τις εσώτερες στιβάδες των μυϊκών κυττάρων. Στις φλέβες οι νευρικές απολήξεις βρίσκονται στον έσω και στο μέσο χιτώνα, αλλά η πυκνότητα της νεύρωσης είναι μικρότερη από αυτή που παρατηρείται στις αρτηρίες. Αρτηρίες σε σκελετικούς μυς δέχονται επίσης χολινεργική, αγγειοδιασταλτική νεύρωση. Η ακετυλοχολίνη που απελευθερώνεται από αυτά τα αγγειοδιασταλτικά νεύρα

επενεργεί στο ενδοθήλιο, ώστε να παραχθεί οξείδιο του αζώτου, το οποίο διαχέεται στα λεία μυϊκά κύτταρα και ενεργοποιεί το σύστημα του κυκλικού GMP των ενδοκυττάρων αγγελιοφόρων μορίων,. Αυτό προκαλεί τη χαλάρωση των μυϊκών κυττάρων και επομένως τη διαστολή του αγγειακού αυλού.

Για διδακτικούς λόγους, τα αρτηριακά αιμοφόρα αγγεία ταξινομούνται ανάλογα με τη διάμετρό τους σε αρτηρίδια, αρτηρίες μέσου μεγέθους (μυϊκού τύπου αρτηρίες) και μεγάλες (ελαστικού τύπου) αρτηρίες.

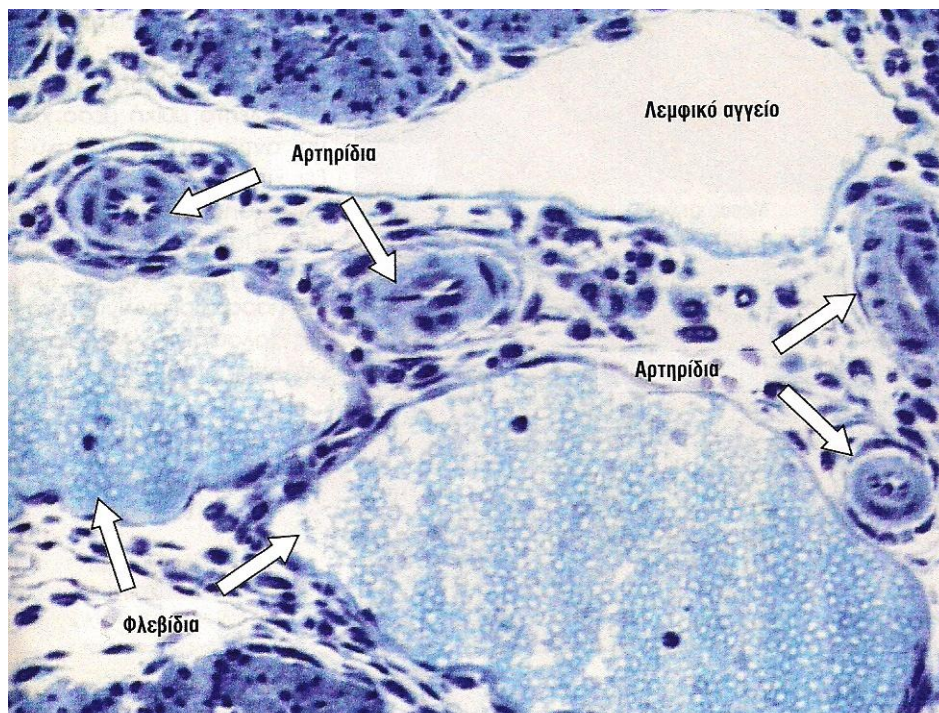
Αρτηρίδια

Τα αρτηρίδια έχουν γενικά διάμετρο μικρότερη από 0,5 mm και σχετικά στενούς αυλούς (εικόνα 23). Η υπενδοθηλιακή στιβάδα είναι πολύ λεπτή. Στα πολύ μικρά αρτηρίδια, το έσω ελαστικό πέταλο απουσιάζει, και ο μέσος χιτώνας αποτελείται από μία ή δύο κυκλικά διατεταγμένες στιβάδες λείων μυϊκών κυττάρων. Δεν υπάρχει έξω ελαστικό πέταλο. Μεταξύ των αρτηριδίων και των αρτηριών μέσου μεγέθους κατατάσσονται οι μικρές αρτηρίες, στις οποίες ο μέσος χιτώνας είναι περισσότερο αναπτυγμένος και οι αυλοί είναι ευρύτεροι από ότι στα αρτηρίδια. Στα αρτηρίδια και στις μικρές αρτηρίες ο έξω χιτώνας είναι πολύ λεπτός.

Μέσου μεγέθους (μυϊκού τύπου) αρτηρίες

Οι μυϊκού τύπου αρτηρίες ελέγχουν την αιμάτωση των οργάνων με τη σύσπαση ή τη χάλαση των λείων μυϊκών κυττάρων του μέσου χιτώνα. Ο έσω χιτώνας έχει μια υπενδοθηλιακή στιβάδα που είναι κάπως παχύτερη από εκείνη των αρτηριδίων. Το έσω ελαστικό πέταλο είναι καλά

σχηματισμένο. Ο μέσος χιτώνας μπορεί να περιέχει μέχρι και 40 στιβάδες λείων μυϊκών κυττάρων. Αυτά τα κύτταρα αναμειγνύονται με ποικίλους αριθμούς ελαστικών πετάλων (ανάλογα με το μέγεθος του αγγείου), καθώς και με δικτυωτές ίνες και πρωτεογλυκάνες. Όλες αυτές οι ουσίες σχηματίζονται από τα λεία μυϊκά κύτταρα. Ένα έξω ελαστικό πέταλο παρατηρείται μόνο στις μεγαλύτερες μυϊκού τύπου αρτηρίες. Ο έξω χιτώνας αποτελείται από συνδετικό ιστό. Λεμφικά τριχοειδή, αγγεία των αγγείων και νεύρα βρίσκονται επίσης στον έξω χιτώννα. Αυτές οι δομές είναι δυνατό να διεισδύουν στην έξω μοίρα του μέσου χιτώννα.



Εικόνα 23: Εγκάρσια τομή 2 φλεβιδίων και 4 μικρών αρτηριδίων. Τα τοιχώματα των αρτηριών είναι παχύτερα από τα τοιχώματα των φλεβών.

Μεγάλες αρτηρίες ελαστικού τύπου

Οι μεγάλες αρτηρίες ελαστικού τύπου συμβάλλουν στην σταθεροποίηση της αιματικής ροής. Οι ελαστικές ίνες αρτηρίες

περιλαμβάνουν την αορτή και τους μεγάλους κλάδους της. Έχουν κιτρινωπό χρώμα, λόγω της συσσώρευσης ελαστίνης στο μέσο χιτώνα τους. Ο έσω χιτώνας είναι παχύτερος από τον αντίστοιχο μιας μυϊκού τύπου αρτηρίας. Το έσω ελαστικό πέταλο, αν και υπάρχει, είναι δυνατό να μην είναι εύκολα διακριτό, επειδή είναι παρόμοιο με τα ελαστικά πέταλα του παρακείμενου χιτώνα. Ο μέσος χιτώνας αποτελείται από ελαστικές ίνες και μια σειρά συγκεντρικά διατεταγμένων, θυριδωτών ελαστικών πετάλων, των οποίων ο αριθμός αυξάνει με την ηλικία (υπάρχουν 40 στα νεογνά και 70 στους ενήλικες). Μεταξύ των ελαστικών πετάλων υπάρχουν λεία μυϊκά κύτταρα, δικτυωτές ίνες, πρωτεογλυκάνες και γλυκοπρωτεΐνες. Ο έξω χιτώνας είναι σχετικά υπανάπτυκτος.

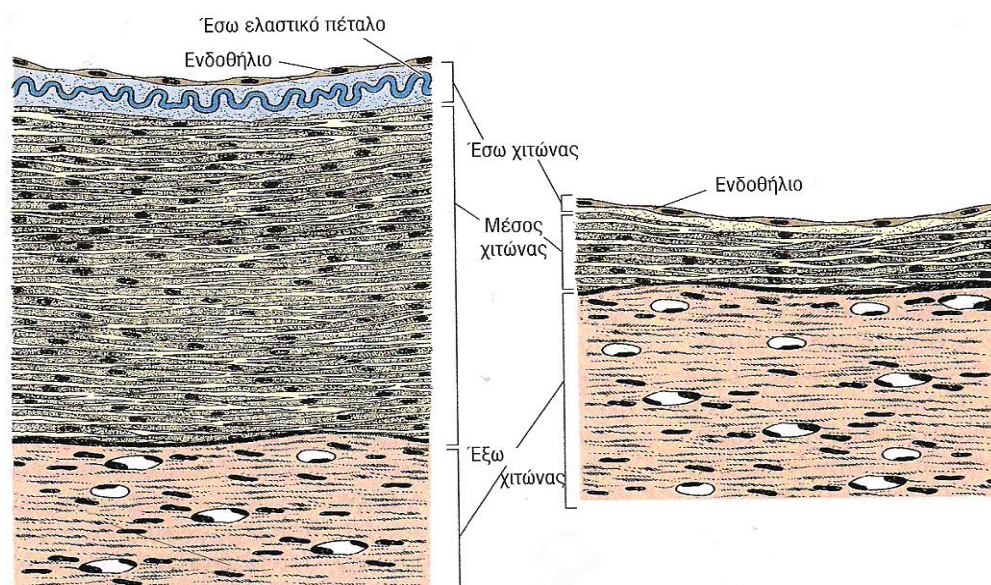
Τα πολλαπλά ελαστικά πέταλα συμβάλλουν στην εξομάλυνση της αιματικής ροής. Κατά τη διάρκεια της συστολής των κοιλιών της καρδιάς, τα ελαστικά πέταλα των μεγάλων αρτηριών διατείνονται, με αποτέλεσμα να ελαττώνεται η μεταβολή της πίεσης, λόγω της ώθησης του αίματος. Κατά τη διάρκεια της χάλασης των κοιλιών της καρδιάς (διαστολή), η πίεσης μέσα στις κοιλίες πέφτει σε ένα χαμηλό επίπεδο, η ελαστική όμως ανάκαμψη του τοιχώματος των μεγάλων αρτηριών βοηθά ώστε να διατηρείται η πίεση μέσα στις αρτηρίες. Αυτό έχει συνέπεια να ελαττώνονται η αρτηριακή πίεση και η ταχύτητα του αίματος και να εμφανίζουν μικρότερη διακύμανση όσο αυξάνει η απόσταση από την καρδιά.

Φλέβες

Οι περισσότερες φλέβες είναι μικρού ή μέσου μεγέθους με διάμετρο 1-9 mm. Ο έσω χιτώνας αποτελείται από ενδοθήλιο που επικάθεται συνήθως σε μία λεπτή υπενδοθηλιακή στιβάδα. Ο μέσος χιτώνας αποτελείται από μικρές δεσμίδες λείων μυϊκών

κυττάρων που αναμειγνύονται με δικτυωτές ίνες και με λεπτό δίκτυο ελαστικών ινών. Ο έξω κολλαγονώδης χιτώνας είναι καλά αναπτυγμένος.

Τα μεγάλα φλεβικά στελέχη, κοντά στην καρδιά, είναι μεγάλες φλέβες. Οι μεγάλες φλέβες έχουν ένα καλά ανεπτυγμένο έσω χιτώνα, αλλά ο μέσος χιτώνας είναι πολύ λεπτότερος, με λίγες στιβάδες λείων μυϊκών κυττάρων και άφθονο συνδετικό ιστό. Ο έξω χιτώνας είναι παχύτερος και ο καλύτερα αναπτυγμένος χιτώνας στις φλέβες. Συχνά περιέχει επιμήκεις δεσμίδες λείων μυών (εικόνα 24). Αυτές οι φλέβες, και ιδιαίτερα οι μεγάλες, έχουν βαλβίδες κατά μήκος του αυλού τους. Οι βαλβίδες αποτελούνται από δύο μηνοειδείς πτυχές του έσω χιτώνα, που προβάλλουν στον αυλό. Αποτελούνται από συνδετικό ιστό πλούσιο σε ελαστικές ίνες και επενδύονται και στις δύο επιφάνειες με ενδοθήλιο. Οι βαλβίδες είναι ιδιαίτερα πολυάριθμες στις φλέβες των άκρων, όπου κατευθύνουν τη ροή του αίματος προς την καρδιά. Η προωθητική δύναμη της καρδιάς ενισχύεται από τη συστολή των σκελετικών μυών, που περιβάλλουν αυτές τις φλέβες.



Εικόνα 24: Σχηματική παράσταση όπου συγκρίνεται η δομή μιας αρτηρίας μυϊκού τύπου (αριστερά) με τη δομή της συνοδού φλέβας (δεξιά).

ΑΙΜΑΤΩΣΗ ΤΟΥ ΝΩΤΙΑΙΟΥ ΜΥΕΛΟΥ (NM)

Οι αρτηρίες του NM

Οι τρεις κύριες αρτηρίες που αιματώνουν το νωτιαίο μυελό είναι η πρόσθια νωτιαία αρτηρία και οι δύο οπίσθιες νωτιαίες αρτηρίες.

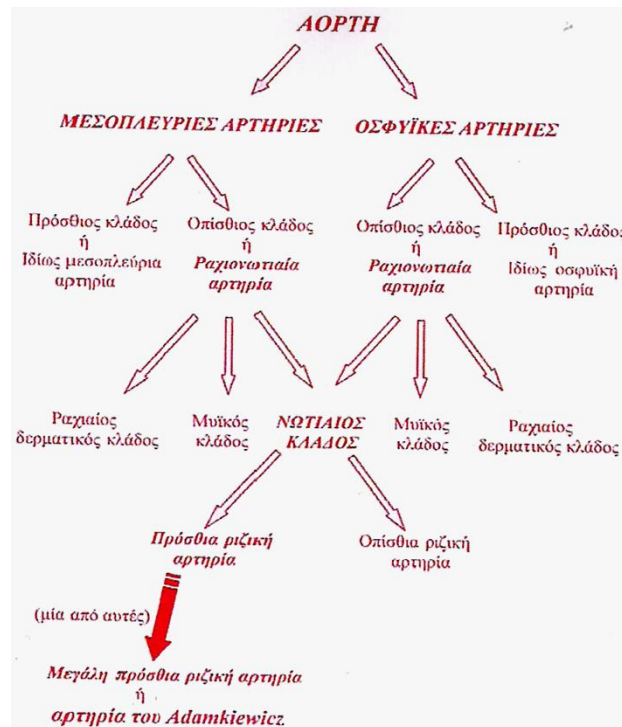
Η πρόσθια νωτιαία αρτηρία προκύπτει από τη συνένωση δύο αρτηριών, καθεμιά εκ των οποίων αποτελεί ενδοκρανικό κλάδο της σύστοιχης σπονδυλικής αρτηρίας και κατέρχεται εντός της πρόσθιας μέσης σχισμής. Κλάδοι της επιτελούν την αιματική παροχέτευση των δύο πρόσθιων τριτημορίων του νωτιαίου μυελού. Στην αυχενική της μοίρα παρέχεται αίμα από κλάδους των σπονδυλικών αρτηριών πριν αυτές σχηματίσουν τη βασική αρτηρία του προμήκους. Στη θωρακική μοίρα τροφοδοτείται από τους οπίσθιους κλάδους των μεσοπλεύριων αρτηριών. Στην οσφυϊκή μοίρα της η πρόσθια νωτιαία αρτηρία δέχεται αίμα από κλάδους των οσφυϊκών αρτηριών. Εξέχουσας σημασίας είναι οι κλάδοι των οσφυϊκών αρτηριών στο επίπεδο του NM Θ9-Ο3, εκ των οποίων η ευρύτερη είναι η αρτηρία του Adamkiewicz (AKA).

Οι οπίσθιες νωτιαίες αρτηρίες αποτελούν κλάδους της σύστοιχης σπονδυλικής αρτηρίας αφού εισέλθει στο κρανίο ή της σύστοιχης κάτω παρεγκεφαλιδικής αρτηρίας (κλάδος της βασικής αρτηρίας, η οποία προέρχεται από τη συνένωση των δύο σπονδυλικών αρτηριών). Κατέρχονται δε στην οπίσθια επιφάνεια του νωτιαίου μυελού, πλησίον των οπίσθιων ριζών και χορηγούν κλάδους που εισέρχονται στο νωτιαίο μυελό, αιματώνοντας το οπίσθιο τριτημόριο του νωτιαίου μυελού.

Οι παραπάνω αρτηρίες ενισχύονται από μικρές μεταμερείς αρτηρίες, οι οποίες προέρχονται από αρτηρίες εκτός του

σπονδυλικού σωλήνα (εν τω βάθει αυχενική, μεσοπλεύριες και οσφυϊκές αρτηρίες). Οι μεταμερείς αρτηρίες χωρίζονται σε πολυάριθμους κλάδους στο μεσοσπονδύλιο τρήμα, οι οποίοι εύλογα μπορούν να οριστούν, ως «σημείο διανομής» (εικόνα 25). Στην πορεία προς τα σπονδυλικά τρήματα δίνουν πολλαπλά αιμοφόρα αγγεία στους σπονδύλους και ένα πλούσιο αναστομωτικό δίκτυο στις επιφάνειες των σπονδυλικών σωμάτων καθώς και στις εγκάρσιες και ακανθώδεις αποφύσεις. Αυτές οι αναστομώσεις είναι μεταξύ ομόπλευρων και ετερόπλευρων αρτηριών. Ένα δεύτερο αναστομωτικό δίκτυο παρόμοιας φύσης και μεταξύ των ίδιων αρτηριών βρίσκεται μέσα στο σπονδυλικό κανάλι, στο χαλαρό συνδετικό ιστό του χώρου που περιβάλλει τη σκληρά μήνιγγα. Αυτό παρατηρείται σε όλες τις μοίρες του ΝΜ με μεγαλύτερη εντόπιση στην αυχενική και οσφυϊκή μοίρα.





Κατεύθυνση ροής των αγγείων του ΝΜ

Πολυάριθμες αναφορές σχετικά με την κατεύθυνση ροής της κυκλοφορίας του ΝΜ παρουσιάζουν ποικίλα αποτελέσματα, τα οποία ποικίλουν ακόμα περισσότερο όσο οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται σε αυτές μεταβάλλονται.

Τα τρία διαμήκη αρτηριακά κανάλια θα πρέπει καλύτερα να λαμβάνονται υπ' όψιν ως τμήματα ενός πολύπλοκου αρτηριακού κύκλου ο οποίος, αν και πιο περίπλοκος και εκτεταμένος από αυτόν του Willis στον εγκέφαλο, διέπεται από αντίστοιχες αρχές και επιτρέπει αντιστροφή ροής και αλλαγές όγκου ροής σε απάντηση στις μεταβολικές απαιτήσεις της στιγμής.

Το μοτίβο περιπλέκεται εξαιτίας του γεγονότος ότι ο εσωτερικός αρτηριακός κύκλος περιβάλλεται από τουλάχιστον δύο εξωτερικούς αρτηριακούς κύκλους, ο πρώτος από τους οποίους εντοπίζεται στον χώρο ύπερθεν της σκληράς μήνιγγας

και ο δεύτερος στον εξωσπονδυλικό χώρο. Οι εξωτερικοί αρτηριακοί κύκλοι παρουσιάζουν μια αφθονία στο βαθμό αναστομώνσεων που λείπει από τον εσωτερικό κύκλο, και εξαιτίας αυτών ο ΝΜ διατηρεί πηγές αιμάτωσης σε περιπτώσεις παθολογικής διακοπής ή χειρουργικής απολίνωσης των μυελικών αρτηριών. Η έκταση όμως των αναστομώνσεων ποικίλει και σε παθολογικές καταστάσεις απουσιάζει. Παρατηρείται ότι αν και οι πηγές τροφοδοσίας των εξωτερικών αρτηριακών κύκλων είναι πολυάριθμες και διασκορπισμένες σε διάφορα επίπεδα, από τη βάση του κρανίου μέχρι την ιερή μοίρα, τα σημεία διανομής για τις διατιτρώσες αρτηρίες των νωτιαίων αυλάκων και της χοριοειδούς μήνιγγας είναι περιορισμένα.

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Ο βασικός σκοπός της έρευνας είναι διπλός.

A) Να μελετηθεί η αρτηρία του Adamkiewicz και οι παραλλαγές της και μάλιστα να καταγραφεί αν υπάρχει κάποια νέα παραλλαγή, η οποία δεν έχει καταγραφεί.

B) Να μελετηθεί η ανωτέρω αρτηρία και οι παραλλαγές της σε σχέση με το οσφυϊκό όγκωμα.

ΥΛΙΚΟ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Το υλικό για την διεξαγωγή της μελέτης προέρχεται αποκλειστικά από ανθρώπινα πτώματα που χρησιμοποιούνται για την άσκηση των Β' ετών φοιτητών της Ιατρικής και της Οδοντιατρικής. Τα ανθρώπινα πτώματα προέρχονται από δωρητές σώματος οι οποίοι όταν ήταν στη ζωή είχαν σύμφωνα με την επιθυμία τους και το νομικό δίκαιο που υπάρχει μετά το θάνατό τους να προσφέρουν τα σώματά τους για την βασική εκπαίδευση των προαναφερθέντων φοιτητών.

ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Για την ερευνητική μελέτη, τα ανθρώπινα πτώματα μετά το πέρας της άσκησης των Β' ετών φοιτητών της Ιατρικής και Οδοντιατρικής, τοποθετούνται με την ραχιαία τους επιφάνεια. Στη συνέχεια γίνεται ανατομικός καθαρισμός από ανατομικά στοιχεία που εμποδίζουν την καθαρότητα του ανατομικού πεδίου κατά μήκος της σπονδυλικής στήλης.

Η τομή στο δέρμα γίνεται αντίστοιχα με την σπονδυλική στήλη με επιμήκη φορά. Στη συνέχεια γίνεται διάνοιξη του

μυϊκού ιστού και λαμβάνεται πρόνοια να διατηρηθούν τα αγγειακά στοιχεία που εισέρχονται στο νωτιαίο μυελό.

Σε μερικά πτώματα η προσπέλαση των αθηρωμάτων των αγγείων και μάλιστα των αρτηριών που εκφύονται από την θωρακική αορτή και αυτών του ΝΜ γίνεται με θωρακοτομή ευρείας βάσεως, όπως λέγεται παρασκευάζεται η θωρακική αορτή και οι αρτηρίες. Στη συνέχεια γίνεται αποκάλυψη και παρασκευή της κοιλιακής αορτής και των αρτηριακών κλάδων της από Ο1-Ο4 επίπεδο για να αποκαλυφθεί εάν είναι δυνατόν κάποια παραλλαγή στο αρτηριακό δίκτυο της περιοχής.

Χρησιμοποιήθηκαν για την μελέτη ανθρώπινα παρασκευάσματα της τελευταίας πενταετίας 20 στον αριθμό εκ των οποίων οι 12 ήταν γυναίκες και οι 8 άνδρες (πίνακας Ι),

ΠΙΝΑΚΑΣ Ι

ΑΝΘΡΩΠΙΝΑ ΠΤΩΜΑΤΑ ΑΝΑΤΟΜΕΙΟΥ		
	ΣΥΝΟΛΟ ΠΤΩΜΑΤΩΝ	20
♂	ΑΝΔΡΕΣ	8
♀	ΓΥΝΑΙΚΕΣ	12

αλλά και παρασκευάσματα από μουσειακό υλικό 8 στον αριθμό με αιμάτωση του ΝΜ εκ των οποίων όπως προκύπτει από τα τηρούμενα στοιχεία οι 3 ήταν άνδρες και οι 5 ήταν γυναίκες (πίνακας ΙΙ).

ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙ

ΜΟΥΣΕΙΑΚΟ ΥΛΙΚΟ ΑΝΑΤΟΜΕΙΟΥ		
♂	ΑΝΔΡΕΣ	3
♀	ΓΥΝΑΙΚΕΣ	5

ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ (ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΝΟΣ ΠΟΙΟΤΙΚΟΥ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟΥ ΜΕΤΑΞΥ ΔΥΟ ΟΜΑΔΩΝ-ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ X^2)

Πολλές φορές υπάρχει ανάγκη να συγκριθούν ομάδες με ποιοτικά χαρακτηριστικά. Οι διαδικασίες X^2 όπως αναφέρονται, είναι ιδιαίτερα χρήσιμες όταν θέλει κάποιος να συγκρίνει ή να ελέγξει την παρουσία (ή την απουσία) τυχόν συσχέτισεως ανάμεσα σε μεγέθη που δεν μετριοούνται αλλά χαρακτηρίζονται, όπως για παράδειγμα το επίπεδο της μόρφωσης, το φύλο, το χρώμα των ματιών κλπ.

Τα ποιοτικά δεδομένα μπορεί να είναι οργανωμένα απλά σαν ονομαστικές κατηγορίες (nominal data), όπως για παράδειγμα το φύλο, ή σε ταξινομημένες κατηγορίες (ordinal data), όπως για παράδειγμα η κατάταξη των μεταλλίων στους Ολυμπιακούς Αγώνες.

Το ερώτημα που υπόκειται στις περιπτώσεις αυτές έχει παρόμοιο θεωρητικό υπόβαθρο με εκείνο των ποσοτικών παρατηρήσεων. Οι διάφορες προς σύγκριση ομάδες αποτελούν εδώ «δείγματα» του όλου πληθυσμού και έτσι το ερώτημα που εγείρεται είναι αν οι συχνότητες των ποιοτικών χαρακτηριστικών που εμφανίζουν οι διάφορες ομάδες (δείγματα) διαφέρουν «σημαντικά» (πέραν του τυχαίου) μεταξύ τους ή προς τον όλο πληθυσμό από τον οποίο προέρχονται.

Πριν από οποιαδήποτε στατιστική επεξεργασία, τίθεται πάντα μια πρώτη υπόθεση: ότι οι δύο ομάδες δεν διαφέρουν μεταξύ τους παραπάνω από ότι η τυχαία δειγματοληψία. Η αρχική αυτή υπόθεση φέρεται στη στατιστική ως «μηδενική υπόθεση». Ακολουθεί κάθε φορά η στατιστική επεξεργασία που έχει ως στόχο να ελέγξει το αν ισχύει ή όχι η μηδενική υπόθεση. Αν η στατιστική επεξεργασία δείξει ότι η διαφορά που

παρατηρήθηκε ανάμεσα στις δύο ομάδες δεν είναι πραγματική, αλλά οφείλεται σε τυχαίες διακυμάνσεις του δείγματος «μη σημαντική διαφορά» τότε η μηδενική υπόθεση «δεν διαφέρουν» γίνεται δεκτή. Αν αντίθετα, η δοκιμασία δείξει «σημαντική διαφορά», τότε η πιθανότητα να ισχύει η μηδενική υπόθεση είναι ελάχιστη και για αυτό δεν γίνεται δεκτή. Η συνήθης προσπάθεια (στη βιοϊατρική τουλάχιστον έρευνα) είναι να δείξουμε ότι η «μηδενική υπόθεση» δεν ισχύει ή με άλλα λόγια ότι υπάρχει διαφορά του ποιοτικού μεγέθους ανάμεσα στις δύο ομάδες.

Η δοκιμασία X^2 στηρίζεται πάντα στη σύγκριση των συχνοτήτων που παρατηρήθηκαν (O) με κάποιες θεωρητικά αναμενόμενες (E), στην περίπτωση που ίσχυε η μηδενική υπόθεση (που δεν υπήρχε διαφορά στην κατανομή των συχνοτήτων).

Αν η διαφορά που θα προκύψει ανάμεσα στις τιμές που παρατηρήθηκαν και στις θεωρητικά αναμενόμενες είναι «σημαντική» τότε είναι προφανές ότι η μηδενική υπόθεση δεν ισχύει (και επομένως «ισχύει η εναλλακτική υπόθεση»).

Σε όλες τις δοκιμασίες X^2 ισχύει ο γενικός τύπος:

$$X^2 = \sum ([O-E]^2 / E)$$

(O= παραχωρηθήσες και E- αναμενόμενες τιμές)

Όταν έχουμε τη συνολική τιμή X^2 , το επόμενο βήμα είναι η αξιολόγηση της τιμής αυτής, δηλαδή να ελέγξουμε αν υπάρχει σημαντική διαφορά στο επίπεδο σημαντικότητας. Προϋπόθεση όμως γι' αυτό είναι ο υπολογισμός των βαθμών ελευθερίας. Στις δοκιμασίες X^2 οι βαθμοί ελευθερίας δεν εξαρτώνται από τον αριθμό παρατηρήσεων αλλά από τον αριθμό των στηλών (C) και των αριθμό των (R). Βαθμοί λοιπόν ελευθερίας είναι ο αριθμός των στηλών (κάθετες) μείον ένα επί τον αριθμό των

σειρών (οριζόντιες) μείον ένα (δηλ. $BE = (C-1)(R-1)$). Άρα αν έχουμε 2 βαθμούς ελευθερίας και μια τιμή $\chi^2 = 7,17$ ανατρέχουμε στον πίνακα και βλέπουμε ότι $0,02 < P < 0,05$. Η πιθανότητα δηλαδή να μην ισχύει η μηδενική υπόθεση είναι μεγαλύτερη του 95% και επομένως δεν γίνεται δεκτή. Υπάρχει ειδική μορφή δοκιμασίας χ^2 που εφαρμόζεται συχνά στη βιοϊατρική έρευνα και φέρεται ως «τετράπτυχος πίνακας» ή 2 επί 2. Εδώ οι βαθμοί ελευθερίας είναι 1 αφού οι στήλες είναι 2 και οι σειρές είναι 2.

Πίνακας III

Τιμές κριτηρίου χ^2 για διαφόρους βαθμούς ελευθερίας. Η υπέρβαση μιας τιμής υποδηλώνει σημαντικότητα στο αντίστοιχο επίπεδο.

Βαθμοί Ελευθερίας	Πιθανότητα (P)					
	0 50	0 10	0 05	0 02	0 01	0 001
1	0,455	2,706	3,841	5,412	6,635	10,827
2	1,386	4,605	5,991	7,824	9,210	13,815
3	2,366	6,251	7,815	9,837	11,345	16,268
4	3,357	7,779	9,488	11,668	13,277	18,465
5	4,351	9,236	11,070	13,388	15,086	20,517
6	5,348	10,645	12,592	15,033	16,812	22,457
7	6,346	12,017	14,067	16,622	18,475	24,322
8	7,344	13,362	15,507	18,168	20,090	26,125
9	8,343	14,684	16,919	19,679	21,666	27,877
10	9,342	15,987	18,307	21,161	23,209	29,588
11	10,341	17,275	19,675	22,618	24,725	31,264
12	11,340	18,549	21,026	24,054	26,217	32,909
13	12,340	19,812	22,362	25,472	27,688	34,528
14	13,339	21,064	23,685	26,873	29,141	36,123
15	14,339	22,307	24,996	28,259	30,578	37,697

Τα αριθμητικά δεδομένα στην καθημερινή στατιστική δεν είναι πάντα τόσο μεγάλα, έτσι για την αξιοπιστία της δοκιμασίας χ^2 σε αυτές τις περιπτώσεις ο Cochran (1954) προτείνει ένα χρήσιμο κανόνα. Σύμφωνα με αυτόν τον κανόνα

το X^2 δεν μπορεί να εφαρμοστεί: 1) αν το γενικό σύνολο είναι μικρότερο των 20 παρατηρήσεων ή αν οι παρατηρήσεις είναι μεταξύ 20 και 40 και ταυτόχρονα η μικρότερη αναμενόμενη (όχι παρατηρηθείσα) τιμή είναι μικρότερη του 5 ή 3 και αν οπουδήποτε υπάρχει έστω και μία αναμενόμενη τιμή μικρότερη του 1. Όταν λοιπόν ο αριθμός των παρατηρήσεων είναι μικρός, τότε εφαρμόζεται μια παραλλαγή της δοκιμασίας X^2 για τετράπτυχους πίνακες που φέρεται ως διόρθωση του Yates. Η διόρθωση του Yates αποτελεί ένα αυστηρότερο (από το συνήθες X^2) κριτήριο για την τεκμηρίωση της σημαντικότητας. Για το πότε εμφανίζεται η διόρθωση του Yates δεν υπάρχει ομοφωνία. Οι περισσότεροι θεωρούν την εφαρμογή της απαραίτητη όταν ο συνολικός αριθμός των παρατηρήσεων είναι μικρότερος των 100. Υπάρχει όμως και η άποψη (Armitage 1971), ότι η διόρθωση του Yates είναι απαραίτητη σε κάθε τετράπτυχο πίνακα. Η εξίσωση του X^2 για τους τετράπτυχους πίνακες που προαναφέρθηκε μετατρέπεται με την διόρθωση του Yates ως εξής:

$$X^2 = \frac{[(ad-cd)-1/2 Z]^2 Z}{(a+b)(c+d)(b+d)(a+c)}$$

Οι δοκιμασίες X^2 πρέπει πάντα να στηρίζονται στην επεξεργασία των αρχικών συχνοτήτων και όχι των αναλογιών, ή των ποσοστών που προκύπτουν από αυτές. Όπως προαναφέρθηκε, σε «πίνακες 2 επί 2» ο συνολικός αριθμός παρατηρήσεων δεν πρέπει να είναι μικρότερος των 20 και σε περιπτώσεις 20-40 παρατηρήσεων δεν πρέπει να υπάρχει «αναμενόμενη» τιμή μικρότερη από 5. Σε περιπτώσεις δοκιμασιών χ^2 με πολλά στοιχεία (και επομένως με πολλούς βαθμούς ελευθερίας) δεν πρέπει να υπάρχει περίπτωση με τιμή αναμενόμενη μικρότερη του 1 ή δεν πρέπει πάνω από 20% των

περιπτώσεων να έχουν αναμενόμενες τιμές μικρότερες του 5. Τέλος το X^2 δεν πρέπει να εφαρμόζεται όταν σε κάποιο περίπτωση υπάρχει αναμενόμενη τιμή ίση με μηδέν. Η τήρηση των παραπάνω κανόνων θεωρείται ότι εξασφαλίζει σε σημαντικό βαθμό την αξιοπιστία της στατιστικής μας επεξεργασίας.

Οι δοκιμασίες X^2 έχουν ευρύτατη εφαρμογή και συνιστούν ένα πολύ χρήσιμο κριτήριο «σημαντικότητας» σε πολλά ιατρικά ερωτήματα, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις που οι παρατηρήσεις ταξινομούνται σύμφωνα με ποιοτικά κριτήρια και δεν μπορούν να πάρουν ποσοτική έκφραση. Οι κυριότερες εφαρμογές είναι:

Η σύγκριση ομάδων με ποιοτικά χαρακτηριστικά. Είναι αναμφίβολα η πιο σημαντική εφαρμογή της δοκιμασίας X^2 .

Οι «τετράπτυχοι πίνακες» ή «πίνακες 2 επί 2»

Το κριτήριο καλής εφαρμογής. Στις μέχρι τώρα εφαρμογές, η δοκιμασία X^2 χρησιμοποιήθηκε κυρίως για τη σύγκριση ομάδων (λίγων ή πολλών) με ποιοτικά χαρακτηριστικά. Πολλές φορές όμως στην πράξη, χρειάζεται να ελέγξει κανένας αν, και κατά πόσο, μια κατανομή ενός ποιοτικού χαρακτηριστικού διαφέρει από θεωρητικά αναμενόμενη (με βάση κάποια υπόθεση) κατανομή. Στις περιπτώσεις αυτές το κριτήριο X^2 ελέγχει την «καλή εφαρμογή» της κατανομής μιας *a priori* αναμενόμενης θεωρητικά.

Δοκιμασία X^2 σε παρατηρήσεις κατά ζεύγη. Όπως και στη σύγκριση των ποσοτικών παρατηρήσεων, υπάρχουν συχνά καταστάσεις που οι παρατηρήσεις μας δεν αναφέρονται σε διαφορετικούς πληθυσμούς αλλά στον ίδιο ακριβώς πληθυσμό σε δύο διαφορετικές καταστάσεις. Στις περιπτώσεις αυτές υπάρχει κάποια δοκιμασία (παραλλαγή της συνήθους

δοκιμασίας X^2), που έχει μεγαλύτερη ευαισθησία στην ανάδειξη τυχόν διαφορών (αυτό δεν σημαίνει βέβαια ότι τυχόν σημαντικότητα από την εφαρμογή της συνήθους δοκιμασίας X^2 δεν είναι αποδεκτή).

Εξήγηση της ερμηνείας των αποτελεσμάτων

Ένα θέμα εξαιρετικής σημασίας είναι ο τρόπος που ερμηνεύει κάποιος τα αποτελέσματα του μετά τις δοκιμασίες X^2 . Πολλές φορές η ερμηνεία ενός «στατιστικά σημαντικού» ευρήματος είναι υπερβολική και επομένως αυθαίρετη. Δεν θα αναφερθούν λεπτομέρειες αλλά θα τονισθούν μόνο μερικές αρχές, αφού, το X^2 δεν είναι μόνο κριτήριο συγκρίσεως αλλά και αδρό κριτήριο συσχετίσεως.

Πίνακας IV

1. Η δοκιμασία X^2 δεν δίνει κανένα στοιχείο για το νόημα του ευρήματος μας.
2. Η δοκιμασία X^2 είναι χρήσιμη για να ελέγξουμε αν κάποια συσχέτιση δεν είναι στα όρια του τυχαίου αλλά έχει κάποια «σημαντικότητα». Όσο ισχυρή όμως και να είναι η σημαντικότητα, δεν μας επιτρέπει να κάνουμε διάφορες υποθέσεις για τη φύση αυτής της συσχετίσεως.
3. Η τιμή του κριτηρίου X^2 δεν μετράει την ισχύ μιας συσχετίσεως μεταξύ δυο παραγόντων, αλλά (συναρτήσει των βαθμών ελευθερίας) με ποια πιθανότητα η συσχέτιση αυτή οφείλεται (ή όχι) στην τύχη.
4. Για τη μέτρηση της ισχύος μιας συσχετίσεως ποιοτικών χαρακτηριστικών, εκτός από την τιμή του X^2 , απαιτείται και ο αριθμός των παρατηρήσεων. Έτσι, υπάρχει ο δείκτης ϕ που ορίζεται ως:

$$\Phi = X^2/n$$

Πλέον εύχρηστο όμως και με ευρύτερη χρήση όμως και με ευρύτερη χρήση στην αξιολόγηση μιας τέτοιας ισχύος είναι το πηλίκο $X^2/(nBE)$

1. Οι δοκιμασίες αυτές είναι χρήσιμες σε φαινόμενα με μικρό ή έστω μέτριο αριθμό παρατηρήσεων. Αν οι παρατηρήσεις μας είναι πολυάριθμες (άνω των 500 ή άνω των 200) είναι πιθανόν να προκύψουν «σημαντικά» αποτελέσματα χωρίς πρακτική σημασία, ακόμα και επί μικρών μόνο διαφορών στις κατανομές. Το σημείο συχνά θεωρείται κι αποτελεί σύνηθες αίτιο πολλών αυθαιρέτων συμπερασμάτων.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Ο νωτιαίος μυελός αιματώνεται από τρεις κύριες αρτηρίες που φέρονται κατά μήκος του νωτιαίου μυελού: την πρόσθια νωτιαία και τις δύο οπίσθιες νωτιαίες αρτηρίες.
2. Τις τρεις κύριες αρτηρίες του ΝΜ ενισχύουν μικρές μεταμερείς αρτηρίες που προέρχονται από αρτηρίες εκτός του σπονδυλικού σωλήνα.
3. Μεσοπλεύριες και οσφυϊκές αρτηρίες → ραχιονωτιαία αρτηρία → νωτιαίος κλάδος → πρόσθια ριζική αρτηρία (μια εξ' αυτών η ΑΚΑ).
4. Ο Adamkiewicz μελέτησε την ομώνυμη αρτηρία και παρουσίασε τα ευρήματά του σε μια σειρά αναφορών μεταξύ των ετών 1882 και 1886.
5. Το μήκος της ΑΚΑ είναι 2,5 εκ όταν μετράται από το σημείο που διαπερνά τη σκληρή μήνιγγα μέχρι το σημείο που φτάνει στο νωτιαίο μυελό, ενώ το συνολικό της μήκος προσεγγίζει τα 15 εκ.
6. Σύμφωνα με τον Adamkiewicz το σύστημα αιμάτωσης του ΝΜ είναι ένα πλούσιο αγγειακό δίκτυο με μεγάλο αριθμό αναστομώνσεων.
7. Από μελέτες προκύπτει ότι η ΑΚΑ εκφύεται κυρίως α) από αριστερά και β) από το επίπεδο Θ9 – Ο1, με μεγαλύτερη συχνότητα από το επίπεδο Θ10, διέρχεται κατά κύριο λόγο από το ανώτερο 1/3 του μεσοσπονδύλιου τρήματος και είναι τόσο μεγαλύτερης σημασίας για την αιμάτωση του ΝΜ όσο το τμήμα της πρόσθιας νωτιαίας αρτηρίας που βρίσκεται υπέρθεν της και είναι στενότερο.
8. Στη μελέτη μας διαπιστώσαμε ανά 3 cm όταν μετράται από το σημείο που διατρύπα την σκληρή μήνιγγα μέχρι το σημείο που φτάνει στον μυελό.

9. Το οσφυϊκό όγκωμα περιλαμβάνει τα νευροτόμια O1-I3, των οποίων τα νεύρα (πρόσθιοι κλάδοι) συμμετέχουν στο σχηματισμό των πλεγμάτων: οσφυϊκό, ιερό και αιδοϊκό.
10. Το οσφυϊκό όγκωμα παρέχει αυτόνομη νεύρωση στις εξής δομές: κατιόν κόλον, σιγμοειδές, ορθό, λείον σφιγκτήρα του πρωκτού, ουροδόχο κύστη, σπερματικό πόρο, σπερματοδόχες κύστεις, προστάτη, μυομήτριο, στυτικό ιστό των σθηραγωγών σωμάτων του πέους και της κλειτορίδας και αρτηρίες κάτω άκρων.
11. Ισχαιμία στο NM μπορεί να προκληθεί κυρίως από παθολογικές καταστάσεις στην αορτή, συμπεριλαμβανομένης της χειρουργικής επέμβασης σε αυτή (ιδίως όταν συνυπάρχει σακχαρώδης διαβήτης), καθώς και πιο σπάνια από αθήρωμα που εντοπίζεται στην αορτή και στους σπονδυλικούς κλάδους της και δευτερευόντως από περαιτέρω στένωση του ισθμού της αορτής, αρτηρίτιδα οφειλόμενη σε σύφιλη και η εμβολή εκ αέρος.
12. Απόφραξη της ΑΚΑ μπορεί να οδηγήσει σε ισχαιμία του NM.
13. Απόφραξη της ΑΚΑ ή της πρόσθιας μέσης αρτηρίας προκαλεί το σύνδρομο κοιλιακής διατομής του NM που χαρακτηρίζεται κυρίως από οξεία χαλαρή παράλυση των κάτω άκρων λόγω ισχαιμίας, απώλεια της αίσθησης του πόνου και της θερμοκρασίας και απώλεια ελέγχου του σφιγκτήρα του πρωκτού.
14. Συμπίεση της ΑΚΑ μπορεί να οδηγήσει στο σύνδρομο Brown – Sequard το οποίο εκδηλώνεται με ημιπληγία και απώλεια της αφής και της ιδιοδεκτικότητας συνοδευόμενη από αντίπλευρη απώλεια της αίσθησης του πόνου και της θερμοκρασίας.
15. Η απεικόνιση της ΑΚΑ με στόχο την αποφυγή μετεγχειρητικής ισχαιμίας στο NM γίνεται μέσω MRA,

CTA, multidetector-row-CT (MDCT) and multidetector-row-helical-CT.

ΠΙΝΑΚΑΣ V

ΜΗΚΟΣ ΑΚΑ ΑΠΟ ΣΚΛΗΡΗΣ ΜΗΝΙΓΓΑΣ ΤΟΥ Ν.Μ.	
1	2,4 cm
2	2,5 cm
3	2,5 cm
4	2,35 cm
5	2,45 cm
6	2,5 cm
7	2,6 cm
8	2,55 cm
9	2,4 cm
10	2,35 cm
11	2,4 cm
12	2,5 cm
13	2,5 cm
14	2,5 cm
15	2,5 cm
16	2,35 cm
17	2,55 cm
18	2,6 cm
19	2,58 cm
20	2,55 cm

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Ως γνωστόν η ανακάλυψη της πρώτης ριζιτικής αρτηρίας μελετήθηκε από τον Πολωνό παθολόγο ιατρό Albert W. Adamkiewicz το (1850-1921) και αποτέλεσε σπουδαίο εύρημα για την αιμάτωση του νωτιαίου μυελού.

Επίσης άνοιξε το δρόμο στην χειρουργική των παθήσεων του νωτιαίου μυελού κατανοώντας οι χειρουργοί καλύτερα τις ριζιτικές αρτηρίες, ιδιαίτερα την μεγάλη ριζιτική αρτηρία (ΑΚΑ), η οποία χαρακτηρίζεται από την πιο σταθερή μορφολογία και πορεία, ενώ έχει σταθερό μήκος.

Οι Govsa F, και οι συνεργάτες του το 1996 επιβεβαίωσαν και αυτοί με τη σειρά τους την μεγάλη ριζιτική αρτηρία του νωτιαίου μυελού σχετικά με την πορεία και το μήκος της, ενώ διατύπωσαν ότι οι τρεις κύριες αρτηρίες του ΝΜ ενισχύουν μικρές μεταμερείς αρτηρίες που προέρχονται από αρτηρίες εκτός του σπονδυλικού σωλήνα.

Οι Koshino T. και οι συνεργάτες του το 1999, αναφέρουν στην διεθνή ιατρική κοινότητα ότι η ΑΚΑ εκφύεται κυρίως α) από αριστερά, β) από το επίπεδο Θ9-Ο1 με μεγαλύτερη συχνότητα το Θ10.

Οι Illuminatis G. και συν το 1996 ανακοινώνουν τις ανατομικές τους παρατηρήσεις μεταξύ των οποίων η ΑΚΑ έχει μήκος 2,3 έως 2,7 cm, παρατηρήσεις που υποστηρίζουν τις παρατηρήσεις του Adamkiewicz.

Οι Battisti G και συν το 1990 μελετώντας το οσφυϊκό όγκωμα διαπιστώνουν ότι παρέχεται αυτόνομη νεύρωση, από το κατιόν κόλο ως το σφιγκτήρα του πρωκτού, την ουροδόχο κύστη, το σπερματικό πόρο, το πέος και τη κλειτορίδα καθώς και τις αρτηρίες των κάτω άκρων. Ενώ η χειρουργική αφαίρεση των θωρακοκοιλιακών ανευρυσμάτων, όπως παρατήρησαν οι

Picone AL και οι συν του το 1986, είναι δυνατόν να προκαλέσουν λόγω ισχαιμίας του NM οξεία χαλαρή παράλυση των κάτω άκρων με απώλεια της αίσθησης του πόνου, της θερμοκρασίας και την απώλεια ελέγχου του σφιγκτήρα του πρωκτού.

Επίσης, ο Yaunada N και οι συνεργάτες του το 2000 ανέφεραν ότι λόγω συμπίεσης της ΑΚΑ από χειρουργικούς χειρισμούς ή παθολογικές καταστάσεις όπως ανεύρυσμα, τραύμα κλπ, είναι δυνατό να προκληθεί το γνωστό σύνδρομο Brown – Sequard το οποίο εκδηλώνεται με ημιπληγία, απώλεια της αφής της ιδιοδεκτικότητας συνοδευόμενη από αντίθετη απώλεια της αίσθησης του πόνου και της θερμοκρασίας.

Ο Takese K και συν το 2002 προτείνουν για την αποφυγή της μετεγχειρητικής ισχαιμίας του NM να γίνεται MRA, CTA και multidetector- row – CT (MDCT), ενώ οι αναισθησιολόγοι Pathack M και συν το 2000 προτείνουν ως επιπλέον προστατευτικό στοιχείο σε εγχειρήσεις του NM να γίνεται αγγειογραφία (MRA) του NM και να μελετάται η αγγειοαρχιτεκτονική των αρτηριών του NM και οι τυχόν παραλλαγές που δεν αποκλείονται φυσικά. Η αρτηρία του Adamkiewicz μπορεί να έχει μελετηθεί επαρκώς μέχρι σήμερα, δεν παύει όμως να έχει παραλλαγές που πρέπει να ανευρίσκονται και να μελετώνται, ώστε να μην έχουμε δυσάρεστες επιπλοκές με παροδική ή και μόνιμη αναπηρία και παράλυση. Στο μέλλον ίσως να έχουμε περισσότερες απεικονιστικές μεθόδους που να οδηγήσουν τους κινδύνους αυτούς σε μια ασφαλέστερη χειρουργική αντιμετώπιση.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα ανατομική μελέτη, ο ερευνητής μελέτησε είκοσι (20) ανθρώπινα πτώματα, που χρησιμοποιούνται για την εκπαίδευση των Β'ετών φοιτητών της Ιατρικής Σχολής Αθηνών. Από τα ανθρώπινα πτώματα, τα δώδεκα (12) ήταν γυναίκες και τα οκτώ (8) ήταν άνδρες.

Επίσης χρησιμοποιήθηκαν και 8 περιπτώσεις αιμάτωσης του Νωτιαίου Μυελού από Μουσειακό υλικό εκ των οποίων οι 3 ήταν άνδρες και οι 5 γυναίκες.

Στην παρούσα μελέτη, δύο παραλλαγές της αρτηρίας του Adamkiewicz βρέθηκαν κατά τη διάρκεια της ανατομής των πτωμάτων. Η λεπτομερής γνώση της ανατομίας αυτών των αρτηριακών παραλλαγών είναι υψίστης σημασίας για τους χειρουργούς που επεμβαίνουν στην θωρακο-οσφυϊκή περιοχή. Βλάβη της αρτηρίας, τραυματισμός ή παρεμπόδιση αυτής μπορούν να οδηγήσουν σε απώλεια ούρων και κοπράνων, όπως επίσης και να προκαλέσουν μυϊκή αδυναμία έως και παράλυση των κάτω άκρων (παραπληγία).

SUMMARY

In this anatomical research, twenty human cadaveries were studied by the researcher. Out of these, twelve were women cadavers and eight of them were men. Those cavaders are used in the training of the second year students of the Medical School of University of Athens.

Also eight cases of spinal cord blood supply from Anatomical Museum samples were used. Three of those samples were from men cadavers and five of women.

In the current study, two variations of the artery of Adamkiewicz were found during cadavers dissection. The meticulous knowledge of this arterial variants is of paramount importance for the surgeons intervening in the thoracolumbar area. The artery's lesion or injury or obstruction may lead to loss of urinary and fecal continence as well as to weakness and paralysis of the lower limbs (paraplegia).

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Usubiaga J. Neurological complications following epidural anesthesia. *International Anesthesiology Clinics* Vol 13, N° 2, 1975. Boston. Little Brown and Co.
2. Govsa F, Aktan ZA, Arisoy Y, Varol T, Ozgur T. Origin of the anterior spinal artery. *Surg Radiol Anat* 1996;18(3):189-93.
3. Rodriguez-Baeza A, Muset-Lara A, Rodriguez-Pazos M, Domenech-Mateu JM. Anterior spinal arteries. Origin and distribution in man *Acta Anat (Basel)* 1989;136(3):21, 7-21.
4. Horlocker TT, Cucchiara RF, Ebersold MI. Vertebral column and spinal cord surgery. En Cucchiara RF, Michenfelder ID (ed). *Clinical Neuroanesthesia*. New York. Churchill & Livingstone 1990, p 325.
5. Alleyne CH Jr, Cawley CM, Shengelaia, GG, Barrow DL. Microsurgical anatomy of the artery of Adamkiewicz and its segmental artery. *J Neurosurg* 1998;89(5):791-795.
6. Marcus ML, Heistad DD, Ehthard JC et al. Regulation of total and regional spinal cord flow, *Circ Res* 1977; 41, 128.
7. Marcus ML, Heistad DD, Ehthard JC et al. Regulation of total and regional spinal cord flow, *Circ Res* 1977; 41, 128.
8. Koshino T, Murakami G, Morishita K, Mawatari T, Abe T. Does the Adamkiewicz artery originate from the larger segmental arteries? *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999; 117(5):898-905.
9. Miyagi K, Koja K, Kuniyoshi Y, et al. Angiographic evaluation of reconstructed spinal arteries in thoracic

- aortic aneurysm surgery. Nippon Kyobu Gekai Gakkai Zasshi 1993;41(10):2054- 8.
10. Lo D, Vallee JN, Spelle L. Unusual origin of the artery of Adamkiewicz from the fourth lumbar artery. Neurodiology 2002; 44 (2), 153- 157.
 11. Zhang T, Harstad L, Parisi JE, Murray MJ. The size of the anterior spinal artery in relation to the arteria medullaris magna anterior in humans. Clin Anat 1995;8(5):347-51.
 12. Berte S, Iyriboz AT, Barret F, Zouaoui A, Chiras J. An angiographic study of spinal vascularization at the thoraciclumbar level. J Neuroradiol 1995; 22(1):12-9.
 13. Tveten L. Spinal cord vascularity. I. Extraspinal sources of spinal cord arteries in man. Acta Radiol Diagn (Stockh)1976; 1F(1):116.
 14. Schievink WI, Luyendijk W, Los JA. Does the artery of Adamkiewicz exist in the albino rat? J Anat. 1988; 161, 95-101.
 15. Tveten L. Spinal cord vascularity. IV. Extraspinal sources of spinal cord arteries in man. Acta Radiol Diagn (Stockh)1976 17 (4) 385-398.
 16. Tveten L. Spinal cord vascularity. II. Extraspinal sources of spinal cord arteries in man. Acta Radiol Diagn (Stockh)1976; 17 (2):167-179.
 17. Tveten L. Spinal cord vascularity. III. The spinal cord arteries in man. Acta Radiol Diagn (Stockh)1976;17 (3):257-273.
 18. Tveten L. Spinal cord vascularity. V. The venous drainage of spinal cord in the rat. Acta Radiol Diagn (Stockh) 1976; 17 (5B): 653.
 19. Lang-Lazdunski, Matsushita K, Hirt L et al. Spinal Cord Ischemia. Development of a model in the mouse. Stroke 2000; 31: 208.

20. Illuminati G, Koskas F, Bertagni A, et al. Variations in the origin of the artery of Adamkiewicz. *Riv Eur Sci Med Farmacol* 1996; 18(2):61, 6.
21. Wadouh F, Wadouh R, Hartmann M y cols. Prevention of paraplegia during aortic operations. *Ann. Thorac. Surg.* 1990; 50 (4), 543-552.
22. Wadouh F. New surgical techniques for the prevention of paraplegia during aortic surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992 Feb;40(1):26-32.
23. Parke WW, Whalen JL, Bunger PC, Settles HE, Robert E Van. Intimal musculature of the lower anterior spinal artery. *Spine* 1995 1;20(19):2073-2079.
24. Ono K, Takizawa Y, Komai K, Takamori M. Serial MRI study on a case of anterior spinal artery syndrome. *Rinsho Shinkegaku* 1998;38(9):806-810.
25. Monteiro L, Leite I, Pinto JA y cols. Espontaneous thoracolumbar spinal cord infarction: a report of six cases. *Acta Neurol Scand.* 1992; 86 (6), 563-566.
26. Gaeta TJ, LaPolla GA, Balentine JR. Anterior spinal artery infarction. *Ann Emerg Med* 1995; 26 (1), 90-93.
27. Schallow G. Feeder Arteries, longitudinal arterial trunks and arterial anastomoses of the lower human spinal cord. *Zentralbl Neurochir* 1990;51(4): 181-184.
28. Lu J, Ebraheim NA, Biyani A, Brown JA, Yeasting RA. Vulnerability of great medullary artery. *Spine* 1996 15;21(16):1852- 1855.
29. Connolly JE. Prevention of paraplegia secondary to operations on the aorta. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 1986; 27(4):41, 0-7.
30. Cheshire WP, Santos ML, Massey EW, Howard JF Jr. Spinal cord infarction: etiology and outcome. *Neurology* 1996;47(2):321- 330.

31. Maliszewski M, Ladzinski P, Aleksandrowicz R, Majchrzak H, Bierzynska-Macyszyn G, Wolanska-Karut J. Occlusion of radicular arteries -reasons, consequences and anastomotic substitution pathways. *Spinal Cord* 1999 ;37(10):710-716.
32. Lazortes MG. Physiopathologic ischémique de la moelle. *Rev Neurol (Paris)* 1962; 106, 663.
33. Le Blanc FE, Charrette EP, Dobell AR y Branch CL: Neurologic complications of aortic coarctation. *Can. Med. Assoc. J.* 1968; 99:299.
34. Lechat P, Delean O y Griffie RA: Influence de l'ion potassium sur l'activité des anesthésiques locaux. *J. Med. Exp. (Basel)* 1964; 11:157.
35. Zdali B, El Mouknia M, Abassi O, Louardi H, Benaguida M. Paraplegia after cardiac arrest. *Ann Fr Anesth Reanim* 1996;15(2):199-200.
36. Amoiridis G, Wohrle JC, Langkafel M y cols. Spinal cord infarction after surgery in a patient in the hyperlordotic position. *Anesthesiology* 1996; 85 (2); 429-430.
37. Idali B, El Mouknia M, Abassi O y cols. Paraplegia after cardiac arrest. *Ann Fr Anesth Reanima* 1996; 15 (2), 199-200.
38. Imaizumi H, Uijike Y, Asai Y y cols. Spinal cord ischemia after cardiac arrest. *J Emerg Med* 1994; 12 (6), 789-793.
39. Kürsat Bozkurt. Spinal ischemia associated with cardiac arrest Asian. *Cardiovasc Thorac Ann* 2002; 10, 85-86.
40. Uefuji T, Maekawa S. Permanent paraplegia following epidural and general anesthesia: two cases report. *Masui* 1996; 45, 453-457.

41. Hartigan JD. Dangerous sequelae of epidural anesthesia in geriátrica. *Nebr Med J.* 1995; 80 (4), 80-82.
42. Kabutan K, Satou K, Ono J y cols. Transient paraplegia following the epidural block. *Masui* 1994, 43 (3) 409-411.
43. Masson C. Ischemic spinal cord disorders. *Press Med* 1994;26, 1723-1728.
44. Coselli JS, LeMaire SA. Surgical techniques. Thoracoabdominal aorta. *Cardiol Clin* 1999; 7(4):751-765.
45. Webb TH, Williams GM, Thoracoabdominal aneurysm repair. *Cardiovasc Surg* 1999; 7(6):573-585.
46. Paaschburg Nielsen B. Ischaemic injury to the spinal cord as a complication to abdominal aortic surgery. *Acta Chir Scand* 1985;151(5):433-435.
47. Picone AL, Green RM, Ricotta JR, May AG, DeWeese JA. Spinal cord ischemia following operations on the abdominal aorta. *J Vasc Surg* 1986;3(1):94-103.
48. Ferguson LR, Bergan JJ, Conn J Jr, Yao JS. Spinal ischemia following abdominal aortic surgery. *Ann Surg* 1975;181(3):267- 272.
49. Samso Sabe E, Valles Esteve J, et al. Isquemia de la médula espinal en el período postoperatoio de la cirugía de la aorta. *Rev Esp Anestesiología Reanim* 1990;37(4):234-237.
50. Ferguson LR, Bergan JJ, Conn J Jr, Yao JS. Spinal ischemia following abdominal aortic surgery. *Ann Surg* 1975; 181(3):267-272.
51. Soria A, Chiveli MA, Vicente R, et al. Paraplejía luego de una resección de un aneurisma de la aorta descendente torácica. *Rev Esp Anestesiología Reanim* 1999;46(8):359-363.
52. Yamada N, Takamiya M, Kuribayashi S et al. MRA of the Adamkiewicz artery: a preoperative study for

- thoracic aortic aneurism. J. Comput Assist Tomogr 2000; 24 (3), 362-368.
53. Willimas GM, Perler BA, Burdick JF y cols. Angiographic localization of spinal cord blood supply and its relation to postoperative paraplegia. J Vasc Surg 1991; 13 (1) 23-33.
 54. Jacobs MJ, de Mol BA, Elevas T y cols. Spinal cord blood supply with toracoabdominal aortic aneurysm. J Vasc Surg 2002, 35 (1), 30-37.
 55. Wadouh P, Lindemann EM, Arndt CF y cols. The arteria radicularis magna anterior as a decisive factor influencing spinal cord damage during aortic occlusion. J Thorac Cardiovasc Surg 1984 88(1):1-10.
 56. Takese K, Sawamura Y, Igarashi K y cols. Demonstration of the artery of Adamkiewicz at multi-detector row helical CT. Radiology 2002; 223 (1) 39-45.
 57. Battisti G, Marigliani M, Stio F, Iavarone C. Spinal cord ischemia following subrenal aortic clamping. Ann Ital Chir 1990 MayJun;61(3):265-267.
 58. Defraigne JO, Otto B, Sakalihasan N, Limet R. Spinal ischaemia after surgery for abdominal infrarenal aortic aneurysm. Diagnosis with nuclear magnetic resonance. Acta Chir Belg 1997;97(5):250-256.
 59. Rosenthal D. Spinal cord ischemia after abdominal aortic operation: is it preventable? J Vasc Surg 1999; 30(3):391-397.
 60. Yamada N, Okita Y, Minatoya K y cols. Preoperative demonstration of the Adamkiewicz artery by magnetic resonance angiography in patients with descending or toracoabdominal aortic aneurysm. Eur J Cardiothoracic Surg 2000; 18 (1), 104- 111.
 61. Kawaharada N, Morishita K, Fukada J y cols. Thoracoabdominal or descending aortic aneurysm repair

- after preoperative demonstration of the Adamkiewicz artery by magnetic resonance angiography. *Eur J Cardiothoracic Surg.* 2002, 21 (6), 970-974.
62. Yousef OM, Appenzeller P, Korfeld A. Fibrocartilagenous embolism: an inusual cause of spinal cord infarction. *Am J Forensic Med Pathol* 1998; 19 (4) 395-399.
 63. Davis GA, Klug GL Acute nontraumatic paraplegia in childhood: fibrocartilaginous embolism or acute myelitis? *Childs Nerv Syst.* 2000; 16 (9) 554-551.
 64. Respiratory insufficiency due to high cervical cord infarction. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1998;64 (3), 358-361.
 65. Boedeker H, Schmidt J, Zirngibl H. Anterior spinal artery syndrome after thoraco-abdominal esophagus resection. A rare complication. *Chirurg* 1997 Sep;68(9):902-905.
 66. Zantl N, Stein Hj, Brucher BL y cols. Ischemic spinal cord syndrome after transthoracic esophagectomy: two cases of a rare neurologic complication. *Dis Esphagus* 2000; 13 (4), 328-332.
 67. Djurberg H, Haddad M. Anterior spinal artery syndrome. Paraplegia following segmental ischemic injury to spinal cord after esophagectomy. *Anaesthesia* 1995; 50, 345-348.
 68. Heller SL, Meyer JR, Russell EJ. Spinal cord venous infarction following endoscopic sclerotherapy for esophageal varices. *Neurology* 1996; 47, 1081-1085.
 69. Guidicelli R, Seller W, Fuentes P y cols. The danger present to the spinal cord arterial vasculature during surgery of nervetissue tumors of the posterior mediastinum. *Ann Radiol (París)* 1991; 34 (5), 305-307.

70. Boglino C, Martins AG, Ciprandi G, Sousinha M, Inserra A. Spinal cord vascular injuries following surgery of advanced thoracic neuroblastoma: an unusual catastrophic complication. *Med Pediatr Oncol* 1999 May; 32(5):349-352.
71. García CA, Dulcey S, Dulcey J. Ruptured aneurysm of the spinal artery of Adamkiewicz during pregnancy. *Neurology* 1979; 29 (3), 394-398.
72. Woodham MJ, Hanna MH. Paraplegia after celiac plexus block. *Anesthesia* 1989; 44 (6) 487-489.
73. Takeda J, Namai H, Fukushima K. Anterior spinal artery syndrome after left celiac plexus block. *Anesth & Analg* 1996; 83 (1), 178-179
74. Cerry DA, Lambert J. Paraplegia following coeliac plexus block. *Anaesth Intensive Care* 1994; 12, 59-72.
75. Van Dongen RTM, Crul BJP. Paraplegia following coeliac plexus block *Anesthesia* 1991;46, 862-863.
76. Jabbaj SS, Hunton J. Reversible paraplegia following coeliac plexus block *Anaesthesia* 1992; 47, 857-858.
77. Kinoshita H, Denda S, Shimoji K, Ohtake M, Shirai Y. Paraplegia following coeliac plexus block by anterior approach under direct vision. *Masui* 1996;45(10): 1244-1246.
78. Wong CY, Brown DL. Transient paraplegia following alcohol celiac plexus block. *Reg Anesth* 1995; 20. 352-355.
79. Echenique E, Gurutz Lnazasoro C. Paraplejía parcial reversibles luego de un bloqueo simpático lumbar. *Neurología* 1995; 10 (2), 101-103.
80. Muñoz ME, Rohe C, Escriba R y cols. Flaccid paraplegia as complication of umbilical artery catheterization. *Pediatr Neurol.* 1993;9 (5), 403-405.

81. Hernández de TG, Sánchez Cabrera JM, Madrazzo Navarro I y cols. Paraplejía como un riesgo de la cateterización de la arteria umbilical. Presentación de un caso y una revisión bibliográfica. Bol Med Hosp. Inant Mex. 1978; 35 (2), 361-365.
82. Djindjian R, Rey A Guilmet D y cols. Study of the 1st two surgical cases of medullary ischemia caused by atheromatous stenosis of Adamkiewicz artery. Rev Neuro (Paris) 1872; 127 (4), 471-482.
83. Lista GA, Reboratti HA. Síndrome de Adamkiewicz. Oclusión de la arteria lumbar magna de la médula. Prensa Med Argent 1976; 54 (36) 2030-2032.
84. Wang Y, Hashizume Y. Pathological study of age-related vascular changes in the spinal cord. Nippon Ronen Igakkai Zasshi 1996; 33(8):563-568.
85. Szilagyi DE, Hageman JH, Smith RP, Elliott JP. Spinal cord damage in surgery of the abdominal aorta. Surgery 1978; 83(1):38-56.
86. Pathak M, Kim RC, Pribram H. Spinal cord infarction following vertebral angiography: a Clinical and pathological findings. J Spinal Cord Med. 2000; 23 (2), 92-95.
87. Foo D, Rossier AB Anterior spinal artery syndrome and its natural history Paraplegia 1983 Feb; 1(1):1-10.
88. Kawaguchi C, Niwa K, Hamano H et al. Long term gadolinium enhancement of cauda equina on MRI in a case of spinal infarction after epidural anesthesia. Rinsho Shinkeigaku 1998; 38 (5) 440-445.
89. Hong DK, Lawrence HM. Anterior spinal artery syndrome following total hip arthroplasty under epidural anesthesia. Anesth Intensive Care 2001; 29 (1) 62-66.

90. Cupitt JM, Harper NG. Anterior spinal artery syndrome masked by epidural analgesia. *Anesth Intensive Care* 2000; 28 (4) 453- 454.
91. Crystal Z, Katz Y. Postoperative epidural analgesia. *Reg Anesth Pain Med* 2001; 26 (3), 274-277.
92. Liblau R, Chiras J, Orssaud C y cols. Spinal infarction in the anterior spinal artery with posible relation with bilharziasis. *Rev Neurol (Paris)* 1991; 147, (8-9), 605-608.
93. Pfauser B, Kampf A, Berek K y cols. Syndrome of the anterior spinal artery as the primary manifestation of aspergillois. *Infection* 1995; 23 (4) 240-242.
94. Forvo. Palavra: adamkiewicz. Pronúncia em polonês.
95. Zeldes A. Automatic phonetic transcription and syllable analysis.
96. Milen MT, Bloom DA, Culligan J, Murasko K. Albert Adamkiewicz (1850-1921)--his artery and its significance for the retroperitoneal surgeon. *World J Urol.* 1999;17(3):168-70.
97. Skalski JH, Zembala M. Albert Wojciech Adamkiewicz: the discoverer of the variable vascularity of the spinal cord. *Ann Thorac Surg.* 2005;80(5):1971-5.
98. Adamkiewicz A. Die blutgefäße des menschlichen rückenmarkes. I theil. *Sitzungsber. Kaiserl. Akad. Wiss., Wien, Math.-Naturwiss. Cl.* 1881;84(3):469-502.
99. Adamkiewicz A. Die blutgefäße des menschlichen rückenmarkes. II theil. *Sitzungsber. Kaiserl. Akad. Wiss., Wien, Math.-Naturwiss. Cl.* 1882;85(2):101-35.
100. Melissano G, Civilini E, Bertoglio L, Calliari F, Campos Moraes Amato A, Chiesa R. Angio-CT imaging of the spinal cord vascularisation: a pictorial essay. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2010;39(4):436-40.

101. Valenstein PN. Evaluating diagnostic tests with imperfect standards. *Am J Clin Pathol.* 1990;93(2):252-8.
102. Chiesa R, Melissano G, Bertoglio L, et al. The risk of spinal cord ischemia during thoracic aorta endografting. *Acta Chir Belg.* 2008;108(5):492-502.
103. Toole JF, Patel AN. Cerebrovascular disorders. United States of America: McGraw-Hill; 1967.
104. Thron AK, Rossberg C. Vascular anatomy of the spinal cord: neuroradiological investigations and clinical syndromes. Springer; 1988.
105. Dickman C, Fehlings M, Gokaslan Z. Spinal cord and spinal column tumors: principles and practice. New York: Thieme; 2006.
106. Boll DT, Bulow H, Blackham KA, Aschoff AJ, Schmitz BL. MDCT angiography of the spinal vasculature and the artery of Adamkiewicz. *AJR Am J Roentgenol.* 2006;187(4):1054-60.
107. Yoshioka K, Niinuma H, Ehara S, Nakajima T, Nakamura M, Kawazoe K. MR angiography and CT angiography of the artery of Adamkiewicz: state of the art. *Radiographics.* 2006;26
108. Takase K, Akasaka J, Sawamura Y, et al. Preoperative MDCT evaluation of the artery of Adamkiewicz and its origin. *J Comput Assist Tomogr.* 2006;30(5):716-22.
109. Yoshioka K, Niinuma H, Ohira A, et al. MR angiography and CT angiography of the artery of Adamkiewicz: noninvasive preoperative assessment of thoracoabdominal aortic aneurysm. *Radiographics.* 2003;23(5):1215-25.
110. Etz CD, Kari FA, Mueller CS, et al. The collateral network concept: a reassessment of the anatomy of spinal

- cord perfusion. J Thorac Cardiovasc Surg. 2011;141(4):1020-8.
111. Bowen BC, DePrima S, Pattany PM, Marcillo A, Madsen P, Quencer RM. MR angiography of normal intradural vessels of the thoracolumbar spine. AJNR Am J Neuroradiol. 1996;17(3):483-94.
 112. Machado ABM. Neuroanatomia funcional. 2. ed. São Paulo: Atheneu; 2002.
 113. Mauney MC, Blackbourne LH, Langenburg SE. Prevention of spinal cord injury after repair of the thoracic or thoracoabdominal aorta. Ann Thorac Surg. 1995;59:245-52.
 114. Charles YP, Barbe B, Beaujeux R, Boujan F, Steib JP. Relevance of the anatomical location of the Adamkiewicz artery in spine surgery. Surg Radiol Anat. 2011;33(1):3-9.
 115. Manjila S, Haroon N, Parker B, Xavier AR, Guthikonda M, Rengachary SS. Albert Wojciech Adamkiewicz (1850-1921): unsung hero behind the eponymic artery. Neurosurg Focus. 2009;26(1):E2.
 116. Cech P, Kachlik D, Liskovec T, Musil V. Frekvence eponym s příjmením adamkiewicz a neeponymních alternativ pro pojmenování hlavní tepny hřbetní míchy v člancích vedených v databázi medline na počátku 21. Století. Plzen Lek Sb. 2009; (S82):149-55.
 117. Sociedade Brasileira de Anatomia. Terminologia anatômica internacional. São Paulo: Manole; 2001.
 118. Thron AK. Vascular anatomy of the spine. Oxford: Oxford University Press; 2002.
 119. Thron AK, Rossberg C. Vascular anatomy of the spinal cord: neuroradiological investigations and clinical syndromes. New York: Springer; 1988.

120. Thron AK. Vascular anatomy of the spinal cord: neuroradiological investigations and clinical syndromes. New York: Springer-Verlag; 1989.
121. Melissano G, Chiesa R. Advances in imaging of the spinal cord vascular supply and its relationship with paraplegia after aortic interventions. A review. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2009;38(5):567- 77.
122. Griep RB, Griep EB. Spinal cord perfusion and protection during descending thoracic and thoracoabdominal aortic surgery: the collateral network concept. *Ann Thorac Surg.* 2007, Feb;83(2):S865-9.
123. Czerny M, Eggebrecht H, Sodeck G, et al. Mechanisms of symptomatic spinal cord ischemia after TEVAR: insights from the European Registry of Endovascular Aortic Repair Complications (EuREC). *J Endovasc Ther.*
124. Griep EB, Di Luozzo G, Schray D, Stefanovic A, Geisbüsch S, Griep RB. The anatomy of the spinal cord collateral circulation. *Ann Cardiothorac Surg.* 2012;1(3):350-7.
125. Fattori R, Nienaber CA, Rousseau H, et al. Results of endovascular repair of the thoracic aorta with the talent thoracic stent graft: The talent thoracic retrospective registry. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2006;132(2):332-9. 33.
126. Yingbin J, Jiefei M, Jian L, et al. Evaluation of the thoracic aortic dissection treated by endografts covering a longer distance of aorta according to the location of the Adamkiewicz artery. *Thorac Cardiovasc Surg.* 2013;61(7):569-74.
127. Murakami H, Kawahara N, Tomita K, Demura S, Kato S, Yoshioka K. Does interruption of the artery of Adamkiewicz during total en bloc spondylectomy affect neurologic function? *Spine.* 2010;35(22):E1187-92.

128. Chiesa R, Melissano G, Marrocco-Trischitta MM, Civilini E, Setacci F. Spinal cord ischemia after elective stent-graft repair of the thoracic aorta. *J Vasc Surg.* 2005;42(1):11-7.
129. Schalow G. Feeder arteries, longitudinal arterial trunks and arterial anastomoses of the lower human spinal cord. *Zentralbl Neurochir* 1990; 51:181-184
130. Maliszewski M, Ladzinski P, Aleksandrowicz R, Majchrzak H, Bierzynska-Macyszyn G, Wolanska-Karut J. Occlusion of radicular arteries: reasons, consequences and anastomotic substitution pathways. *Spinal Cord* 1999; 37:710-716
131. Kudo K, Terae S, Asano T, et al. Anterior spinal artery and artery of Adamkiewicz detected by using multi-detector row CT. *AJNR* 2003; 24:13-17
132. Bachet J, Guilmet D, Rosier J, et al. Protection of the spinal cord during surgery of thoraco-abdominal aortic aneurysms. *Eur J Cardiothorac Surg* 1996; 10:817-825
133. Williams GM, Roseborough GS, Webb TH, Perler BA, Krosnick T. Preoperative selective intercostal angiography in patients undergoing thoracoabdominal aneurysm repair. *J Vasc Surg* 2004; 39:314-321
134. Vishteh AG, Brown AP, Spetzler RF. Aneurysm of the intradural artery of Adamkiewicz treated with muslin wrapping: technical case report. *Neurosurgery* 1997; 40:207-209
135. Heinemann MK, Brassel F, Herzog T, Dresler C, Becker H, Borst HG. The role of spinal angiography in operations on the thoracic aorta: myth or reality? *Ann Thorac Surg* 1998; 65:346-351
136. Miyairi T, Kotsuka Y, Ezure M, et al. Open stentgrafting for aortic arch aneurysm is associated with

- increased risk of paraplegia. *Ann Thorac Surg* 2002; 74:83-89
137. Guzman R, Dubach-Schwizer S, Heini P, et al. Preoperative transarterial embolization of vertebral metastases. *Eur Spine J* 2005; 14:263-268, Epub 2004 Sep 16
138. Aggarwal S, Willinsky R, Montanera W, Terbrugge K, Wallace MC. Superselective angiography of a spinal dural arteriovenous fistula having a common segmental origin with the artery of Adamkiewicz. *Neuroradiology* 1992; 34:352-354
139. Boglino C, Martins AG, Ciprandi G, Sousinha M, Inserra A. Spinal cord vascular injuries following surgery of advanced thoracic neuroblastoma: an unusual catastrophic complication. *Med Pediatr Oncol* 1999; 32:349-352
140. Rogers FB, Osler TM, Shackford SR, Wald SL. Isolated stab wound to the artery of Adamkiewicz: case report and review of the literature. *J Trauma* 1997; 43:549-551
141. Boll DT, Lewin JS, Fleiter TR, Duerk JL, Merkle EM. Multidetector CT angiography of arterial inflow and runoff in the lower extremities: a challenge in data acquisition and evaluation. *J Endovasc Ther* 2004; 11:144-151
142. Yoshioka K, Niinuma H, Ohira A, et al. MR angiography and CT angiography of the artery of Adamkiewicz: noninvasive preoperative assessment of thoracoabdominal aortic aneurysm. *RadioGraphics* 2003; 23:1215-1225
143. Takase K, Sawamura Y, Igarashi K, et al. Demonstration of the artery of Adamkiewicz at multi-detector row helical CT. *Radiology* 2002; 223:39-45

144. Thron AK. Vascular anatomy of the spinal cord: neuroradiological investigations and clinical syndromes. New York, NY: Springer-Verlag, 1988:3-65
145. Krings T, Mull M, Gilsbach JM, Thron A. Spinal vascular malformations. Eur Radiol 2005; 15:267-278, Epub 2004 Oct 22
146. Bowen BC, DePrima S, Pattany PM, Marcillo A, Madsen P, Quencer RM. MR angiography of normal intradural vessels of the thoracolumbar spine. AJNR 1996; 17:483-494
147. Bowen BC, Fraser K, Kochan JP, Pattany PM, Green BA, Quencer RM. Spinal dural arteriovenous fistulas: evaluation with MR angiography. AJNR 1995; 16:2029-2043
148. Young N, Dorsch NW, Kingston RJ, Soo MY, Robinson A. Spiral CT scanning in the detection and evaluation of aneurysms of the Circle of Willis. Surg Neurol 1998; 50:50-60
149. White PM, Wardlaw JM, Easton V. Can noninvasive imaging accurately depict intracranial aneurysms? A systematic review. Radiology 2000; 217:361-370
150. Lynch DR, Dawson TM, Raps EC, Galetta SL. Risk factors for the neurologic complications associated with aortic aneurysms. Arch Neurol 1992; 49:284-288
151. Mawad ME, Rivera V, Crawford S, Ramirez A, Breitbach W. Spinal cord ischemia after resection of thoracoabdominal aortic aneurysms: MR findings in 24 patients. AJR 1990; 155:1303-1307
152. Savader SJ, Williams GM, Trerotola SO, et al. Preoperative spinal artery localization and its relationship to postoperative neurologic complications. Radiology 1993; 189:165-171

153. Koshino T, Murakami G, Morishita K, Mawatari T, Abe T. Does the Adamkiewicz artery originate from the larger segmental arteries? *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999; 117:898-905
154. Lo D, Vallee JN, Spelle L, et al. Unusual origin of the artery of Adamkiewicz from the fourth lumbar artery. *Neuroradiology* 2002; 44:153-157
155. Kouchoukos NT, Daily BB, Rokkas CK, Murphy SF, Bauer S, Abboud N. Hypothermic bypass and circulatory arrest for operations on the descending thoracic and thoracoabdominal aorta. *Ann Thorac Surg* 1995;60:67—76.
156. Grabitz K, Sandmann W, Stuhmeier K, Mainzer B, Godehardt E, Ohle B, Hartwich U. The risk of ischemic spinal cord injury in undergoing graft replacement for thoracoabdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg* 1996;23:230—40.
157. Coselli JS, LeMaire SA, Miller 3rd CC, Schmittling ZC, Koksoy C, Pagan J, Curling PE. Mortality and paraplegia after thoracoabdominal aortic aneurysm repair: a risk factor analysis. *Ann Thorac Surg* 2000;69:409—14.
158. Estrera AL, Miller 3rd CC, Huynh TT, Porat E, Safi HJ. Neurologic outcome after thoracic and thoracoabdominal aneurysm repair. *Ann Thorac Surg* 2001;72:1225—30.
159. Cambria RP, Clouse WD, Davison JK, Dunn PF, Corey M, Dorer D. Thoracoabdominal aneurysm repair: results with 337 operations performed over a 15-year interval. *Ann Surg* 2002;236:471—9.
160. Safi HJ, Miller 3rd CC, Huynh TT, Estrera AL, Porat EE, Winnerkvist AN, Allen BS, Hassoun HT, Moore FA. Distal aortic perfusion and cerebrospinal fluid drainage for thoracoabdominal and descending thoracic aortic repair:

- 10 years of organ protection. *Ann Surg* 2003;238: 372—80.
161. Kawaharada N, Morishita K, Fukada J, Yamada A, Muraki S, Hyodoh H, Abe T. Thoracoabdominal or descending aortic aneurysm repair after preoperative demonstration of the Adamkiewicz artery by magnetic resonance angiography. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002;21: 970—4.
162. Hyodoh H, Kawaharada N, Akiba H, Tamakawa M, Hyodoh K, Fukada J, Morishita K, Hareyama M. Usefulness of preoperative detection of artery of Adamkiewicz with dynamic contrast-enhanced MR angiography. *Radiology* 2005;236:1004—9.
163. Williams GM, Perler BA, Burdick JF, Osterman FA, Mitchell S, Merine D, Drenger B, Parker SD, Beattie C, Reitz BA. Angiographic localization of spinal cord blood supply and its relationship to postoperative paraplegia. *J Vasc Surg* 1991;13:23—33.
164. Heinemann MK, Brassel F, Herzog T, Dresler C, Becker H, Borst HG. The role of spinal angiography in operations on the thoracic aorta:myth or reality? *Ann Thorac Surg* 1998;65:346—51.
165. Williams GM, Roseborough GS, Webb TH, Perler BA, Krosnick T. Preoperative selective intercostalangiography in patients undergoing thoracoabdominal aneurysm repair. *J Vasc Surg* 2004;39:314—21.
166. Yamada N, Takamiya M, Kuribayashi S, Okita Y, Minatoya K, Tanaka R. MRA of the Adamkiewicz artery: a preoperative study for thoracic aortic aneurysm. *J Comput Assist Tomogr* 2000;24:362—8.
167. Takase K, Sawamura Y, Igarashi K, Chiba Y, Haga K, Saito H, Takahashi S. Demonstration of the artery of

- Adamkiewicz at multidetector row helical CT. *Radiology* 2002;223:39—45.
168. Takase K, Akasaka J, Sawamura Y, Ota H, Sato A, Yamada T, Higano S, Igarashi K, Chiba Y, Takahashi S. Preoperative MDCT evaluation of the artery of Adamkiewicz and its origin. *J Comput Assist Tomogr* 2006;30:716—22.
 169. Yoshioka K, Niinuma H, Ohira A, Nasu K, Kawakami T, Sasaki M, Kawazoe K. MR angiography and CT angiography of the artery of Adamkiewicz: noninvasive preoperative assessment of thoracoabdominal aortic aneurysm. *Radiographics* 2003;23:1215—25.
 170. Koshino T, Murakami G, Morishita K, Mawatari T, Abe T. Does the Adamkiewicz artery originate from the larger segmental artery? *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999;117:898—905.
 171. Sakuma H. Optimal use of contrast medium in contrast enhanced MR imaging of the heart. *Nippon Acta Radiol* 2002;62:682—9.
 172. Cademartiri F, van der Lugt A, Luccichenti G, Pavone P, Krestin GP. Parameters affecting bolus geometry in CTA: a review. *J Comput Assist Tomogr* 2002;26:598—607.
 173. Shinagawa M, Uchida M, Ishibashi M, Nishimura H, Hayabuchi N. Assessment of pancreatic CT enhancement using a high concentration of contrast material. *Radiat Med* 2003;21:74—9.
 174. Hessel SJ, Adam DF, Abrams HL. Complication of angiography. *Radiology* 1981;138:273—81.
 175. Kieffer E, Richard T, Chiras J, Godet G, Cormier E. Preoperative spinal cord arteriography in aneurysmal disease of the descending thoracic and thoracoabdominal

- aorta: preliminary results in 45 patients. *Ann Vasc Surg* 1989;3:34±46.
176. Osterman Jr FA, Mitchell S, Merine D, Drenger B, Parker SD, Beattie C, Reitz BA. Angiographic localization of spinal cord blood supply and its relationship to postoperative paraplegia. *J Vasc Surg* 1991;1(3):23±35.
 177. Svensson LG. Intraoperative identi®cation of spinal cord blood supply during repairs of descending aorta and thoracoabdominal aorta. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1996;412:1455±1460.
 178. Borst HG, Jurmann M, Buhner B, Laas J. Risk of replacement of descending aorta with a standardized left heart bypass technique. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994;107:126±133.
 179. Mitchell RS. Endovascular stent graft repair of thoracic aortic aneurysms. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 1997;9:257±268.
 180. Moon MR, Mitchell RS, Dake MD, Zarins CK, Fann JJ, Miller DC. Simultaneous abdominal aortic replacement and thoracic stent-graft placement for multilevel aortic disease. *J Vasc Surg* 1997;25:332± 340.
 181. Prince MR. Gadolinium-enhanced MR aortography. *Radiology* 1994;191:155±164.
 182. Prince MR, Narasimham DL, Stanley JC, Chenevert TL, Williams DM, Marx MV, Cho KJ. Breath-hold gadolinium enhanced MR angiography of the abdominal aorta and its major branches. *Radiology* 1995;197:785±792.
 183. Earls JP, Rofsky NM, DeCorato DR, Krinsky GA, Weinreb JC. Breath-hold single-dose gadolinium-enhanced three-dimensional MR aortography: usefulness of a timing examination and MR power injector. *Radiology* 1996;201:705±710.

184. Du Y P, Parker DL, Davis WL, Cao G. Reduction of partial-volume artifacts with zero-filled interpolation in three-dimensional MR angiography. *J Magn Reson Imag* 1994;4:733±741.
185. Yamada N, Takamiya M, Kuribayashi S, Okita Y, Minatoya X, Tanaka R. *J Comput Assist Tomogr* 2000 (in press).
186. Tveten L. Spinal cord vascularity. III. The spinal cord arteries in man. *Acta Radiol Diagn* 1976;17:257±273.
187. Thron AK. Vascular anatomy of the spinal cord: neuroradiological investigations and clinical syndromes, New York: Springer-Verlag, 1988. pp. 3±65.
188. Lasjaunias P, Berenstein A. Functional vascular anatomy of the brain, spinal cord and spine. In: Lasjaunias P, Berenstein A, editors. *Surgical neuroangiography*, New York: Springer-Verlag, 1987. pp. 15±87.
189. Gillilan LA. The arterial blood supply to the human spinal cord. *J Comp Neurol* 1958;110:75±103.
190. Bowen BC, DePrima S, Pattany PM, Marcillo A, Madsen P, Quencer RM. MR angiography of normal intradural vessels of the thoracolumbar Spine. *Am J Neurodiagn* 1996;17:483±494.
191. Gillilan LA. Veins of the spinal cord: anatomic details, suggested clinical applications. *Neurology* 1970;20:860±868.
192. Fried LC, Doppman JL, Di Chiro G. Venous phase in spinal cord angiography. *Acta Radiol Diagn* 1971;11:393±401.
193. Crawford ES, Crawford JL, Sa® HJ, Coselli JS, Hess KR, Brooks B, Norton HJ, Glaeser DH. Thoracoabdominal aortic aneurysms: preoperative and intraoperative factors determining immediate and longterm results of operations in 605 patients. *J Vasc Surg* 1986;3:389± 404.

194. Griep RB, Ergin MA, Galla JD, Lansman S, Khan N, Quintana C, McCollough J, Bodian C. Looking for the artery of Adamkiewicz: a quest to minimize paraplegia after operations for aneurysms of the descending thoracic and thoracoabdominal aorta. *Thorac Cardiovasc Surg* 1996;112:1202±1213 (discussion 1213±1215).
195. Sa® HJ, Hess KR, Randel M, Iliopoulos DC, Baldwin JC, Mootha RK, Shenaq SS, Sheinbaum R, Greene T. Cerebrospinal fluid drainage and distal aortic perfusion: reducing neurologic complications in repair of thoracoabdominal aortic aneurysm types I and II. *J Vasc Surg* 1996;23:223±229.
196. Wan IY, Angelini GD, Bryan AJ, Ryder I, Underwood MJ. Prevention of spinal cord ischemia during descending thoracic and thoracoabdominal aortic surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2001; 2:203-213.
197. Nojiri J, Matsumoto K, Kato A, et al. The Adamkiewicz artery: demonstration by intraarterial computed tomographic angiography. *European journal of cardio-thoracic surgery* 2007;31 (2): 249-55.
198. Milen MT, Bloom DA, Culligan J, Murasko K .Albert Adamkiewicz (1850-1921)-his artery and its significance for the retroperitoneal surgeon. *World journal of urology* 1999;17 (3): 168-70.
199. Koshino T, Murakami G, Morishita K, Mawatari T, Abe T. Does the Adamkiewicz artery originate from the larger segmental arteries?". *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 117 (5): 898-905.
200. Lazorthes G: Arterial vascularization of the spinal cord. *J Nuerosurg* 1971; 35: 253-262.
201. Wan IY, Angelini GD, Bryan AJ, Ryder I, Underwood MJ. Prevention of spinal cord ischaemia

- during descending thoracic and thoracoabdominal aortic surgery. Eur J Cardiothorac Surg. 2001 Feb;19(2):203-13.
202. Prince MR, Narasimham DL, Stanley JC, et al. Breath-hold gadolinium-enhanced MR angiography of the abdominal aorta and its major branches. Radiology 1995; 197:785-792.

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ



