

Ενδιαφέρουσα Περίπτωση

Διαδερμική Εμφύτευση της Αυτοεκπτυσσόμενης Αορτικής Προσθετικής Βαλβίδας Medtronic CoreValve Διαμέσου της Αριστερής Υποκλειδίου Αρτηρίας: Το Πρώτο Περιστατικό στην Ελλάδα

ΓΕΩΡΓΙΟΣ Κ. ΚΑΡΑΒΟΛΙΑΣ¹, ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ ΓΕΩΡΓΙΑΔΟΥ¹, ΜΑΖΕΝ ΧΟΥΡΙ², ΕΥΤΥΧΙΑ ΣΜΠΑΡΟΥΝΗ¹, ΣΟΦΙΑ ΘΩΜΟΠΟΥΛΟΥ¹, ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΤΣΙΑΠΡΑΣ¹, ΑΝΝΑ ΣΜΥΡΛΗ³, ΜΑΡΙΝΑ ΜΠΑΛΑΝΙΚΑ³, ΒΑΣΙΛΗΣ ΒΟΥΔΡΗΣ¹

¹ Β' Καρδιολογικό Τμήμα, Ωνάσειο Καρδιοχειρουργικό Κέντρο, Αθήνα, Ελλάδα

² Β' Καρδιοχειρουργικό Τμήμα, Ωνάσειο Καρδιοχειρουργικό Κέντρο, Αθήνα, Ελλάδα,

³ Ανασθησιολογικό Τμήμα, Ωνάσειο Καρδιοχειρουργικό Κέντρο, Αθήνα, Ελλάδα

Λέξεις ευρετηρίου:
Αορτική στένωση, διαδερμική εμφύτευση, Core valve βιοπρόθεση, υποκλείδια αρτηρία.

Σε αυτήν την παρουσίαση περιγράφεται η διαδερμική εμφύτευση της αυτοεκπτυσσόμενης προσθετικής αορτικής βαλβίδας Medtronic CoreValve, σε ασθενή με σοβαρή αορτική στένωση, διαμέσου της αριστερής υποκλειδίας αρτηρίας. Αυτός ο τρόπος προσπέλασης επιλέχθηκε λόγω αδυναμίας διόδου από την μηριαία αρτηρία. Πρόκειται για μία 78χρονη γυναίκα με έντονη δύσπνοια στην ελάχιστη προσπάθεια, με πρόσφατη νοσηλεία λόγω πνευμονικού οιδήματος και ιστορικό συχνών προσυγκοπτικών επεισοδίων, η οποία θεωρήθηκε ακατάλληλη για κλασική χειρουργική αντικατάσταση αορτικής βαλβίδας. Η προσθετική βαλβίδα εμφυτεύθηκε επιτυχώς με την παρουσία μίας ήπιας μόνο παραβαλβιδικής διαφυγής. Στις 30 ημέρες παρακολούθησης, η κλινική κατάσταση της ασθενούς βελτιώθηκε σημαντικά με άριστη λειτουργικότητα της αορτικής προσθετικής βαλβίδας.

Ημερ. παραλαβής
εργασίας:
25 Ιουνίου 2009
Ημερ. αποδοχής:
5 Νοεμβρίου 2009

Διεύθυνση
Επικοινωνίας:
Γεώργιος Καραβόλιας

Β' Καρδιολογικό
Τμήμα, Ωνάσειο
Καρδιοχειρουργικό
Κέντρο,
Α. Συγγρού 356,
176 74 Αθήνα
e-mail:
gkaravolias@gmail.com

Η διαδερμική εμφύτευση αορτικής βαλβίδας, ενσωματωμένη σε εκπτυσσόμενο νάρθηκα (stent), αποτελεί ένα ταχέως εξελισσόμενο ερευνητικό πεδίο, το οποίο μέχρι τώρα εφαρμόζεται σε επιλεγμένους ασθενείς υψηλού χειρουργικού κινδύνου.¹⁻⁵ Ωστόσο, ο αριθμός των ασθενών με σοβαρή αορτική στένωση αυξάνεται με γεωμετρική πρόοδο ενώ συνεχώς σχεδιάζονται νέες συσκευές. Δύο τύποι αορτικής βαλβιδικής πρόθεσης χρησιμοποιούνται στην κλινική πρακτική για διαδερμική εμφύτευση: η εκπτυσσόμενη με μπαλόνι, βιοπροσθετική βαλβίδα Edwards Sapien και η αυτοεκπτυσσόμενη βαλβίδα της Medtronic CoreValve. Οι Cri-bier και συν πραγματοποίησαν την πρώτη εμφύτευση της Edwards Sapien σε ένα 57χρονο ασθενή με σοβαρή αορτική στέ-

νωση και καρδιογενή καταπληξία χρησιμοποιώντας την ορθόδρομη προσπέλαση με διάτρηση του μεσοκοιλιακού διαφράγματος.³ Οι Webb και συν εφάρμοσαν την ανάδρομη προσπέλαση, διαμέσου της μηριαίας αρτηρίας, χρησιμοποιώντας 22 και 24 French (F) θηκάκια, πιο μικρούς και ευέλικτους καθετήρες και ανέφεραν ευνοϊκότερα αποτελέσματα με αυξανόμενη επεμβατική επιτυχία.⁵

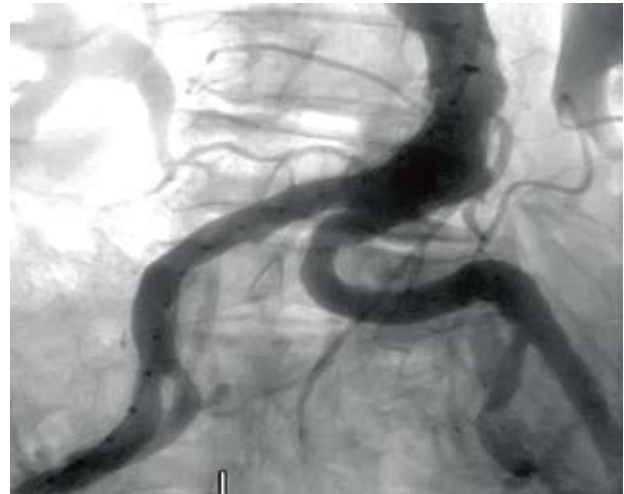
Εν τω μεταξύ, σχεδιάστηκε ειδικά για διακαθετηριακή τοποθέτηση η αυτοεκπτυσσόμενη προσθετική αορτική βαλβίδα (Medtronic CoreValve Inc, Paris, France), η οποία προσέφερε σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με την βιοπρόθεση, η οποία εκπτύσσεται με μπαλόνι.⁶ Σε αυτή την παρουσίαση περιγράφουμε την πρώτη διαδερμική εμφύτευση στην Ελλάδα της

αορτικής βιοπροσθετικής βαλβίδας Medtronic CoreValve, διαμέσου της υποκλειδίου αρτηρίας.

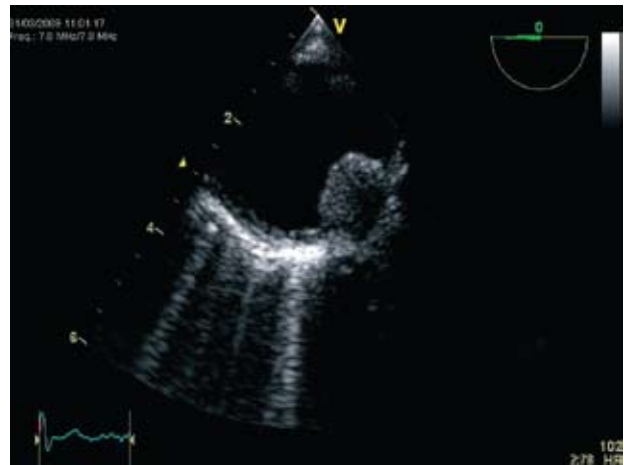
Περιγραφή περιστατικού

Γυναίκα 78 ετών με γνωστή σοβαρή στένωση της αορτικής βαλβίδας εισήχθη προγραμματισμένα στο νοσοκομείο μας στα πλαίσια ελέγχου καταλληλότητας για διαδερμική εμφύτευση αορτικής βαλβίδας. Η ασθενής ανέφερε έντονη δύσπνοια στην ελάχιστη προσπάθεια με προοδευτική επιδείνωση τους τελευταίους 2 μήνες [New York Heart Association classification (NYHA) III-IV] και ιστορικό προσυγκοπτικών επεισοδίων. Η ασθενής είχε νοσηλευθεί με πνευμονικό οίδημα 3 μήνες πριν. Από το ατομικό αναμνηστικό, η ασθενής είχε αρτηριακή υπέρταση, δυσλιπιδαιμία και ήταν πρώην καπνίστρια. Στο διαθωρακικό υπερηχογράφημα διαπιστώθηκε σοβαρά επασβετωμένη τριπύχη αορτική βαλβίδα με μέγιστη διαβαλβιδική κλίση πίεσης 124 mm Hg και μέση κλίση πίεσης 76 mm Hg, (υπολογιζόμενη επιφάνεια στομίου 0,45 cm²), μετρίου βαθμού επηρεασμένη συστολική λειτουργικότητα της αριστερής κοιλίας (κλάσμα εξωθήσεως = 45%) και ήπιου βαθμού ανεπάρκεια της αορτικής, μιτροειδούς και τριγλώχινας βαλβίδας. Ο αριστερός και δεξιός καθετηριασμός ανέδειξε μέτρια αθηρωματική νόσο των στεφανιαίων αγγείων, επιβεβαίωσε την σοβαρή αορτική στένωση (μέγιστη κλίση πίεσης 114 mmHg και επιφάνεια στομίου 0,4 cm²) με μετρούμενη πίεση της πνευμονικής αρτηρίας στα 65 mmHg. Στην αγγειογραφία των περιφερικών αγγείων, διαπιστώθηκε μέτρια αθηρωμάτωση αλλά με σημαντικές ελικώσεις (Εικόνα 1).

Η ασθενής απορρίφθηκε για χειρουργική αντικατάσταση της αορτικής βαλβίδας λόγω του υψηλού κινδύνου (Euroscore Logistic: 23.85 %). Με βάση τα νεότερα δεδομένα, η ασθενής επανεκτιμήθηκε με διοισοφάγιο υπερηχογράφημα για την καλύτερη απεικόνιση της βαλβίδας και της αορτικής ρίζας, στο οποίο διαπιστώθηκε η παρουσία θρόμβου στην κατιούσα θωρακική αορτή (Εικόνα 2). Λόγω των περιγραφόμενων ανατομικών ανωμαλιών, η διαμηριαία προσπέλαση θεωρήθηκε αδύνατη. Στην συνέχεια διενεργήθηκε αξονική τομογραφία ώστε να εκτιμηθεί η δυνατότητα εμφύτευσης της βιοπροσθετικής βαλβίδας διαμέσου της υποκλειδίας αρτηρίας. Η αγγειογραφία ανέδειξε μέτρια ασβέστωση και χωρίς σημαντική στένωση της αριστερής υποκλειδίου αρτηρίας με ελάχιστη διάμετρο αυτής τα 6 mm (Εικόνα 3). Με τα δεδομένα αυτά αποφασίσθηκε η εμφύτευ-



Εικόνα 1. Σημαντικές ελικώσεις και μέτρια αθηρωματική νόσο στα περιφερικά αγγεία



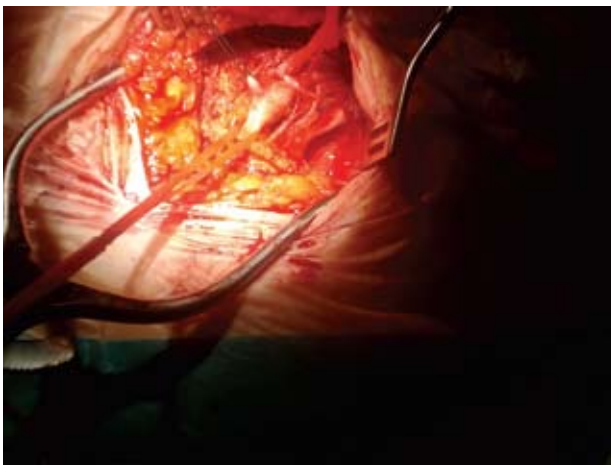
Εικόνα 2. Το διοισοφάγιο υπερηχογράφημα ανέδειξε την παρουσία θρόμβου στην κατιούσα θωρακική αορτή

ση της βαλβίδας διαμέσου αυτού του αγγείου και με το σύστημα της CoreValve Revalving™.

Η επέμβαση πραγματοποιήθηκε με γενική αναισθησία και με την εφαρμογή μηχανικού αερισμού. Η αριστερή υποκλειδία αρτηρία αποκαλύφθηκε χειρουργικά με τομή 4-5 cm κάτωθεν της κλείδας (Εικόνα 4). Προσωρινός βηματοδότης τοποθετήθηκε μέσω 6 F θηκαριού στη δεξιά μηριαία φλέβα. Ένας αριστερός καθετήρας Amplatz 1 προωθήθηκε, μέσω οδηγού σύρματος, στην αριστερή κοιλία και μετρήθηκε η διαβαλβιδική κλίση πίεσης στα 92,7 mmHg (Εικόνα 5Δ). Μέσω ενός 6 F θηκαριού στην δεξιά μηριαία αρτηρία, τοποθετήθηκε ένας αριθμημένος καθετήρας τύπου pigtail στο δεξιό κόλπο του Valsava για να καθορισθεί η ιδανική θέση εμφύτευσης της



Εικόνα 3. Η αξονική τομογραφία δείχνει την αριστερή υποκλειδία αρτηρία με μέτρια ασβέστωση και χωρίς σημαντικές στενώσεις



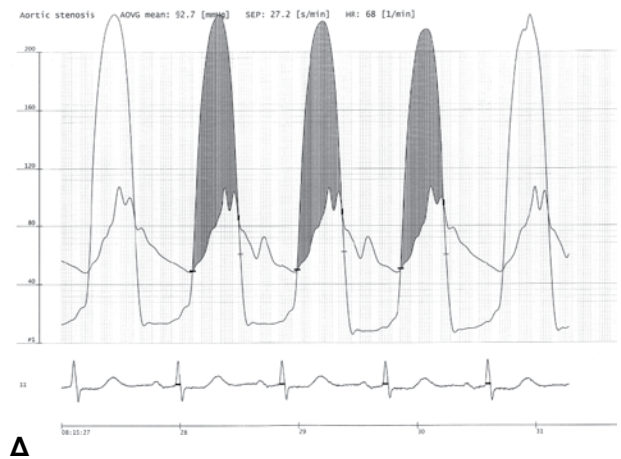
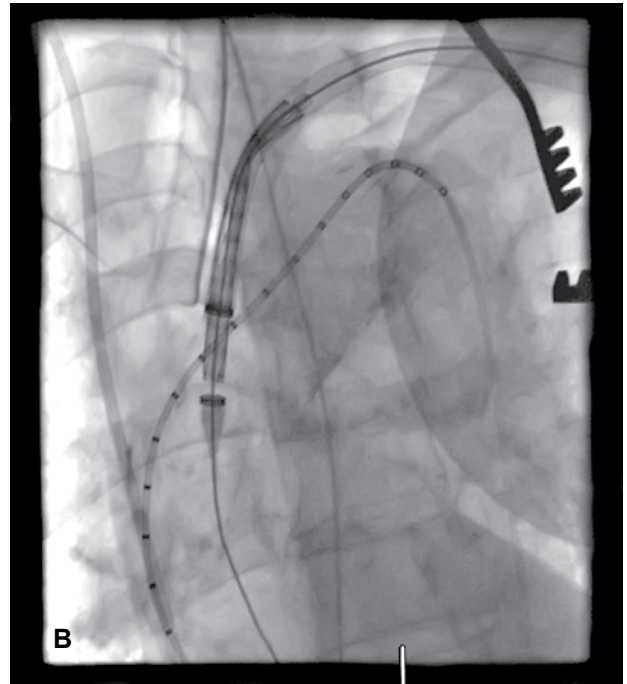
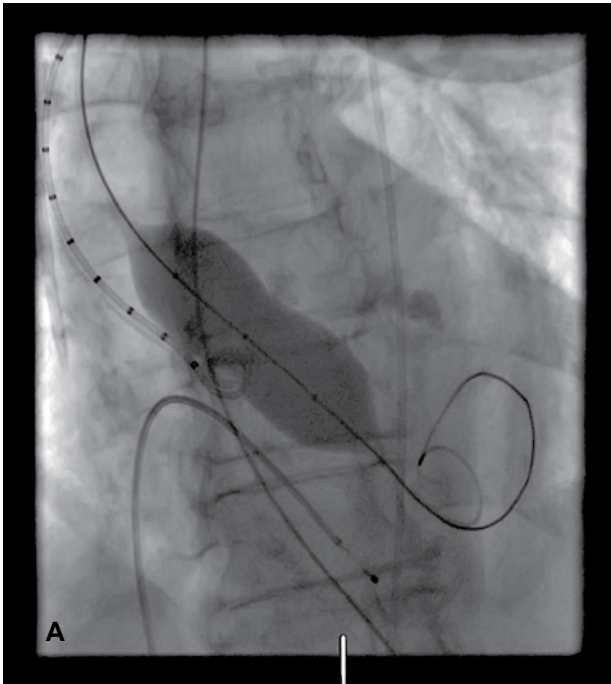
Εικόνα 4. Χειρουργική αποκάλυψη της αριστερής υποκλειδίας αρτηρίας

βιοπρόθεσης με αορτογραφία. Μέσω του αρχικού οδηγού καθετήρα τοποθετήθηκε ένα πολύ σκληρό οδηγό σύρμα 0,035 ιντσών, έγινε προδιαστολή της αυτόχθονης αορτικής βαλβίδας, με ταυτόχρονη ταχεία κοιλιακή βηματοδότηση, χρησιμοποιώντας μπαλόνι 22 mm (Εικόνα 5Α). Μετά την βαλβιδοπλαστική, μία 26 mm Medtronic CoreValve βιοπρόθεση τοποθετήθηκε επιτυχώς με προσεκτική απόσπαση του 18 F καθετήρα εισαγωγής (Εικόνα 5Β, 5Γ). Η ασθενής βελτιώθηκε αιμοδυναμικά με σημαντική

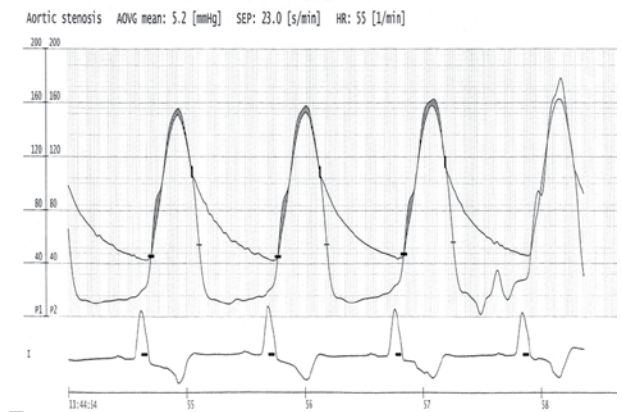
μείωση της μέσης διαβαλβιδικής κλίσης πίεσης (5,2 mmHg), άμεσα μετά την εμφύτευση (Εικόνα 5Ε). Στην αορτογραφία διαπιστώθηκαν βατά τα στόμια των στεφανιαίων αρτηριών και η παρουσία μιας ήπιας παραβαλβιδικής διαφυγής (Εικόνα 5Γ). Από τον έλεγχο με διαθωρακικό υπερηχογράφημα που διενεργήθηκε μία μέρα μετά την εμφύτευση και προ του εξιτηρίου, διαπιστώθηκε η άριστη λειτουργία της προσθετικής αορτικής βαλβίδας με ήπια παραβαλβιδική διαφυγή και βελτιωμένο κλάσμα εξωθήσεως της αριστερής κοιλίας (~ 50%). Μετά την επέμβαση, το ηλεκτροκαρδιογράφημα εμφάνισε 1ου βαθμού κολποκοιλιακό αποκλεισμό και αποκλεισμό αριστερού σκέλους- ευρήματα που παρέμειναν αμετάβλητα μέχρι την ημέρα του εξιτηρίου της ασθενούς. Η μετεπεμβατική πορεία της ασθενούς ήταν ανεπίπλεκτη και εξήλθε βελτιωμένη την 7η ημέρα μετά την επέμβαση. Τριάντα ημέρες μετά, η κλινική της κατάσταση είχε βελτιωθεί σημαντικά (NYHA II) και το υπερηχογράφημα έδειξε άριστη λειτουργία της αορτικής προσθετικής βαλβίδας με κλάσμα εξωθήσεως στο 50%.

Συζήτηση

Αυτό το περιστατικό αποτελεί την πρώτη διαδερμική εμφύτευση της αορτικής βιοπροσθετικής βαλβίδας



Δ



E

Εικόνα 5. (Α) Μέγιστη διαστολή με μπαλόνι πριν την εμφύτευση. (Β) Η προώθηση του συστήματος εισαγωγής της βιοπρόσθεσης διαμέσου της αριστερής υποκλειδίου αρτηρίας. (Γ) Η βαλβίδα τοποθετείται στην μέση της αυτόχθονης βαλβίδας. Ταυτόχρονες καταγραφές της πίεσης στην ανιούσα αορτή και στην αριστερή κοιλία πριν (Δ) και μετά (Ε) την εμφύτευση της βαλβίδας.

Medtronic CoreValve, διαμέσου της υποκλειδίου αρτηρίας στην Ελλάδα. Αυτή η προσπέλαση επιλέχθηκε λόγω της σοβαρής περιφερικής αγγειοπάθειας της ασθενούς με την παρουσία θρόμβου στην κατιούσα θωρακική αορτή και την ύπαρξη σημαντικών ελικώσεων στις μηριαίες και λαγόνιες αρτηρίες.

Η χειρουργική αντικατάσταση της αορτικής βαλβίδας αποτελεί την θεραπεία εκλογής στην σοβαρή αορτική στένωση. Ωστόσο, όταν εφαρμόζεται η χειρουργική επέμβαση σε ασθενείς υψηλού κινδύνου με συμπαρομαρτούντα νοσήματα, τα ποσοστά θνητότητας κυμαίνονται μεταξύ 10% και 50%.^{7,8} Η διαδερμική βαλβιδοπλαστική της αορτικής βαλβίδας αποτελεί ακόμη μία εναλλακτική θεραπευτική επιλογή με ικανοποιητικά βραχυπρόθεσμα αποτελέσματα αλλά με υψηλά ποσοστά επαναστένωσης στην πλειονότητα των ασθενών στους 6 μήνες.^{9,10} Η διαδερμική εμφύτευση της αορτικής βαλβίδας αποτελεί πρόσφατη εναλλακτική θεραπευτική εξέλιξη για την αντιμετώπιση υπερήλικων ασθενών υψηλού κινδύνου με το κλασικό χειρουργείο, ως λιγότερο τραυματική μέθοδος. Η τεχνική δυνατότητα της διαδερμικής εμφύτευσης αλλά και η ασφάλεια της μεθόδου έχουν αποδειχθεί με δημοσιεύσεις μεμονωμένων περιστατικών αλλά και μεγαλύτερων ομάδων ασθενών και για τους δύο τύπους βαλβιδικών αορτικών προθέσεων, οι οποίες έχουν μέχρι τώρα εγκριθεί.

Η αορτική πρόθεση της Medtronic CoreValve αποτελεί μία τρίπτυχη βαλβίδα κατασκευασμένη από χοίρειο περικάρδιο βαλβίδα, η οποία ενσωματώνεται επάνω σ' ένα αυτοεκτυσσόμενο stent. Το κάτω τμήμα του stent ασκεί μεγάλη ακτινική δύναμη ώστε να εκτείνεται ενάντια στις ασβετωμένες πτυχές της αυτόχθονης αορτικής βαλβίδας και με αποτέλεσμα να αγκιστρώνεται σε σταθερή θέση. Το μεσαίο τμήμα του stent φέρει την βαλβίδα και είναι συμπυγμένο ώστε να αποφεύγεται η απόφραξη των στεφανιαίων αρτηριών ενώ το πάνω τμήμα ασκεί μικρότερη ακτινική δύναμη ώστε να υπάρχει η δυνατότητα κατεύθυνσης της βαλβιδικής συσκευής. Η συσκευή προωθείται μέσω ενός καθετήρα εισαγωγής, το μέγεθος του οποίου μειώνεται προοδευτικά στο χρόνο ώστε να επιτυγχάνεται η ευκολότερη εμφύτευση. Οι πρώτες στον άνθρωπο, μελέτες πραγματοποιήθηκαν σε ασθενείς υψηλού κινδύνου χρησιμοποιώντας καθετήρες εισαγωγής 25 F και 21 F, για τους οποίους απαιτούνταν χειρουργική αποκάλυψη των αγγείων και γενική αναισθησία, έδειξαν όμως τη τεχνική δυνατότητα πραγματοποίησης της επέμβασης.¹¹ Οι ακόλουθες μελέτες έγιναν με τους –τρίτης γενιάς– καθετήρες εισαγωγής (18 F), οι οποίοι προωθούνται

διαδερμικά με ήπια καταστολή και χωρίς γενική αναισθησία.^{12,13} Οι Medtronic CoreValve βαλβίδες κατασκευάζονται σε δύο μεγέθη, με τις μικρότερες να χρησιμοποιούνται κυρίως σε αορτικούς δακτυλίους μεγέθους ≤ 23 mm. Για την εμφύτευσή τους, χρησιμοποιείται η αρτηριακή προσπέλαση και προτιμούνται συνήθως οι μηριαίες αρτηρίες λόγω του 18 F καθετήρα.

Ο σχεδιασμός της Medtronic CoreValve παρέχει αρκετά πλεονεκτήματα 1) την ικανότητα αυτοέκπτυξης του stent, η οποία ελαχιστοποιεί την πιθανότητα παραβαλβιδικής διαφυγής, 2) το χαμηλό προφίλ εμφύτευσης, 3) τη δυνατότητα πραγματοποίησης της επέμβασης χωρίς να απαιτείται ταχεία βηματοδότηση και καρδιακή παύση, 4) η ιδιότητα της βέλτιστης αυτοπροσαρμογής στο χώρο τοποθέτησης, 5) η ικανότητα καθήλωσης στην ανιούσα αορτή αποφεύγοντας μετατόπιση ή απόσπαση της βαλβίδας και 6) η δυνατότητα επανατοποθέτησης της βαλβίδας ακόμη και αφού έχει εκπτυχθεί μερικώς.¹¹⁻¹³

Επιπρόσθετα, η πρόθεση της Medtronic CoreValve προσφέρει το μοναδικό πλεονέκτημα της υποκλειδίας προσπέλασης με χειρουργική αποκάλυψη του αγγείου, ως εναλλακτική προσέγγιση σε ασθενείς με σοβαρή περιφερική αγγειοπάθεια, οι οποίοι κρίνονται ακατάλληλοι για διαμηριαία εμφύτευση. Με αυτή την μέθοδο αποφεύγεται και η διακορυφαία εμφύτευση, για την οποία έχουν αναφερθεί λιγότερο ευνοϊκά αποτελέσματα. Η αριστερή υποκλείδια αρτηρία επιλέγεται συνήθως λόγω της ευνοϊκότερης γωνίας εμφύτευσης σε σχέση με την δεξιά υποκλείδια. Για αυτό τον τρόπο προσπέλασης, η διάμετρος του αγγείου πρέπει να είναι τουλάχιστον 6 mm χωρίς σοβαρού βαθμού ασβέστωση ή την παρουσία ανώμαλων αθηρωματικών πλακών, ώστε να είναι δυνατή η διάταση του με το θηκάρι εισαγωγής.^{14,15}

Μέχρι σήμερα, πάνω από 1500 ασθενείς έχουν υποβληθεί παγκόσμια, σε διαδερμική εμφύτευση αορτικής βιοπροσθετικής βαλβίδας χρησιμοποιώντας το 18 F CoreValve Revalving System με υψηλά ποσοστά επεμβατικής επιτυχίας (97%) και έχοντας ως τελικό αποτέλεσμα σημαντική μείωση της διαβαλβιδικής κλίσης πίεσης με μικρού μόνο βαθμού παραμένονσα ανεπάρκεια.¹³ Τα ποσοστά θνητότητας ήταν χαμηλότερα από τα προβλεπόμενα με τους αλγόριθμους χειρουργικού κινδύνου με την περιεπεμβατική θνητότητα να υπολογίζεται στο 1,5% και την θνητότητα στις 30 ημέρες στο 8%.¹³ Το συνολικό ποσοστό αγγειακών επιπλοκών στο σημείο προσπέλασης αναφέρεται στο 1,7% με πιο συχνά χρησιμοποιούμενη την μηριαία αρτηρία. Υπάρχει περιορισμένος αριθ-

μός δημοσιεύσεων που να περιγράφεται η τεχνική της υποκλειδίας προσπέλασης, χωρίς αναφερόμενες επιπλοκές και μερικές μόνο περιπτώσεις που συμπεριλαμβάνονται σε μεγαλύτερες σειρές δίχως όμως να παρέχονται πληροφορίες συγκεκριμένα για τον τύπο της αγγειακής προσπέλασης.¹⁴⁻¹⁶

Μολονότι η δυνατότητα της πραγματοποίησης της διαδικασίας με την Medtronic CoreValve έχει ήδη διαπιστωθεί, τυχαιοποιημένες μελέτες ελέγχου με αυστηρή παρακολούθηση απαιτούνται για να δείξουν εάν η τεχνική αυτή είναι ανώτερη από το κλασσικό χειρουργείο. Επιπλέον, υπάρχει ακόμη επιτακτική ανάγκη για την περαιτέρω πρόοδο της τεχνικής εμφύτευσης και τοποθέτησης της βαλβίδας όπως και της ίδιας της συσκευής. Τα πιο κρίσιμα, προς μελλοντική διευθέτηση θέματα είναι το σημείο καθήλωσης της βαλβίδας, ο σχεδιασμός ενός αποτελεσματικού αγγιστροωτικού μηχανισμού για την πρόληψη παραβαλβιδικών διαφυγών και μηχανικής απόφραξης των στεφανιαίων αγγείων, οι συνυπάρχουσες δυσλειτουργίες της μιτροειδούς βαλβίδας. Η δυνατότητα εμφύτευσης της συσκευής σε ασθενείς με μεγάλο μεγέθους αορτικό δακτύλιο (>27mm) ή με προεξάρχουσα ανεπάρκεια της βαλβίδας ή ακόμη και σε ασθενείς οι οποίοι θεωρούνται κατάλληλοι υποψήφιοι για κλασσικό χειρουργείο, θα χρειασθούν περαιτέρω διερεύνησης στο μέλλον. Ωστόσο, σύμφωνα με τις πρόσφατα δημοσιευμένες οδηγίες, η διαδεδομένη εμφύτευση αορτικής βιοπροσθετικής βαλβίδας θα πρέπει να συνιστάται μόνο σε ασθενείς με σοβαρού βαθμού, συμπτωματική αορτική στένωση, οι οποίοι θεωρούνται υψηλού χειρουργικού κινδύνου και ακατάλληλοι για χειρουργείο.^{17,18}

Βιβλιογραφία

- Boudjemline Y, Bonhoeffer P. Steps toward percutaneous aortic valve replacement. *Circulation* 2002; 105: 775-778.
- Lichtenstein SV, Cheung A, Ye J, et al. Transapical transcatheter aortic valve implantation in humans: initial clinical experience. *Circulation* 2006; 114: 591-596.
- Cribier A, Eltchaninoff H, Bash A, et al. Percutaneous transcatheter implantation of an aortic valve prosthesis for calcific aortic stenosis: first human case description. *Circulation* 2002; 106: 3006-3008.
- Cribier A, Eltchaninoff H, Tron C, et al. Early experience with percutaneous transcatheter implantation of heart valve prosthesis for the treatment of end-stage inoperable patients with calcific aortic stenosis. *J Am Coll Cardiol* 2004; 43: 698-703.
- Webb JG, Pasupati S, Humphries K, et al. Percutaneous transarterial aortic valve replacement in selected high-risk patients with aortic stenosis. *Circulation* 2007; 116: 755-763.
- Grube E, Laborde JC, Zickmann B, et al. First report on a human percutaneous transluminal implantation of a self-expanding valve prosthesis for interventional treatment of aortic valve stenosis. *Catheter Cardiovasc Interv* 2005; 66: 465-469.
- Bonow RO, Carabello BA, Kanu C, et al. ACC/AHA 2006 guidelines for the management of patients with valvular heart disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation*. 2006; 114: e84-e231.
- Edwards MB, Taylor KM. Outcomes in nonagenarians after heart valve replacement operation. *Ann Thorac Surg* 2003; 75: 830-834.
- Otto CM, Mickel MC, Kennedy JW, et al. Three-year outcome after balloon aortic valvuloplasty: insights into prognosis of valvular aortic stenosis. *Circulation*. 1994; 89: 642-650.
- Lieberman EB, Bashore TM, Hermiller JB, et al. Balloon aortic valvuloplasty in adults: failure of procedure to improve long-term survival. *J Am Coll Cardiol*. 1995; 26: 1522-1528.
- Grube E, Laborde JC, Gerckens U, et al. Percutaneous implantation of the CoreValve self-expanding valve prosthesis in high-risk patients with aortic valve disease: the Siegburg first-in-man study. *Circulation* 2006; 114: 1616-124.
- Grube E, Schuler G, Buellesfeld L, et al. Percutaneous aortic valve replacement for severe aortic stenosis in high-risk patients using the second- and current third-generation self-expanding CoreValve prosthesis: device success and 30-day clinical outcome. *J Am Coll Cardiol*. 2007; 50: 69-76.
- Piazza N, Grube E, Gerckens U, et al. Procedural and 30-day outcomes following transcatheter aortic valve implantation using the third generation (18 Fr) corevalve revalving system: results from themulticentre, expanded evaluation registry 1-year following CE mark approval. *EuroIntervention*. 2008; 4: 242-249.
- Ruge H, Lange R, Bleiziffer S, et al. First successful aortic valve implantation with the CoreValve ReValving System via right subclavian artery access: a case report. *Heart Surg Forum*. 2008; 11: E323-324.
- Bojara W, Mumme A, Gerckens U, et al. Implantation of the CoreValve self-expanding valve prosthesis via a subclavian artery approach: a case report. *Clin Res Cardiol*. 2009; 98: 201-204.
- Bleiziffer S, Ruge H, Mazzitelli D, et al. Results of percutaneous and transapical transcatheter aortic valve implantation performed by a surgical team. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2009; 35: 615-620.
- Vahanian A, Alfieri O, Al-Attar N, et al. Transcatheter valve implantation for patients with aortic stenosis: a position statement from the European Association of Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) and the European Society of Cardiology (ESC), in collaboration with the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI). *Eur Heart J* 2008; 29: 1463-1470.
- Rosengart TK, Feldman T, Borger MA, et al. Percutaneous and minimally invasive valve procedures: a scientific statement from the American Heart Association Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia, Council on Clinical Cardiology, Functional Genomics and Translational Biology Interdisciplinary Working Group, and Quality of Care and Outcomes Research Interdisciplinary Working Group. *Circulation* 2008; 117: 1750-1567.