

## *Τι πρέπει να γνωρίζει ο αναισθησιολόγος για τους ασθενείς με καρδιακή βηματοδότηση*

<sup>1</sup>Σούμπασης Ιωάννης MD, <sup>2</sup>Ζουλκάρνι Φαρρούχ MD

### **ABSTRACT**

#### **What the anaesthesiologists have to know about patients with pacemaker**

Soumpasis I, Zhaulqarni F

One of the few areas in clinical medicine which is more affected by advances in engineering technology is cardiac pacing. In about half a century since the first implantation of a pacing system, there has been a significant progress concerning the pacing devices and along with the growing number of new indications for pacing, this will lead to an increasing number of implanted devices over the following years. This fact will raise the possibilities for the new anaesthesiologist to manage a paced patient. Despite the remarkable progress, there is still the chance for adverse effects due to exposure to electromagnetic and mechanical interference. It is necessary to understand the indication for which the device was prescribed and how it is expected to react in such conditions. Another consideration is the knowledge to detect possible device malfunction, and the basic principles of their treatment. However, anaesthesiologists must recognize that this is a very complex and constantly evolving field of technology. It is strongly recommended that they make use of all the resources available to them for advice, regarding perioperative management issues. So that the perioperative management of the patient with cardiac rhythm devices will be beyond the common practice a really challenging experience.

### **Εισαγωγή - Ιστορικά**

Υπάρχουν συχνά καταστάσεις κατά τις οποίες παρουσιάζεται μεταβολή στο φυσιολογικό τόπο ή τη συχνότητα παραγωγής της ηλεκτρικής ώσης μέσα στη καρδιά ή μια μεταβολή της κανονικής μετάδοσής της δια μέσου του συστήματος της καρδιακής αγωγιμότητας. Οι καταστάσεις αυτές οδηγούν στην εμφάνιση καρδιακών αρρυθμιών

των οποίων η κλινική σημασία ποικίλλει. Τέτοιου είδους μεταβολές είναι δυνατόν σε ορισμένους ασθενείς να μην ανιχνεύονται, ωστόσο σε άλλους μπορεί να οδηγήσουν στην εμφάνιση συμπτωμάτων από απλές ενοχλήσεις έως σημαντική παρεμπόδιση των δραστηριοτήτων τους λόγω κυκλοφορικής ανεπάρκειας, η οποία απειλεί την άρδευση ζωτικών οργάνων [1]. Συνεπώς πέρα από την αναγνώριση της αρρυθμίας, πολύ σημαντική παράμετρος αποτελεί η αντιμετώπισή της. Αν και για πολλά χρόνια η κύρια θεραπευτική προσέγγιση περιλάμβανε φαρμακευτικές ουσίες με επίδραση στο

<sup>1</sup>Ειδικευόμενος Αναισθησιολογίας,  
ΓΝΘ "Γ. Γεννηματάς"

<sup>2</sup>Καρδιολόγος,  
Επικουρικός Γιατρός ΕΚΑΒ Θεσσαλονίκης

τόνο του παρασυμπαθητικού, στον αυτοματισμό και στην αγωγιμότητα, η τεχνολογική εξέλιξη προσέθεσε νέες μεθόδους στην αντιμετώπιση των αρρυθμιών. Οι μέθοδοι αυτές συνθέτουν τη λεγόμενη “ηλεκτρική” θεραπεία, η οποία περιλαμβάνει την καρδιακή βηματοδότηση, την ηλεκτρική καρδιοανάταξη και την απινίδωση [2].

Η εποχή της τεχνητής βηματοδότησης άρχισε τη δεκαετία του 1950, όταν ο Zoll εφάρμοσε εξωτερική βηματοδότηση σε 2 ασθενείς που παρουσίασαν ασυστολία των κοιλιών [3]. Λίγο αργότερα αναφέρθηκαν περιπτώσεις ενδαγγειακής προώθησης βηματοδότη στη δεξιά κοιλία μέσω της βασιλικής φλέβας για προσωρινή καρδιακή διέγερση [4] και την ίδια χρονιά έγιναν οι πρώτες προσπάθειες βηματοδότησης με εμφυτευόμενες συσκευές [5]. Στην επόμενη δεκαετία η εξέλιξη της τεχνολογίας οδήγησε στη κατασκευή των πρώτων «κατ’επίκλησιν» βηματοδοτών (demand pacemakers), οι οποίοι διακόπτουν αυτόματα τη λειτουργία τους όταν ανιχνεύουν ενδογενή καρδιακή δραστηριότητα [6,7]. Στις αρχές της δεκαετίας του 1980 εμφανίζονται βηματοδότες με δυνατότητα αντιταχυκαρδιακής δράσης, καθώς και εμφυτευόμενοι απινιδωτές (implanted cardioverters defibrillators) [8]. Σήμερα διατίθενται βηματοδότες προσαρμοζόμενης συχνότητας (rate responsive), δύο διαμερισμάτων (κόλπου-κόλπου ή κόλπου-κοιλίας), αλλά και τεσσάρων διαμερισμάτων [9]. Επίσης, οι απινιδωτές εμφανίζουν πολλαπλές ζώνες ανίχνευσης της ταχυκαρδίας, προγραμματιζόμενα κριτήρια ανίχνευσης της, καθώς και ικανότητα συνδυασμένης θεραπείας της ταχυκαρδίας [10].

### Περιγραφή βηματοδότη – Ταξινόμηση

Ο βηματοδότης είναι “μικρή, εμφυτευόμενη συνήθως, συσκευή η οποία διοχετεύει ηλεκτρικές διεγέρσεις στη καρδιά όταν η ενδογενής ηλεκτρική δραστηριότητα απουσιάζει ή είναι πολύ αραιή, καθώς επίσης και όταν ο ενδογενής ρυθμός της καρδιάς είναι πολύ αργός για να διατηρήσει τη λειτουργία της ως αντλίας” [11]. Η βηματοδοτική συσκευή αποτελείται από τη **πηγή ενέργειας**, η οποία παρέχει την απαραίτητη ενέργεια για την ηλεκτρική διέγερση, **κυκλώματα** για την ανίχνευση ενδογενών δυναμικών και τη ρύθμιση των διεγέρσεων και **απαγωγές** που συνδέουν τα κυκλώματα με τα

ηλεκτρόδια, τα οποία χρησιμοποιούνται για την αγωγή διεγέρσεων προς το μυοκάρδιο [2].

### ΠΙΝΑΚΑΣ I

I	II	III	IV	V
Βηματοδοτούμενη κοιλότητα	Κοιλότητα ανίχνευσης	Ανταπόκριση βηματοδότη	Προσαρμογή ρυθμού	Πολυεστιακή Βηματοδότηση
<b>O</b>	<b>O</b>	<b>O</b>	<b>O</b>	<b>O</b>
<b>A</b>	<b>A</b>	<b>T</b>		<b>A</b>
<b>V</b>	<b>V</b>	<b>I</b>	<b>N</b>	<b>V</b>
<b>D</b>	<b>D</b>	<b>D</b>		<b>D</b>

Για την επαρκή αντιμετώπιση του ασθενή που φέρει βηματοδότη, απαραίτητη είναι η γνώση και η αναγνώριση του τύπου της συσκευής και του τρόπου λειτουργίας της. Την απαίτηση αυτή ικανοποιεί η θέσπιση του Γενικού Κώδικα Βηματοδοτών (NBG) της Αμερικανικής Εταιρείας Βηματοδότησης και Ηλεκτροφυσιολογίας (NASPE) σε συντονισμό με την αντίστοιχη Βρετανική (BPEG), ο οποίος δημοσιεύτηκε για πρώτη φορά το 1983 και αναθεωρήθηκε το Φεβρουάριο του 2002 [12]. Ο κώδικας περιγράφει τη λειτουργία του βηματοδότη χρησιμοποιώντας ένα σύστημα από πέντε γράμματα με συγκεκριμένη ακολουθία (πίνακας 1). Το πρώτο γράμμα περιγράφει την καρδιακή κοιλότητα η οποία βηματοδοτείται – βηματοδοτούμενη κοιλότητα (δηλαδή A:κόλπος-atrium, V:κοιλία-ventricle D:κόλπος+κοιλία-dual). Το δεύτερο γράμμα αναφέρεται στην κοιλότητα στην οποία γίνεται η αίσθηση του ενδογενούς ρυθμού – κοιλότητα ανίχνευσης (χρησιμοποιώντας τους προηγούμενους συμβολισμούς), ενώ το τρίτο γράμμα δείχνει τον τρόπο με τον οποίο αντιδρά ο βηματοδότης ανάλογα με το ερέθισμα που ανιχνεύει - ανταπόκριση (δηλαδή O:καμία αντίδραση-none, T:πυροδότηση-triggered, I:αναστολή της διέγερσης-inhibited και D:T+I - dual). Το τέταρτο γράμμα αποτελεί την ένδειξη παρουσίας (R) ή απουσίας (O) του μηχανισμού προσαρμογής του ρυθμού του βηματοδότη στις ανάγκες για αύξηση της συχνότητας (rate

modulation). Τέλος, το πέμπτο γράμμα αναφέρεται στην ικανότητα πολυεστιακής βηματοδότησης, δηλαδή βηματοδότησης, (A) στον ένα ή και στους δύο κόλπους (πχ με διαφορετικά σημεία διέγερσης στον ένα ή και στους δύο κόλπους) και (V) τα αντίστοιχα για τις κοιλίες [12].

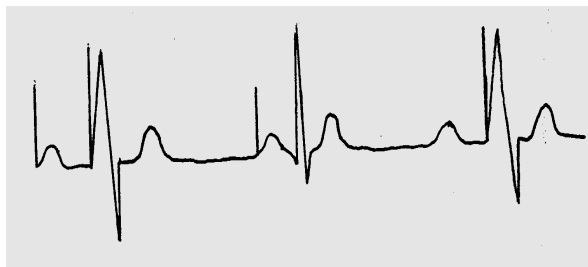
Στις Ηνωμένες Πολιτείες οι περισσότερο χρησιμοποιούμενοι τύποι βηματοδοτών είναι ο VVI (μονού διαμερίσματος) και ο DDD (διπλού διαμερίσματος) [13].

**Σχήμα 1:** Βηματοδότηση από VVI. Όταν δεν ανιχνεύεται κύμα P γίνεται βηματοδότηση και όταν υπάρχει κύμα P τότε αυτή αναστέλλεται



Ο βηματοδότης τύπου VVI (σχήμα 1) χαρακτηρίζεται από την ικανότητα διέγερσης της κοιλίας, ενώ ταυτόχρονα αναστέλλεται η λειτουργία του κατά την ανίχνευση κοιλιακής δραστηριότητας. Είναι ο συχνότερος τύπος βηματοδότη παγκοσμίως. Μεγάλο πλεονέκτημα αυτού του τύπου είναι η προστασία από θανατηφόρες βραδυκαρδίες. Ωστόσο, μειονεκτεί στο ότι δεν αποκαθιστά, ούτε διατηρεί το συγχρονισμό

**Σχήμα 2:** Βηματοδότηση τύπου DDD. Η βηματοδότηση γίνεται τόσο στον κόλπο (έπαρμα P), όσο και στην κοιλία (σύμπλεγμα QRS)



μεταξύ κόλπου-κοιλίας, καθώς και στο ότι δεν έχει δυνατότητα προσαρμογής του ρυθμού του σε ασθενείς των οποίων ο αυτόματος φλεβο-

κομβικός ρυθμός δεν αυξάνεται σε περιπτώσεις αυξημένων απαιτήσεων [14].

Οι βηματοδοτικές συσκευές του τύπου DDD (σχήμα 2) έχουν την ικανότητα να ανιχνεύουν την ενδογενή ηλεκτρική δραστηριότητα αλλά και να βηματοδοτούν τόσο τον κόλπο όσο και την κοιλία [14].

### Ενδείξεις βηματοδότησης

Η πλειοψηφία των βηματοδοτών χρησιμοποιείται στην αντιμετώπιση της βραδυκαρδίας οφειλόμενης σε νόσο του φλεβόκομβου ή σε κολποκοιλιακό αποκλεισμό, ωστόσο έχουν παρουσιαστεί νέες ενδείξεις τοποθέτησης όπως το σύνδρομο ευρέως QT (long QT syndrome) και η υπερτροφική μυοκαρδιοπάθεια [15].

Συνοπτικά οι ενδείξεις τοποθέτησης βηματοδοτικής συσκευής είναι [16]:

- Νόσος φλεβόκομβου
- Συμπτωματική φλεβοκομβική βραδυκαρδία
- Κολποκοιλιακός αποκλεισμός 2<sup>ου</sup> και 3<sup>ου</sup> βαθμού
- Χρόνιος διδεδσμικός, τριδεδσμικός αποκλεισμός
- Σύνδρομο υπερευαίσθητου καρωτιδικού κόλπου
- Υπερτροφική αποφρακτική μυοκαρδιοπάθεια
- Διατακτική μυοκαρδιοπάθεια
- Σύνδρομο ευρέως QT

Όσον αφορά στους εμφυτευόμενους απινιδωτές (ICDs), η κύρια ένδειξη τοποθέτησης τους είναι η πρόληψη του αιφνίδιου θανάτου σε ασθενείς με απειλητικές για τη ζωή κοιλιακές ταχυδυσρυθμίες [16]. Οι ICDs φέρουν ενσωματωμένους αλγόριθμους ανίχνευσης της κοιλιακής ταχυκαρδίας ή του κοιλιακού ινιδισμού και αντιμετωπίζουν τις καταστάσεις αυτές με αντιταχυκαρδιακή βηματοδότηση ή απινίδωση [15]. Συνοπτικά, οι κυριότερες ενδείξεις τοποθέτησής τους είναι:

- Κοιλιακή ταχυκαρδία
- Κοιλιακή μαρμαρυγή
- Υπερτροφική μυοκαρδιοπάθεια
- σύνδρομο Long QT
- σύνδρομο Brugada

### Εκτίμηση του ασθενή

Ο αναισθησιολόγος μπορεί να κληθεί να αντιμετωπίσει ασθενή, που φέρει βηματοδοτική

**Σχήμα 3:** Κάρτα ασθενούς με βηματοδότη, για άμεση καταγραφή των στοιχείων αυτού. Η κάρτα αυτή προτείνεται από την Αμερικανική Καρδιολογική Εταιρεία.

American Heart Association  
Preventing Heart Disease and Stroke

**Pacemaker Identification Card**

Name \_\_\_\_\_

Address \_\_\_\_\_

City \_\_\_\_\_ State \_\_\_\_\_

Phone \_\_\_\_\_ Blood Type \_\_\_\_\_

Fold I'm wearing a pacemaker. In an emergency, contact... Fold

Doctor \_\_\_\_\_

Phone \_\_\_\_\_

Address \_\_\_\_\_

City \_\_\_\_\_ State \_\_\_\_\_

Type of pacemaker \_\_\_\_\_

Type of leads \_\_\_\_\_

Manufacturer \_\_\_\_\_

Date of implant \_\_\_\_\_

Fold Hospital \_\_\_\_\_ Fold

Phone \_\_\_\_\_

Address \_\_\_\_\_

City \_\_\_\_\_ State \_\_\_\_\_

Paced rate \_\_\_\_\_

Model \_\_\_\_\_

Serial Number \_\_\_\_\_

συσκευή, στο χειρουργείο ή στη μονάδα εντατικής θεραπείας, συνεπώς είναι χρήσιμο να είναι σε θέση να εκτιμήσει και να αξιολογήσει, τόσο αυτόν όσο και το βηματοδότη. Παράλληλα, θα πρέπει να έχει την ικανότητα να αναγνωρίσει και να αντιμετωπίσει επιπλοκές, που οφείλονται σε δυσλειτουργία των συσκευών αυτών.

Ο ασθενής που φέρει βηματοδότη ή απινιδωτή, πιθανότατα παρουσιάζει παθολογία του καρδιαγγειακού συστήματος. Είναι απαραίτητη λοιπόν η αναγνώριση της πιθανής υποκείμενης νόσου, της εξέλιξης της στο χρόνο, της λειτουργικότητας και των εφεδρειών του καρδιαγγειακού, ενώ χρήσιμη είναι και η ενημέρωση σχετικά με πιθανή φαρμακευτική αγωγή, καθώς και τα αποτελέσματά αυτής. Ο ασθενής ερωτάται για τη συμπτωματολογία (όπως αίσθημα ζάλης, λιποθυμικές τάσεις) πριν τη τοποθέτηση της συσκευής και κυρίως για την εξέλιξη (ύφεση ή μη) αυτής μετά την εμφύτευση. Δεν επιβάλλεται η διενέργεια ξεχωριστών εξετάσεων στον ασθενή πέραν αυτών που θα διενεργούνταν ούτως ή άλλως λόγω της πάθησής του. Πάντως το ηλεκτρο-

καρδιογράφημα καλό θα είναι να αποτελεί τη βάση εκκίνησης οποιασδήποτε διερεύνησης. Στον εργαστηριακό έλεγχο, ιδιαίτερη σημασία παρουσιάζουν ηλεκτρολυτικές διαταραχές, κυρίως του καλίου, που μπορεί να αποτελέσουν αίτια πρόκλησης ή επιδείνωσης προϋπάρχουσας αρρυθμίας [17,18].

Η αποστολή του αναισθησιολόγου δεν ολοκληρώνεται με την εξέταση του ασθενή. Η προεγχειρητική εκτίμηση του βηματοδότη αποτελεί ουσιαστική παράμετρο για την καλή πρόγνωση οποιασδήποτε παρέμβασης. Η αξιολόγηση του βηματοδότη ξεκινάει με πληροφορίες σχετικά με το τύπο του βηματοδότη, το μοντέλο, την ημερομηνία εμφύτευσής του, καθώς και τις ενδείξεις που οδήγησαν στην τοποθέτησή του [15,19]. Στη πλειοψηφία των περιπτώσεων, κατά την εμφύτευση χορηγείται στον ασθενή ειδική κάρτα με τις σχετικές πληροφορίες (σχήμα 3). Ωστόσο σε περίπτωση έλλειψης ή απώλειάς της, η ταυτότητα του βηματοδότη μπορεί να αποκαλυφθεί με μια απλή ακτινογραφία θώρακος, αφού ο βηματοδότης φέρει ακτινογραφικές ενδείξεις του τύπου του [17]. Σε περίπτωση προγραμματισμένης επέμβασης, ο βηματοδότης θα πρέπει να έχει ελεγχθεί από ειδικό για την κατάσταση των απαγωγών του, τη διάρκεια ζωής της μπαταρίας καθώς και τον προγραμματισμό του και φυσικά ο αναισθησιολόγος να είναι ενήμερος για τον έλεγχο αυτό. Σύμφωνα με την NASPE, κάθε βηματοδοτική συσκευή πρέπει να υποβάλλεται σε τηλεφωνικό έλεγχο κάθε 12 εβδομάδες (ανάλογα με τον τύπο και τη συσκευή) και σε άμεσο έλεγχο από γιατρό και προγραμματιστή τουλάχιστον μία φορά το χρόνο [20]. Επίσης, εφόσον ο χρόνος το επιτρέπει, αρκετά χρήσιμη μπορεί να είναι η επικοινωνία με τον προσωπικό γιατρό του ασθενή.

Σε επείγουσες καταστάσεις, όπου τα χρονικά περιθώρια για τη λήψη όλων αυτών των πληροφοριών είναι περιορισμένα, η εκτίμηση της λειτουργίας του βηματοδότη μπορεί να γίνει με την τοποθέτηση πάνω του, του βηματοδοτικού μαγνήτη. Με το χειρισμό αυτό ο βηματοδότης μεταπίπτει σε ασύγχρονη λειτουργία, βηματοδοτεί δηλαδή σταθερά, ανεξάρτητα από τον ενδογενή καρδιακό ρυθμό και έτσι



μπορούμε να παρατηρήσουμε στο ηλεκτροκαρδιογράφημα τις βηματοδοτικές αιχμές (spikes). Σε περίπτωση μη χρήσης του μαγνήτη, αν η συχνότητα του ασθενή είναι μεγαλύτερη από την προγραμματισμένη του βηματοδότη (οπότε η γεννήτρια αναστέλλεται), μπορεί να γίνει τεχνητή πρόκληση βραδυκαρδίας με μάλαξη του καρωτιδικού κόλπου ή χειρισμό Valsalva με αποτέλεσμα -λόγω της βραδυκαρδίας- να ξεκινήσει η λειτουργία της γεννήτριας. Επίσης, κάθε αιχμή θα πρέπει να ακολουθείται από σύμπλεγμα QRS (σύλληψη 100%) καθώς και από ψηλαφητό σφυγμό [2,17]. Σε κάθε υπόνοια δυσλειτουργίας του βηματοδότη ή σε οποιαδήποτε αμφιβολία κατά την εκτίμησή του, είναι ουσιαστική η συμβουλή από τον καρδιολόγο.

Πολύ σημαντικό είναι να προσδιοριστεί αν η καρδιακή λειτουργία του ασθενή βασίζεται πλήρως στο βηματοδότη (pacemaker dependent patient). Αν συμβαίνει αυτό, καλό είναι για τη χειρουργική επέμβαση ο βηματοδότης να προγραμματίζεται σε ασύγχρονη λειτουργία, ώστε να εξασφαλίζεται η βηματοδότηση σε περίπτωση δυσλειτουργίας της συσκευής [15,17]. Επίσης, συστήνεται οι προσαρμοζόμενης συχνότητας βηματοδότες (adaptive rate devices) να μετατρέπονται σε ασύγχρονης λειτουργίας, ενώ στους απινιδωτές καλό είναι να απενεργοποιείται η αντιταχυκαρδιακή λειτουργία [13]. Σε κάθε περίπτωση, μετά το πέρας της επέμβασης επιβάλλεται η επανεκτίμηση και πιθανόν η επαναρύθμιση της συσκευής.

### **Διεγχειρητικά**

Το κύριο μέλημα του αναισθησιολόγου κατά τη διεγχειρητική περίοδο είναι η ελάττωση, κατά το δυνατό, των επιπτώσεων στην αιμοδυναμική σταθερότητα του ασθενή, που θα οφείλονται σε δυσλειτουργία του βηματοδότη ή του απινιδωτή. Συνεπώς, θα πρέπει να είναι γνώστης των καταστάσεων εκείνων κατά τις οποίες επηρεάζεται η βηματοδοτική λειτουργία, ώστε να μπορεί να τις προλάβει ή να τις αντιμετωπίσει εφόσον προκύψουν. Παρά το γεγονός ότι δεν απαιτούνται ιδιαίτερες αναισθησιολογικές τεχνικές για τη διεγχειρητική αντιμετώπιση, βασική αρχή είναι η αποφυγή καταστάσεων που μπορεί να οδηγήσουν σε αιμοδυναμική αστάθεια. Συνεπώς η επαρκής αναλγησία κατά την περιεγχειρητική περίοδο και η συνεπαγόμενη ελάττωση της συμπαθητικής

διέγερσης είναι σημαντική και με ευεργετικά αποτελέσματα για το καρδιαγγειακό σύστημα [21]. Η αυτόματη δυσλειτουργία του βηματοδότη είναι μάλλον ασυνήθιστη αν και δεν μπορεί να αποκλειστεί [15]. Η γνωστότερη αιτία διαταραχής της λειτουργίας του είναι η ηλεκτρομαγνητική παρεμβολή. Προκαλείται στην πλειοψηφία των περιπτώσεων από την ηλεκτρική διαθερμία (με τη μονοπολική να επιδρά περισσότερο από τη διπολική) και μπορεί να προκαλέσει καταστροφή της γεννήτριας, επαναπρογραμματισμό ή απορρύθμιση του βηματοδότη καθώς και κοιλιακή μαρμαρυγή [22]. Έχει επίσης παρατηρηθεί ηλεκτρομαγνητική παρεμβολή κατά τη χρήση διαδερμικού νευροδιεγέρτη, η οποία οδήγησε σε αναστολή της λειτουργίας του βηματοδότη [23]. Παράλληλα, επίδραση στη βηματοδοτική λειτουργία έχει αναφερθεί και κατά τη χρήση τρυπανιού στη κρανιοτομία [24].

Η ηλεκτρομαγνητική επίδραση μπορεί να προκαλέσει αναστολή της λειτουργίας του βηματοδότη με σοβαρές συνέπειες, ιδιαίτερα για τους ασθενείς που εξαρτώνται πλήρως από αυτόν. Σε ακραίες περιπτώσεις ηλεκτρομαγνητικής επίδρασης υψηλής ισχύος μπορεί να προκληθεί πλήρης καταστροφή της συσκευής [20]. Είναι δυνατό να παρατηρηθεί αύξηση της καρδιακής συχνότητας, με αποτέλεσμα τόσο τη διαταραχή του ισοζυγίου του οξυγόνου στο μυοκάρδιο, όσο και τη παραπλάνηση του αναισθησιολόγου, που μπορεί να ερμηνεύσει τη κατάσταση ως οργανικής προέλευσης ταχυκαρδία [25].

Η ελαχιστοποίηση των κινδύνων από την ηλεκτρομαγνητική επίδραση της διαθερμίας μπορεί να γίνει λαμβάνοντας τα παρακάτω μέτρα:

- τη χρήση διπολικής διαθερμίας, όπου είναι δυνατό, η οποία σχετίζεται με λιγότερες παρεμβολές,
- χρήση ρεύματος, κατά το δυνατό μικρότερης έντασης και χρονικής διάρκειας,
- τοποθέτηση της διαθερμίας κοντά στο χειρουργικό πεδίο και σε απόσταση από το πεδίο του βηματοδότη (για παράδειγμα συστήνεται η τοποθέτηση στον ώμο σε επεμβάσεις κεφαλής-τραχήλου ή στην άκρη χείρα σε επεμβάσεις στο θώρακα) [19].

Έχει προταθεί επίσης, η χρήση εναλλακτικών τύπων αιμοστατικών νυστεριών, τα οποία διοχετεύουν θερμότητα στους ιστούς για την πρόκληση αιμόστασης, ωστόσο φέρουν ειδικό κάλυμμα από Teflon το οποίο απομονώνει ηλεκτρικά το νυστέρι από τον ασθενή [26]. Παράλληλα, στους βηματοδότες προσαρμοζόμενης συχνότητας θα πρέπει να απενεργοποιείται η λειτουργία τους αυτή, ώστε να αποφεύγεται η πιθανότητα αύξησης της συχνότητας βηματοδότησης λόγω ηλεκτρομαγνητικής επίδρασης [27].

Ενδιαφέρουσα περίπτωση αποτελεί η συμπεριφορά βηματοδότη, ο οποίος έχει την ικανότητα να ρυθμίζει αυτόματα τη συχνότητα βηματοδότησης, ανάλογα με τον κατά λεπτό αερισμό του ασθενή. Ο βηματοδότης παράγει ένα ασθενές ηλεκτρικό ρεύμα που προκαλεί ένα σήμα εμπέδησης (impedance) κατά μήκος του θώρακα και αντανακλά έμμεσα τον αναπνεόμενο όγκο και την αναπνευστική συχνότητα του ασθενή. Υπάρχουν monitors που χρησιμοποιούν παρόμοια τεχνολογία, με αποτέλεσμα η ταυτόχρονη παρουσία τους με τέτοιο βηματοδότη να προκαλέσει αλληλεπίδραση μεταξύ τους. Το γεγονός αυτό οδηγεί σε αύξηση της ανιχνευόμενης εμπέδησης με τελικό αποτέλεσμα την αδικαιολόγητη αύξηση της καρδιακής συχνότητας από το βηματοδότη [28,29]. Για τη πρόληψη αυτών των ανεπιθύμητων καταστάσεων, σημαντική θεωρείται η απενεργοποίηση του αισθητήρα του κατά λεπτό αερισμού του βηματοδότη, καθώς και η ρύθμιση του μέγιστου ρυθμού βηματοδότησης σε επίπεδα καλά ανεκτά από τον ασθενή [30].

Άλλα συμβάματα που πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν κατά τη διεγχειρητική (και όχι μόνο) περίοδο είναι η υποξία, η υπερκαπνία, καθώς και ηλεκτρολυτικές διαταραχές (υπερνατρίαμια, υποκαλιαιμία), οι οποίες επιδρούν στην αγωγή της ηλεκτρικής διέγερσης [18].

Οι μυοκλονίες που εκλύονται μετά τη χορήγηση της σουκκινυλοχολίνης, αλλά και της ετομιδάτης και της κεταμίνης είναι πιθανό να καταλήξουν σε απορύθμιση του βηματοδότη (λόγω της σύσπασης των μυών ή της παραγωγής δυναμικών) [15]. Παρόμοια μπορεί να είναι και η επίδραση του μετεγχειρητικού ρίγους, όπου μπορεί να προκληθεί διέγερση σε βηματοδότες προσαρμοζόμενης συχνότητας [15]. Συνεπώς, η πρόληψη του ρί-

γους και η περιορισμένη, κατά το δυνατό, χρήση των παραπάνω φαρμάκων μπορεί να προφυλάξει τον ασθενή.

Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να υπάρχει στη χειρουργική αίθουσα δυνατότητα για εξωτερική βηματοδότηση για να εφαρμοστεί σε περίπτωση βλάβης της συσκευής, καθώς και εξωτερικού απινιδωτή για την αντιμετώπιση κοιλιακής μαρμαρυγής. Με δεδομένο ότι η απινίδωση μπορεί να προκαλέσει καταστροφή του βηματοδότη, πρέπει να ληφθεί πρόνοια ώστε τα ηλεκτρόδια να τοποθετηθούν σε ικανή απόσταση από αυτόν (15cm) και -κατά προτίμηση- με προσθιοπίσθια κατεύθυνση [13].

Μέτρο αντιμετώπισης της βηματοδοτικής δυσλειτουργίας διεγχειρητικά, αποτελεί και η τοποθέτηση μαγνήτη πάνω στο βηματοδότη, χειρισμός ο οποίος μετατρέπει τον τρόπο λειτουργίας του σε ασύγχρονο, εξασφαλίζοντας έτσι μια σταθερή συχνότητα βηματοδότησης. Ωστόσο είναι επιβεβλημένο να έχει εκτιμηθεί προεγχειρητικά η επίδραση του μαγνήτη στο βηματοδότη [17].

Τέλος, αν είναι απαραίτητος ο καθετηριασμός κεντρικών φλεβικών στελεχών, θα πρέπει αυτός να γίνεται με προσοχή ώστε να αποφευχθεί διέγερση της συσκευής ή μετακίνηση των ηλεκτροδίων [15].

Σχετικά με το απαραίτητο monitoring, αυτό που χρήζει προσοχής είναι η εξασφάλιση απεικόνισης του αρτηριακού σφυγμικού κύματος, η οποία αποτελεί έμμεση ένδειξη ότι η λειτουργία του βηματοδότη έχει μηχανικό αποτέλεσμα (συστολή κοιλιών). Άλλη σημαντική παράμετρος είναι η απενεργοποίηση του φίλτρου των artifacts στον ηλεκτροκαρδιογράφο, προκειμένου να εμφανίζονται στο monitor οι βηματοδοτικές αιχμές [14,15].

Όσον αφορά τη δυνατότητα ή μη διενέργειας μαγνητικής τομογραφίας (MRI) σε ασθενή με βηματοδότη, διατυπώνεται η άποψη πως γενικά θα πρέπει να αποφεύγεται, παρά το γεγονός ότι κάποιοι σύγχρονοι τύποι βηματοδοτών επιτρέπουν τη χρήση τους σε περιβάλλον μαγνητικού τομογράφου. Αν η εξέταση είναι απαραίτητο να γίνει, τότε καλό είναι ο βηματοδότης να ρυθμίζεται σε λειτουργία ΟΟΟ (εφόσον ο ασθενής έχει επαρκή αυτόματο ρυθμό) και οπωσδήποτε

να υπάρχει απεικόνιση αρτηριογραφήματος καθώς και δυνατότητα εξωτερικής βηματοδότησης και απινίδωσης [14].

Μετά την ολοκλήρωση οποιασδήποτε επέμβασης και παρέμβασης, ο ασθενής, πρέπει να ενημερώνεται και να υποβάλλεται σε έλεγχο της λειτουργίας του βηματοδότη του, καθώς και σε πιθανό επαναπρογραμματισμό της συσκευής εφόσον αυτό κριθεί απαραίτητο [18].

### **Συμπεράσματα**

Η επινόηση και κατασκευή των βηματοδοτών καθώς και των εμφυτευόμενων απινιδωτών είναι ένα πολύ σημαντικό βήμα στην αποτελεσματική αντιμετώπιση των καρδιακών αρρυθμιών και των επιπτώσεών τους στην υγεία των ασθενών. Από την πρώτη καρδιακή βηματοδότηση στη δεκαετία του 1950, η τεχνολογία των συσκευών αυτών έχει σημειώσει εντυπωσιακή πρόοδο, η οποία σε συνδυασμό με την αποτελεσματικότητά τους έχει οδηγήσει, προϊόντος του χρόνου, στην ευρεία χρήση τους από μεγάλο αριθμό καρδιοπαθών. Η εξέλιξη αυτή, αυξάνει τις πιθανότητες του σημερινού αναισθησιολόγου να αντιμετωπίσει τέτοιους ασθενείς. Παρά το γεγονός ότι η τεχνολογική εξέλιξη της κατασκευής των βηματοδοτών έχει περιορίσει τη πιθανότητα διεγχειρητικών ανεπιθύμητων αντιδράσεων, ωστόσο δεν την έχει εκμηδενίσει. Η καλή γνώση του τρόπου λειτουργίας του βηματοδότη καθώς και των ενδείξεων τοποθέτησης του, των αλληλεπιδράσεών του με το περιβάλλον του χειρουργείου, αλλά και της αντιμετώπισης των πιθανών επιπλοκών, συνιστούν τις απαραίτητες προϋποθέσεις ώστε η χορήγηση αναισθησίας σε ασθενή με βηματοδότη να αποτελεί για το σύγχρονο αναισθησιολόγο ταυτόχρονα πρόκληση και κοινή πρακτική.

### **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Williams S, Fisch C: Καρδιακές αρρυθμίες. Stein (Ed): Παθολογία, Ιατρικές εκδόσεις Πασχαλίδη, 1997, σελ.126
2. Atlee J: Cardiac Pacing and Electroversion. Kaplan (Ed): Cardiac Anesthesia, 3rd edition, Saunders, 1993, pp 877-901
3. Zoll PM, Linenthal AJ, Norman LR, Paul MH, Gibson W: Treatment of unexpected Cardiac Arrest by External Electric Stimulation of the Heart. New Engl J Med 1956; 254:541-6
4. Furman S, Schwedel JB: An Intracardiac Pacemaker for Stokes-Adams Seizures. New Engl J Med 1959; 261:943-8
5. Elmqvist R: Review of Early Pacemaker Development. PACE 1978; 1: 535-6
6. Rogel S, Mahler Y: The universal pacer. J Thorac Cardio Sur 1971; 61:466-71
7. Berlovits B: Ann NY Acad Sci 1969; 167:891-4
8. Luderitz B, Gerckens U, Manz M: Automatic Implantable Cardioverter/Defibrillator (AICD) and antitachycardia pacemaker (Tachylog): Combined use in ventricular tachyarrhythmias, PACE 1986; 9:1356-60
9. Daubert JC: Biatrial Synchronous Pacing: Opening the way to Cardiac Resynchronization therapy. Eur Heart J, 1991
10. Atlek JL, Bernstein A: Cardiac Rhythm Management Devices (Part I). Anesthesiology 2001; 95:1265-80
11. found at [www.naspe.org](http://www.naspe.org)
12. Bernstein AD, Daubert JC, Fletcher RD et al: The revised NASPE/BPEG generic code for antibradycardia, adaptive-rate and multisite pacing. North American Society of Pacing and Electrophysiology/British Pacing and Electrophysiology Group. Pacing Clin Electrophysiology Group. Pacing Clin Electrophysiol 2002; 25:260-4
13. Rozner M: Intrathoracic Gadgets: Pacemakers and Defibrillators in the New Millenium. ASA Annual Refresher Course Lectures 2002; 273:1-7
14. Hayes DL, Zipes DP: Cardiac Pacemakers and Cardioverter-Defibrillators. In: Heart Disease on CD-ROM, Braunwald, Zipes, Libby (Eds), 6th edition, 2001 fig 24-1, fig 24-6
15. Senthuran S, Tott WD, Vuystke A, Solesbury PM, Menon DK (Editorial III): Implanted cardiac pacemakers and defibrillators in anaesthetic practice. Br J Anaesth 2002, 88:627-31
16. Gregoratos et al.: Pacemaker Implantation Guidelines, JACC 1998; 31:1175-209

17. Atlee JL, Bernstein AD: Cardiac Rhythm Management Devices (Part II). *Anesthesiology* 2001; 95:1492-506
18. Rooke GA: PACEMAKERS, AVAA (Association of Veterans Affairs of Anesthesiologists), found at [www.vaanes.org/FORUMS/pacer.html](http://www.vaanes.org/FORUMS/pacer.html)
19. Trankina MF: Perioperative Pacemaker-ID Management, ASA newsletter, May 2002, Vol.66, No 5
20. Eagle Kim A, et al: ACC/AHA Guideline update on Perioperative Cardiovascular Evaluation for Noncardiac Surgery, 2002, available at [www.acc.org/clinical/guidelines/perio/update/pdf/perio\\_update.pdf](http://www.acc.org/clinical/guidelines/perio/update/pdf/perio_update.pdf)
21. Kaam PCA: Anaesthetic management of a patient with an automatic implantable cardioverter defibrillator in situ *Br J Anaesth* 1997; 78:102-6
22. Levine PA, Balady GJ, Lazar HL et al.: Electrocautery and pacemakers: management of the paced patient subject to electrocautery. *Ann Thorac Surg* 1986; 41:313-7
23. O'Flaherty D, Wardill M, Adams AP: Inadvertent suppression of a fixed rate ventricular pacemaker using a peripheral nerve stimulator. *Anaesthesia* 1993; 48:687-9
24. Schwartzburg CF, Wass TC et al.: Rate-Adaptive Cardiac Pacing: Implications of Environmental Noise during Craniotomy. *Anesthesiology* 1997; 87:1252-4
25. Wong DT, Middleton W: Electrocautery-induced Tachycardia in a rate-responsive pacemaker. *Anaesthesiology* 2001; 94:710-1
26. Amor D, Fogel DH, Shah JP: The Shaw Hemostatic Scalpel as an alternative to electrocautery in patients with pacemakers. *Anesthesiology* 1996; 85:223
27. Andersen C, Madsen GM: Rate-responsive pacemakers and anaesthesia. *Anaesthesia* 1990; 45: 472-6
28. Southorn PA, Kamath GS, Vasdev GM, Hayes DL: Monitoring equipment induced tachycardia in patients with minute ventilation rate-responsive pacemakers. *Br J Anaesth* 2000; 84:508-9
29. Madsen GM, Andersen C: Pacemaker-induced tachycardia during general anaesthesia: a case report. *Br J Anaesth* 1989; 63:360-1
30. Berlington B; Interaction between minute ventilation rate-adaptive pacemakers and cardiac monitoring and diagnostic equipment, Oct 1998, [www.fda.gov/cdrh/safety/minutevent.html](http://www.fda.gov/cdrh/safety/minutevent.html)
31. Finter SR; Pacemaker failure on induction of anaesthesia. *Br J Anaesth* 1991; 66:509-12

---

#### ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ:

**Σούμπασης Ιωάννης:** Αναισθησιολογικό Τμήμα ΓΝΘ «Γ. ΓΕΝΝΗΜΑΤΑΣ»

Διεύθυνση: Στρατήγη 37 - Πυλαία, 543 52 Θεσσαλονίκη

τηλ. +302310931194, +306974073077

e-mail: [siwannis@in.gr](mailto:siwannis@in.gr)

**Λέξεις κλειδιά:** Καρδιακή λειτουργία, αρρυθμίες, βηματοδότες