

Ενδιαφέρουσα Περίπτωση

Η Χρήση του Κυκλοτερούς Καθετήρα Χαρτογράφησης και Κατάλυσης PVAC για την Ηλεκτρική Κατάλυση Κολπικής Ταχυκαρδίας Από τον Αριστερό Κόλπο

ΔΙΟΝΥΣΙΟΣ ΛΕΥΘΕΡΙΩΤΗΣ¹, ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ ΦΛΕΒΑΡΗ¹, ΕΥΤΥΧΙΑ ΣΥΜΕΩΝΙΔΟΥ¹, ΔΗΜΗΤΡΑ ΝΙΚΟΥ², ΜΑΡΙΑ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ-ΝΑΝΑ¹

¹Β' Πανεπιστημιακή Καρδιολογική Κλινική, «Αττικόν» Νοσοκομείο, Αθήνα, ²Πανεπιστημιακό Ανασθησιολογικό Τμήμα, «Αττικόν» Νοσοκομείο, Αθήνα

Λέξεις ευρετηρίου:
Κολπική ταχυκαρδία, κατάλυση, PVAC.

Ο πολλαπλών ηλεκτροδίων κυκλοτερής καθετήρας ηλεκτρικής κατάλυσης PVAC χρησιμοποιείται προκειμένου να απλοποιήσει την ηλεκτρική απομόνωση των πνευμονικών φλεβών, σε ασθενείς που υποβάλλονται σε επέμβαση κατάλυσης κολπικής μαρμαρυγής. Έως τώρα δεν υπάρχει μεγάλη εμπειρία πάνω στη χρήση του PVAC σε κολπικές ταχυκαρδίες. Στο περιστατικό που παρουσιάζεται, ο εν λόγω καθετήρας χρησιμοποιήθηκε επιτυχώς για την ηλεκτρική κατάλυση κολπικής ταχυκαρδίας από τον αριστερό κόλπο, μετά από την ηλεκτρική απομόνωση των πνευμονικών φλεβών. Αυτό υποδηλώνει ότι ο PVAC θα μπορούσε ενδεχομένως να χρησιμοποιηθεί επιλεγμένα για την κατάλυση κολπικών ταχυκαρδιών, χωρίς να χρειαστεί επιπρόσθετος καθετήρας κατάλυσης, επειδή συνδυάζει τη δυνατότητα χαρτογράφησης, βηματοδότησης και εφαρμογής ηλεκτρικής ενέργειας σε μια ευρεία ανατομική περιοχή.

Ημερ. παραλαβής εργασίας:
16 Μαΐου 2011
Ημερ. αποδοχής:
21 Δεκεμβρίου 2011

Διεύθυνση
Επικοινωνίας:
Διονύσιος Λευθεριώτης

Β' Πανεπιστημιακή Καρδιολογική Κλινική, «Αττικόν» Νοσοκομείο, Ρίμνι 1, Χαϊδάρι, Αττική
e-mail: dleftheriotis@gmail.com

Η ηλεκτρική απομόνωση των πνευμονικών φλεβών αποτελεί καθιερωμένη θεραπεία σε ασθενείς με παροξυσμική κολπική μαρμαρυγή (ΚΜ) μη ανταποκρινόμενη στα αντιαρρυθμικά φάρμακα.^{1,2} Ο πολλαπλών ηλεκτροδίων κυκλοτερής καθετήρας ηλεκτρικής κατάλυσης PVAC (Medtronic, Ablation Frontiers, Carlsbad, CA, USA) χρησιμοποιείται προκειμένου να απλοποιηθεί η διαδικασία απομόνωσης των πνευμονικών φλεβών με υψηλά ποσοστά άμεσης επιτυχίας.^{3,6} Παρότι είναι γνωστό ότι η ηλεκτρική απομόνωση των πνευμονικών φλεβών μπορεί να ακολουθείται από κολπικές ταχυκαρδίες, η χρήση του PVAC για την κατάλυση κολπικών ταχυκαρδιών δεν έχει περιγραφεί προς το παρόν.⁷⁻⁹ Στο περιστατικό που ακολουθεί, παρουσιάζεται μια περίπτωση κολπικής ταχυ-

καρδίας από τον αριστερό κόλπο (ΑΚ) μετά από την ηλεκτρική απομόνωση των πνευμονικών φλεβών, η οποία καταλύθηκε επιτυχώς με τον PVAC.

Παρουσίαση περιστατικού

Το παρόν περιστατικό αφορά γυναίκα 70 ετών, που εισήχθη προγραμματισμένα στο νοσοκομείο για ηλεκτρική κατάλυση συμπτωματικής ΚΜ, μη ανταποκρινόμενης στη φαρμακευτική αγωγή. Το ατομικό της ιστορικό περιελάμβανε αρτηριακή υπέρταση καθώς ρυθμιζόμενη φαρμακευτικώς και μαστεκτομή με επακόλουθο εκσεσημασμένο λεμφοίδημα του συστοίχου άνω άκρου. Η φαρμακευτική αγωγή αποτελείτο από ραμπερίλη, προπαφενόνη, ακενοκουμαρόλη και αναλγητικά. Η προπαφενόνη είχε διακοπεί επτά ημέρες πριν

την εισαγωγή στο νοσοκομείο και η ακενοκουμαρόλη είχε αντικατασταθεί με χαμηλού μοριακού βάρους ηπαρίνη τρεις ημέρες προ της εισαγωγής. Διοισοφάγεια ηχωκαρδιογραφική μελέτη πραγματοποιηθείσα εικοσιτέσσερις ώρες πριν από την επέμβαση και απέκλεισε την παρουσία θρόμβων στον ΑΚ.

Μετά την καταστολή της ασθενούς με συνεχή ενδοφλέβια χορήγηση προποφύλης, δεκαπολικός ηδαλιουχούμενος καθετήρας (Webster D-type, Biosense-Webster, CA, USA) εισήχθη στο στεφανιαίο κόλπο (ΣΚ) διά της αριστερής υποκλειδίου φλέβας. Ακολούθησε κολπική διαφραγματοστομία και χορήγηση κρυσταλλικής ηπαρίνης σε επαναλαμβανόμενες ώσεις, ώστε ο χρόνος ενεργοποιημένης πήξεως να παραμένει μεταξύ 200 και 300 δευτερολέπτων καθ' όλη τη διάρκεια της επεμβάσεως. Εν συνεχεία, πραγματοποιήθηκε εκλεκτική φλεβογραφία των τεσσάρων πνευμονικών φλεβών και ο καθετήρας PVAC προωθήθηκε στον ΑΚ μέσα από προσχηματισμένο εισαγωγέα (Medtronic, Ablation Frontiers, Frontier Advance 12 Fr transeptal sheath, Carlsbad, CA, USA).

Ακολούθως, πραγματοποιήθηκε τρισδιάστατη ηλεκτροανατομική ανακατασκευή του ΑΚ με το σύστημα En Site NavX (St. Jude, Austin, Tex, USA), στο πλαίσιο καθιερωμένου από το ηλεκτροφυσιολογικό εργαστήριο πρωτοκόλλου, μη σχετιζόμενου με το παρόν περιστατικό. Αυτό επέτρεψε την καλύτερη τρισδιάστατη απεικόνιση των άνδρων των πνευμονικών φλεβών και των λοιπών ανατομικών περιοχών του ΑΚ εν γένει. Ο PVAC τοποθετήθηκε διαδοχικά σε κάθε άνδρα και ηλεκτρικό ρεύμα ραδιοσυχνότητας (HPP) εφαρμόστηκε επανειλημμένως με ελεγχόμενη θερμοκρασία (ανώτερο όριο 60° Κελσίου) και ισχύ (μέγιστη ισχύς 10 W). Η διάρκεια κάθε εφαρμογής ήταν 60 δευτερόλεπτα με διπολική προς μονοπολική αναλογία 4:1. Βηματοδότηση από το ΣΚ πραγματοποιείται περιστασιακά για τη διάκριση των τοπικών ηλεκτρογραμμάτων ή εάν παρατηρείτο φλεβοκομβική βραδυκαρδία. Η πλήρης ηλεκτρική απομόνωση των πνευμονικών φλεβών ελέγχεται 1) με την απουσία ηλεκτρικής αγωγής προς τον ΑΚ κατά τη βηματοδότηση εντός των φλεβών και 2) με την εξάλειψη των δυναμικών των πνευμονικών φλεβών κατά τη χαρτογράφηση των στομών τους με τον PVAC.

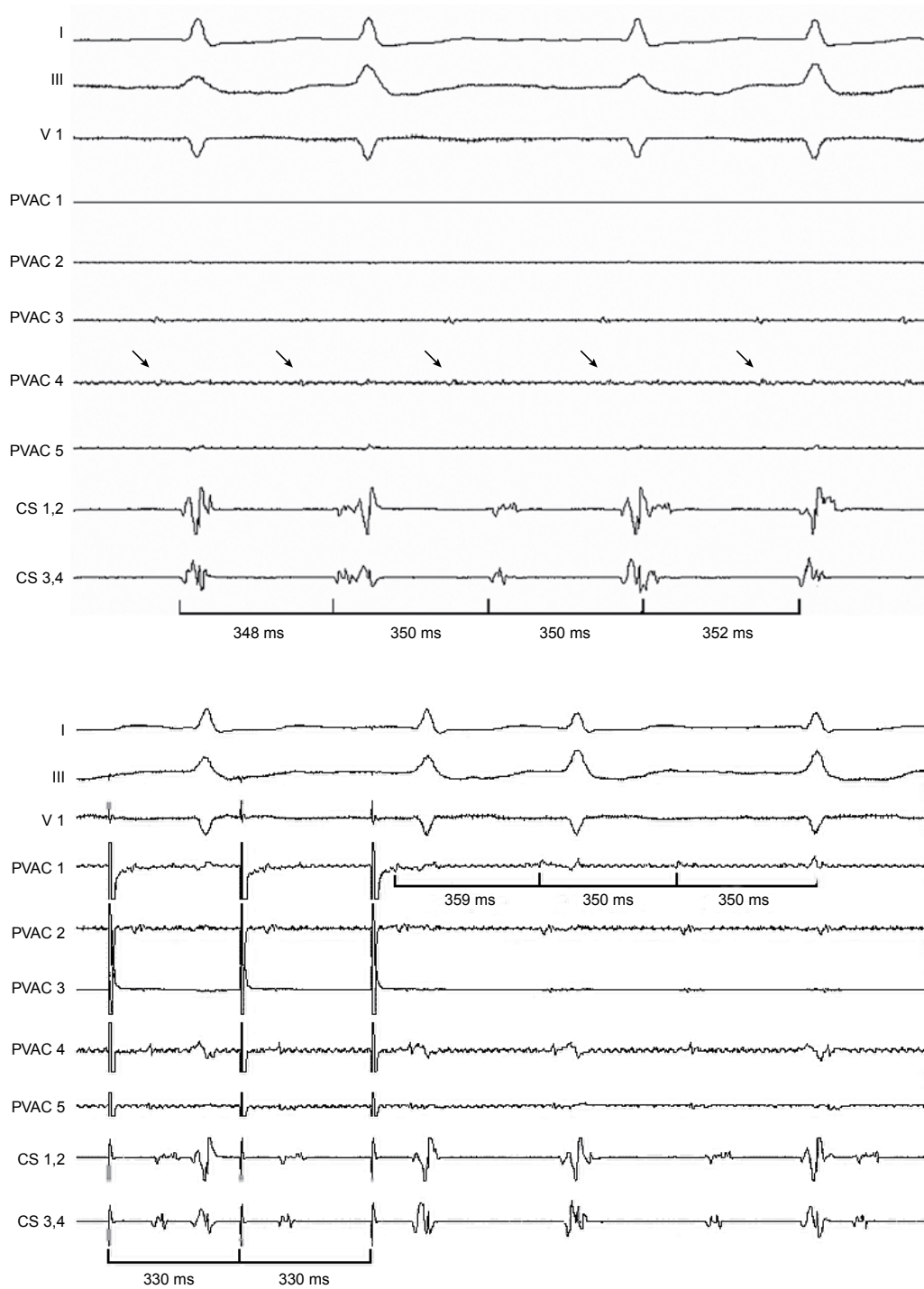
Κατά τη διάρκεια της τελευταίας εφαρμογής HPP στη δεξιά κάτω πνευμονική φλέβα, χρειάστηκε βηματοδότηση από το ΣΝ, λόγω επανεμφάνισης φλεβοκομβικής βραδυκαρδίας. Η βηματοδότηση εισήγαγε κολπική ταχυκαρδία (ΚΤ) με μήκος κύκλου μεταξύ 345 και 355 ms (Εικόνα 1). Η ταχυκαρδία

τερματιζόταν με κολπικές έκτακτες συστολές ή ριπές βηματοδότησης, ενώ επανεισήγето επανειλημμένως με βηματοδότηση από το ΣΚ και εμφάνιζε σταθερή αλληλουχία στα ηλεκτρογράμματα του ΣΚ και επαναλαμβανόμενο μήκος κύκλου. Η χαρτογράφηση των άνδρων των πνευμονικών φλεβών επανελήφθη σε φλεβοκομβικό ρυθμό με τον PVAC και δεν ανέδειξε φλεβο-κολπική ηλεκτρική επανασύνδεση. Εν συνεχεία, ο PVAC τοποθετήθηκε στον αριστερό ισθμό προκειμένου να γίνει χαρτογράφηση της ΚΤ. Βηματοδοτώντας από διαφορετικά δίπολα του PVAC η ταχυκαρδία παρασύρετο από διαφορετικά σημεία της περιοχής του ισθμού, με διάστημα μετά τη βηματοδότηση (post-pacing interval – PPI) σχεδόν ίσο με το μήκος κύκλου της ΚΤ (Εικόνα 2). Τα ανωτέρω ήταν συμβατά με ισθμοεξαρτώμενη ΚΤ επανεισόδου και για το λόγο αυτό χορηγήθηκε HPP ταυτοχρόνως από όλα τα δίπολα του PVAC εγκαρσίως του αριστερού ισθμού, στην περιοχή των σημείων επιτυχούς παράσυρσης. Η ΚΤ τερματίστηκε κατά τη διάρκεια της χορήγησης ηλεκτρικής ενέργειας (Εικόνα 3 και 4) και δεν επανεισήγето με επανειλημμένες βηματοδοτήσεις. Ακολούθως, ο PVAC τοποθετήθηκε στην περιοχή του αριστερού ωτίου και πραγματοποιήθηκαν βηματοδοτικοί χειρισμοί από το άνω και εγγύς δίπολο του καθετήρα στο ΣΚ, χωρίς να τεκμηριωθεί ο πλήρης ηλεκτρικός αποκλεισμός κατά μήκος του ισθμού. Εντούτοις, εφόσον η ΚΤ δεν εισήγето, αποφασίστηκε ο τερματισμός της επέμβασης και η συστηματική παρακολούθηση της ασθενούς.

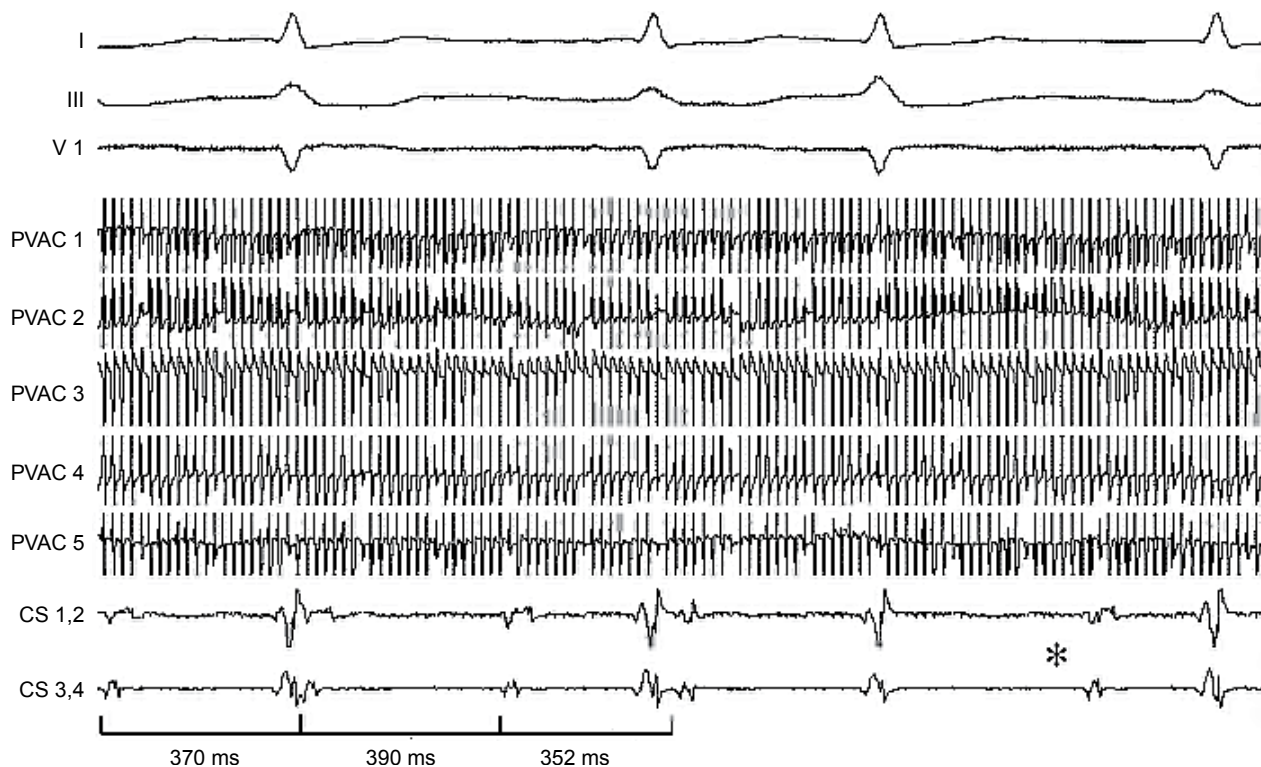
Τρεις ημέρες μετά την κατάλυση, η ασθενής έλαβε εξιτήριο με οδηγίες για την ανθυπερτασική και αντιπηκτική της αγωγή και χωρίς αντιαρρυθμικά φάρμακα. Για τους επόμενους έξι μήνες, παρακολουθείτο μηνιαίως στα εξωτερικά ιατρεία, οπότε και γινόταν καταγραφή ηλεκτροκαρδιογραφήματος 12 απαγωγών. Επίσης, πραγματοποιήθηκαν εικοσιτετράωρες καταγραφές ηλεκτροκαρδιογραφήματος (Holter) στο τέλος του πρώτου, τρίτου και έκτου μήνα. Καθ' όλη τη διάρκεια της παρακολούθησης η ασθενής παρέμεινε ασυμπτωματική και δεν κατεγράφησαν επεισόδια ΚΜ ή ΚΤ.

Συζήτηση

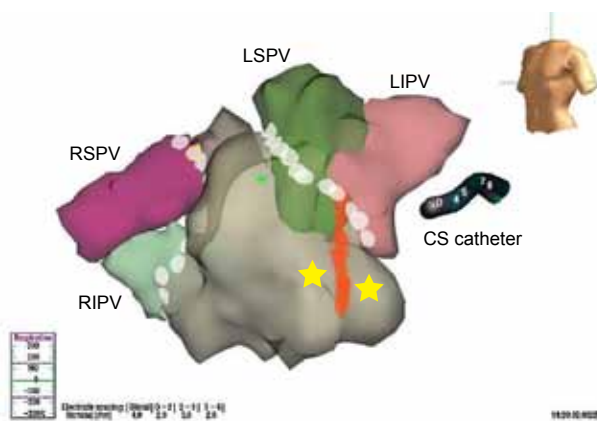
Η ηλεκτρική απομόνωση των πνευμονικών φλεβών αποτελεί ακρογωνιαίο λίθο στην κατάλυση της ΚΜ.¹¹ Ο πλήρης αποκλεισμός των πνευμονικών φλεβών με την κυκλοτερή εφαρμογή HPP σε μια ευρύτερη περιοχή περίξ των φλεβικών άνδρων σχετίζεται με καλύτερα αποτελέσματα από την κατάλυση σε μι-



Εικόνα 1. Στην εικόνα παρουσιάζονται οι καταγραφές των ηλεκτροκαρδιογραφικών απαγωγών I, III και V1 καθώς και τα ηλεκτρογράμματα από τον PVAC (PVAC 1 – PVAC 5) και τον καθετήρα στο ΣΚ (CS 1,2 και CS 3,4). **A.** Η ΚΤ που εισήχθη μετά την απομόνωση των πνευμονικών φλεβών καταγράφεται από τον καθετήρα στο ΣΚ, με σχετικά σταθερό μήκος κύκλου (στο συγκεκριμένο στιγμιότυπο το μήκος κύκλου κυμαίνεται μεταξύ 348 και 352 ms). Ο PVAC βρίσκεται βαθειά εντός του στομίου της πνευμονικής φλέβας και καταγράφει χαμηλών δυναμικών κολπικά ηλεκτρογράμματα εξ αποστάσεως (far-field), όπως υποδεικνύουν τα βέλη. **B.** Η ΚΤ παρασύρετο με βηματοδότηση από τον PVAC (δίπολο 1) στην περιοχή του αριστερού ισθμού, με μήκος κύκλου 330 ms. Το διάστημα μετά τη βηματοδότηση (PPI) ήταν 339 ms, σχεδόν ίσο με τον κύκλο της ταχυκαρδίας που ήταν 350 ms.



A



B

Εικόνα 2. Β. Αριστερή πλευρά προβολή της τρισδιάστατης ανακατασκευής του ΑΚ. Τα λευκά στίγματα υποδηλώνουν τα σημεία περίξ των φλεβικών άνδρων που χορηγήθηκε HPP από τον PVAC. Οι κίτρινοι αστερίσκοι δείχνουν τα σημεία από τα οποία η βηματοδότηση οδήγησε σε παράσυρση της ταχυκαρδίας με PPI σχεδόν ίσο με το μήκος κύκλου της ταχυκαρδίας. Τα κόκκινα στίγματα υποδηλώνουν το εύρος του ισθμού όπου εφαρμόστηκε ηλεκτρική ενέργεια με αποτέλεσμα τον τερματισμό της ΚΤ και τη μη επανεισαγωγή της. RSPV: δεξιά άνω πνευμονική φλέβα, RIPV: δεξιά κάτω πνευμονική φλέβα, LSPV: αριστερή άνω πνευμονική φλέβα, LIPV: αριστερή κάτω πνευμονική φλέβα, CS catheter: καθετήρας του ΣΚ.

κρότερη ακτίνα γύρω στόμια των φλεβών σε ασθενείς με παροξυσμική ή βραχείας διάρκειας εμμένου-

Εικόνα 2. Α. Οι καταγραφές των ηλεκτροκαρδιογραφικών απαγωγών I, ΙΙΙ και V1 καθώς και τα ηλεκτρογράμματα από τον PVAC (PVAC 1 – PVAC 5) και τον καθετήρα στο ΣΚ (CS 1,2 και CS 3,4) παρουσιάζονται όπως στην Εικόνα 1. Α. Κατά τη διάρκεια χορήγησης HPP στην περιοχή του αριστερού ισθμού, η ΚΤ επιβραδύνθηκε παροδικά (μήκος κύκλου 370 και 390 ms) και τελικώς τερματίστηκε. Ο αστερίσκος υποδεικνύει την πρώτη φλεβοκομβική συστολή.

σα ΚΜ.¹² Ο PVAC είναι ένας κυκλοτερής καθετήρας κατάλυσης, που σχεδιάστηκε και χρησιμοποιείται για να απλοποιήσει την ηλεκτρική απομόνωση των πνευμονικών φλεβών. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της ταυτόχρονης εφαρμογής HPP από όλα τα δίπολα που βρίσκονται στο κυκλοτερές άπω τμήμα του. Επίσης, με τον PVAC αρκεί η διενέργεια μίας μόνον διαφραγματοστομίας, αφού με τον ίδιο καθετήρα πραγματοποιείται χαρτογράφηση και κατάλυση.³⁻⁶ Εντούτοις, η ηλεκτρική κατάλυση της ΚΜ μπορεί να οδηγήσει σε ΚΤ από τον ΑΚ σε ένα υπολογίσιμο ποσοστό ασθενών.^{8,9,13} Παρότι η χρήση του PVAC συνδυάζεται με υψηλά άμεσα ποσοστά επιτυχίας της κατάλυσης ΚΜ, η αποτελεσματικότητά του στην άμεση αντιμετώπιση ΚΤ μετά την απομόνωση των πνευμονικών φλεβών δεν έχει περιγραφεί προς το παρόν.

Στην παρούσα παρουσίαση, περιγράφεται για πρώτη φορά η κατάλυση αριστερής ΚΤ με τον καθετήρα PVAC. Η εν λόγω ταχυκαρδία είχε χαρακτηρι-

στικά ΚΤ επανεισόδου, σχετιζόμενης με την περιοχή του αριστερού ισθμού. Η μικρή μεταβλητότητα του μήκους κύκλου της ΚΤ, η σταθερή αλληλουχία στα ηλεκτρογράμματα του ΣΚ και η παράσυρση της ταχυκαρδίας από παρακείμενα σημεία του ισθμού είναι συμβατά με μακρο-επανεϊσοδο πέριξ του μιτροειδικού δακτυλίου ή ταχυκαρδία επανεισόδου εντοπιζόμενη στον αριστερό ισθμό.^{13,14} Τα ανωτέρω είναι συμβατά με προηγούμενες παρατηρήσεις, σύμφωνα με τις οποίες η συχνότερη ΚΤ επανεισόδου μετά την επέμβαση απομόνωσης των πνευμονικών φλεβών είναι ο κολπικός περυσισμός πέριξ του μιτροειδικού δακτυλίου.¹⁵ Στην περίπτωση της ισθμοεξαρθώμενης μακρο-επανεϊσοδου, η εφαρμογή HPP που οδηγεί σε αμφίδρομο αποκλεισμό εγκαρσίως του ισθμού τερματίζει την ταχυκαρδία. Εντούτοις, ο πλήρης αποκλεισμός του αριστερού ισθμού δεν είναι πάντα εύκολος και συχνά απαιτεί τόσο ενδοκαρδιακή όσο και επικαρδιακή εφαρμογή HPP, λόγω του ποικίλου σχήματος και πάχους του μυοκαρδιακού ιστού στην περιοχή.¹⁶⁻¹⁸ Στο περιστατικό που παρουσιάζουμε, ο μηχανισμός του τοπικού κυκλώματος επανεισόδου είναι επίσης πιθανός, αφού η ΚΤ τερματίστηκε και δεν επανεισήγето, χωρίς τεκμηριωμένο αμφίδρομο αποκλεισμό του ισθμού. Το βραχύ διάστημα μετά τη βηματοδότηση που παρατηρήθηκε κατά την παράσυρση υποδηλώνει την εγγύτητα των σημείων βηματοδότησης στο τοπικό κύκλωμα της ταχυκαρδίας.^{19,20}

Η ενδεδειγμένη χαρτογράφηση μίας ΚΤ μετά την ηλεκτρική απομόνωση των πνευμονικών φλεβών με τον καθετήρα PVAC θα απαιτούσε τη χρήση ενός επιπλέον καθετήρα χαρτογράφησης και κατάλυσης και πιθανότατα τη διενέργεια δεύτερης διαφραγματοστομίας, γεγονός που θα αύξανε το κόστος και τη διάρκεια της επεμβάσεως. Στην περίπτωση αυτή, η χρησιμοποίηση του PVAC για χαρτογράφηση αλλά και κατάλυση της ταχυκαρδίας θα μπορούσε να αποδειχθεί πιο οικονομική σε πόρους και χρόνο μέθοδος, όπως υποδηλώνει το παρόν περιστατικό. Η δυνατότητα του PVAC να καλύπτει μία ευρεία περιοχή για χαρτογράφηση, βηματοδότηση και χορήγηση HPP θα μπορούσε να αποτελεί πλεονέκτημα του εν λόγω καθετήρα και συνεπώς η χρήση επιπλέον καθετήρων ενδέχεται να μην είναι αναγκαία. Η ταυτόχρονη εφαρμογή ηλεκτρικής ενέργειας από όλα τα δίπολα του PVAC μπορεί να έχει αποτέλεσμα παρόμοιο με εκείνο των καθιερωμένων γραμμικών βλαβών εγκαρσίως του κριτικού ισθμού του τοπικού κυκλώματος, οι οποίες τερματίζουν την ταχυκαρδία. Εντούτοις, αφού ο καθετήρας σχεδιάστηκε για χορήγηση ενέργειας στα πνευμονικά στόμια, χρειάζεται

να συλλεγεί περισσότερη εμπειρία για να αξιολογηθεί η χρήση του PVAC σε άλλες περιοχές του ΑΚ και να εκτιμηθεί ο κίνδυνος θρόμβωσης κατά τη διάρκεια της κατάλυσης.

Βιβλιογραφία

1. Nault I, Miyazaki S, Forclaz A, et al. Drugs vs ablation for the treatment of atrial fibrillation: the evidence supporting catheter ablation. *Eur Heart J.* 2010; 31: 1046-1054.
2. Fuster V, Ryden LE, Asinger RW, et al. ACC/AHA/ESC Guidelines for the Management of Patients with Atrial Fibrillation: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and the European Society of Cardiology Committee for Practice Guidelines and Policy Conferences (Committee to Develop Guidelines for the Management of Patients With Atrial Fibrillation) Developed in Collaboration With the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation.* 2001; 104: 2118-2150.
3. Boersma LV, Wijffels MC, Oral H, Wever EF, Morady F. Pulmonary vein isolation by duty-cycled bipolar and unipolar radiofrequency energy with a multielectrode ablation catheter. *Heart Rhythm.* 2008; 5: 1635-1642.
4. Beukema R, Beukema W, Smit J-J, et al. Efficacy of multi-electrode duty-cycled radiofrequency ablation for pulmonary vein disconnection in patients with paroxysmal and persistent atrial fibrillation. *Europace.* 2010; 12: 502-507.
5. Raffa S, Große A, Brunelli M, Wauters K, Geller J-C. Voltage mapping and pacing to assess the level of pulmonary venous isolation achieved with a novel circular multielectrode ablation catheter. *Europace.* 2010; 12: 933-940.
6. Wiczczonek M, Hoeltgen R, Akin E, Salili A-R, Oral H, Morady F. Results of short-term and long-term pulmonary vein isolation for paroxysmal atrial fibrillation using duty-cycled bipolar and unipolar radiofrequency energy. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2010; 21: 399-405.
7. Gersyfeld EP, Callans DJ, Dixit S, et al. Mechanisms of organized atrial tachycardias occurring after pulmonary vein isolation. *Circulation.* 2004; 110: 1351-1357.
8. Chae S, Oral H, Good E, et al. Atrial tachycardia after circumferential pulmonary vein ablation of atrial fibrillation: Mechanistic insights, results of catheter ablation, and risk factors for recurrence. *J Am Coll Cardiol.* 2007; 50: 1781-1787.
9. Chang SL, Lin YJ, Tai CT, et al. Induced atrial tachycardia after circumferential pulmonary vein isolation of paroxysmal atrial fibrillation: Electrophysiological characteristics and impact of catheter ablation on the follow-up results. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2009; 20: 388-394.
10. Jais P, Hocini M, O'Neil M, et al. How to perform linear lesions. *Heart Rhythm.* 2007; 4: 803-809.
11. Wright M, Haissaguerre M, Knecht S, et al. State of the art: catheter ablation of atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2008; 19: 583-592.
12. Arentz T, Weber R, Herrera C, et al. Small or large isolation areas around the pulmonary veins for the treatment of atrial fibrillation? Results from a prospective randomized study. *Circulation.* 2007; 115: 3057-3063.
13. Weerasooriya R, Jais P, Wright M, et al. Catheter ablation of atrial tachycardia following atrial fibrillation ablation. *J Car-*

- diovasc Electrophysiology. 2009; 20: 833-838.
14. Chang S-L, Tsao H-M, Lin Y-J, et al. Differentiating macroreentrant from focal atrial tachycardias occurred after circumferential pulmonary vein isolation. *J Cardiovasc Electro-physiol* 2011 (in press).
 15. Chugh A, Oral H, Lemola K, et al. Prevalence, mechanisms, and clinical significance of macroreentrant atrial tachycardia during and following left atrial ablation for atrial fibrillation. *Heart Rhythm*. 2005; 2: 464-471.
 16. Knecht S, Hocini M, Wright M, et al. Left atrial linear lesions are required for successful treatment of persistent atrial fibrillation. *Eur Heart J*. 2008; 29: 2359-2366.
 17. Matsuo S, Wright M, Knecht S, et al. Peri-mitral atrial flutter in patients with atrial fibrillation ablation. *Heart Rhythm*. 2010; 7: 2-8.
 18. Wittkamp FH, van Oosterhout MF, Loh P, et al. Where to draw the mitral isthmus line in catheter ablation of atrial fibrillation: Histological analysis. *Eur Heart J*. 2005; 26: 689-695.
 19. Mohamed U, Skanes AC, Gula LJ, et al. A novel pacing maneuver to localize focal atrial tachycardia. *J Cardiovasc Electro-physiol*. 2007; 18: 1-6.
 20. Tzeis S, Andrikopoulos G, Vardas P, Theodorakis G. Atrial tachycardia after ablation of atrial fibrillation: ten steps to diagnosis and treatment. *Hellenic J Cardiol*. 2011; 52: 345-351.