

TEVAR: Νεότερα δεδομένα και ενδείξεις

ΚΑΛΛΙΟΠΗ-ΜΑΡΙΑ ΤΑΣΟΠΟΥΛΟΥ¹

ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΣ ΓΕΩΡΓΑΚΑΡΑΚΟΣ¹

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΜΙΚΡΟΥΛΗΣ²

ΔΗΜΟΣ ΚΑΡΑΓΓΕΛΗΣ²

¹ Αγγειοχειρουργική Κλινική,

Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο Αλεξανδρούπολης

² Χειρουργική Κλινική Καρδιάς – Αγγείων – Θώρακα,

Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο Αλεξανδρούπολης

Λέξεις ευρετηρίου

Θωρακική ενδοπρόθεση, οξύ αορτικός διαχωρισμός τύπου Β, ενδοτοιχωματικό αιμάτωμα, διαπιτραίνον αορτικό έλκος, ρήξη θωρακικής αορτής, οξύ αορτικό σύνδρομο

Επικοινωνία

Δήμος Καραγγέλης

Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο Αλεξανδρούπολης,

Δραγάνα, Αλεξανδρούπολη,

E-mail: dimoskarage1@yahoo.gr

τηλ: 25513 51166. Fax: (+30)25513 51164

Βαδίζουμε αισίως στην τρίτη δεκαετία μετά την πρώτη διενέργεια ενδαγγειακής αποκατάστασης ανευρύσματος κατιούσας θωρακικής αορτής από τον Dake και τους συνεργάτες του στο Stanford το 1992 για την οποία η πρώτη αναφορά έγινε μόλις το 1994.^{1,2} Η παρέμβαση αυτή πραγματοποιήθηκε 2 χρόνια μετά την εφαρμογή της πρωτοποριακής μεθόδου των Parodi και Palmaz σε ασθενή με ανεύρυσμα κοιλιακής αορτής. Αξίζει να αναφερθεί πως το 1987, ο Nikolay Volodos τοποθέτησε σε ασθενή με μετατραυματικό θωρακικό ανεύρυσμα το λεγόμενο Z-στεντ το οποίο είχε ήδη λάβει πατέντα ως αγγειακή ενδοπρόθεση στην Σοβιετική ένωση στις αρχές τις δεκαετίας του 1980.^{3,4} Με τη μέθοδο TEVAR (Thoracic Endovascular Aortic Repair) κατέστη δυνατή η ενδαγγειακή αντιμετώπιση παθολογιών της θωρακικής αορτής για τις οποίες παλαιότερα η ανοιχτή αποκατάσταση ήταν μονόδρομος. Ιδιαίτερα για τους ασθενείς υψηλού κινδύνου, παρέχεται η δυνατότητα μιας λιγότερο επεμβατικής τεχνικής η οποία έχει πλέον επεκταθεί και στις υπόλοιπες παθολογίες του αορτικού τόξου όπως ο οξύς και χρόνιος αορτικός διαχωρισμός τύπου Β, το διαπιτραίνον έλκος και το ενδοτοιχωματικό αιμάτωμα (οξέα αορτικά σύνδρομα). Παρόλη την καινοτομία της μεθόδου, περιορισμοί όπως η δυνατότητα ασφαλούς εγγύς και άπω σφράγισης του ενδομοσχεύματος, εξακολουθούν να υπάρχουν κάτι που αποτελεί κίνητρο για την βελτιστοποίηση των ήδη υπάρχοντων υλικών αλλά και τη δημιουργία νέων. Η τρέχουσα βιβλιογραφία και συγκεκριμένα αξιόπιστες μελέτες με όγκο περιστατικών, δε συμβαδίζει πάντα με τα νεότερα μοσχεύματα και μεθόδους, συνεπώς η εφαρμογή τους αρχικά θα πρέπει να γίνεται με φειδώ. Στο παρόν άρθρο θα αναλυθούν δεδομένα για νεότερες ενδαγγειακές τεχνικές και τις ενδείξεις τους με έμφαση στην αποκατάσταση ανευρυσμάτων του θωρακικού τόξου.

Ταξινόμηση των Ζωνών της Θωρακικής Αορτής

Η αορτή χωρίζεται ανατομικά σε 5 περιοχές: Την αορτική ρίζα, την ανιούσα αορτή, το αορτικό τόξο, την κατιούσα θωρακική αορτή και την κοιλιακή αορτή. Η ανάγκη για αντιστοιχία στην περιγραφή της περιοχής-στόχου της αορτής για ενδαγγειακή ή ανοιχτή αποκατάσταση οδήγησε στην υιοθέτηση κοινής ονοματολογίας από τις κατευθυντήριες οδηγίες του EACTS/ESVS.^{5,6} Πρόσφατα δημοσιεύθηκαν και οι οδηγίες STORAGE (STandards Of Reporting in open And endovascular aortic surGEry). Η τοποθεσία καθώς και η έκταση της κάλυψης σχετίζεται άμεσα με την πολυπλοκότητα και τους κινδύνους της παρέμβασης. Η θωρακική αορτή με βάση τις ζώνες Ishimaru εκτείνεται από τη ζώνη 0 έως τη ζώνη 5.⁷

Ενδείξεις Αντιμετώπισης

Ανευρύσματα κατιούσας θωρακικής αορτής

Το ερώτημα για το πότε πρέπει να προγραμματιστεί παρέμβαση για τα ανευρύσματα κατιούσας θωρακικής αορτής είναι καίριας σημασίας. Επί του παρόντος, η μέγιστη διάμετρος αποτελεί το βασικό κριτήριο για τον προσδιορισμό του κινδύνου ρήξης. Οι νεότερες κατευθυντήριες οδηγίες του SVS (Society for Vascular Surgery) το 2021 συστήνουν τη διενέργεια TEVAR όταν η μέγιστη διάμετρος του ανευρύσματος υπερβεί τα 5,5 εκατοστά σε ασυμπτωματικούς ασθενείς χαμηλού κινδύνου με κατάλληλη ανατομία της αορτής. (Σύσταση επιπέδου 1B).⁸ Φαίνεται πως δεν υπάρχουν αρκετά δεδομένα που να υποστηρίζουν την χρήση ενός ορίου (threshold) στον ρυθμό αύξησης του ανευρύσματος ως επιπλέον κριτήριο, κάτι που λαμβάνουμε ήδη υπόψη στα ανευρύσματα κοιλιακής αορτής (ESVS 2019, σύσταση 24, ρυθμός αύξησης ≥ 1 cm/έτος, IIaC).⁹ Στις νεότερες οδηγίες προτείνεται εξατομίκευση με βάση τους παράγοντες κινδύνου και τις συνοσηρότητες των ασθενών ενώ μεγαλύτερο όριο διαμέτρου μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιστατικά με αυξημένο κίνδυνο επιπλοκών και θνητότητας (σύσταση 2C).⁸ Αξίζει να αναφερθεί πως η TEVAR δε συστήνεται σε ασθενείς με νόσο συνδετικού ιστού παρά μόνο σε επείγουσες περιπτώσεις (και σε αυτές πρέπει να αποφεύγεται

το oversizing) ενώ επί του παρόντος η ανοιχτή αποκατάσταση αποτελεί τη θεραπεία εκλογής (με εξαίρεση επείγουσες καταστάσεις).^{6,10}

Ανευρύσματα αορτικού τόξου

Για ανευρύσματα που εντοπίζονται μόνο στο αορτικό τόξο, η διάμετρος των 55 χιλιοστών αποτελεί το όριο πάνω από το οποίο απαιτείται παρέμβαση (σύσταση επιπέδου IIaB).⁶ Εξίσου σημαντικό ρόλο στη λήψη της απόφασης παίζει και η υπόλοιπη ανατομία και διάμετρος της ανιούσας και κατιούσας θωρακικής αορτής. Για τις περιπτώσεις ασθενών με νόσο συνδετικού ιστού, TEVAR στις ζώνες 0-2 πρέπει να αποφεύγεται εάν η εγγύς ζώνη σφράγισης είναι η αορτή του ασθενή και όχι μόσχευμα (σύσταση επιπέδου IIIc).¹¹

Οξύ και χρόνιας Αορτικός διαχωρισμός τύπου B κατά Stanford

Το οξύ αορτικό σύνδρομο αποτελείται από μια ομάδα παθολογιών με παρόμοια ανατομικά και κλινικά χαρακτηριστικά. Σε αυτό συμπεριλαμβάνονται ο αορτικός διαχωρισμός, το ενδοτοιχωματικό αιμάτωμα και το διαπιτραίνον αορτικό έλκος. Η τραυματική κάκωση της αορτής και τα ραγέντα ανευρύσματα της κατιούσας θωρακικής αορτής μπορούν επίσης να συμπεριληφθούν. Το σύνδρομο αυτό περιγράφεται ορισμένες φορές και ως φάσμα γιατί ενδεχομένως η μια παθολογία να εξελίσσεται χρονικά στην άλλη.¹² Η ταξινόμηση του διαχωρισμού τύπου B (type B aortic dissection-TBAD) με βάση τη χρονική στιγμή της έναρξης συμπτωμάτων γίνεται ως εξής: Υπεροξύ (συμπτώματα <24 ώρες), οξύς (συμπτώματα < 2 εβδομάδες), υποξύς (συμπτώματα >2 εβδομάδες και <3μήνες) και χρόνιας (συμπτώματα > 3μήνες).¹³ Η διενέργεια TEVAR στην αρχική φάση όπου η αναδιαμόρφωση (remodeling) της αορτής είναι πιο άμεση, με σκοπό τον αποκλεισμό της κεντρικής επικοινωνίας (entry tear) με τον ψευδή αυλό, οδηγεί σε θρόμβωση αυτού και μείωση του κινδύνου ανευρυσματικής διάτασης.^{6,14}

Εκτός από την ταξινόμηση τύπου A και B κατά Stanford, προσφάτως έχει προστεθεί και ο όρος μη-A και μη-B (non-A non-B) για να συμπεριλάβει τον διαχωρισμό που εντοπίζεται στο αορτικό τόξο

Πίνακας 1. Μορφολογικά χαρακτηριστικά μη-επιπλεγμένου αορτικού διαχωρισμού τύπου Β για διενέργεια TEVAR

Τοποθεσία του αρχικού σημείου εισόδου στην εσωτερική καμπή του αορτικού τόξου
Απόσταση του σημείου εισόδου σε σχέση με την αριστερή υποκλείδιο αρτηρία
Μέγεθος σημείου εισόδου >10 χιλιοστά
Διάμετρος ψευδούς αυλού >25 χιλιοστά
Αρχική διάμετρος αορτής >40 χιλιοστά

και δε περιλαμβάνει την ανιούσα αορτή.⁶ Παλιότερα η κατηγορία αυτή περιγραφόταν ως κεντρικός διαχωρισμός τύπου Β.¹⁵ Για τα περιστατικά με επιπλεγμένο TBAD, η μέθοδος TEVAR έχει εξελιχθεί σε πρώτη θεραπευτική επιλογή (ESVS 2017, σύσταση επιπέδου IC) ενώ πρόσφατη μετα-ανάλυση του 2021 επιβεβαιώνει ότι υπάρχει μακροπρόθεσμο όφελος στην επιβίωση που εκτείνεται έως και τα 10 έτη.^{5,16} Συμπερασματικά, προτείνεται η αξιολόγηση και διαχείριση των περιστατικών με ανεπίπλεκτο TBAD με βάση τα εξής χαρακτηριστικά (**Πίνακας 1**): τοποθεσία του αρχικού σημείου εισόδου και η απόσταση του σε σχέση με την αριστερή υποκλείδιο αρτηρία, μέγεθος αυτού μεγαλύτερο από 10 χιλιοστά, διάμετρος ψευδούς αυλού πάνω από 25 χιλιοστά και αρχική διάμετρος αορτής μεγαλύτερη από 40 χιλιοστά. Σε αυτές τις περιπτώσεις συστήνεται TEVAR στη φάση του υποξέως ή χρόνιου αορτικού διαχωρισμού. Για τον επιπλεγμένο διαχωρισμό επιλογή αποτελεί η διενέργεια επείγουσας TEVAR ή η τεχνική FET (frozen elephant trunk) εφόσον αυτό δεν είναι εφικτό.⁶

Η τάση προς αποφυγή ενδαγγειακής παρέμβασης στη φάση χρονιότητας του TBAD βασίζεται στο γεγονός ότι ο κρημνός του ενδοθηλίου (intimal flap) υπόκειται σε μορφολογικές αλλαγές όπως πάχυνση, ευθιασμό και απώλεια κινητικότητας με την πάροδο του χρόνου ενώ στην υποξεία φάση η αορτή διατηρεί ακόμα την πλαστικότητα της.¹⁷ Στις κατευθυντήριες οδηγίες των STS και AATS (Society of Thoracic Surgeons/American Association for Thoracic Surgery), που δημοσιεύτηκαν τον Απρίλιο του 2022, για τους μη-επιπλεγμένους TBAD, συστήνεται η βέλτιστη θεραπευτική προσέγγιση-OMT (σύσταση επιπέδου IB) ενώ προφυλακτική TEVAR μπορεί να επίσης διενεργηθεί με σκοπό την μείωση ανε-

πιθύμητων αορτικών συμβαμάτων καθώς και θάνατο σχετιζόμενο με αορτικά συμβάματα (σύσταση επιπέδου IIbB). Η ανοικτή χειρουργική αποκατάσταση προτείνεται επίσης σε αυτή την περίπτωση (σύσταση επιπέδου IIaB) εκτός αν υπάρχουν σημαντικές συνοσηρότητες ειδάλλως, σε ασθενείς με κατάλληλη ανατομία, μπορεί να πραγματοποιηθεί TEVAR (σύσταση επιπέδου IIaB).

Στη χρόνια φάση, ενδείξεις παρέμβασης αποτελούν τα εξής: Ανευρυσματική διάταση πάνω από 55-60 χιλιοστά, αύξηση διαμέτρου > 10mm/έτος και/ή παρουσία συμπτωμάτων όπως πόνος ή ενδείξεις υποάρδευσης. Σαφώς, στις περιπτώσεις ρήξης ή νέου οξέος διαχωρισμού (redissection) η αντιμετώπιση οφείλει να είναι όπως στον οξύ αορτικό διαχωρισμό.¹⁸

Τέλος, δε θα πρέπει να παραλείπεται η αναγκαιότητα τακτικής παρακολούθησης των περιστατικών με TBAD, είτε επιλεχθεί αρχική παρέμβαση είτε όχι. Ιδιαίτερα για τους ασθενείς με διάταση και της κοιλιακής αορτής, η κάλυψη με ενδομόσχευμα θα πρέπει να είναι πιο εκτεταμένη λαμβάνοντας πάντα υπόψη το ρίσκο για ισχαιμία του νωπιαίου μυελού και υιοθετώντας πρακτικές όπως επαναιμάτωση της αριστερής υποκλείδιας αρτηρίας. Έχει βρεθεί πως ενδεχομένως η γεωμετρία της κοιλιακής αορτής επηρεάζεται από τη διενέργεια TEVAR ενώ παράμετροι όπως ο αριθμός των κλάδων που εκφύονται από τον ψευδή αυλό και ο αριθμός των εναπομεινάντων σημείων εισόδου, αποτελούν παράγοντες κινδύνου για διάταση της κοιλιακής αορτής.¹⁷ Ο αποκλεισμός του ψευδούς αυλού με επικουρικές μεθόδους, που παρουσιάζουν ικανοποιητικά ως τώρα αποτελέσματα, όπως coils, κόλλα, οι τεχνικές candy-plug, Knickerbocker, PETTICOAT, e-PETTICOAT, ανάστροφη Cheese-Wire Septotomy

και STABILISE, έχουν ως σκοπό την επίτευξη καλύτερης αναδιαμόρφωσης της αορτής και αύξησης της διαμέτρου του αληθούς αυλού.¹⁹⁻²⁵

Ενδοτοιχωματικό αιμάτωμα

Παλαιότερα θεωρούνταν ως αιτιολογικός παράγοντας η ρήξη των vasa vasorum. Ωστόσο, υπάρχουν νεότερα δεδομένα πως έως και το 70-80% των περιπτώσεων υπάρχουν μικρά «κενά» (ulcer like projections - ULPs) στη συνέχεια του ενδοθηλίου, και μάλιστα είναι δυνατό να εντοπιστούν μόνο με υψηλής ευκρίνειας απεικονιστικές τεχνικές.^{26,27} Το IMH ταξινομείται όπως και ο αορτικός διαχωρισμός, συνεπώς το τύπου-A εντοπίζεται στην ανιούσα αορτή και τύπου Β στην κατιούσα θωρακική αορτή.²⁸

Όσον αφορά την αντιμετώπιση, η κατηγοριοποίηση γίνεται όπως και για τους αορτικούς διαχωρισμούς τύπου Β. Για το επιπλεγμένο IMH, η TEVAR είναι η καθιερωμένη πρακτική. Για το μη επιπλεγμένο IMH τύπου Β, αντιστοίχως, υψηλού κινδύνου θεωρούνται οι ασθενείς στους οποίους: οι ULP είναι πάνω από 3 χιλιοστά, η μέγιστη διάμετρος της αορτής είναι πάνω από 40-45 χιλιοστά, το μέγεθος του αιματώματος πάνω από 10 χιλιοστά τη στιγμή της διάγνωσης, η εξέλιξη του αιματώματος σε 2 διαδοχικές απεικονίσεις, η μη δυνατότητα ελέγχου της υπέρτασης/αιμοδυναμική αστάθεια, πλευριτική συλλογή ή αιμομεσοθωράκιο και ο ανθεκτικός στη φαρμακευτική αντιμετώπιση πόνος. Σε αυτούς τους ασθενείς συστήνεται άμεση παρέμβαση. Για τα χρόνια ενδοτοιχωματικά αιμάτωμα, πέρα από τη βέλτιστη θεραπευτική προσέγγιση και σε συνδυασμό με αυτή, η TEVAR μπορεί να αποτελεί λύση. Εάν η διάμετρος της αορτής αυξηθεί πάνω από τα 50 χιλιοστά, με ρυθμό μεγαλύτερο από μισό εκατοστό ανά έτος ή εάν εξελιχθεί σε αορτικό διαχωρισμό, αποτελεί ένδειξη για χειρουργική παρέμβαση.^{6,8,29}

Διαπυρρίνιον αορτικό έλκος

Ενδεχομένως η οξεία κλινική εμφάνιση του έλκους να είναι ένα ενδοτοιχωματικό αιμάτωμα.^{6,30} Τα επιπλεγμένα PAU αποτελούν ένδειξη για διενέργεια TEVAR ενώ για τα μη-επιπλεγμένα η διάμετρος πάνω από 20 χιλιοστά και το βάθος πάνω από 10 χιλιοστά αποτελούν επίσης ένδειξη

για παρέμβαση.⁸ Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην αντιμετώπιση περιπτώσεων που συνυπάρχει και ενδοτοιχωματικό αιμάτωμα διότι αποτελεί ένδειξη λεπτού και εύθραυστου αορτικού τοιχώματος.³¹

Ραγέντα ανευρύσματα κατιούσας θωρακικής αορτής

Δεδομένα για τα αυξημένα ποσοστά επιβίωσης και μειωμένης νοσηρότητας των ασθενών με ραγέντα ανευρύσματα κατιούσας θωρακικής αορτής οι οποίοι έχουν υποβληθεί σε TEVAR έχουν οδηγήσει στην ενσωμάτωση της ως πρώτη γραμμή θεραπείας.³² Σε αυτές τις περιπτώσεις ασθενών με κατάλληλη ανατομία, προτείνεται TEVAR σε σχέση με την ανοιχτή χειρουργική αποκατάσταση (οδηγίες EACTS-ESVS 2019, σύσταση επιπέδου IB).^{11,33}

Μέθοδοι Αποκατάστασης της Παθολογίας του Αορτικού Τόξου

Η TEVAR έχει καταφέρει να «αγκαλιάσει» και τις παθολογίες του αορτικού τόξου ενώ παλιότερα περιοριζόταν μόνο στις «ευκολότερες» περιπτώσεις της κατιούσας θωρακικής αορτής. Δεδομένης της εγγύτητας των κλάδων μεταξύ τους, η απόσταση 2 εκατοστών υγιούς αορτικού τμήματος μπορεί να μην υπάρχει, κάτι που θα οδηγήσει στην ανάγκη σφράγισης κεντρικότερα. Στο 26 με 40% των ασθενών θα χρειαστεί κάλυψη της αριστερής υποκλειδίου αρτηρίας.¹³ Ο κύριος λόγος επαναιμάτωσης της αριστερής υποκλειδίου αφορά στην αποφυγή ισχαιμικού εγκεφαλικού επεισοδίου και ισχαιμίας του νωτιαίου μυελού (STS/AATS 2022, σύσταση IB). Ιδιαίτερα στις περιπτώσεις εκτεταμένης σε μήκος κάλυψης της αορτής σε συνδυασμό με μη-επαναιμάτωση της αριστερής υποκλειδίου, τα ποσοστά ισχαιμίας είναι πολύ μεγαλύτερα (αποκλεισμός 2 διαφορετικών αγγειακών παροχών προς τον νωτιαίο μυελό).³⁴⁻³⁶

Υβριδικές μέθοδοι

Η αριστερή καρωτιδο-υποκλειδίου παράκαμψη είναι μια εξαιρετική μέθοδος δημιουργίας επαρκούς σφράγισης στη ζώνη 2. Εναλλακτική

αποτελεί η καρωτιδο-υποκλείδια μετάθεση με ικανοποιητικά αποτελέσματα.³⁷ Οι υβριδικές τεχνικές περιλαμβάνουν συνδυασμό ανοιχτών (debranching) και ενδαγγειακών παρεμβάσεων με τοποθέτηση καλυμμένου ενδομόσχευματος-stent graft στο υπόλοιπο αορτικό τόξο και τμήμα της θωρακικής αορτής.³⁸ Το ενδαγγειακό σκέλος μπορεί να πραγματοποιηθεί σύγχρονα ή σε δυο στάδια καθώς και να τοποθετηθεί ομόδρομα ή ανάδρομα.³⁹ Με την τεχνική debranching (μετάθεσης/παράκαμψης ενός ή και των τριών αγγείων του τόξου), η περιοχή σφράγισης μπορεί να φτάσει έως και τη ζώνη 0. Για τη ζώνη 1, δεν υπάρχει περιθώριο επιλογής ή όχι για επαναιμάτωση (όπως για την αριστερή υποκλείδιο) διότι η κάλυψη της αριστερής κοινής καρωτίδας χωρίς άμεση επαναιμάτωση μπορεί να έχει καταστροφικά αποτελέσματα-νευρολογικά συμβάματα. Συνεπώς, ως εξω-στερνική και λιγότερο παρεμβατική, μπορεί να πραγματοποιηθεί καρωτιδο-καρωτιδο crossover παράκαμψη (υποδόρια/οπισθοφαρυγγικά) ή και καρωτιδο-καρωτιδική μετάθεση με ικανοποιητικά αποτελέσματα και για τις δυο εναλλακτικές.^{40,41} Για τη ζώνη 0, στην πλειονότητα των περιπτώσεων δεν πραγματοποιείται εξωθωρακικό debranching.

Οι υβριδικές παρεμβάσεις χωρίζονται σε 3 κατηγορίες.^{42,43}

- **Τύπος I:** Debranching αγγείων του τόξου και TEVAR χωρίς ανακατασκευή ανιούσας αορτής/τόξου. Για ασθενείς με ικανοποιητική ζώνη εγγύς και άπω σφράγισης στην ανιούσα και κατιούσα αορτή αντιστοίχως.
- **Τύπος II:** Debranching αγγείων του τόξου και TEVAR με ανακατασκευή ανιούσας αορτής. Για περιπτώσεις παθολογιών της ανιούσας αορτής που δεν επεκτείνονται στο τελικό τμήμα του τόξου.
- **Τύπου III:** Η τεχνική elephant trunk (και η νεώτερη παραλλαγή frozen elephant trunk-FET) για περιπτώσεις με εκτεταμένη παθολογία που περιλαμβάνει την ανιούσα αορτή, το τόξο και την κατιούσα αορτή.

Για τους ασθενείς με υψηλό κίνδυνο εμβολικού εγκεφαλικού επεισοδίου, είτε λόγω ανοιχτών χειρισμών στα αγγεία του τόξου είτε ενδαγγειακών με TEVAR, η πλήρης ανοιχτή αποκατάσταση αποτελεί την καλύτερη επιλογή. Οι κατευθυντήριες

οδηγίες του EVS/EACTS του 2019 προτείνουν την ανοιχτή αποκατάσταση στις περιπτώσεις ασθενών με συνυπάρχουσα παθολογία της αορτικής βαλβίδας ή σε αυτούς που έχουν υψηλό ρίσκο για ανάστροφο διαχωρισμό τύπου A (για παράδειγμα διάμετρος ανιούσας αορτής >38 χιλιοστά ή δίπτυχη αορτική βαλβίδα), σύσταση επιπέδου IIaB.¹¹

Μέθοδος frozen elephant trunk-FET

EVAR μπορεί να πραγματοποιηθεί και όταν την εγγύς ζώνη σφράγισης αποτελεί το μόσχευμα αντικατάστασης της ανιούσας αορτής όπως για παράδειγμα στην τεχνική FET. Στην κλασική τεχνική conventional elephant trunk technique - cET όπως είχε προταθεί από τον Borst, πραγματοποιείται αντικατάσταση του αορτικού τόξου ενώ αφήνεται ελεύθερη προέκταση στην κατιούσα θωρακική αορτή για να ακολουθήσει σε δεύτερο στάδιο η περιφερικότερη αποκατάσταση.⁴⁴ Στην μέθοδο FET πραγματοποιείται αποκατάσταση σε ένα στάδιο: το κεντρικό τμήμα του μοσχεύματος αποτελείται από Dacron για πραγματοποίηση ανοιχτών χειρουργικών χειρισμών ενώ το υπόλοιπο αποτελείται από ενδομόσχευμα για το ενδαγγειακό σκέλος της παρέμβασης.⁴⁵ Νεότερα δεδομένα αναδεικνύουν το γεγονός πως ακόμη και μετά από διενέργεια FET ενδεχομένως να χρειαστεί περιφερικότερη κάλυψη και επέκταση με TEVAR. Φαίνεται πως αυτές οι επανεπεμβάσεις είναι συχνότερες μετά από FET, ιδιαίτερα μετά από τοποθέτηση βραχέων μοσχεύματων-FET (ως αρχικό σχεδιασμό για να αποφευχθεί εκτεταμένη αορτική κάλυψη). Παρόλη την πιθανότητα επανεπέμβασης, το μόσχευμα αποτελεί πολύ καλή βάση για επέκταση.^{46,47}

Για τις ανοιχτές παρεμβάσεις, σε κάθε περίπτωση, η κεντρικότερη αντικατάσταση (ανιούσας ή τμήματος του τόξου) πρέπει να είναι εκτεταμένη, αποφεύγοντας βραχεία μοσχεύματα ώστε να προληφθεί η εξέλιξη της παθολογίας αλλά και να καταστεί δυνατή μια μελλοντική ενδαγγειακή παρέμβαση (σύσταση επιπέδου IC).¹¹

Πλήρης ενδαγγειακή αποκατάσταση αορτικού τόξου

Η πλήρης ενδαγγειακή αποκατάσταση του αορτικού τόξου (total arch thoracic endovascular aortic repair, TA-TEVAR) αποτελεί λύση για τους ασθενείς υψηλού κινδύνου με κατάλληλη ανατομία. Στην ανιούσα αορτή, απαιτείται ικανοποιητικό μήκος σφράγισης, τουλάχιστον 30 χιλιοστών και απουσία υπερβολικών επασβεστώσεων ή θρόμβου ενώ η διάμετρος πρέπει να είναι λιγότερη από 38 χιλιοστά.¹¹ Για TA-TEVAR, υπάρχουν δύο παραλλαγές σχεδιασμού των ενδομοσχευμάτων: Τα θυριδωτά (fenestrated) και τα διακλαδούμενα (branched). Η εναπόθεση-αγκυροβόληση του μοσχεύματος στο αορτικό τοίχωμα στο ύψος των οπών του θυριδωτού ενδομοσχεύματος είναι απαραίτητη για να υπάρχει σφράγιση της παθολογίας. Τα διακλαδούμενα ενδομοσχεύματα διαθέτουν πλέον ομόδρομους ή ανάδρομους εσωτερικούς κλάδους (inner branches) που μπορεί να βρίσκονται δίπλα-δίπλα ή διαγωνίως μέσα στο ενδομόσχευμα.⁴⁸ Και οι δύο εναλλακτικές παρουσιάζουν υψηλά ποσοστά τεχνικής επιτυχίας και αποδεκτά ποσοστά επιπλοκών, αλλά σε πρόσφατη συγκριτική μελέτη αναδείχθηκε πως τα διακλαδούμενα προδιαθέτουν σε μεγαλύτερο κίνδυνο για εγκεφαλικό επεισόδιο (3% έναντι 10% για τα διακλαδούμενα).⁴⁹

Τεχνικές παράλληλων μοσχευμάτων / Εναλλακτικές

Οι τεχνικές καπνοδόχου (chimney), sandwich και snorkel περιγράφονται ως τεχνικές παράλληλων μοσχευμάτων με βάση τη μεθοδολογία τους. Επιτρέπουν την κεντρικότερη σφράγιση του ενδομοσχεύματος διατηρώντας την βατότητα των κλάδων του τόξου μέσω καλυμμένων ή όχι stent. Τα παράλληλα μοσχεύματα εμφανίζουν υψηλό ποσοστό ενδοδιαφυγών τύπου I (gutters) ενώ δεν υπάρχουν ειδικά κατασκευασμένα στεντ για αυτή τη μέθοδο (με κατάλληλη ακτινική δύναμη, σχήμα και ελαστικότητα).⁵⁰ Πλεονέκτημα όμως της μεθόδου είναι η διαθεσιμότητα των μοσχευμάτων σε σχέση με τα θυριδωτά και τα διακλαδούμενα που απαιτούν παραγγελία. Επομένως, σε επείγουσα βάση αποτελούν μια ικανοποιητική

και λιγότερο πολύπλοκη επιλογή (σύσταση IIaC) σε ασθενείς υψηλού χειρουργικού κινδύνου.^{11,51} Επιπροσθέτως, μπορεί να εφαρμοστεί ως τεχνική διάσωσης (bail-out) σε περιπτώσεις κατα λάθος αποκλεισμού κλάδων του αορτικού τόξου κατά τη διενέργεια TEVAR (σύσταση IIaC).¹¹ Τέλος, άλλες εναλλακτικές αποτελούν τα εξατομικευμένα-τροποποιούμενα από τον χειρουργό ενδομοσχεύματα (Physician-Modified TEVAR) τα οποία αποτελούν εμπορικά διαθέσιμα ενδομοσχεύματα στα οποία ανοίγονται θυρίδες από τον χειρουργό προ της τοποθέτησης.^{52,53} Ακόμη πιο σύγχρονη μέθοδο με πολύ λίγα ως τώρα δεδομένα, αποτελεί η δημιουργία διεγχειρητικά θυριδών επί τόπου (in situ fenestrations) με laser ή με μηχανικά μέσα.¹¹

Η τεχνική Endo-Bentall για οξύ αορτικό διαχωρισμό τύπου A

Στις περιπτώσεις αορτικού διαχωρισμού τύπου A, δεν υπάρχει ασφαλής ζώνη εγγύς σφράγισης για να διενεργηθεί με ασφάλεια TEVAR. Ένα ποσοστό 10% των ασθενών με οξύ διαχωρισμό τύπου A χαρακτηρίζεται ως ιδιαίτερα υψηλού χειρουργικού κινδύνου.⁴ Η μέθοδος endo-Bentall προτάθηκε ως η ενδαγγειακή εναλλακτική για τέτοιου τύπου περιστατικά. Η συσκευή αποτελείται από καθετήρα που φέρει αορτική βαλβίδα και συνδέεται με καλυμμένο ενδομόσχευμα. Διαθέτει 3 ζώνες σφράγισης: τον αορτικό δακτύλιο, την αορτο-κολπική συμβολή και την άπω ανιούσα αορτή προ της έκφυσης της ανωνύμου αρτηρίας. Η ιδέα της τεχνικής προτείνεται είτε ως σταθεροποίηση (αντιμετώπιση σε ένα στάδιο) της ανιούσας αορτής στις περιπτώσεις ασθενών χωρίς στοιχεία υποάρδευσης είτε σε περιπτώσεις υποάρδευσης οργάνων για προσωρινή σταθεροποίηση του ασθενούς.

Συμπεράσματα

Η ανάγκη ασφαλούς εγγύς και άπω ζώνης σφράγισης για διενέργεια TEVAR και επιπλοκές όπως το εγκεφαλικό επεισόδιο και ο ανάστροφος αορτικός διαχωρισμός τύπου A εξακολουθούν να αποτελούν περιορισμούς της μεθόδου. Τα όψιμα δεδομένα των εκβάσεων της TEVAR είναι αρκετά

ετερογενή δεδομένου ότι βασίζονται σε πληθυσμούς ασθενών με διαφορετικές παθολογίες που δε περιγράφονται πάντα ξεχωριστά. Επίσης, ο σχεδιασμός μελετών έχει γίνει ώστε να περιλαμβάνουν ασθενείς με κατάλληλη ανατομία για TEVAR άρα συγκρίσεις με την ανοικτή αποκατάσταση και ασθενείς με διαφορετική ανατομία ενδεχομένως να οδηγεί σε επισφαλή συμπεράσματα. Νεότερα δεδομένα για τις εκβάσεις που αφορούν τη διενέργεια TEVAR σε γυναίκες αναμένεται να αναδείξουν εάν υπάρχει αντίστοιχη διαφορά με τα ανευρύσματα κοιλιακής αορτής.

Βιβλιογραφία

1. Miller D. Through the looking glass: The first 20 years of thoracic aortic stent-grafting. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2013;145(3):S142-S148.
2. Dake M, Miller D, Semba C, Mitchell R, Walker P, Liddell R. Transluminal Placement of Endovascular Stent-Grafts for the Treatment of Descending Thoracic Aortic Aneurysms. *New England Journal of Medicine*. 1994; 331(26):1729-1734.
3. Criado F. Nicholay Volodos and the Origins of Endovascular Grafts. *Journal of Endovascular Therapy*. 2012;19(4):568-569.
4. Juraszek A, Czerny M, Rylski B. Thoracic endovascular aortic repair: Current evidence and challenges. *Kardiologia Polska*. 2022;80(5):540-547.
5. Riambeau V, Böckler D, Brunkwall J, Cao P, Chiesa R, Coppi G et al. Management of descending thoracic aorta diseases. Clinical practice guidelines of the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2017;53:4–52.
6. Czerny M, Pacini D, Aboyans V, Al-Attar N, Eggebrecht H, Evangelista A et al. Current options and recommendations for the use of thoracic endovascular aortic repair in acute and chronic thoracic aortic disease: an expert consensus document of the European Society for Cardiology (ESC) Working Group of Cardiovascular Surgery, the ESC Working Group on Aorta and Peripheral Vascular Diseases, the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI) of the ESC and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2021;59(1):65-73.
7. Rylski B, Pacini D, Beyersdorf F, Quintana E, Schachner T, Tsagakis K et al. Standards of reporting in open and endovascular aortic surgery (STORAGE guidelines). *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2019;56(1): 10-20.
8. Upchurch G, Escobar G, Azizzadeh A, Beck A, Conrad M, Matsumura J et al. Society for Vascular Surgery clinical practice guidelines of thoracic endovascular aortic repair for descending thoracic aortic aneurysms. *Journal of Vascular Surgery*. 2021;73(1):55S-83S.
9. Wanhainen A, Verzini F, Van Herzele I, Allaire E, Bown M, Cohnert T et al. Editor's Choice – European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2019 Clinical Practice Guidelines on the Management of Abdominal Aorto-iliac Artery Aneurysms. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2019;57(1):8-93.
10. Muncan B, Sangari A, Liu S, Price L. Midterm Outcomes of Endovascular Versus Open Surgical Repair of Intact Descending Thoracic Aneurysms in Patients with Connective Tissue Disorders. *Annals of Vascular Surgery*. 2022;.
11. Czerny M, Schmidli J, Adler S, van den Berg J, Bertoglio L, Carrel T et al. Current options and recommendations for the treatment of thoracic aortic pathologies involving the aortic arch: an expert consensus document of the European Association for Cardio-Thoracic surgery (EACTS) and the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2019;55(1):133-162.
12. Ueda T, Chin A, Petrovitch I, Fleischmann D. A pictorial review of acute aortic syndrome: discriminating and overlapping features as revealed by ECG-gated multi-detector-row CT angiography. *Insights into Imaging*. 2012;3(6):561-571.
13. Lombardi J, Hughes G, Appoo J, Bavaria J, Beck A, Cambria R et al. Society for Vascular Surgery (SVS) and Society of Thoracic Surgeons (STS) reporting standards for type B aortic dissections. *Journal of Vascular Surgery*. 2020;71(3):723-747.
14. Nienaber C, Kische S, Rousseau H, Eggebrecht H, Rehders T, Kundt G et al. Endovascular Repair of Type B Aortic Dissection. Long-term Results of the Randomized Investigation of Stent Grafts in Aortic Dissection Trial. *Circulation: Cardiovascular Interventions*. 2013;6(4):407-416.
15. Hiratzka L, Bakris G, Beckman J, Bersin R, Carr V, Casey D et al. 2010 ACCF/AHA/AATS/ACR/ASA/SCA/SCAI/SIR/STS/SVM Guidelines for the Diagnosis and Management of Patients With Thoracic Aortic Disease. *Circulation*. 2010;121(13).
16. Wilson-Smith A, Muston B, Kamalanathan H, Yung A, Chen C, Sahai P et al. Endovascular repair of acute complicated type B aortic dissection—systematic review and meta-analysis of long-term survival and reintervention. *Annals of Cardiothoracic Surgery*. 2021;10(6):723-730.
17. Li Z, Wang X, He Y, Xiang Y, Wu Z, Zhang H et al. Long-Term Aortic Remodeling After Thoracic Endovascular Aortic Repair of Acute, Subacute, and Chronic Type B Dissections. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*. 2022;9.

18. MacGillivray T, Gleason T, Patel H, Aldea G, Bavaria J, Beaver T et al. The Society of Thoracic Surgeons/American Association for Thoracic Surgery Clinical Practice Guidelines on the Management of Type B Aortic Dissection. *The Annals of Thoracic Surgery*. 2022;113(4):1073-1092.
19. Spanos K, Kölbl T, Rohlfes F, Heidemann F, Giannoukas A, Debus S et al. Intentional Targeted False Lumen Occlusion after Aortic Dissection: A Systematic Review of the Literature. *Annals of Vascular Surgery*. 2019;56:317-329.
20. Shimizu H, Katayama K, Takata Y, Inoue R, Emura S, Takasaki T et al. Successful Aortic Remodeling Through the Candy-Plug Technique for Chronic Type B Aortic Dissection. *Vascular and Endovascular Surgery*. 2022;:153857442210959.
21. Kölbl T, Carpenter S, Lohrenz C, Tsilimparis N, Larena-Avellaneda A, Debus E. Addressing Persistent False Lumen Flow in Chronic Aortic Dissection: The Knickerbocker Technique. *Journal of Endovascular Therapy*. 2014;21(1):117-122.
22. Bertoglio L, Rinaldi E, Melissano G, Chiesa R. The PET-TICOAT concept for endovascular treatment of type B aortic dissection. *The Journal of Cardiovascular Surgery*. 2019;60(1).
23. Kazimierczak A, Rynio P. Extended Petticoat Strategy in Type B Aortic Dissection. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2019;57(2):302.
24. Stern J, Pham X, Lee J. Reverse Cheese-Wire Septotomy to Create a Distal Landing Zone for Thoracic Endovascular Aortic Repair. *Journal of Endovascular Therapy*. 2022;:152660282110709.
25. Faure E, El Batti S, Abou Rjeili M, Julia P, Alsac J. Mid-term Outcomes of Stent Assisted Balloon Induced Intimal Disruption and Relamination in Aortic Dissection Repair (STABILISE) in Acute Type B Aortic Dissection. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2018;56(2):209-215.
26. Moral S, Cuéllar H, Avegliano G, Ballesteros E, Salcedo M, Ferreira-González I et al. Clinical Implications of Focal Intimal Disruption in Patients With Type B Intramural Hematoma. *Journal of the American College of Cardiology*. 2017;69(1):28-39.
27. Haensig M. Type B intramural hematoma: focus on reasons for development and overlapping clinical disease. *Annals of Cardiothoracic Surgery*. 2019;8(4):494-496.
28. Chakos A, Twindyawardhani T, Evangelista A, Maldonado G, Piffaretti G, Yan T et al. Endovascular versus medical management of type B intramural hematoma: a meta-analysis. *Annals of Cardiothoracic Surgery*. 2019;8(4):447-455.
29. Tanaka A, Leake S, Estrera A. Management strategies in acute type B aortic intramural hematoma. *Current Opinion in Cardiology*. 2017;32(6):687-691.
30. Lombardi J, Hughes G, Appoo J, Bavaria J, Beck A, Cambria R et al. Society for Vascular Surgery (SVS) and Society of Thoracic Surgeons (STS) reporting standards for type B aortic dissections. *Journal of Vascular Surgery*. 2020;71(3):723-747.
31. Jiang X, Pan T, Zou L, Chen B, Jiang J, Shi Y et al. Outcomes of endovascular stent graft repair for penetrating aortic ulcers with or without intramural hematoma. *Journal of Vascular Surgery*. 2021;73(5):1541-1548.
33. Schermerhorn M, Jones D. Management of Descending Thoracic Aorta Disease: Evolving Treatment Paradigms in the TEVAR Era. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2017;53(1):1-3.
34. Karaolani G, Antonopoulos C, Charbonneau P, Georgakarakos E, Moris D, Scali S et al. A systematic review and meta-analysis of stroke rates in patients undergoing thoracic endovascular aortic repair for descending thoracic aortic aneurysm and type B dissection. *Journal of Vascular Surgery*. 2022;76(1):292-301.e3.
35. Czerny M, Eggebrecht H, Sodeck G, Verzini F, Cao P, Maritati G et al. Mechanisms of Symptomatic Spinal Cord Ischemia After TEVAR: Insights From the European Registry of Endovascular Aortic Repair Complications (EuREC). *Journal of Endovascular Therapy*. 2012;19(1):37-43.
36. Buth J, Harris P, Hobo R, van Eps R, Cuypers P, Duijmm L et al. Neurologic complications associated with endovascular repair of thoracic aortic pathology: Incidence and risk factors. A study from the European Collaborators on Stent/Graft Techniques for Aortic Aneurysm Repair (EUROSTAR) Registry. *Journal of Vascular Surgery*. 2007;46(6):1103-1111.e2.
37. Duran M, Grottemeyer D, Danch M, Grabitz K, Schelzig H, Sagban T. Subclavian Carotid Transposition: Immediate and Long-Term Outcomes of 126 Surgical Reconstructions. *Annals of Vascular Surgery*. 2015;29(3):397-403.
38. Kudo T, Kuratani T, Shirakawa Y, Shimamura K, Kin K, Sakamoto T et al. Effectiveness of Proximal Landing Zones 0, 1, and 2 Hybrid Thoracic Endovascular Aortic Repair: A Single Centre 12 Year Experience. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. 2022;63(3):410-420.
39. Eforakopoulos F, Koletsis E, Moulakakis K, Charokopos N, Zampakis P, Kalogeropoulou C et al. Antegrade Endograft Deployment with Supra-Aortic Debranching to Treat Arch and Descending Thoracic Aortic Lesions. A Single-Center Experience. *Annals of Vascular Surgery*. 2022;.
40. Benedetto F, Piffaretti G, Tozzi M, Pipito' N, Spinelli D, Mariscalco G et al. Midterm Outcomes of Carotid-to-Carotid Bypass for Hybrid Treatment of Aortic Arch Disease. *Annals of Vascular Surgery*. 2014;28(4):860-865.
41. Aru R, Tyagi S, Minion D, Orr N, Bounds M. Carotid-Carotid Transposition for Zone 1 Thoracic Endovascular Aortic Repair. *Annals of Vascular Surgery*. 2021;76:325-329.

42. Patel A, Ambani R, Sarode A, King A, Baeza C, Elgudin Y et al. Outcomes of great vessel debranching to facilitate thoracic endovascular aortic repair. *Journal of Vascular Surgery*. 2022;76(1):53-60.e1.
43. Moulakakis K, Mylonas S, Markatis F, Kotsis T, Kakisis J, Liapis C. A systematic review and meta-analysis of hybrid aortic arch replacement. *Ann Cardiothorac Surg*. 2013;2(3):247-260.
44. Borst H, Walterbusch G, Schaps D. Extensive Aortic Replacement using “Elephant Trunk” Prosthesis. *The Thoracic and Cardiovascular Surgeon*. 1983;31(01):37-40.
45. Di Bartolomeo R, Murana G, Di Marco L, Pantaleo A, Alfonsi J, Leone A et al. Frozen versus conventional elephant trunk technique: application in clinical practice. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*. 2017;51 (suppl 1): i20-i28.
46. Kreibich M, Berger T, Walter T, Potratz P, Discher P, Kondov S et al. Downstream thoracic endovascular aortic repair following the frozen elephant trunk procedure. *Cardiovascular Diagnosis and Therapy*. 2022;12(3):272-277.
47. Kreibich M, Siepe M, Berger T, Kondov S, Morlock J, Pingpoh C et al. Downstream thoracic endovascular aortic repair following zone 2, 100-mm stent graft frozen elephant trunk implantation. *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery*. 2021;.
48. Van Bakel T, de Beaufort H, Trimarchi S, Marrocco-Trischitta M, Bismuth J, Moll F et al. Status of branched endovascular aortic arch repair. *Annals of Cardiothoracic Surgery*. 2018;7(3):406-413.
49. Hauck S, Kupferthaler A, Kern M, Rousseau H, Ferrer C, Iwakoshi S et al. Branched versus fenestrated thoracic endovascular aortic repair in the aortic arch: A multi-center comparison. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2022;.
50. Dueppers P, Reutersberg B, Rancic Z, Messmer F, Menges A, Meuli L et al. Long-term results of total endovascular repair of arch-involving aortic pathologies using parallel grafts for supra-aortic debranching. *Journal of Vascular Surgery*. 2022;75(3):813-823.e1.
51. Wu M, Zhao Y, Zeng Z, Bao X, Li T, Feng R et al. Mid-term Comparison of One-Piece Branched Stent-Graft and Chimney Technique Treating Aortic Arch Pathologies. *CardioVascular and Interventional Radiology*. 2022;45(6):733-743.
52. Yordanov M, Oberhuber A, Ibrahim A. Physician-Modified TEVAR versus Hybrid Repair of the Proximal Descending Thoracic Aorta. *Journal of Clinical Medicine*. 2022;11(12):3455.
53. Li X, Zhang L, Song C, Zhang H, Xia S, Zhu L et al. Outcomes of Zone 1 Thoracic Endovascular Aortic Repair With Fenestrated Surgeon-Modified Stent-Graft for Aortic Arch Pathologies. *Journal of Endovascular Therapy*. 2022;:152660282211089.
54. Kreibich M, Rylski B, Beyersdorf F, Siepe M, Czerny M. Endo-Bentall for proximal aortic dissection: from conception to application. *Asian Cardiovascular and Thoracic Annals*. 2020;29(7):697-700.
55. Kreibich M, Soekeland T, Beyersdorf F, Bavaria J, Schröfel H, Czerny M et al. Anatomic feasibility of an endovascular valve-carrying conduit for the treatment of type A aortic dissection. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2019;157(1):26-34.e1.