

Άρθρο Ανασκόπησης

Δείκτης Μυοκαρδιακής Απόδοσης (Tei index). Αξιολόγηση των Εφαρμογών του Δείκτη στο Έμφραγμα Μυοκαρδίου

ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ Ν. ΚΑΡΑΤΖΗΣ, ΑΝΝΑ Τ. ΓΙΑΝΝΑΚΟΠΟΥΛΟΥ, ΙΩΑΝΝΗΣ Ε. ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ,
ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ Β. ΚΑΡΑΧΑΧΟΣ, ΝΕΑΡΧΟΣ Σ. ΝΕΑΡΧΟΥ

Τμήμα Υπερηχογραφίας, Νοσοκομείο Ερυθρός Σταυρός, Αθήνα, Ελλάδα

Λέξεις ευρετηρίου:
**Δείκτης Tei,
έμφραγμα
μυοκαρδιακή
απόδοση, δείκτης
Doppler, δείκτης
μυοκαρδιακής
απόδοσης.**

Ο δείκτης Tei αποτελεί μια μη επεμβατική, Doppler ηχοκαρδιογραφική παράμετρο, που είναι σε θέση να εκτιμά συνδυασμένα τη συστολική και τη διαστολική καρδιακή απόδοση. Από τη πρώτη του εφαρμογή το 1995, ο δείκτης θεωρήθηκε μια χρήσιμη μέθοδος εκτίμησης της συνολικής καρδιακής απόδοσης σε διάφορες κλινικές περιπτώσεις, ενώ παράλληλα παρουσιάζει και προγνωστική αξία. Πρόσφατα ο δείκτης εφαρμόστηκε στο έμφραγμα μυοκαρδίου. Το παρόν άρθρο επιχειρεί να καταγράψει τη συμπεριφορά του δείκτη στις διάφορες φάσεις του εμφράγματος μυοκαρδίου και να ανακεφαλιώσει τις δυνατότητες αλλά και τις αδυναμίες των συστολικών και διαστολικών του παραμέτρων.

Ημερ. παραλαβής
εργασίας:
8 Ιανουαρίου 2008
Ημερ. αποδοχής:
11 Μαρτίου 2008

Διεύθυνση
Επικοινωνίας:
Εμμανουήλ Ν.
Καράτζης

Οδός Ισμήνης 1,
Εκάλη, 145 78 Αθήνα,
Ελλάδα
e-mail:
manoskaratzis@yahoo.com

Το έμφραγμα μυοκαρδίου (ΕΜ) προκαλεί διαφόρων βαθμών περιορισμό στη συστολική και διαστολική λειτουργία της αριστερής κοιλίας (ΑΚ). Οι δύο αυτές λειτουργίες είναι άρρηκτα συνδεδεμένες ενεργειακά: 1) σε κυτταρικό επίπεδο, αφού η τριφασφορική αδενοσίνη αποτελεί ένα απαραίτητο υπόστρωμα τόσο για την ενεργό συστολή όσο και για τη χάλαση¹, 2) σε μυοκαρδιακό επίπεδο, επειδή η τμηματική ασυγχρονία στην κίνηση του τοιχώματος επηρεάζει τη συνολική διαστολική λειτουργία της αριστερής κοιλίας (άξονας συστολής- χάλασης)², και 3) σε αιμοδυναμικό επίπεδο, επειδή η συστολική λειτουργία έμμεσα επηρεάζει τις πιέσεις πλήρωσης της αριστερής κοιλίας.³ Οι συμβατικοί υπερηχοκαρδιογραφικοί δείκτες που εφαρμόζονται καθημερινά στην εκτίμηση της καρδιακής λειτουργίας παρουσιάζουν ένα σημαντικό αριθμό περιορισμών. Το κλάσμα εξώθησης, ο πιο αξιόπιστος εκτιμητής της συστολικής λειτουργίας υπόκειται σε σημαντικές ανακρι-

βειες όταν το ελλειπτικό σχήμα της καρδιάς μετατρέπεται σε σφαιρικό.⁴ Από την άλλη, η διαμυροειδική ροή που αποτελεί την πιο συχνή μέθοδο εκτίμησης της διαστολικής λειτουργίας εξαρτάται από την ηλικία⁵, την καρδιακή συχνότητα⁶ καθώς και από τις συνθήκες πλήρωσης.⁷

Έχοντας υπ' όψη τα παραπάνω, μπορούμε να υποθέσουμε ότι η μέτρηση μιας πιο περίπλοκης παραμέτρου, ικανής να εκτιμά συνδυασμένα τη συστολική και τη διαστολική απόδοση, ανεξάρτητα από τους προαναφερθέντες περιορισμούς, θα πλεονεκτούσε στην εκτίμηση της συνολικής λειτουργίας της αριστερής κοιλίας στους ασθενείς με ΕΜ έναντι της μεμονωμένης μέτρησης των συστολικών ή των διαστολικών παραμέτρων. Σχετικά πρόσφατα αναπτύχθηκε μια μέθοδος με αυτά τα χαρακτηριστικά, ο δείκτης μυοκαρδιακής απόδοσης- δείκτης Tei -, που εφαρμόστηκε για πρώτη φορά το 1995^{8,9} σε ασθενείς με διαπατική μυοκαρδιοπάθεια⁸ και σε ασθενείς με καρδιακή αμυλοείδωση.¹⁰

Μέτρηση του δείκτη Tei

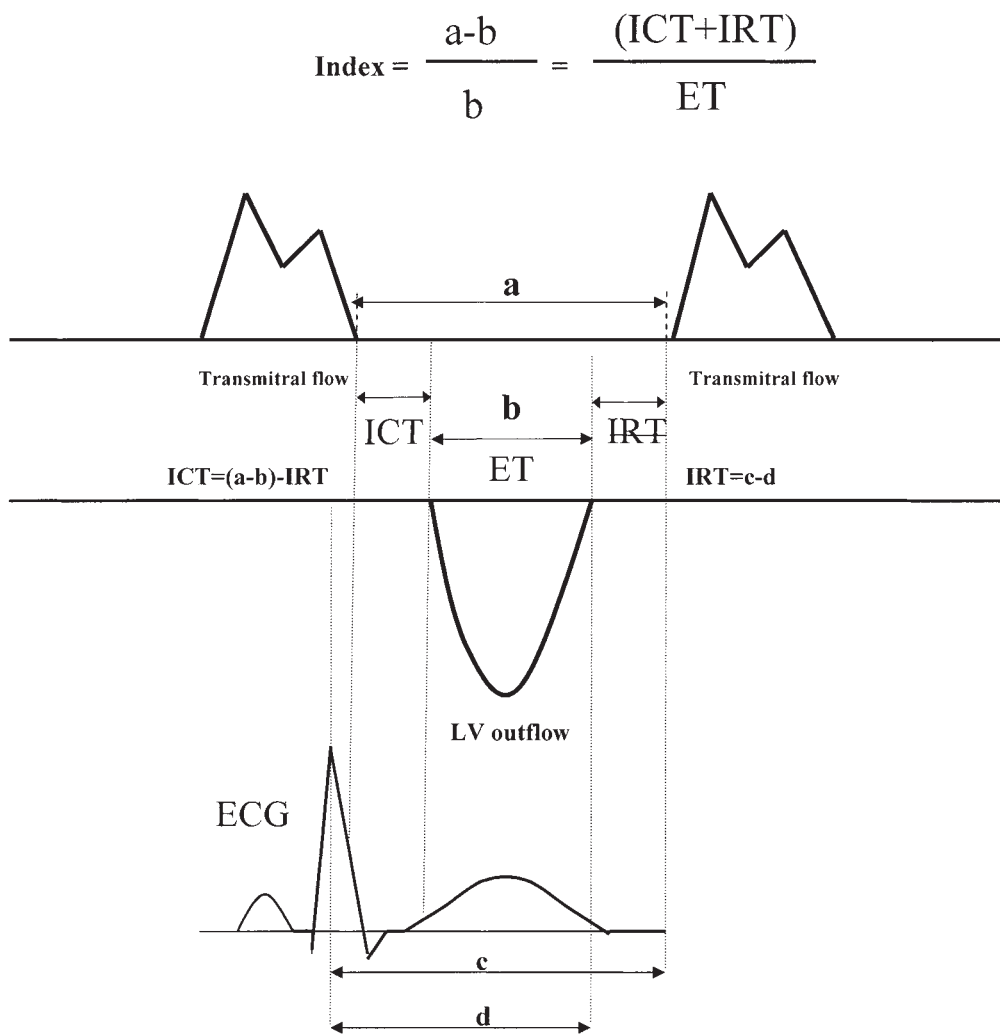
Ο δείκτης Tei προκύπτει από τη μέτρηση των χρονικών διαστημάτων με τη μέθοδο Doppler που συνδυάζει τόσο τη συστολική όσο και τη διαστολική καρδιακή απόδοση. Ο δείκτης εύκολα υπολογίζεται με τις συμβατική παλμική Doppler υπερηχοκαρδιογραφία, όπως περιγράφηκε προηγουμένως από τους Tei και συνεργάτες⁸ (Εικόνα 1).

Η μέση φυσιολογική τιμή του δείκτη Tei της αριστεράς κοιλίας είναι $0,39 \pm 0,05$,⁸ ενώ αυτού της δεξιάς κοιλίας είναι $0,28 \pm 0,04$.¹¹ Στους ενήλικες, τιμές του δείκτη της αριστεράς κοιλίας $<0,40$ και της δεξιάς $< 0,30$ θεωρούνται φυσιολογικοί. Οι υψηλό-

τερες τιμές του δείκτη αντιστοιχούν σε πιο παθολογικές καταστάσεις με συνολική καρδιακή δυσλειτουργία.

Πλεονεκτήματα του δείκτη TEI

Ο δείκτης είναι απλός, μη επεμβατικός, εύκολο να εκτιμηθεί και να αναπαραχθεί.⁸⁻¹⁰ Πολλές μελέτες τεκμηρίωσαν ότι ο δείκτης Tei είναι ανεξάρτητος της αρτηριακής πίεσης,^{8-10, 12-14} της καρδιακής συχνότητας,^{8-10,13-15} της γεωμετρίας των κοιλιών, της ανεπάρκειας των κολποκοιλιακών βαλβίδων,^{8,11,16} του μεταφορτίου,¹⁷ και του προφορτίου σε ασθενείς σε ύπτια θέση.¹⁸



Εικόνα 1. Περιγραφή των διαστημάτων από τις μετρήσεις Doppler. Ο δείκτης ορίζεται από την εξίσωση $(a-b/b)$ όπου το a αντιπροσωπεύει το διάστημα μεταξύ της διακοπής και της έναρξης της διαμυρσοειδικής ροής και το b αντιπροσωπεύει το χρόνο εξώθησης του χώρου εξόδου της αριστερής κοιλίας. Ο ισογκωτικός χρόνος χάλυσης (IRT) υπολογίζεται αφαιρώντας το διάστημα d από το διάστημα c (όπου το c αντιπροσωπεύει το διάστημα μεταξύ του κύματος R και του ηλεκτροκαρδιογραφήματος της έναρξης της διαμυρσοειδικής ροής. Ο χρόνος ισογκωτικής συστολής (ICT) προκύπτει από την αφαίρεση του IRT από το $a-b$.

Ανασκόπηση του δείκτη Κλινικές εφαρμογές και αξία στις διάφορες καρδιακές παθήσεις

Ο δείκτης Tei φαίνεται να παρουσιάζει στενή συσχέτιση με τις ευρέως αποδεκτές συστολικές και διαστολικές αιμοδυναμικές παραμέτρους^{19,20}, ενώ δύναται να εφαρμοστεί κλινικά στην εκτίμηση της συνολικής καρδιακής απόδοσης.^{10,19-21} Ο δείκτης έχει προταθεί ως μια χρήσιμη μέθοδος για τη μελέτη της συμφορητικής καρδιακής ανεπάρκειας,^{8,10,22-24} των εκ γενετής καρδιακών παθήσεων,²⁵⁻²⁷ στην εκτίμηση των επεμβατικών θεραπειών στη συνολική απόδοση της αριστεράς κοιλίας,^{28,29} στην απόρριψη μοσχεύματος που ακολουθεί μεταμόσχευση καρδιάς³⁰ και πιο πρόσφατα στη μελέτη βαλβιδικών νόσων^{31,32} και στο stress echo.³³⁻³⁴ Επιπρόσθετα, ο δείκτης Tei κατά τη διάρκεια του βραχέως βίου του από το 1995 μέχρι σήμερα, έδειξε ισχυρή προγνωστική αξία σε σοβαρές καρδιακές νόσους όπως η διατακτική μυοκαρδιοπάθεια,^{21,22} η αμυλοείδωση του μυοκαρδίου,¹⁰ η πρωτοπαθής πνευμονική υπέρταση³⁵ και πρόσφατα το EM.

Δείκτης Tei και έμφραγμα μυοκαρδίου

Συμπεριφορά και διακύμανση του δείκτη στο χρόνο

Στην υπεροξεία φάση του εμφράγματος μυοκαρδίου, ο δείκτης και της αριστεράς και της δεξιάς κοιλίας είναι σημαντικά αυξημένος σε σύγκριση με τους μάρτυρες, με μια τάση σημαντικής μείωσης κατά την πρώιμη και όψιμη φάση του EM.¹³ Βελτίωση του δείκτη απόδοσης της αριστεράς κοιλίας εξακολουθεί να υπάρχει μέχρι την παρέλευση περίπου 1 έτους από το οξύ EM αλλά πάντα παραμένει παθολογικό με σημαντικά υψηλότερες τιμές σε σύγκριση με τους υγιείς μάρτυρες.³⁶ Από την άλλη πλευρά, ο δείκτης απόδοσης της δεξιάς κοιλίας ελαττώνεται με μεγαλύτερο ρυθμό συγκριτικά με αυτόν της αριστεράς κοιλίας¹³ και φυσιολογικοποιείται γρήγορα, μέσα στο τρίτο μήνα μετά από ένα οξύ έμφραγμα μυοκαρδίου.¹³ Οι παραπάνω διαφοροποιήσεις του δείκτη μυοκαρδιακής απόδοσης, δείχνουν ότι ως επί το πλείστον η λειτουργία αμφοτέρων των κοιλιών είναι σημαντικά επηρεασμένη κατά τη διάρκεια της υπεροξείας φάσης του EM, με μια τάση για βελτίωση στην οξεία και στη χρόνια φάση. Η βελτίωση είναι πιο γρήγορη για τη δεξιά κοιλία, η οποία επανέρχεται πλήρως μέσα στους πρώτους μήνες του εμφράγματος μυοκαρδίου σε σύγκριση με την αριστερά κοιλία που βελτιώνεται σημαντικά στο χρόνο, παραμένοντας παθολογική για τουλάχιστον 1 έτος. Η δια-

φορητική συμπεριφορά του δείκτη, επιβεβαιώνει τη μεγαλύτερη αντίσταση της δεξιάς κοιλίας στην ισχαιμία^{37,38} κυρίως λόγω του χαμηλότερου μεταφορτίου και τις χαμηλότερες ανάγκες σε οξυγόνο.

Η χορήγηση αναστολέων του συστήματος ρενίνης-αγγειοτενσίνης-αλδοστερόνης διαδραματίζει ένα σημαντικό ρόλο στην προηγουμένως αναφερθείσα βελτίωση του δείκτη και στην αναδιαμόρφωση της αριστεράς κοιλίας. Αυτές οι ουσίες μειώνουν σημαντικά την τιμή του δείκτη, μεταξύ ασθενών με EM, ως αποτέλεσμα της ευεργετικής δράσης στη συνολική απόδοση της αριστεράς κοιλίας.^{28,29,39}

Όσο αφορά τις μεταβολές στην τιμή του δείκτη Tei σε σχέση με τη θέση του EM, ο δείκτης της αριστεράς κοιλίας στους ασθενείς με πρόσθιο EM είναι σημαντικά μεγαλύτερος από αυτόν των ασθενών με κατώτερο EM,^{12,29,36} διαφορά η οποία ελαττώνεται ένα χρόνο μετά το έμφραγμα.³⁶ Από την άλλη πλευρά, ο δείκτης της δεξιάς κοιλίας είναι σημαντικά μεγαλύτερος στους ασθενείς με κατώτερο EM σε σύγκριση με τους ασθενείς με πρόσθιο EM, ενώ ο δείκτης των ασθενών με υπερηχογραφικά ευρήματα εμφράγματος της δεξιάς κοιλίας είναι σημαντικά μεγαλύτερος σε σύγκριση με ασθενείς χωρίς έμφραγμα.¹³

Ο δείκτης Tei ως μέτρο εκτίμησης της συστολικής λειτουργίας. Σύγκριση με το κλάσμα εξώθησεως

Εξ αιτίας των ισχυρών συστολικών παραμέτρων του δείκτη Tei όπως ο χρόνος ισοογκωτικής συστολής (ICT) και το κλάσμα εξώθησεως (ET), ο δείκτης ανιχνεύει με αξιοπιστία αλλαγές στη συστολική λειτουργία της αριστεράς κοιλίας.^{10,19-21} Ωστόσο, ο δείκτης διατηρεί μια ισχυρή ανάστροφη σχέση με το κλάσμα εξώθησεως.²⁰ Όσο πιο ψηλή είναι η αξία του δείκτη, τόσο πιο χαμηλό είναι το κλάσμα εξώθησεως και αντίστροφα. Φαίνεται ότι στην πρώιμη φάση του EM, ο δείκτης είναι πιο ευαίσθητος στην ανίχνευση της δυσλειτουργίας της αριστεράς κοιλίας και στην ανίχνευση του ποσοστού που θα αναπτύξει καρδιακή ανεπάρκεια.⁴⁰ Στην όψιμη φάση η ευαισθησία του δείκτη είναι υψηλότερη από αυτή του κλάσματος εξώθησεως στον εντοπισμό των ασθενών με δυσμενή πρόγνωση.³⁶

Η ανωτερότητα του δείκτη Tei αποδίδεται στην ικανότητα του να αντικατοπτρίζει συνδυασμένα τη συστολική και τη διαστολική απόδοση (σε αντίθεση με το συστολικό κλάσμα εξώθησεως), ένα πλεονέκτημα πιο εμφανές σε περιπτώσεις μεμονωμένης διαστολικής δυσλειτουργίας. Επιπρόσθετα, ο δείκτης, ως παράμετρος Doppler, είναι ανεξάρτητος

από τη γεωμετρία της αριστεράς κοιλίας, ενώ το κλάσμα εξωθήσεως είναι λιγότερο αξιόπιστο σε περιπτώσεις με ανατομικές ανωμαλίες της αριστεράς κοιλίας,⁴ όπως μετά από ΕΜ.

Ο δείκτης Τεί ως μέτρο εκτίμησης της διαστολικής λειτουργίας

Τόσο η συστολική όσο και η διαστολική δυσλειτουργία της αριστεράς κοιλίας προκαλεί παράταση της χάλασης (παράταση του χρόνου ισοογκικής χάλασης, IRT). Το γεγονός ότι και οι δυο λειτουργίες της αριστερής κοιλίας αντανακλώνται στη διαστολική παράμετρο του δείκτη (IRT), αυξάνει την ευαισθησία του στην αναγνώριση της παρατεταμένης χάλασης. Έτσι, ο δείκτης μυοκαρδιακής απόδοσης παρουσιάζει στενή συσχέτιση με διαστολικούς αιμοδυναμικούς δείκτες χάλασης ($-dp/dt$ και τ)^{19,20} και παρουσιάζεται ανώτερος από τις συμβατικές διαστολικές παραμέτρους στην ανίχνευση της διαταραγμένης χάλασης. Από την άλλη πλευρά, γίνεται μεγάλη συζήτηση όσο αφορά την ικανότητα του δείκτη να αντανακλά τη βαρύτητα της δυσλειτουργίας της αριστεράς κοιλίας σε πιο προχωρημένα στάδια διαστολικής δυσλειτουργίας (ψευδοφυσιολογικοποίηση η περιοριστική φυσιολογία), ειδικά σε περιπτώσεις με διατηρημένη συστολική λειτουργία.⁴¹ Πολλές ερευνητικές ομάδες έδειξαν ότι ο δείκτης Τεί αντανακλά τη βαρύτητα της δυσλειτουργίας της διαστολικής δυσλειτουργίας της αριστεράς κοιλίας στην υπεροξεία⁴⁰ και στη χρόνια^{13,36} φάση του ΕΜ, ενώ ψευδοφυσιολογικοποιείται στην οξεία φάση του ΕΜ σε ασθενείς με περιοριστική φυσιολογία⁴¹ όπως και στους ασθενείς με μεμονωμένη διαστολική καρδιακή ανεπάρκεια.²⁴

Ερμηνεία της ψευδοφυσιολογικοποίησης

Η περιοριστική φυσιολογία βραχύνει τον IRT λόγω της αύξησης των πιέσεων του αριστερού κόλπου. Επειδή η παράμετρος (IRT) βρίσκεται στον αριθμητή στο λόγο που εκφράζει το δείκτη (Δείκτης Τεί = $ICT + IRT/ET$), συνήθως μειώνει σημαντικά την τιμή του. Το αποτέλεσμα είναι ότι ο τελικός υπολογισμός της τιμής του δείκτη σε ασθενείς με περιοριστική φυσιολογία εξαρτάται αποκλειστικά από τις αλλαγές του συστολικού συντελεστή του δείκτη (ICT/ET), ειδικότερα από την παρούσα κατάσταση της συστολικής λειτουργίας της αριστεράς κοιλίας. Όταν υπάρχει σοβαρή συστολική δυσλειτουργία, προκαλείται μια σημαντική αύξηση (επιδείνωση)

του συντελεστή ICT/ET (λόγω της παράτασης του ICT και βράχυνση του ET), η οποία όχι μόνο ισοσκελίζει το βραχύ IRT, αλλά παράλληλα αυξάνει την τιμή του δείκτη. Από την άλλη πλευρά, ο συνδυασμός περιοριστικής φυσιολογίας με ικανοποιητική συστολική λειτουργία της αριστεράς κοιλίας, ελαττώνει (βελτιώνει) τη σχέση ICT/ET (λόγω της βράχυνσης του ICT και παράτασης του ET), αποτυγχάνοντας να εξισορροπήσει το βραχυμένο IRT και τη σημαντική μείωση (ψευδοφυσιολογικοποίηση) της τιμής του δείκτη.

Στην υπεροξεία φάση του ΕΜ, η οξεία ισχαιμία και η έναρξη της νέκρωσης, προκαλούν σοβαρή συστολική δυσλειτουργία της αριστεράς κοιλίας, γεγονός που παρατηρείται και στη χρόνια φάση, με τη διάταση και το σχηματισμό ουλής ως επίπτωση της αναδιαμόρφωσης της αριστεράς κοιλίας.^{42,43} Από την άλλη πλευρά, στην πρώιμη φάση του ΕΜ, η αναπτυχθείσα συμπληρωματική υπερτροφία του υγιούς μυοκαρδίου^{42,43} που σε αυτή τη φάση είναι ευνοϊκή και εξισορροπεί το χαμένο μυοκάρδιο, συμβάλει σε μία αξιοσημείωτη βελτίωση της συστολικής δυσλειτουργίας της αριστεράς κοιλίας. Ωστόσο, κατά την οξεία φάση του ΕΜ καθώς και σε περιπτώσεις μεμονωμένης διαστολικής καρδιακής ανεπάρκειας, ο βραχύς IRT δεν εξισορροπείται λόγω της ικανοποιητικής συστολικής λειτουργίας, καταλήγοντας σε μείωση της τιμής του δείκτη. Λαβαίνοντας υπ' όψη ότι η περιοριστική φυσιολογία συνοδεύει προχωρημένες και διαφόρων αιτιών καρδιακές νόσους,^{44,45} γίνεται φανερό ότι αυτός ο περιορισμός μειώνει την αξία του δείκτη ως μέθοδο εκτίμησης της σοβαρής διαστολικής δυσλειτουργίας όταν συνυπάρχει διατηρημένη συστολική λειτουργία της αριστεράς κοιλίας.

Προγνωστική αξία του δείκτη

Πολλές μελέτες έδειξαν πρόσφατα ότι ο δείκτης έχει προγνωστική αξία τόσο στην πρώιμη όσο και στην όψιμη φάση του εμφράγματος.

(α) πρώιμη φάση

Ο δείκτης Τεί αποτελεί αποδεδειγμένα τον πιο ισχυρό ανεξάρτητο προγνωστικό παράγοντα στην πρώιμη φάση του ΕΜ σε σχέση με την ανάπτυξη καρδιακής ανεπάρκειας.⁴⁰ Επιπρόσθετα, ο δείκτης έχει σημαντική ευαισθησία στον εντοπισμό των ασθενών με φτωχή ενδονοσοκομειακή πρόγνωση, και η τιμή του είναι ανεξάρτητος προγνωστικός δείκτης καρδιακών συμβαμάτων κατά τη διάρκεια της νοσηλείας^{46,47}

(καρδιακός θάνατος, καρδιογενές shock, ανεύρυσμα κοιλιακής αορτής, αρρυθμίες). Παράλληλα, ο δείκτης Tei φαίνεται να βελτιώνεται στους ασθενείς με γρήγορη αποκατάσταση της αιματικής ροής,^{48,49} όταν η αρτηρία με την ένοχη βλάβη επαναγγειώνεται,⁵⁰ καθώς και όταν ο γλυκαιμικός έλεγχος με τη χορήγηση ινσουλίνης στους ασθενείς με διαβήτη τύπου 2 βελτιστοποιείται.⁵¹

(β) όψιμη φάση

Στη φάση αυτή του EM, ο δείκτης παρουσιάζει προγνωστική αξία όσο αφορά το θάνατο,^{13,36, 52-56} τη καρδιακή ανεπάρκεια,^{36,55,56} και τα νέα καρδιαγγειακά συμβλήματα.⁴⁹ Ο δείκτης Tei ξεχωρίζει ασθενείς με EM και καρδιακό θάνατο ή καρδιακή ανεπάρκεια, από εκείνους χωρίς τα δυσάρεστα αυτά καταληκτικά σημεία,³⁶ ακόμη και μεταξύ ασθενών με αγγειοπλαστική.⁵⁷ Ο δείκτης της δεξιάς κοιλίας ανεξάρτητα από ευρήματα EM, προβλέπει το μελλοντικό καρδιακό θάνατο ή τις επαναλαμβανόμενες νοσηλείες λόγω επιδείνωσης της καρδιακής ανεπάρκειας.¹³ Η εκτίμηση και των δύο κοιλιών από το δείκτη, βελτιώνει σημαντικά την προγνωστική ακρίβεια του δείκτη Tei για την αριστερά κοιλία.¹³ Φαίνεται ότι οι ανωμαλίες της αριστεράς κοιλίας μεταφέρονται απευθείας στη δεξιά κοιλία, και η συνολική εκτίμηση της καρδιακής λειτουργίας παρουσιάζεται πιο ακριβής στην αναγνώριση προβλημάτων από ότι η μεμονωμένη εκτίμηση της αριστεράς κοιλίας, λόγω της στενής σχέσης των δύο κοιλιών καθώς και λόγω της κατανομής του μεσοκοιλιακού διαφράγματος και του περικαρδίου.

Οι περισσότερες από τις προαναφερθείσες μελέτες επιβεβαίωσαν ότι η τιμή του δείκτη πάνω από $\geq 0,60$ ^{14,36,46,52,54} (ασθενείς με αυξημένο κίνδυνο), έχει τη μεγαλύτερη ευαισθησία, ειδικότητα και διαγνωστική ακρίβεια, στην αναγνώριση ασθενών με δυσμενή πρόγνωση, μεγαλύτερη από το χαμηλό κλάσμα εξωθήσεως $\leq 40\%$ και συγκρίσιμη με το χρόνο επιβράδυνσης του E κύματος $\leq 140\text{ms}$.

Περιορισμοί του δείκτη Tei

Ο δείκτης Tei παρουσιάζει, όπως όλες οι μέθοδοι, κάποιους περιορισμούς όπως: 1) την προαναφερθείσα ψευδοφυσιολογικοποίηση του δείκτη, που πρέπει να θεωρείται ο κύριος περιορισμός αλλά αφορά μόνο μια υποομάδα ασθενών με γνωστή φτωχή πρόγνωση,^{58,59} 2) Η μερική εξάρτηση από το προφύρτιο,^{18,20,60,61} παρόλο που αυτός ο περιορισμός δεν

αφορά σημαντικά ασθενείς με EM σε ύπτια θέση,¹⁸ και είναι λιγότερο εξαρτώμενος από τις άλλες διαστολικές παραμέτρους Doppler;¹⁸ 3) Ο αδύνατος ή μη ακριβής προσδιορισμός του δείκτη Tei σε ασθενείς με κολπική μαρμαρυγή, συχνές υπερκοιλιακές και κοιλιακές συστολές, κολποκοιλιακές και ενδοκοιλιακές διαταραχές αγωγής, κοιλιακή βηματοδότηση, και σημαντική κολπική ταχυκαρδία με σύμπτυξη των δύο διαμτροειδικών σημάτων. Τέλος, ευρέως φάσματος επιδημιολογικές μελέτες⁶² πρέπει να λάβουν υπ' όψη τους υπερηχοκαρδιογραφικές παραμέτρους εύκολα εφαρμόσιμες όπως ο δείκτης Tei για τη μέτρηση της καρδιακής απόδοσης.

Συμπεράσματα

Ο δείκτης Tei αποτελεί μια αξιόπιστη παράμετρο Doppler για την εκτίμηση και την πρόγνωση των ασθενών με EM, με ουσιαστικά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με τους επικρατούντες υπερηχοκαρδιογραφικούς δείκτες. Ωστόσο, ευρείας κλίμακας μακροχρόνιες μελέτες απαιτούνται για αυτή τη μέθοδο μέχρι να προσδιοριστεί η ακριβής κλινική αξία του δείκτη και να ληφθούν τα τελικά συμπεράσματα για την εφαρμογή του δείκτη Tei στην καθημερινή κλινική πράξη.

Βιβλιογραφία

1. Bonow R, Udelson J: Left ventricular diastolic dysfunction as a cause of congestive heart failure. Mechanisms and management. *Ann Intern Med* 1992; 117: 502-510.
2. Perrone F, Bacharach S, Dilsizian V, Bonow R: Effects of regional systolic asynchrony on left ventricular global diastolic function in patients with coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 1992; 19: 739-744.
3. Yamamoto K, Nishimura R, Chaliki H, Appleton C, Holmes D, Redfield M: Determination of left ventricular filling pressure by Doppler echocardiography in patients with coronary artery disease: Critical role of left ventricular systolic function. *J Am Coll Cardiol* 1997; 30: 1819-1826.
4. Kuroda T, Seward J, Rumberger J, Yanagi H, Tajik A, LV volume and mass: comparative study of two-dimensional echocardiography and ultrafast computed tomography. *Echocardiography* 1994; 11: 1-9.
5. Bryg R, Williams G, Labovitz A: Effect of aging on left ventricular diastolic filling in normal subjects. *Am J Cardiol* 1987; 59: 971-974.
6. Harrison M, Clifton G, Pennell A, Demaria A: Effect of heart rate on left ventricular diastolic transmitral flow velocity patterns assessed by Doppler echocardiography in normal subjects. *Am J Cardiol* 1991; 167: 622-627.
7. Berk M, Xie G, Kwan O, et al: Reduction of left ventricular preload by lower body negative pressures alters Doppler transmitral filling patterns. *J Am Coll Cardiol* 1990; 16: 1387-1392.

8. Tei C, Ling L, Hodge D, et al: New index of combined systolic and diastolic myocardial performance: a simple and reproducible measure of cardiac function- a study in normals and dilated cardiomyopathy. *J Cardiol* 1995; 26: 357-366.
9. Tei C. New non-invasive index of combined systolic and diastolic ventricular function. *J Cardiol* 1995; 26: 135-136.
10. Tei C, Dujardin K, Hodge D, Kyle R, Tajik A, Seward J: Doppler index combining systolic and diastolic myocardial performance: clinical value in Cardiac Amyloidosis. *J Am Coll Cardiol* 1996; 28: 658-664.
11. Tei C, Dujardin K, Hodge D, et al: Doppler echocardiographic index for assessment of global right ventricular function. *J Am Soc Echocardiogr* 1996; 9: 838-847.
12. Nearchou N, Tsakiris A, Stathakopoulos D, Loutsidis K, Skoufas P: A new Doppler index combining systolic and diastolic myocardial performance. Behavior and significance during hospitalization of patients with acute myocardial infarction. *Hellenic J Cardiol* 1999; 40: 486-496.
13. Moller J, Sondergaard E, Poulsen S, Appleton C, Egstrup K: Serial Doppler echocardiographic assessment of left and right ventricular performance after a first myocardial infarction. *J Am Soc Echocardiogr* 2001; 14: 249-255.
14. Bruch C, Schmermund A, Marin D, et al: Tei index in patients with mild to moderate congestive heart failure. *Eur Heart J* 2000; 21: 1888-1895.
15. Poulsen S, Nielsen J, Andersen H: The influence of heart rate on the Doppler derived myocardial performance index. *J Am Soc Echocardiogr* 2000; 13: 379-384.
16. Lengyel M. Effect of chronic amiodarone therapy on left ventricular function in dilated cardiomyopathy studied by the new Doppler-index. *Orv Hetil* 1998; 139: 1147-1151.
17. Nishimura E, Ikeda S, Naito T, et al: Evaluation of right-ventricular function by Doppler echocardiography in patients with chronic respiratory failure. *J Int Med Res* 1999; 27: 65-73.
18. Moller J, Poulsen S, Egstrup K. Effect of preload alterations on a new Doppler echocardiographic index of combined systolic and diastolic performance. *J Am Soc Echocardiogr* 1999; 12: 1065-1072.
19. Tei C, Nishimura R, Seward J, Tajic A: Noninvasive Doppler-derived myocardial performance index: correlation with simultaneous measurements of cardiac catheterization measurements. *J Am Soc Echocardiogr* 1997; 169-178.
20. Lacorte J, Cabreriza S, Rabkin D, et al: Correlation of the Tei index with invasive measurements of ventricular function in a porcine model. *J Am Soc Echocardiogr* 2003; 16: 442-447.
21. Dujardin K, Tei C, Yeo T, Hodge D, Rossi A, Seward J: Prognostic value of a doppler index combining systolic and diastolic performance in idiopathic dilated cardiomyopathy. *Am J Cardiol* 1998; 82: 1071-1076.
22. Ikeda R, Yuda S, Kobayashi N, Nakahara N, et al: Usefulness of right ventricular Doppler index for predicting outcome in patients with dilated cardiomyopathy. *J Cardiol* 2001; 37: 157-164.
23. Izumi C, Kibira S, Watanabe H, et al: Validity of the right ventricular Doppler index for assessment of severity of congestive heart failure in patients with dilated cardiomyopathy. *Heart Vessels* 1999; 14: 232-239.
24. Bruch C, Schmermund A, Dages N, Katz M, Bartel T, Erbel R: Tei index in coronary artery disease validation in patients with overall cardiac and isolated diastolic dysfunction. *Z Kardiol* 2002; 91: 472-480.
25. Salehian O, Schwerzmann M, Webb G, Therrien J: Echocardiographic myocardial performance index correlates well with cardiac magnetic resonance derived ejection fraction of systemic right ventricle in patients with transposition of great arteries(abstr). *J Am Soc Echocardiogr* 2004; 17: 495A.
26. Eidem B, O' Leary P, Tei C, Seward J: Usefulness of the myocardial performance index for assessing right ventricular function in congenital heart disease. *Am J Cardiol* 2000; 86: 654-658.
27. Eidem B, Tei C, O' Leary P, Cetta F, Seward J: Nongeometric quantitative assessment of right and left ventricular function: myocardial performance index in normal children and patients with Ebstein anomaly. *J Am Soc Echocardiogr* 1998; 11: 849-856.
28. Nearchou N, Tsakiris A, Lolaka M, Zarcos I, Skoufas D, Skoufas P: Influence of perindopril on left ventricular global performance during the early phase of inferior acute myocardial infarction: assessment by Tei index. *Echocardiography* 2003; 20: 319-327.
29. Nearchou N, Tsakiris A, Lolaka M, et al: Influence of Angiotensin II receptors blocking on overall left ventricle's performance of patients with acute myocardial infarction of limited extent. Echocardiographic assessment. *Int J Cardiovasc Imaging* 2006; 22: 191-198.
30. Vivekananthan K, Kalapura T, Mehra M, et al: Usefulness of the combined index of systolic and diastolic myocardial performance to identify cardiac allograft rejection. *Am J Cardiol* 2002; 90: 517-520.
31. Haque A, Otsuji Y, Yoshifuku S, et al: Effects of valve dysfunction on Doppler Tei index. *J Am Soc Echocardiogr* 2002; 15: 877-883.
32. Bruch C, Schmermund A, Dages N, Katz M, Bartel T, Erbel R: Severe aortic valve stenosis with preserved and reduced systolic left ventricular function: diagnostic usefulness of the Tei index. *J Am Soc Echocardiogr* 2002; 15: 869-876.
33. Ling L, Tei C, McCully R, Bailey K, Seward J, Pellikka P: Analysis of systolic and diastolic time intervals during dobutamine-atropine stress echocardiography: diagnostic potential of the Doppler myocardial performance index. *J Am Soc Echocardiogr* 2001; 14: 978-986.
34. Harada K, Tamura M, Toyono M, Yasuoka K: Effect of dobutamine on a doppler echocardiographic index of combined systolic and diastolic performance. *Pediatr Cardiol* 2002; 23: 613-617.
35. Yeo T, Dujardin K, Tei C, Mahoney D, McGoon M, Seward J. Value of a Doppler-derived index combining systolic and diastolic time intervals in predicting outcome in primary pulmonary hypertension. *Am J Cardiol* 1998; 81: 1157-1161.
36. Poulsen S, Jensen S, Nielsen J, Moller J, Egstrup K: Serial changes and prognostic implications of a Doppler derived index of combined left ventricular systolic and diastolic myocardial performance in acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* 2000; 85: 19-25.
37. Dell'Italia L, Lembo N, Starling M, et al: Hemodynamically important right ventricular infarction: follow-up evaluation of right ventricular systolic function at rest and during exercise with radionuclide ventriculography and respiratory gas exchange. *Circulation* 1987; 75: 996-1003.
38. Bowers T, O'Neill W, Grines C, Pica M, Safian R, Goldstein J: Effect of reperfusion on biventricular function and survival after right ventricular infarction. *N Engl J Med* 1998; 338: 933-940.

39. Møller J, Dahlström U, Gøtzsche O, et al: Effects of losartan and captopril on left ventricular systolic and diastolic function after acute myocardial infarction: Results of the Optimal Trial in Myocardial Infarction with Angiotensin II Antagonist Losartan (OPTIMAAL) echocardiographic study. *Am Heart J* 2004; 147: 494-501.
40. Poulsen S, Jensen S, Tei C, Seward J, Egstrup K: Value of the Doppler Index of Myocardial Performance in the Early Phase of Acute Myocardial Infarction. *J Am Soc Echocardiogr* 2000; 13: 723-730.
41. Nearchou N, Tsakiris A, Tsitsirikos M, et al: Tei index as a method of evaluating left ventricular diastolic dysfunction in acute myocardial infarction. *Hellenic J Cardiol* 2005; 46: 35-42. 57.
42. Jugdutt B: Prevention of ventricular remodeling post myocardial infarction: timing and duration of therapy. *Can J Cardiol* 1993; 9: 103-114.
43. Gaudron P, Eilles C, Kugler I, Ertl G: Progressive left ventricular dysfunction and remodeling after myocardial infarction. Potential mechanisms and early predictors. *Circulation* 1993; 87: 755-763.
44. Appleton C, Hatle L, Popp R: Relation of transmitral flow velocity patterns to left ventricular diastolic function: new insights from a combined hemodynamic and Doppler echocardiographic study. *J Am Coll Cardiol* 1988; 12: 426-440.
45. Himura Y, Kumada T, Kambayashi M, et al: Importance of left ventricular systolic function in the assessment of left ventricular diastolic function with Doppler transmitral flow velocity recording. *J Am Coll Cardiol* 1991; 18: 753-760.
46. Ascione L, De Michele M, Accadia M, et al: Myocardial global performance index as a predictor of in-hospital cardiac events in patients with first myocardial infarction. *J Am Soc Echocardiogr* 2003; 16: 1019-1023.
47. Yuasa T, Otsuji Y, Kuwahara E, et al: Noninvasive prediction of complications with anteroseptal acute myocardial infarction by left ventricular Tei index. *J Am Soc Echocardiogr* 2005; 18: 20-25.
48. Lopes L, Joao I, Vinhas H, et al: Evaluation of systolic and systo-diastolic function: the Tei index in acute myocardial infarction treated with acute reperfusion therapy – early and late evaluation. *Rev Port Cardiol* 2007; 26: 649-56.57.
49. Lee S, Otsui Y, Minagoe S, et al: Correlation between distal left anterior descending artery flow velocity by transthoracic Doppler echocardiography and corrected TIMI frame count before mechanical reperfusion in patients with anterior acute myocardial infarction. *Circ J* 2005; 69: 10022-10028.
50. Kuwahara E, Otsui Y, Takasaki K, et al: Increased Tei index suggests absence of adequate coronary reperfusion in patients with first anteroseptal acute myocardial infarction. *Circ J* 2006; 70: 248-253.
51. Stefanidis A, Melidonis A, Tournis S, et al: Effect of intravenous insulin administration on left ventricular performance during Non-ST-Elevation acute coronary events in patients in patients with diabetes mellitus. *Am J Cardiol* 2003; 91: 1237-1240.
52. Moller J, Egstrup K, Kober L, Poulsen S, Nyvad O, Pedersen C: Prognostic importance of systolic and diastolic function after acute myocardial infarction. *Am Heart J* 2003; 145: 147-153.
53. Szymanski P, Rezler J, Stec S, Budaj A: Long-term prognostic value of an index of myocardial performance in patients with myocardial infarction. *Clin Cardiol* 2002; 25: 378-383.
54. Moller J, Sondergaard E, Poulsen S, Egstrup K: The Doppler echocardiographic myocardial performance index predicts left ventricular dilation and cardiac death after myocardial infarction. *Cardiology* 2001; 95: 105-111.
55. Sasao H, Noda R, Hasegawa T, Endo A, Oimatsu H, Takada T: Prognostic value of the Tei index combining systolic and diastolic myocardial performance in patients with acute myocardial infarction treated by successful primary angioplasty. *Heart Vessels* 2004; 19: 68-74.
56. Uzunhasan I, Bader K, Okcun B, Hatemi AC, Mutlu H: Correlation of the Tei index with left ventricular dilatation and mortality in patients with acute myocardial infarction. *Int Heart J* 2006; 47: 331-342.
57. Sasao H, Noda R, Hasenawa T, Endo A, Oimatsu H, Takada T: Prognostic value of the Tei index combining systolic and diastolic myocardial performance in patients with acute myocardial infarction treated by successful primary angioplasty.
58. Oh J, Ding Z, Gersh B, Bailey K, Tajik A: Restrictive left ventricular diastolic filling identifies patients with heart failure after acute myocardial infarction. *J Am Soc Echocardiogr* 1992; 5: 497-503.
59. Nijland F, Kamp O, Karreman A, Eenige M, Visser C: Prognostic implications of restrictive left ventricular filling in acute myocardial infarction: a serial Doppler echocardiographic study. *J Am Coll Cardiol* 1997; 30: 1618-1624.
60. Koga S, Ikeda S, Matsunaga K, et al: Influence of hemodialysis on echocardiographic Doppler indices of the left ventricle: changes in parameters of systolic and diastolic function and Tei index. *Clin Nephrol* 2003; 59: 180-185.
61. Cheung M, Smallhorn J, Redington A, Vogel M: The effects of changes in loading conditions and modulation of inotropic state on the myocardial performance index: comparison with conductance catheter measurements. *Eur Heart J* 2004; 25: 2238-4222.
62. Andrikopoulos G, Pipilis A, Goudevenos J, et al: Epidemiological characteristics, management and early outcome of acute myocardial infarction in Greece: The HELLENIC Infarction Observation Study. *Hellenic J Cardiol* 2007; 48: 325-334.