

## ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΓΓΕΙΩΣΗ ΤΟΥ ΝΩΤΙΑΙΟΥ ΜΥΕΛΟΥ

Π. ΒΛΑΧΟΠΟΥΛΟΣ  
Γ. ΠΑΥΛΙΔΗΣ  
Μ. ΚΑΡΥΓΙΑΝΝΗΣ

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αγγείωση της σπονδυλικής στήλης και του νωτιαίου μυελού (NM) αποτελεί ένα ενιαίο λειτουργικό σύνολο. Οι αρτηρίες που τους παρέχουν αγγειακή τροφοδοσία είναι της ίδιας εμβρυολογικής προέλευσης και εκφύονται από τα ίδια αρτηριακά στελέχη. Μια παρόμοια διάταξη παρατηρείται και στην κατανομή του φλεβικού αποχετευτικού δικτύου. Η αγγείωση του νωτιαίου μυελού του ενήλικα χαρακτηρίζεται από την εξής βασική ιδιομορφία: ενώ διατηρείται η πλούσια μεταμερής αγγειακή κατανομή των ενδομυελικών αγγειακών κλάδων, η οποία υπάρχει από την εμβρυϊκή ηλικία, παρατηρείται μια σχεδόν ολοκληρωτική εξαφάνιση της αντίστοιχης αγγειακής κατανομής των εξωμυελικών αρτηριακών στελεχών. Η αγγείωση των σπονδύλων διατηρεί τη μεταμερή κατανομή, την οποία έχει από την εμβρυϊκή ηλικία.

### ΥΠΕΝΘΥΜΙΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΜΒΡΥΟΛΟΓΙΑ

Η αρτηριακή τροφοδοσία της σπονδυλικής στήλης και του νωτιαίου μυελού εξασφαλίζεται από τους ραχιονωτιαίους κλάδους των τμηματικών αρτηριών των εμβρυϊκών αρτηριακών τόξων<sup>2-6,15</sup>.

Αρχικά, από τις πρώτες εβδομάδες της εμβρυϊκής ζωής, 31 ζεύγη τμηματικών (μεταμερών) αρτηριών παρέχουν αγγείωση στα σπονδυλομυελικά μεταμέρια σε όλο το μήκος της σπονδυλικής στήλης, από τους κεφαλικούς μέχρι τους ιερούς σωμίτες (εικόνα 1).

Ο ραχιονωτιαίος κλάδος κάθε τμηματικής αρτηρίας παρέχει αγγείωση στο αντίστοιχο μεταμέριο του νωτιαίου μυελού, αλλά και στα τοιχώματα των οστικών, των μυϊκών και των δερματικών σωμιτών.

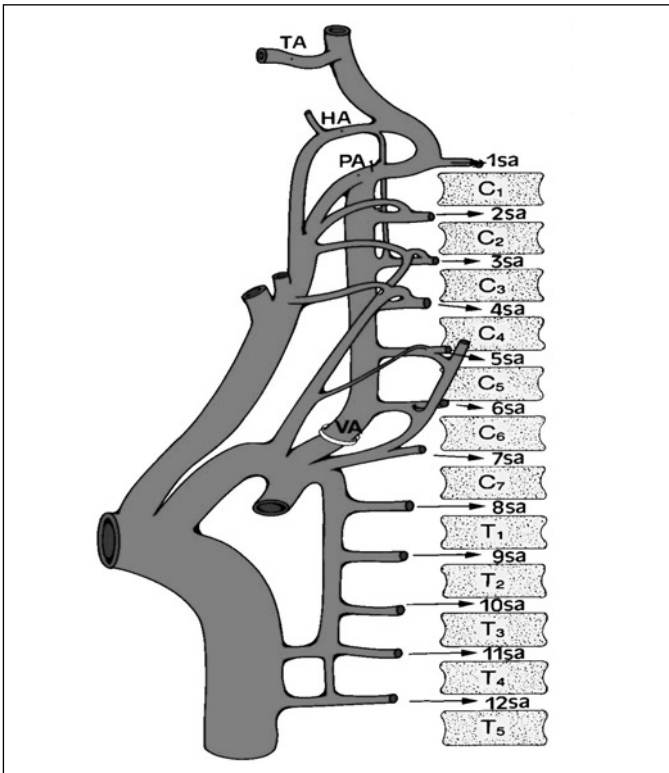
Η ανάπτυξη και εξέλιξη της εξωραχιαίας, περιμυελικής και ενδομυελικής αγγειακής κατανομής επιτελείται παράλληλα στον ίδιο χρόνο.

### Σχηματισμός των περιμυελικών αρτηριών

Ο σχηματισμός των περιμυελικών αρτηριών επιτελείται σε τρία στάδια κατά τον Lazorthes<sup>9,12,13</sup>.

#### 1. Στάδιο σχηματισμού των τμηματικών αρτηριών (3 πρώτες εβδομάδες)

Από τα 31 ζεύγη των τμηματικών αρτηριών δημιουργούνται ραχιονωτιαίοι κλάδοι οι οποίοι αγγειώνουν το ραχιαίο σωλήνα (σπονδυλική στήλη, νωτιαίος μυελός, μήνιγγες), καθώς και τα παρασπονδυλικά μόρια (μυοσυνδετικά στοιχεία). Οι κλάδοι του νωτιαίου μυελού τον

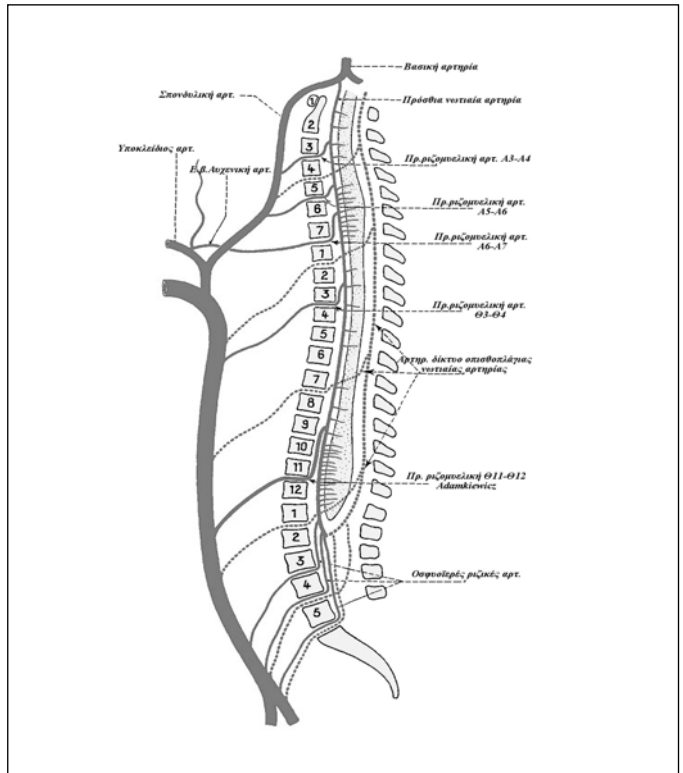


**Εικόνα 1.** Σχηματική αναπαράσταση της μεταμερικής κατανομής των τμηματικών αρτηριών, οι οποίες είναι αριθμημένες κεφαλουραία. Οι αυχενικοί (C) και θωρακικοί (T) σπόνδυλοι. Υποσημαίνεται η καρωτιδική (ραχιαία αορτική) προέλευση των κρανιακών μεταμερικών αρτηριών. TA: τριδυμική αρτηρία, HA: υπογλώσια αρτηρία, PA1: προ ατλαντική τμηματική αρτηρία, VA: σπονδυλική αρτηρία (επιμήκης αναστόμωση).

συναντούν στη συμβολή της πρόσθιας με την πλάγια επιφάνειά του, όπου και αναπτύσσονται τριχοειδή αγγεία, τα οποία αναστομώνονται με αυτά των υπερκείμενων και των υποκείμενων τμημάτων για να σχηματίσουν δύο κάθετους άξονες.

## 2. Σχηματισμός των πρόσθιων και των οπίσθιων νωτιαίων αρτηριών (3η-6η εβδομάδα)

Οι προαναφερθείσες κάθετες τριχοειδικές αναστομωτικές οδοί σχηματίζουν δύο πρόσθιους νωτιαίους παραοβελιαίους άξονες, από τα έσω όρια των οποίων εκπορεύονται λεπτά τριχοειδή, τα οποία κατευθύνονται προς τη μέση γραμμή. Ταυτόχρονα, από την πρωτογενή τμηματική αρτηρία γεννιέται ένας νέος κλάδος για το νωτιαίο μυελό με οπίσθια κατεύθυνση (πιο λεπτός από τον πρόσθιο), ο οπίσθιος ριζικός κλάδος. Σταδιακά αναπτύσσονται επιμήκεις αναστομώσεις μεταξύ των οπίσθιων ριζικών κλάδων, με αποτέλεσμα το σχηματισμό των οπισθοπλάγιων νωτιαίων αξόνων.



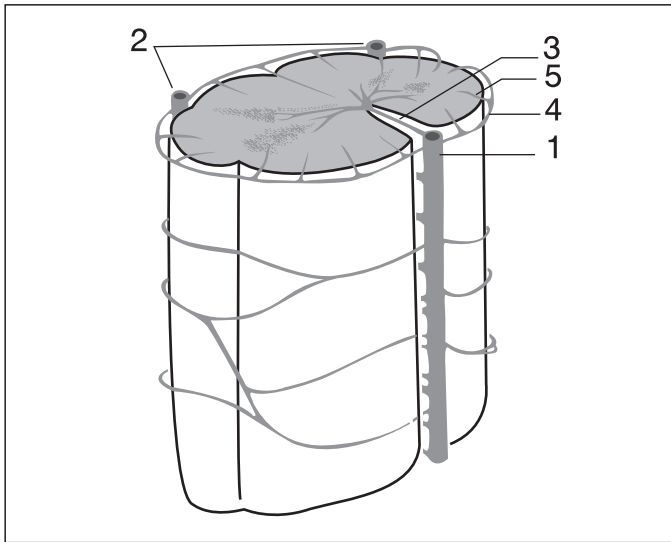
**Εικόνα 2.** Πρόσθιοι και οπίσθιοι ριζομυελικοί κλάδοι.

## 3. Σχηματισμός της μοναδικής πρόσθιας νωτιαίας οδού και σταδιακή ατροφία του μεγάλου αριθμού των τμηματικών νωτιαίων κλάδων (6η εβδομάδα-4ος μήνας)

Σταδιακά, οι δύο πρόσθιοι νωτιαίοι άξονες συνενώνονται σε ένα μοναδικό άξονα της μέσης γραμμής (πρόσθια νωτιαία αρτηρία). Ο μεγαλύτερος αριθμός των μυελικών κλάδων των ραχιονωτιαίων αρτηριών ατροφεί πριν φθάσει στο ΝΜ, παίρνοντας τελικά τη μορφή των αμιγώς ριζικών αρτηριών. Ένα μέρος αυτών ατροφεί μερικώς και η κατανομή των κλάδων τους καταλήγει στη χοριοειδή μήνιγγα του ΝΜ. Ορισμένες, τέλος, υποστρέφουν και λαμβάνουν τη μορφή των ριζομυελικών αρτηριών: συνήθως παραμένουν 6-8 πρόσθιες ριζομυελικές αρτηρίες, υπεύθυνες για την τροφοδοσία του συνόλου της πρόσθιας νωτιαίας αρτηρίας και 20 περίπου οπισθοπλάγιες ριζομυελικές αρτηρίες, οι οποίες αγγειώνουν τις οπισθοπλάγιες νωτιαίες αρτηρίες (εικόνα 2). Επομένως, ο άξονας της πρόσθιας νωτιαίας αρτηρίας δέχεται πολύ λίγες παροχές, γεγονός το οποίο εξηγεί και τη μεγάλη ευαισθησία του.

Το φαινόμενο της ατροφίας των μυελικών νωτιαίων κλάδων των τμηματικών αρτηριών είναι ιδιαίτερα εκσεσημασμένο στο κάτω τριτημόριο του ΝΜ, στο οποίο αρκετά συχνά παραμένει μία μοναδική πρόσθια ριζομυελική αρτηρία.

Από τον 4ο εμβρυϊκό μήνα μέχρι και την ηλικία των 12 μηνών η λοξή φορά των ριζικών αρτηριών επιτείνεται λό-



**Εικόνα 3.** Αρτηριακή τροφοδοσία του ΝΜ (προσθιοπλάγια όψη). 1. Πρόσθια νωτιαία αρτηρία. 2. Οπισθοπλάγια νωτιαία αρτηρία. 3. Αυλακική αρτηρία. 4. Περιφερική αρτηρία. 5. Διαπυρραίνουσες αρτηρίες.

γω της άνισης κατά μήκος ανάπτυξης μεταξύ της σπονδυλικής στήλης και του ΝΜ. Επίσης οι παρατηρούμενες ελικώσεις των νωτιαίων αρτηριών κατά την εμβρυϊκή ηλικία σταδιακά εξαφανίζονται μετά το 1ο έτος της ζωής.

### Σχηματισμός της ενδομυελικής αγγειακής κατανομής

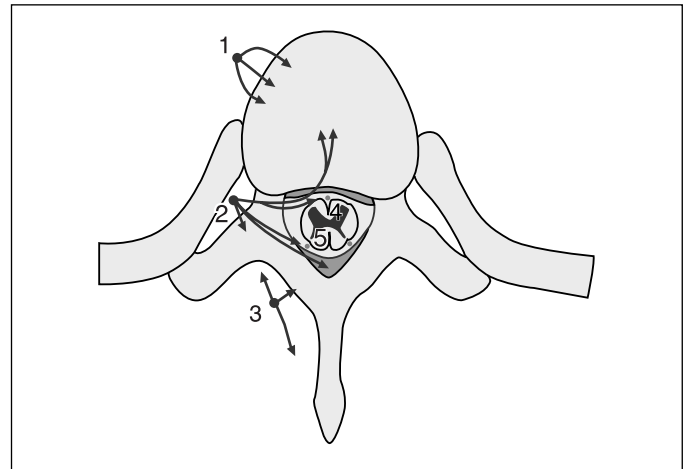
Συγχρόνως με το σχηματισμό των περιμυελικών αρτηριών αναπτύσσεται και η ενδομυελική αγγειακή κατανομή, η οποία αποτελείται (εικόνα 3):

1. Από ένα κεντρικό σύστημα, που αρδεύει κυρίως τη φαιά ουσία από τις κεντρικές (αυλακικές) αρτηρίες, οι οποίες εκφύονται από την πρόσθια νωτιαία αρτηρία.

2. Από ένα περιφερικό σύστημα, το οποίο παρέχει αγγείωση στη λευκή ουσία και εμφανίζεται αργότερα. Αυτό το σύστημα δίνει αναστομώσεις που περιβάλλουν το ΝΜ και εξαρτώνται από τις οπισθοπλάγιες νωτιαίες αρτηρίες.

### Σχηματισμός και εξέλιξη των εξωραχιαίων αρτηριών

Οι μεταμερικές αρτηρίες αναπτύσσονται μεταξύ τους αναστομώσεις κατά τον επιμήκη άξονα της σπονδυλικής στήλης, οι οποίες σχηματίζουν 3 εξωραχιαίες αρτηριακές οδούς (πρόσθια, πλάγια και οπίσθια). Οι τρεις αυτοί εξωραχιαίοι άξονες αναπτύσσονται παράλληλα με τους 3 ενδοραχιαίους περιμυελικούς άξονες (πρόσθιους και οπισθοπλάγιους) (εικόνα 4). Η αρχέγονη (τμηματική) κα-



**Εικόνα 4.** Κατανομή των επιμήκων εμβρυϊκών αναστομώσεων των μεταμερικών αρτηριών. Εξωραχιαίες αναστομώσεις: 1. Πρόσθια 2. Πλάγια 3. Οπίσθια. Ενδοραχιαίες αναστομώσεις: 4. Πρόσθιος άξονας 5. Οπισθοπλάγιος άξονας.

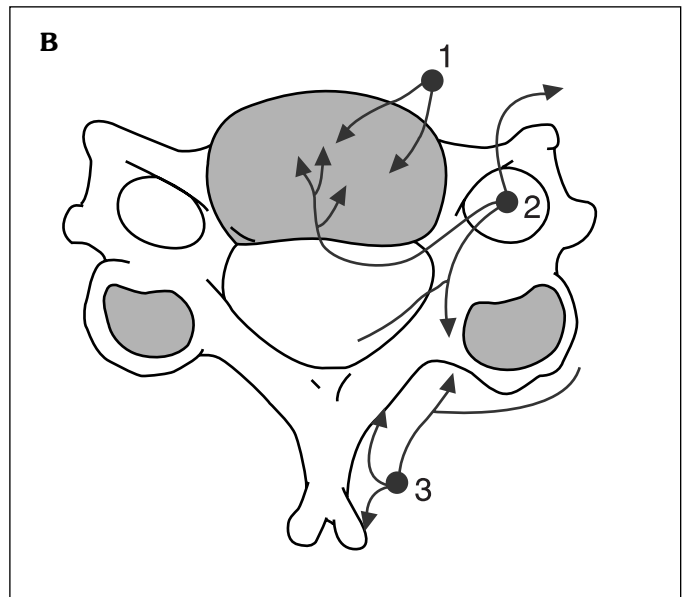
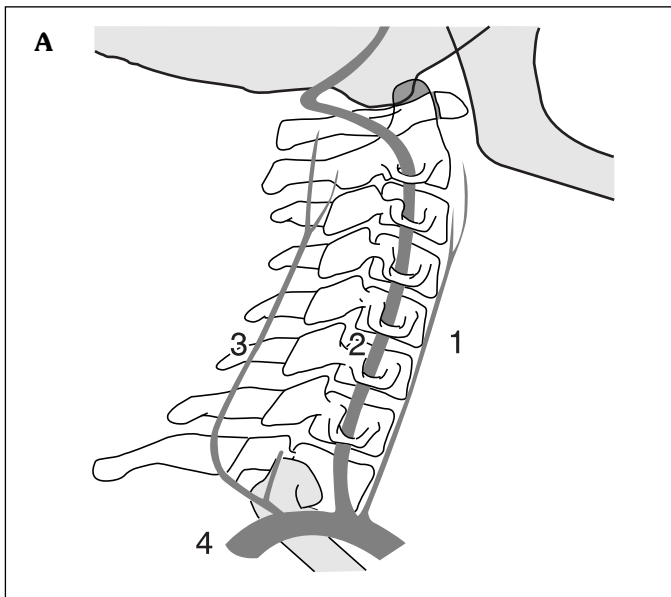
τανομή των εξωραχιαίων αρτηριών εξαφανίζεται στα δύο ακραία τμήματα της σπονδυλικής στήλης (αυχενική και ιερά μοίρα). Το γεγονός αυτό οφείλεται στην υποστροφή των αρτηριακών τόξων. Η υποστροφή των αρτηριακών τόξων δεν επηρεάζει τη διάταξη των οστικών αρτηριών, η οποία παραμένει μεταμερική σε όλο το μήκος της σπονδυλικής στήλης (εικόνα 5Α). Στην αυχενική μοίρα παρατηρείται μια σταδιακή ατροφία των στελεχών των τμηματικών αρτηριών προς όφελος των επιμήκων εξωραχιαίων αξόνων (δηλαδή των σπονδυλικών αρτηριών, των εν τω βάθει αυχενικών αρτηριών και των λοιπών κλάδων των υποκλειδίων αρτηριών (σχήματα 5B, Γ).

Στη θωρακική και την οσφυϊκή μοίρα η αγγειακή τροφοδοσία εξακολουθεί να έχει μεταμερικό χαρακτήρα και οι τμηματικές αρτηρίες λαμβάνουν τη μορφή των μεσοπλευριών και των οσφυϊκών αρτηριών. Μεταξύ των τμηματικών αρτηριών εξακολουθούν να υφίστανται τριών τύπων αναστομώσεις:

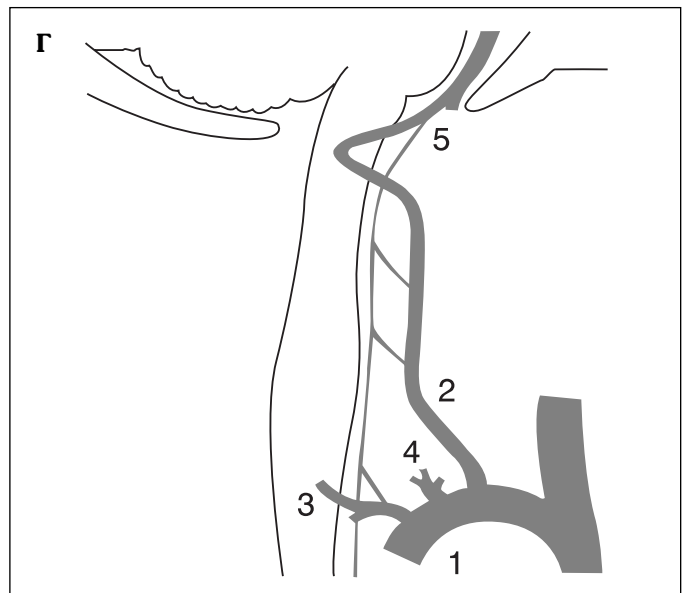
- α) οι προσθιοπλευρικές
- β) οι οπισθοπλευρικές
- γ) οι οπίσθιες των εγκάρσιων αποφύσεων.

Οι αναστομωτικές αυτές οδοί μπορούν να παίξουν σημαντικό λειτουργικό ρόλο στην απόφραξη του στελέχους μιας μεσοπλευρίας αρτηρίας. Κατά τη διάρκεια της εμβρυολογικής εξέλιξης μπορούν να συμβούν διάφορες ανωμαλίες στη διάπλαση (ανάπτυξη) των αρτηριών, με αποτέλεσμα τη διαμόρφωση διαφόρων ανατομικών παραλλαγών στην αγγειακή διανομή της σπονδυλικής στήλης και του ΝΜ:

1. Η σύντηξη σε ένα κοινό στέλεχος δύο ή περισσότερων μεσοπλευριών αρτηριών, γεγονός το οποίο οφείλεται στην επικράτηση μιας προσθιοπλευρικής μεταξύ αυ-



**Εικόνα 5. Α.** Κατανομή των τροφοφόρων αρτηριών των αυχενικών σπονδύλων και του αυχενικού νωτιαίου μυελού: 1. Αιτιόσα αυχενική αρτηρία. 2. Σπονδυλική αρτηρία. 3. Εν τω βάθει αυχενική αρτηρία. 4. Υποκλείδιος αρτηρία. **Β.** Προέλευση της αρτηριακής τροφοδοσίας των αυχενικών σπονδύλων: 1. Αιτιόσα αυχενική αρτηρία. 2. Σπονδυλική αρτηρία. 3. Εν τω βάθει αυχενική αρτηρία. **Γ.** Αρτηριακές παροχές της πρόσθιας νωτιαίας αρτηρίας στην αυχενική περιοχή: 1. Υποκλείδια αρτηρία. 2. Σπονδυλική αρτηρία. 3. Εν τω βάθει αυχενική αρτηρία. 4. Θυρεοαυχενικό στέλεχος. 5. Πρόσθια νωτιαία αρτηρία.



τών αναστόμωσης, σε βάρος των στελεχών τους.

2. Μπορεί να παρατηρηθεί η απευθείας από την αορτή έκφυση του ραχιονωτιαίου κλάδου μιας μεσοπλευρίας αρτηρίας, εάν η προσθιοπλευρική αναστόμωση που υπερσχύει αφίσταται σημαντικά από τη μέση γραμμή.

3. Οι ανώτερες μεσοπλευρίες αρτηρίες μπορεί να εκφύονται από κλάδους της υποκλείδιας αρτηρίας (π.χ. από το πλευραυχενικό στέλεχος ή τη σπονδυλική αρτηρία).

4. Μπορεί να παρατηρηθεί ο τμηματικός διπλασιασμός του στελέχους της πρόσθιας νωτιαίας αρτηρίας, ως αποτέλεσμα της ατελούς κατά τμήματα σύντηξης των δύο εμβρυϊκών πρόσθιων νωτιαίων αρτηριών.

5. Σε πολύ σπάνιες περιπτώσεις, η πρόσθια νωτιαία αρτηρία μπορεί να τροφοδοτείται από τις μεσοπλευρίες αρτηρίες του ίδιου σπονδυλικού διαστήματος (παραμονή σε

λειτουργία δύο εμβρυϊκών πρόσθιων ριζομυελικών αρτηριών στο ίδιο διάστημα).

## ANATOMIA

Η αρτηριακή τροφοδοσία της σπονδυλικής στήλης και του νωτιαίου μυελού υπήρξε αντικείμενο πολλών ανατομικών μελετών. Οι εργασίες των Adamkiewicz<sup>1</sup>, Corbin<sup>7</sup>, Crook<sup>8</sup> και Lazorthes<sup>9-13</sup> θεωρούνται οι σημαντικότερες και βάσει αυτών έγινε η λεπτομερής μελέτη της αρτηριακής τροφοδοσίας της σπονδυλικής στήλης και της ανατομικής διάταξης των περιμυελικών και των ενδομυελικών αρτηριών. Η αρτηριακή τροφοδοσία των οστικών και των μυϊκών περιβλημάτων του νωτιαίου μυελού είναι πλούσια, διότι προέρχεται από τις πολυάριθμες μεταμε-

ρικές αρτηρίες. Το αντίθετο όμως ισχύει για την αρτηριακή τροφοδοσία του νωπιαίου μυελού, του οποίου οι τροφοφόρες αρτηρίες είναι λίγες και ασταθείς. Στην πραγματικότητα το σύνολο του ΝΜ τροφοδοτείται μόνο από 6-8 πρόσθιες ριζομυελικές αρτηρίες (με προορισμό την τροφοδοσία της πρόσθιας νωπιαίας αρτηρίας) και από 20 περίπου οπίσθιες ριζομυελικές αρτηρίες (με προορισμό την τροφοδοσία των οπισθοπλάγιων νωπιαίων αρτηριών). Οι εργασίες του Lazorthes<sup>9-13</sup> επέτρεψαν το διαχωρισμό των τριών αγγειακών περιοχών του νωπιαίου μυελού. Αυτές είναι η αυχενική, η ανώτερη θωρακική και η θωρακοοσφυϊκή. Η διάταξη της αγγειακής τροφοδοσίας των οστικών και των μυοσυνδεσμικών περιβλημάτων του νωπιαίου μυελού είναι πιο απλή. Διακρίνουμε δύο περιοχές: αυχενική και θωρακοοσφυϊκή.

## A. ΑΥΧΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ

Σε αυτό το επίπεδο η αγγείωση της ΣΣ και του ΝΜ εξασφαλίζεται από τους ανιόντες κλάδους των υποκλείδιων αρτηριών, δηλαδή την κάτω θυρεοειδική αρτηρία, την ανιούσα αυχενική, τη σπονδυλική και την εν τω βάθει αυχενική αρτηρία. Αυτές οι αρτηρίες είναι οργανωμένες σε 3 άξονες: στον πρόσθιο ή προσπονδυλικό (κάτω θυρεοειδική και ανιούσα αυχενική αρτηρία), στο μέσο ή πλαγιοσπονδυλικό (σπονδυλική αρτηρία) και στον οπίσθιο (εν τω βάθει αυχενική αρτηρία) (εικόνα 5.A, B). Οι 3 άξονες σχηματίζουν μεταξύ τους ένα ευρύ δίκτυο περισπονδυλικών και ενδοραχιαίων αναστομώνσεων, το οποίο εξασφαλίζει την αγγείωση των σπονδύλων. Έτσι η αγγείωση των σωμάτων των αυχενικών σπονδύλων εξασφαλίζεται από τις θυρεοειδικές αρτηρίες, από τις ανιούσες αυχενικές και από τις σπονδυλικές αρτηρίες, η δε αγγείωση των σπονδυλικών τόξων εξασφαλίζεται από τις σπονδυλικές και τις εν τω βάθει αυχενικές αρτηρίες. Στο επίπεδο της αυχενικής μοίρας ο άξονας της πρόσθιας νωπιαίας αρτηρίας διαθέτει το μεγαλύτερο αριθμό αγγειακών παροχών σε σχέση με τις υπόλοιπες περιοχές του νωπιαίου μυελού (3 έως 4) (εικόνα 5).

Στην ανώτερη αυχενική μοίρα (μέχρι το ύψος και του 3ου αυχενικού σπονδύλου) δεν υπάρχει συνήθως πρόσθια ριζομυελική αρτηρία και η τροφοδοσία της πρόσθιας νωπιαίας αρτηρίας προέρχεται από τη συνένωση των 2 νωπιαίων αρτηριακών κλάδων, οι οποίοι εκφύονται από την τελική μοίρα των σπονδυλικών αρτηριών.

Στη μέση και την κατώτερη αυχενική μοίρα (A4 έως Θ2) ο άξονας της πρόσθιας νωπιαίας αρτηρίας τροφοδοτείται από 2-4 πρόσθιες ριζομυελικές αρτηρίες, οι οποίες εκφύονται από τη δεξιά και την αριστερή σπονδυλική αρτηρία ή και από την εν τω βάθει αυχενική αρτηρία και σπάνια από την ανιούσα αυχενική ή απευθείας από την υποκλείδια αρτηρία. Συνηθέστερα υπάρχουν δύο κύριες



**Εικόνα 6.** Αγγειακή τροφοδοσία της σπονδυλικής στήλης εκ των μεσοπλευρίων και οσφυϊκών αρτηριών: 1. Στέλεχος των μεσοπλευρίων αρτηριών. 2. Πρόσθια σωματική αρτηρία. 3. Ραχιονωπιαία αρτηρία. 4. Πρόσθια μεσοπλευρία αρτηρία. 5. Οπισθοσωματική αρτηρία. 6. Πρόσθια ριζομυελική αρτηρία. 7. Πρόσθια αρτηρία του σπονδυλικού τόξου. 8,9,10. Παρασπονδυλικές μυϊκές αρτηρίες.

πρόσθιες ριζομυελικές αρτηρίες, εκ των οποίων η μία εκφύεται από τη σπονδυλική αρτηρία στο ύψος του A5-A6 ή του A4-A5 διαστήματος και η άλλη (αρτηρία του αυχενικού πλατύσματος) εκφύεται από την εν τω βάθει αυχενική αρτηρία και εισδύει στο σπονδυλικό σωλήνα μέσα από το συζευκτικό τρήμα A7-Θ1. Αυτή η αρτηρία εξασφαλίζει την αγγείωση του αυχενικού νωπιαίου μυελού στο επίπεδο του αυχενικού πλατύσματος, αλλά είναι δυνατόν να υποκαθίσταται από μια πρόσθια ριζομυελική αρτηρία, η οποία μπορεί να εκφύεται από τη σπονδυλική αρτηρία και είναι δορυφορική της 6ης αυχενικής ρίζας.

Οι πρόσθιες ριζομυελικές αρτηρίες διεισδύουν στο σπονδυλικό σωλήνα ακολουθώντας την πρόσθια επιφάνεια των ριζών, διαπερνούν τη σκληρά μήνιγγα και συναντούν την πρόσθια νωπιαία αρτηρία στη μέση γραμμή, έχοντας λοξή πορεία προς τα άνω και έσω.

Οι οπισθοπλάγιες νωπιαίες αρτηρίες είναι λεπτότερες και τροφοδοτούνται από 4-6 οπίσθιες ριζομυελικές αρτηρίες, οι οποίες εκφύονται συνήθως από τη σπονδυλική αρτηρία, μεταξύ των σπονδύλων A3 και A6. Αυτές εισέρχονται στο σπονδυλικό σωλήνα μέσα από το συζευκτικό τρήμα, πορεύονται στην οπίσθια επιφάνεια των νωπιαίων ριζών και διασχίζουν τη σκληρά μήνιγγα με λοξή και ανιούσα πορεία μέχρι την οπισθοπλάγια νωπιαία αύλακα, όπου και συναντούν τις οπισθοπλάγιες νωπιαίες αρτηρίες. Στην αυχενική περιοχή οι δυνατότητες της ανάπτυξης παράπλευρης τροφοδοσίας σε περίπτωση απόφραξης μιας ριζομυελικής αρτηρίας είναι ικανοποιητι-

κές, γεγονός το οποίο επιβεβαιώνει η πολύ σπάνια εμφάνιση ισχαιμικών επεισοδίων του αυχενικού νωτιαίου μυελού σε περιπτώσεις απόφραξης (αθηρωματικής ή θεραπευτικής αιτιολογίας) της σπονδυλικής αρτηρίας.

## **B. ΘΩΡΑΚΙΚΗ ΚΑΙ ΟΣΦΥΪΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ**

Στη θωρακική και την οσφυϊκή περιοχή η αγγείωση της σπονδυλικής στήλης και του νωτιαίου μυελού γίνεται από τις μεσοπλευρίες και τις οσφυϊκές αρτηρίες οι οποίες εκφύονται κατά ζεύγη από την οπίσθια επιφάνεια της αορτής.

### **1. Η αγγείωση της σπονδυλικής στήλης**

Η αγγειακή τροφοδοσία της σπονδυλικής στήλης έχει την ίδια κατανομή στη θωρακική και στην οσφυϊκή μοίρα (εικόνα 6).

#### *Η αγγειακή τροφοδοσία του σπονδυλικού σώματος*

Το σώμα του σπονδύλου τροφοδοτείται από δύο ομάδες αρτηριών:

- Την πρόσθια, η οποία σχηματίζεται από πολλούς μικρούς περιοστικούς κλάδους προερχόμενους από το στέλεχος της μεσοπλευρίας ή της οσφυϊκής αρτηρίας, οι οποίοι τροφοδοτούν το περιφερικό τμήμα της πρόσθιας και πλάγιας επιφάνειας του σπονδυλικού σώματος.

- Την οπίσθια, η οποία προέρχεται από τον οπίσθιο ενδοραχιαίο κλάδο της ραχιονωτιαίας αρτηρίας (οπισθοσωματική αρτηρία) και συνίσταται σε δύο διαπραιόντες κλάδους, οι οποίοι εισδύουν στο σπονδυλικό σώμα από την αγγειακή πύλη του και παρέχουν αγγείωση στην οπίσθια επιφάνεια και στο μεγαλύτερο τμήμα της κεντρικής μοίρας του.

#### *Η αγγείωση του σπονδυλικού τόξου*

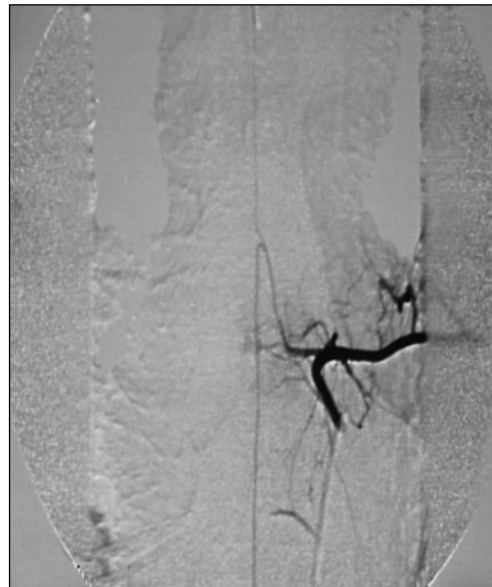
Προέρχεται από τους επισκληρίδιους κλάδους της αρτηρίας της πρόσθιας επιφάνειας του σπονδυλικού τόξου, η οποία είναι οπίσθιος ενδοραχιαίος κλάδος της ραχιονωτιαίας αρτηρίας, και από περιοστικούς κλάδους προερχόμενους από τον εξωραχιαίο κλάδο της ραχιονωτιαίας αρτηρίας.

### **2. Η αγγείωση του θωρακοοσφυϊκού νωτιαίου μυελού**

Αντίθετα με την αγγείωση της σπονδυλικής στήλης, για το νωτιαίο μυελό διακρίνουμε δύο αγγειακές περιοχές.

#### **α. Ανώτερη και μέση θωρακική περιοχή**

Αυτή η περιοχή χαρακτηρίζεται από το φτωχό αριθμό



**Εικόνα 7.**

αγγειακών παροχών προς τον νωτιαίο μυελό, γεγονός που αιτιολογεί και το εύθραστο της αγγείωσής του. Σε όλη αυτή την περιοχή υπάρχει μόνο μία πρόσθια ριζομυελική αρτηρία, η οποία συνήθως εκφύεται από το ραχιονωτιαίο κλάδο της 4ης ή της 5ης μεσοπλευρίας αρτηρίας και συχνότερα από αριστερά (80% των περιπτώσεων). Η αρτηρία αυτή πορεύεται πάνω στην πρόσθια επιφάνεια της αντίστοιχης νωτιαίας ρίζας, διασχίζει τη σκληρά μήνιγγα και, ακολουθώντας μια ανοδική και προς τα έσω πορεία, συναντά την πρόσθια νωτιαία αρτηρία μέσα στην πρόσθια κεντρική αύλακα του νωτιαίου μυελού. Αυτή η αρτηρία συχνά είναι μικρής διαμέτρου και σε περίπτωση απόφραξής της η κάλυψη της αρδευόμενης από αυτήν περιοχής του νωτιαίου μυελού από τις παράπλευρες αναστομώσεις είναι ανεπαρκής ή και ανύπαρκτη.

Οι οπίσθιες ριζομυελικές αρτηρίες δεν είναι επαρκώς ανεπτυγμένες σε αυτή την περιοχή και ο αριθμός τους κυμαίνεται μεταξύ 4 και 9. Ο Corbin<sup>7</sup> αναφέρει ότι μελέτησε δεν υπάρχουν οπίσθιες ριζομυελικές αρτηρίες μέχρι το επίπεδο του Θ4-Θ5, ενώ κάτω από αυτό βρέθηκαν κατά μέσο όρο μία αρτηρία αντίστοιχα για κάθε δύο ζεύγη οπίσθιων νωτιαίων ριζών. Οι οπίσθιες ριζομυελικές αρτηρίες εκφύονται από τους ραχιονωτιαίους κλάδους των μεσοπλευριών αρτηριών, μετά τη διασταύρωσή τους με την αντίστοιχη νωτιαία ρίζα. Πορεύονται στην οπίσθια επιφάνεια της ρίζας, διασχίζουν τη σκληρά μήνιγγα και ακολουθώντας μια ανιούσα και προς τα έσω πορεία συναντούν τον άξονα της οπίσθιας νωτιαίας αρτηρίας μέσα στην οπισθοπλάγια μυελική αύλακα.

Είναι αρκετά συχνό εύρημα η ύπαρξη ενός κοινού κορμού έκφυσης για την 4η και 5η δεξιά αρτηρία και τη βρογχική αρτηρία του δεξιού κάτω πνευμονικού λοβού

(εικόνα 7). Σε μερικές περιπτώσεις η πρόσθια ριζομυελική αρτηρία, η οποία τροφοδοτεί την πρόσθια νωτιαία αρτηρία της θωρακικής μοίρας του νωτιαίου μυελού, εκφύεται από αυτό το κοινό αγγειακό στέλεχος. Το γεγονός αυτό πρέπει να λαμβάνεται υπόψη όταν σχεδιάζεται εμβολισμός των βρογχικών αρτηριών, προς αποφυγή νευρολογικών επιπλοκών στη διάρκεια της διενέργειάς του. Επίσης πρέπει να γνωρίζουμε ότι η αγγείωση της ανώτερης θωρακικής μοίρας του νωτιαίου μυελού μπορεί να προέρχεται ολικά ή μερικά από κλάδους των υποκλειδίων αρτηριών.

## **β. Θωρακοοσφυϊκή περιοχή**

Εκτείνεται από το σπόνδυλο Θ8 μέχρι τον τελικό μυελικό κώνο. Στην περιοχή αυτή η αγγείωση του σπονδύλου και του νωτιαίου μυελού παρουσιάζει την ίδια διάταξη με αυτή της ανώτερης θωρακικής μοίρας. Οι μεσοπλευρίες και οι οσφυϊκές αρτηρίες συχνά είναι μεγαλύτερες σε διάμετρο και διαθέτουν μεταξύ τους αναστομώσεις πολύ πιο ανεπτυγμένες, ειδικά στο επίπεδο της οσφυϊκής μοίρας. Η κύρια αρτηριακή τροφοδοσία αυτής της περιοχής προς το νωτιαίο μυελό προέρχεται από την αρτηρία που ανακαλύφθηκε από τον Adamkiewicz, η οποία αποκαλείται *arteria radicularis magna* (μείζων πρόσθια ριζική αρτηρία) και επωνομάσθηκε από τον Lazorthes αρτηρία του οσφυϊκού πλατύσματος.

Η πρόσθια νωτιαία αρτηρία δέχεται συνήθως μία μοναδική πρόσθια ριζομυελική αρτηρία (την αρτηρία του Adamkiewicz), η οποία παρέχει και το μεγαλύτερο μέρος της αγγείωσης του κατώτερου θωρακικού μυελού και του οσφυϊκού πλατύσματος. Στο 80% των περιπτώσεων η έκφυσή της βρίσκεται αριστερά μεταξύ του Θ9 και του Ο2. Από όσο γνωρίζουμε, δεν έχει αναφερθεί περίπτωση στην οποία αυτή η αρτηρία να εκφύεται κάτω από την 3η οσφυϊκή αρτηρία. Όταν η έκφυσή της βρίσκεται χαμηλότερα από τον Θ12, υπάρχει συχνά μια επιπλέον πρόσθια ριζομυελική αρτηρία, η οποία εκφύεται συνήθως από την 7η ή την 8η μεσοπλευρία αρτηρία. Όχι σπάνια, ειδικά στα παιδιά και στους νεαρούς ενήλικες, παρατηρείται η ύπαρξη μίας ή δύο πρόσθιων συμπληρωματικών ριζομυελικών αρτηριών στην κατώτερη θωρακική και οσφυϊκή περιοχή. Ο Lazorthes παρατήρησε την ύπαρξη ενός κοινού στέλεχους της αρτηρίας του Adamkiewicz και μιας οπίσθιας ριζομυελικής αρτηρίας σε ορισμένες περιπτώσεις, γεγονός που αποτελεί μια σχετικά σπάνια ανατομική παραλλαγή.

Η πορεία της αρτηρίας του Adamkiewicz έχει μεγαλύτερο μήκος όταν εκφύεται από χαμηλά. Σε αυτή την περίπτωση συνήθως δικάζεται στο ύψος του σπονδύλου Θ10 σε ανιόντα και σε κατιόντα κλάδο (πρόσθια νωτιαία αρτηρία). Ο κατιόν κλάδος είναι ο μεγαλύτερος και συχνά εμφανίζει οφιοειδή πορεία. Αναστομώνεται στο κατώτερο

τμήμα του μυελικού κώνου με τις δύο οπίσθιες νωτιαίες αρτηρίες, για να σχηματίσει τη χιαστή αναστομωτική έλικα. Οι οπίσθιες ριζομυελικές αρτηρίες, 4-8 στον αριθμό, είναι καλά ανεπτυγμένες στο επίπεδο αυτό. Εξ αυτών δύο είναι πιο ανεπτυγμένες και σταθερές: πρόκειται για τις οπίσθιες νωτιαίες αρτηρίες του τελικού μυελικού κώνου. Συνήθως εκφύονται μεταξύ του Θ12 και του Ο3 και αναστομώνονται με τον κατιόντα κλάδο της πρόσθιας νωτιαίας αρτηρίας, για να σχηματίσουν την αναστομωτική έλικα του μυελικού κώνου.

Οι ρίζες της ιππουρίδας συνοδεύονται από μία ή δύο αρτηρίες, οι οποίες είναι κλάδοι των οσφυϊκών, των λαγονοοσφυϊκών, των μέσων και των πλάγιων ιερών αρτηριών. Αυτές οι αρτηρίες συνιστούν την «αγγειακή τροφοδοσία της κατώτερης μυελικής περιοχής». Υπό φυσιολογικές συνθήκες οι αρτηρίες αυτές τροφοδοτούν την ιππουρίδα και μόλις «αγγίζουν» το οσφυϊκό πλατύσμα στο σημείο της εμφύτευσης των ριζών. Σε περιπτώσεις δυσλειτουργίας της μείζονος αρτηριακής τροφοδοσίας του νωτιαίου μυελού και ειδικά της αρτηρίας του οσφυϊκού πλατύσματος, αυτά τα αγγεία διευρύνονται και αναλαμβάνουν κατά το δυνατόν την αιματική τροφοδοσία της κατώτερης μοίρας του νωτιαίου μυελού.

## **Γ. ΟΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΠΛΕΥΡΗΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΤΟΥ ΣΤΕΛΕΧΟΥΣ ΤΗΣ ΠΡΟΣΘΙΑΣ ΝΩΤΙΑΙΑΣ ΑΡΤΗΡΙΑΣ**

Μέχρι τώρα είδαμε ότι η πρόσθια νωτιαία αρτηρία μπορεί να θεωρηθεί ως ένας ενιαίος επιμήκης άξονας αγγειακής τροφοδοσίας, διότι σχηματίζεται από τη συνένωση τριών περιοχών, οι οποίες τροφοδοτούνται από τις ριζομυελικές αρτηρίες. Αν και η διάταξη αυτών των αρτηριών είναι αρκετά σταθερή, το στέλεχος της πρόσθιας νωτιαίας αρτηρίας εμφανίζει διαφορές στη διάμετρο και μπορεί να είναι ασυνεχές μεταξύ των μείζονων περιοχών. Αυτή η σχετική λειτουργική απομόνωση κατά κάποιο τρόπο αντιρροπείται από την ύπαρξη αναστομωτικών δικτύων στην αυχενική και στη θωρακική περιοχή.

### **1. Αυχενικός μυελός**

Σε περίπτωση απόφραξης των μείζονων αρτηριακών κλάδων (υποκλειδίες, σπονδυλικές αρτηρίες), η αιματική τροφοδοσία του ανώτερου τριτημυρίου του αυχενικού νωτιαίου μυελού μπορεί να διατηρηθεί από τις παλίνδρομες ατλαντοαξονικές αναστομώσεις, οι οποίες σχηματίζονται από τους μυϊκούς κλάδους της σπονδυλικής αρτηρίας, της εν τω βάθει αυχενικής, της ανιούσας αυχενικής και της οπίσθιας παρεγκεφαλιδικής αρτηρίας. Στα δύο κατώτερα τριτημύρια η παράπλευρη τροφοδοσία μεταξύ των σπονδυλικών αρτηριών διατηρείται αφενός μέ-

σω των άνω και των κάτω θυρεοειδικών και των έσω μα-  
στικών αρτηριών και αφετέρου μέσω των σπονδυλικών,  
των εν τω βάθει αυχενικών και των ανιουσών αυχενικών  
αρτηριών.

## 2. Θωρακοσφυϊκή περιοχή

Σε περίπτωση απόφραξης της αρτηρίας του Adamkiewicz,  
η παράπλευρη τροφοδοσία, όπως ήδη επισημάναμε,  
προέρχεται από την αναστομωτική έλικα του τελικού κώνου  
και τις πρόσθιες και τις οπίσθιες ριζικές αρτηρίες.

## Δ. ΤΟ ΕΝΔΟΜΥΕΛΙΚΟ ΑΡΤΗΡΙΑΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

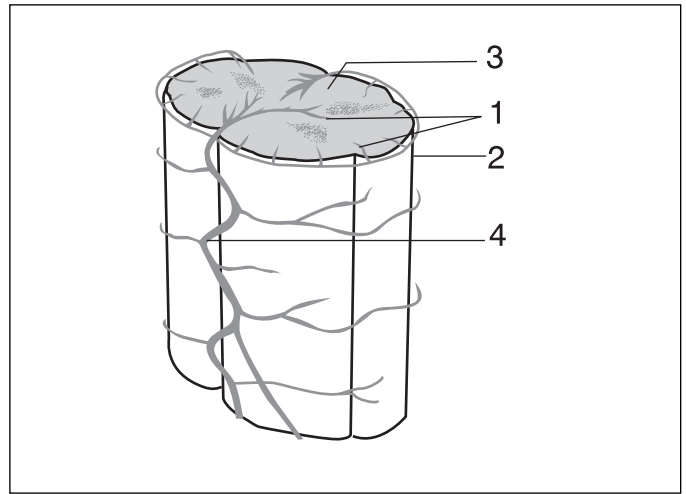
Υπάρχουν δύο ενδομυελικά αρτηριακά συστήματα: το  
κεντρικό και το περιφερικό.

### 1. Οι κεντρικές (αυλακικές) αρτηρίες

Εκφύονται από την πρόσθια νωτιαία αρτηρία και κατα-  
νέμονται και στις δύο πλευρές του νωτιαίου μυελού καθ'  
όλο το μήκος του. Το μήκος και η διάμετρος αυτών των  
αρτηριών ποικίλλει (είναι ευρύτερες στην αυχενική πε-  
ριοχή). Ο αριθμός των κεντρικών αρτηριών (περίπου μία  
ανά οκτώ εκατοστά νωπιαίου μυελού) ποικίλλει στις διάφορες  
περιοχές. Είναι περισσότερες και με πυκνότερη διάταξη  
στις περιοχές του αυχενικού και του οσφυϊκού πλατύ-  
σματος και λιγότερες και αραιότερες στην περιοχή του  
θωρακικού μυελού. Οι κεντρικές αρτηρίες εκκινούν από  
την πρόσθια νωτιαία αρτηρία και διασχίζουν την κεντρι-  
κή πρόσθια νωτιαία αύλακα, δίνοντας κλάδους για τις  
πρόσθιες πυραμιδικές οδούς. Στη συνέχεια, στο βάθος  
της πρόσθιας κεντρικής αύλακας στρέφονται προς τα πλά-  
για, για να καταλήξουν υπό μορφή θυσάνου τελικών κλα-  
δίσκων στο βάθος της φαιάς ουσίας, στην περιοχή μετα-  
ξύ των πρόσθιων κεράτων.

Οι κεντρικές αρτηρίες αρδεύουν το πρόσθιο τμήμα του  
νωπιαίου μυελού, δηλαδή τη φαιά ουσία των πρόσθιων  
κεράτων, την περιοχή περί την κεντρική αύλακα, τη βά-  
ση των οπίσθιων κεράτων, τη στήλη του Clarke, τις  
προσθιοπλάγιες στήλες που περιβάλλουν τις πυραμιδικές  
νωπιοθαλαμικές οδούς και το κοιλιακό σύστημα (τη βά-  
ση) των οπίσθιων στήλων του Goll και του Burdach, γνω-  
στών επίσης ως ισχνό δεμάτιο (*Fasiculi gracillis*) και σφρηοει-  
δές δεμάτιο (*Cuneatus*).

Στις τελικές απολήξεις τους οι κεντρικές (αυλακικές)  
αρτηρίες επικαλύπτονται με τις τελικές απολήξεις των πε-  
ριφερικών αρτηριών και φαίνεται ότι στην πραγματικό-  
τητα καλύπτουν την τροφοδοσία των τεσσάρων πέμπτων  
του νωπιαίου μυελού. Έτσι η πρόσθια νωτιαία αρτηρία μέ-  
σω των κεντρικών της κλάδων είναι υπεύθυνη για την αγ-  
γειακή τροφοδοσία του μεγαλύτερου και λειτουργικά του



**Εικόνα 8.** Φλεβική παροχέτευση του νωπιαίου μυελού. 1. Κε-  
ντρική φλέβα. 2. Περιφερική φλέβα. 3. Πρόσθια νωτιαία φλέ-  
βα. 4. Ριζομυελική φλέβα.

περισσότερο διαφοροποιημένου τμήματος του νωπιαίου  
μυελού.

### 2. Οι περιφερικές αρτηρίες

Αυτές εκφύονται από το στεφανιαίο περιμυελικό αγ-  
γειακό δίκτυο, το οποίο λαμβάνει αγγειακή τροφοδοσία  
από την πρόσθια (κυρίως) και από τις οπισθοπλάγιες νω-  
πιαίες αρτηρίες. Οι αρτηρίες αυτές σχηματίζουν ένα περι-  
μυελικό, μάλλον ακανόνιστο, δίκτυο λεπτών αρτηριών.  
Οι περιφερικές αρτηρίες παρέχουν αγγειακή τροφοδοσία  
κυρίως στις οπίσθιες στήλες και στο οπίσθιο τμήμα των  
οπισθίων κεράτων.

Οι κεντρικές και οι περιφερειακές αρτηρίες μπορεί να  
θεωρηθούν ως «ελικές αρτηρίες», όπως ονομάζονται από  
τον Conheim. Σίγουρα όμως από αυστηρά ανατομική  
άποψη οι δύο περιοχές δεν είναι απόλυτα ανεξάρτητες  
και θα πρέπει να αναμειγνύονται ειδικά στο τριχοειδικό ε-  
πίπεδο.

## Ε. ΤΟ ΦΛΕΒΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΤΟΥ ΝΩΤΙΑΙΟΥ ΜΥΕΛΟΥ

Υπάρχουν πολύ λίγες δημοσιευμένες μελέτες του φλε-  
βικού δικτύου του νωπιαίου μυελού (εικόνα 8). Ο Tureen<sup>16</sup>  
και οι Suh και Alexander<sup>14</sup> ανέδειξαν ότι συνήθως ακολουθούν  
την ίδια διάταξη με τις αρτηρίες. Το αίμα από τα τριχοει-  
δή αγγεία παροχετεύεται μέσω ενδομυελικών (ακτινω-  
τών) φλεβών προς τις περιμυελικές φλέβες (περιμυελικό  
στεφανιαίο φλεβικό δίκτυο) και από αυτές μέσω των  
μυελοριζικών φλεβών στα ενδοραχιαία και στη συνέχεια  
στα εξωραχιαία φλεβικά πλέγματα.



### 1. Οι ενδομυελικές φλέβες (ακτινωτές φλέβες)

Έχουν συνήθως ακτινωτή πορεία και αναδύονται από διάφορα σημεία του νωτιαίου μυελού. Διακρίνουμε διάφορες ομάδες ακτινωτών φλεβών:

α) Μέσες πρόσθιες κεντρικές φλέβες, που πορεύονται προς την πρόσθια κεντρική αύλακα.

β) Μέσες οπίσθιες κεντρικές φλέβες, που πορεύονται προς την οπίσθια μέση αύλακα.

γ) Περιφερικές ακτινωτές φλέβες, από τις οποίες άλλες εκκινούν κατά μήκος της γραμμής των πρόσθιων και των οπίσθιων δεσμίδων των ριζών (οι σταθερότερες) και άλλες αναδύονται μεταξύ των διαμυελικών φλεβικών αναστομών, οι οποίες συνδέουν το πρόσθιο με το οπίσθιο μυελικό φλεβικό δίκτυο.

### 2. Το περιμυελικό στεφανιαίο φλεβικό δίκτυο

Οι κεντρικές φλέβες εκβάλλουν απευθείας ή μέσω των προσθιοπλάγιων και οπισθοπλάγιων περιμυελικών φλεβών σε δύο κύριες φλέβες, την πρόσθια και την οπίσθια νωτιαία φλέβα.

α) Η πρόσθια νωτιαία φλέβα πορεύεται μέσα στην πρόσθια νωτιαία αύλακα πίσω από την πρόσθια νωτιαία αρτηρία. Η πορεία της είναι συνεχής καθ' όλο το μήκος του νωτιαίου μυελού, έχει ευρύτερη διάμετρο στην περιοχή των πλατυσμάτων και μερικές φορές εμφανίζει διπλασιασμό του στελέχους της στην αυχενική και ανώτερη θωρακοσφυϊκή περιοχή.

β) Η οπίσθια νωτιαία φλέβα πορεύεται στην οπίσθια νωτιαία αύλακα και έχει μεγαλύτερη διάμετρο από την πρόσθια. Είναι περισσότερο ανεπτυγμένη, ειδικά στην αυχενική και την οσφυϊκή περιοχή, και εκτείνεται μέχρι τον τελικό μυελικό κώνο. Παροχετεύει τα τρία τέταρτα των πλάγιων και οπίσθιων τμημάτων του νωτιαίου μυελού.

### 3. Οι απαγωγές φλέβες

Σχηματίζονται από τις πρόσθιες και τις οπίσθιες μυελοριζικές φλέβες, οι οποίες έχουν ακανόνιστη κατανομή που δεν αντιστοιχεί πάντα με αυτή των ριζικών αρτηριών.

Σύμφωνα με τους Suh και Alexander<sup>14</sup> υπάρχουν συνολικά 14 μυελοριζικές φλέβες (7 πρόσθιες και 7 οπίσθιες). Η θέση τους είναι σχετικά σταθερή: υπάρχουν 2-3 μυελοριζικές φλέβες στην αυχενική μοίρα, 1 στην ανώτερη θωρακική, 1 στη μέση θωρακική μοίρα, 2 στο ύψος του μυελικού κώνου και 1 στην οσφυϊκή περιοχή (φλέβα του τελικού νηματίου). Οι μυελοριζικές και οι σπονδυλικές φλέβες ενώνονται για να σχηματίσουν τα ενδοραχιαία φλεβικά πλέγματα, τα οποία σχηματίζουν 4 επιμήκεις οδούς (πρόσθια, οπίσθια και δύο πλάγιες). Τα ενδοραχιαία πλέγματα συνδέονται με τα πρόσθια και τα οπίσθια εξωραχιαία πλέγματα και τα μεγαλύτερα από τα φλεβικά πλέγ-

ματα των συζευκτικών τρημάτων. Τα εξωραχιαία πλέγματα εκβάλλουν στην οσφυϊκή περιοχή στις ανιούσες οσφυϊκές φλέβες, στην κατώτερη θωρακική περιοχή στην άζυγο και την ημιάζυγο φλέβα και στην ανώτερη θωρακική και κατώτερη αυχενική περιοχή στις ανώτερες μεσοπλεύριες φλέβες και από εκεί στο τόξο της άζυγου φλέβας. Στην ανώτερη αυχενική περιοχή παροχετεύονται προς τα περισπονδυλικά φλεβικά πλέγματα και τις σφαιγγίδες, συμμετέχοντας στη διαμόρφωση του αυχενοϊνιακού φλεβικού πλέγματος. Στο επίπεδο της συμβολής του αυχενικού νωτιαίου μυελού με τον προμήκη, η πρόσθια νωτιαία φλέβα συνεχίζεται με τη μορφή της πρόσθιας μέσης προμηκικής φλέβας, η οποία, αφού διχαστεί, εισέρχεται μέσω του κονδυλικού τρήματος του ινιακού οστού στο κρανίο ως υπογλώσσια φλέβα και καταλήγει ή στο πρόσθιο κονδυλικό σύστημα του Trolard ή στα προγεφυρικά φλεβικά πλέγματα, των οποίων η κένωση γίνεται προς τη φλέβα του Rosenthal ή τον κάτω λιθοειδή κόλπο.

Κάποιες φορές, η πρόσθια προμηκική φλέβα μπορεί να κενώνεται μέσα από τις ριζικές φλέβες που συνοδεύουν τα νεύρα του προμήκου, προς τον πλάγιο ή τον κάτω λιθοειδή κόλπο ή τον οπίσθιο ινιακό φλεβώδη κόλπο.

Η οπίσθια νωτιαία φλέβα είναι συνεχής με την οπίσθια προμηκική φλέβα, η οποία στο επίπεδο του μοχλού της 4ης κοιλίας πορεύεται λοξά, είτε προς τα αριστερά είτε προς τα δεξιά ή διχάζεται. Σε αυτό το επίπεδο δέχεται τις χοριοειδείς φλέβες και κατόπιν πορεύεται γύρω από το σχοινοειδές σώμα του προμήκου και συναντά, μαζί με τις οπίσθιες ριζικές φλέβες, έναν από τους φλεβώδεις κόλπους της βάσης του κρανίου ή το φλεβικό πλέγμα του ινιακού τρήματος.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Adamkiewicz A. Die blutgefasse des menschlichen ruckenmarkesoberflache. Stizung, d.k.akade d. wissensch. In Wien Math Natural Klasse. 101, 1982-1985.
2. Bert S. Etude angiographique de la vascularisation medullaire à l'étage dorsolombaire. Résultats normaux et variantes anatomiques. Thèse de doctorat en Médecine, Faculté de Médecine St. Antoine Université, Paris 1992.
3. Chiras J, Merland JJ. L'artère dorsospinale. Une variante anatomique méconnue. Son importance à l'angiographie medullaire. J Neuroradiol 1979; 6(2):93-100.
4. Chiras J, Merland JJ, Morvan G. Angiographie normale des artères intercostales et lombaires. J Neuroradiol 1979; 6(2):169-196.
5. Chiras J, Launay M, Gaston A, Bories J. Thoracic Vertebral artery. An anomaly of the vertebral artery. Neuroradiol 1982; 24(1):67-70.
6. Chiras J, Gaston A, Bouhours PG, Herault EA. Applications des sondes à ballonnets. Test par méthode electrophysiologique de la tolérance à l' inclusion temporaire de l'artère du renflement

- cervical. *Neurochir* 1983; 29(4):289-293.
7. Corbin JL. Anatomie et pathologie artérielle de la moelle. I. Masson, Paris 1961.
  8. Crooc HV, Tosisawa H. Vascular supply of the vertebral column and the spinal cord. Springer-Verlag, Berlin-N. York 1977.
  9. Lazorthes G, Poules H, Bastide G, Rouleau J, Chachouille A. La vascularisation artérielle de la moelle. *Neurochir* 1958; 4:3-19.
  10. Lazorthes G, Pouhles H, Pastide G, Chachouille A, Zadeh O. La vascularisation de la moelle épinière. Pathologie vasculaire de la moelle. XXVeme Réunion Neurologique internationale de Paris. Masson 1962, pp. 5-27.
  11. Lazorthes G, Gouaze A, Santini JJ, Bastede G, Soutokul JH, Zadeh O. La vascularisation artérielle du renflement lombaire. Etude des variations et des suppléances. *Revue Neurol* 1966; 114(2):109-122.
  12. Lazorthes G, Gouaze A, Zadeh O. Arterial vascularisation of the spinal cord. Recent studies of the anatomic substitution. *J Neurosurg* 1971; 35:253-262.
  13. Lazorthes G, Gouaze A, Djindjian R. Vascularisation et circulation de la moelle épinière. Masson, Paris 1973.
  14. Suh TH, Alexander L. Vascular System of the human spinal cord. *Arch Neurol Psych* 1939; 41:659-677.
  15. Thron AK. Vascular anatomy of the spinal cord. Springer Verlag, Wien-N. York 1988.
  16. Tureen LL. Circulation of the spinal cord and effect of vascular occlusion. *Ass. For research in venous and mental disease* 1983; 18:349.