

Παράμετροι λειτουργίας της δεξιάς κοιλίας ως προγνωστικοί δείκτες ανάπτυξης ανεπάρκειας δεξιάς κοιλίας μετά από εμφύτευση συσκευής υποβοήθησης αριστερής κοιλίας - Προκαταρκτικά δεδομένα

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΣΑΒΒΟΥΛΙΔΗΣ,¹
ΑΝΔΡΕΑΣ ΚΑΛΟΓΕΡΟΠΟΥΛΟΣ^{2,3}

¹ Τμήμα Καρδιολογίας, Royal Brompton & Harefield NHS Foundation Trust, London, UK

² Τμήμα Καρδιολογίας, Emory University, Atlanta, GA, USA

³ Τμήμα Καρδιολογίας, Stony Brook University, Stony Brook, NY, USA

Λέξεις Ευρετηρίου:

Προχωρημένη καρδιακή ανεπάρκεια, Συσκευή υποβοήθησης αριστερής κοιλίας, Ηχοκαρδιογραφία, Δεξιά καρδιακή ανεπάρκεια

Ανδρέας Π. Καλογερόπουλος
Αναπληρωτής Καθηγητής Καρδιολογίας

Διεύθυνση Επικοινωνίας:
Stony Brook University Medical Center
101 Nicolls Road, Health Sciences Center,
T-16, Rm 080
Stony Brook, NY 11794-8167
Τηλ.: +1 631-638-0081
Fax: +1 631-444-1054
Email: a_kalogero@bellsouth.net

Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας και το συνεχώς αυξανόμενο κλινικό και ερευνητικό ενδιαφέρον για την βελτίωση της ποιότητας ζωής, το προσδόκιμο επιβίωσης, την ελάττωση των επανεισαγωγών στο νοσοκομείο, τη βελτίωση των συμπτωμάτων και τη βελτίωση στην εξέλιξη της νόσου των ασθενών με καρδιακή ανεπάρκεια (ΚΑ), η εμφύτευση των συσκευών υποβοήθησης αριστερής κοιλίας (ΣΥΑΚ) γνωρίζει όλο και πιο διαδεδομένη χρήση σε ασθενείς με προχωρημένη ΚΑ από έκπτωση λειτουργίας της αριστερής κοιλίας (ΑΚ).^{1,2} Από την πρώτη εμφύτευση ΣΥΑΚ το 1966 για βραχεία χρήση και την πρώτη εμφύτευση το 1988 για μακροχρόνια χρήση, η τεχνολογία των ΣΥΑΚ έχει γνωρίσει εξαιρετική εξέλιξη με βελτίωση των ρεολογικών χαρακτηριστικών λειτουργίας και από τις πρώτες γενιάς ΣΥΑΚ παλμικής ροής περάσαμε στις ΣΥΑΚ με συνεχή ροή για να καταλήξουμε στις περισσότερο συμπαγείς ΣΥΑΚ συνεχούς φυγόκεντρης ροής. Με τις νέες ΣΥΑΚ, παρατηρούνται χαμηλότερα ποσοστά επιπλοκών και ευρύτερο πεδίο ενδείξεων τόσο ως γέφυρα προς μεταμόσχευση όσο και για θεραπεία στόχο.^{3,4} Αυτή η εξέλιξη στην τεχνολογία είναι απότοκος της συνεχούς πίεσης που προκύπτει από την έλλειψη επαρκούς αριθμού καρδιακών μοσχευμάτων και του αυξανόμενου αριθμού ασθενών με τελικού σταδίου ΚΑ οι οποίοι δεν πληρούν τα κριτήρια για μεταμόσχευση καρδιάς.

Σύμφωνα με μελέτες, το ποσοστό επιβίωσης στο ένα έτος υπερβαίνει το 80% μετά από εμφύτευση ΣΥΑΚ συνεχούς ροής⁵ σε μια ομάδα ασθενών στους οποίους η επιβίωση χωρίς εμφύτευση είναι εξαιρετικά δυσμενής. Ωστόσο, η εμφύτευση ΣΥΑΚ αποτελεί μια επέμβαση η οποία συνοδεύεται από υψηλό κίνδυνο και υψηλό κόστος και απαιτεί προσεκτική επιλογή των ασθενών ο οποίοι θα επωφεληθούν περισσότερο με το μικρότερο δυνατό κίνδυνο.

Μια από τις σοβαρότερες επιπλοκές των ΣΥΑΚ είναι η ανεπάρκεια της δεξιάς κοιλίας (ΔΚ). Η ίδια η ΣΥΑΚ μεταβάλλει τη γεωμετρία της ΑΚ και τις συνθήκες φόρτισης της ΔΚ με αύξηση του προφορτίου, του μεταφορτίου, της διαμέτρου της ΔΚ όπως επίσης και της ανεπάρκειας της τριγλώχινος βαλβίδας. Η αιτιολογία είναι πολυπαραγοντική και εξαρτάται από την ισχαιμία της ΔΚ κατά την τοποθέτηση της ΣΥΑΚ, τραυματισμό της ΔΚ, εμβολή αέρα ή μικροθρόμβων, ενδοτοξίνες, ενδοθηλιακή δυσλειτουργία, και πιθανή επιδείνωση της ανεπάρκειας της τριγλώχινος βαλβίδας.⁶⁻¹³ Η αποτελεσματική λειτουργία της ΣΥΑΚ εξαρτάται εν πολλοίς από την ικανότητα της ΔΚ να εξασφαλίσει επαρκή ροή προς την πνευμονική κυκλοφορία και επομένως προς την ΣΥΑΚ για να επιτευχθούν τα μέγιστα δυνατά αποτελέσματα.⁸ Εντούτοις, παράλληλη τη βελτίωση της τεχνολογίας στις ΣΥΑΚ, τα ποσοστά ανεπάρκειας ΔΚ μετά από εμφύτευση ΣΥΑΚ κυμαίνονται, ανάλογα με τη μελέτη, από 13-40%.¹⁴ Απότοκος της ανεπάρκειας ΔΚ είναι ελαττωμένη επιβίωση, μεγαλύτερη χρήση πόρων με μακρύτερη παραμονή σε μονάδα εντατικής θεραπείας, χρήση ινοτρόπων, χρήση συσκευών υποβοήθησης δεξιάς κοιλίας (ΣΥΔΚ) και τελι-

κά χειρότερη ικανότητα προς άσκηση και ποιότητα ζωής.^{12,15-23}

Επομένως, εύλογα δημιουργήθηκε η ανάγκη ανάπτυξης προγνωστικών μοντέλων τα οποία θα εντόπιζαν προεγχειρητικά, με ικανοποιητική ακρίβεια, την πιθανότητα ανάπτυξης ανεπάρκειας ΔΚ μετά από ΣΥΑΚ, αφενός γιατί οι ΣΥΔΚ προορίζονται κατά βάση για βραχυχρόνια θεραπεία και δεν είναι κατάλληλες ως μόνιμη λύση σε περίπτωση επιπλοκών, και αφετέρου για να εντοπιστούν οι ασθενείς που θα επωφεληθούν τα μέγιστα, ενώ σε αντίθετη περίπτωση θα μπορεί αναλόγως να μεταβληθεί η χειρουργική αλλά και συνολική αντιμετώπιση του ασθενούς.

Τα προηγούμενα προβλεπτικά μοντέλα είχαν μέτρια αποτελέσματα ενώ είχαν αναπτυχθεί βασικά για ΣΥΑΚ παλμικής ροής.¹⁴ Υπάρχουν λίγες μελέτες οι οποίες μελέτησαν ποσοτικά δεδομένα λειτουργίας της ΔΚ με υπερηχογραφία σε ασθενείς με ΣΥΑΚ συνεχούς ροής, ωστόσο, ήταν αναδρομικές μελέτες. Στη διεθνή βιβλιογραφία λείπουν δεδομένα από μια συστηματική προοπτική μελέτη της σημασίας των προεγχειρητικών υπερηχογραφικών παραμέτρων λειτουργικότητας της ΔΚ για την πρόβλεψη της ανάπτυξης ανεπάρκειας ΔΚ μετά από εμφύτευση ΣΥΑΚ.

Μεθοδολογία

ΣΤΟΧΟΣ ΚΑΙ ΥΠΟΘΕΣΗ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η μελέτη RVF-LVAD αποτελεί προοπτική μελέτη κοόρτης η οποία διενεργείται στο Emory University (Atlanta, GA, USA) και η οποία αξιολογεί τις υπερηχοκαρδιογραφικές παραμέτρους λειτουργικότητας της ΔΚ ως δείκτες για την πρόβλεψη ανάπτυξης ανεπάρκειας ΔΚ και της ποιότητας ζωής μετά από εμφύτευση ΣΥΑΚ.

Η κύρια υπόθεση είναι ότι ένα υπερηχοκαρδιογραφικό score μπορεί να προβλέψει την ανάπτυξη ανεπάρκειας ΔΚ σε 90 ημέρες από τη στιγμή της εμφύτευσης της ΣΥΑΚ με ικανοποιητική ακρίβεια ($C \geq 0.85$) και θετική και αρνητική προβλεπτική τιμή ($>80\%$). Δευτερογενής υπόθεση είναι ότι το υπερηχοκαρδιογραφικό σκορ θα προβλέψει την πτωχή ποιότητα ζωής στις 90 ημέρες από την εμφύτευση της ΣΥΑΚ. Ως ενδεικτικό πτωχής ποιότητας ζωής χρησιμοποιήσαμε έναν κοινώς αποδεκτό όριο (<45) του Kansas City Cardiomyopathy Questionnaire (KCCQ).²⁴

ΔΕΙΓΜΑ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΝΤΑΞΗΣ

Στόχος της μελέτης είναι η ένταξη 120 ασθενών στους οποίους θα εμφυτευθεί ΣΥΑΚ ως γέφυρα προς μεταμόσχευση ή ως θεραπεία στόχου στο Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο Emory University Hospital, Atlanta, GA, USA. Κατάλληλοι ασθενείς είναι αυτοί που κατατάσσονται σε στάδιο 2-7 κατά INTERMACS (Πίνακας 1) ενώ αποκλείονται όσοι βρίσκονται σε στάδιο 1 (καρδιογενές shock) κατά INTERMACS, όσοι έχουν σοβαρή ανεπάρκεια ΔΚ προ της εμφύτευσης της ΣΥΑΚ (και προβλέπεται να χρειαστούν ΣΥΔΚ) και όσοι έχουν σοβαρή πνευμονική υπέρταση μη ανταποκρινόμενη σε θεραπεία.

Πίνακας 1. Ταξινόμηση κατά Interagency Registry for Mechanical Circulatory Support (INTERMACS)

ΚΛΑΣΗ	ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ
1	Καρδιογενής καταπληξία
2	Προοδευτική επιδείνωση ασθενούς σε ινότροπα
3	Σταθερή αλλά ο ασθενής εξαρτάται από ινότροπα
4	Υποτροπιάζουσα προχωρημένη ΚΑ
5	Αδυναμία οποιασδήποτε δραστηριότητας
6	New York Heart Association IIIb
7	New York Heart Association III

Η ένταξη στη μελέτη γίνεται κατόπιν ενημέρωσης του ασθενούς και με ενυπόγραφη συναίνεση. Ο καθορισμός του πληθυσμού ασθενών καθορίστηκε με σκοπό την εξασφάλιση στατιστικής δύναμης 80% για τιμή σημαντικότητας (type I error) 0.05 και C-index 0.85.

Τα δεδομένα που συλλέγονται είναι πλήρης υπερηχοκαρδιογραφική μελέτη προ τους εμφυτεύσεις και τους 30 και 90 ημέρες μετά την εμφύτευση τους ΣΥΑΚ. Η ποιότητα ζωής αξιολογείται με βάση το ενδεξιγμένο ερωτηματολόγιο KCCQ προ τους εμφυτεύσεις και τους 90 ημέρες μετά την εμφύτευση τους ΣΥΑΚ. Επιπλέον, τα κλινικά αποτελέσματα καταγράφονται για τους πρώτες 90 ημέρες μετά την εμφύτευση τους ΣΥΑΚ.

ΟΡΙΣΜΟΙ

Δεξιά Καρδιακή Ανεπάρκεια: Ορίζεται ως η παρουσία συμπτωμάτων και σημείων εμένουσας δεξιάς ΚΑ με κεντρική φλεβική πίεση >18 mmHg και καρδιακό δείκτη <2 L/min/m² (σε απουσία πίεσης ενσφύσεως τριχοειδών >18 mmHg, καρδιακό επιπωματισμό, κοιλιακή αρυθμία ή πνευμοθώρακα) η

Πίνακας 2.
Υπερηχοκαρδιογραφικές παράμετροι μελέτης

ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΔΚ	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΔΚ
Tricuspid annular plane systolic excursion	STE: global strain
TDI peak systolic velocity at the tricuspid annulus	STE: global systolic strain rate
Right ventricular myocardial performance index	
Right ventricular fractional area change	

STE: speckle tracking echocardiography
TDI: tissue Doppler imaging

Πίνακας 3. Δημογραφικά χαρακτηριστικά ασθενών

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ (ΠΟΣΟΣΤΟ %)
Άρρενες	55 (66.27)
Λευκή φυλή	36 (43.37)
Στεφανιαία νόσος	26 (31.33)
Χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια	8 (9.64)
Υπέρταση	47 (56.63)
Σακχαρώδης διαβήτης	31 (37.35)
Προηγούμενη καρδιοχειρουργική επέμβαση	16 (19.28)
Ιστορικό εγκεφαλικού επεισοδίου	12 (14.46)
Κατ'οίκον ινότροπα	68 (81.93)
Μόνιμος βηματοδότης	41 (49.40)
Συσκευή επανασυγχρονισμού	20 (24.10)
Εμφυτεύσιμος απινιδωτής	73 (87.95)
Ένδειξη εμφύτευσης ΣΥΑΚ	
ΣΥΑΚ ως γέφυρα προς μεταμόσχευση	38 (45.78)
ΣΥΑΚ ως θεραπεία στόχου	37 (44.58)
ΣΥΑΚ για άλλη ένδειξη	8 (9.64)
INTERMACS Profile 2	59 (71.08)
INTERMACS Profile 3	24 (28.92)

INTERMACS: Interagency Registry for Mechanical Circulatory Support

οποία απαιτεί συσκευή υποβοήθησης ΔΚ ή εισπνεόμενο/ενδοφλέβιο αγγειοδιασταλτικό τους πνευμονικής κυκλοφορίας ή ινότροπη θεραπεία για >7 ημέρες.

Ποιότητα ζωής: Αξιολογείται με το KCCQ το οποίο αποτελεί ένα αξιόπιστο εργαλείο καθορισμού της ποιότητας ζωής σε ασθενείς με ΚΑ.

Μεταβολές στη λειτουργία τους ΔΚ: Θα καταγραφούν μεταβολές τους βασικές παραμέτρους προσδιορισμού της λειτουργίας τους ΔΚ (Πίνακας

2) καθώς τους και τους μηχανικές ιδιότητες τους ΔΚ (Πίνακας 2) προ εμφύτευσης και τους 30 και 90 ημέρες μετά την εμφύτευση τους ΣΥΑΚ.

Προκαταρκτικά Αποτελέσματα

ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΣΘΕΝΩΝ

Στη συγκεκριμένη φάση έχουμε συλλέξει τα δεδομένα για τους πρώτους 83 ασθενείς οι οποίοι έχουν ενταχθεί στη μελέτη, και τα χαρακτηριστικά των οποίων παρουσιάζουμε στον Πίνακα 3.

Επιπλέον, στον Πίνακα 4 παραθέτουμε τα βασικά υπερηχοκαρδιογραφικά ευρήματα προ της εμφύτευσης ΣΥΑΚ όπως προκύπτουν από την στατιστική ανάλυση των δεδομένων των ασθενών που έχουν ενταχθεί μέχρι τώρα στη μελέτη.

Προκαταρκτικά ευρήματα

Καθώς η μελέτη είναι ακόμη υπό εξέλιξη, προχωρήσαμε στην ανάλυση των προκαταρκτικών δεδομένων των 38 ασθενών που έχουν μέχρι τώρα ολοκληρώσει όλα τα στάδια της μελέτης. Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση, 15 ασθενείς (39,5%) ανέπτυξαν ανεπάρκεια ΔΚ (εκ των οποίων 2 οδήγησαν σε θάνατο) ενώ 3 ασθενείς (11,5%) απεβίωσαν λόγω σήψης. Ο διάμεσος χρόνος νοσηλείας στο νοσοκομείο ήταν 15 ημέρες ενώ ο διάμεσος χρόνος παραμονής στη μονάδα εντατικής θεραπείας 7 ημέρες. Ο διάμεσος χρόνος χορήγησης ινότροπης αγωγής ήταν 7 ημέρες. Σε 7 ασθενείς (18,4%) χρειάστηκε χορήγηση από τουστόματος ή εισπνεόμενων αγγειοδιασταλτικών της πνευμονικής κυκλοφορίας, ενώ σε 1 ασθενή κρίθηκε απαραίτητη η μηχανική υποβοήθηση της ΔΚ.

Συνολικά, 3 υπερηχοκαρδιογραφικές παράμετροι φαίνεται να προοικονομούν τη δυσλειτουργία της ΔΚ μετά από εμφύτευση ΣΥΑΚ. Αυτές είναι ο βαθμός της ανεπάρκειας της τριγλώχινης βαλβίδας, η λειτουργικότητα της ΔΚ (όπως υπολογίζεται από τη μέτρηση της συνολικής επιμήκους παραμόρφωσης) και το μέγεθος της ΑΚ (όπως υπολογίζεται από την τελοσυστολική διάμετρο της ΑΚ). Οι δυο πρώτες παράμετροι έχουν εντοπιστεί σε παλιότερες μελέτες όχι όμως στα πλαίσια ενός προβλεπτικού μοντέλου. Ωστόσο, το μέγεθος της ΑΚ αναδεικνύεται για πρώτη φορά και μια πιθανή εξήγηση είναι πως μια ΑΚ με μικρότερο μέγεθος είναι περισσότε-

ρο πιθανό να υποστεί φαινόμενο αναρρόφησης από τη ΣΥΑΚ και επομένως δυσμενή αλληλεπίδραση μεταξύ των κοιλιών.

Πιο συγκεκριμένα, το υπερηχοκαρδιογραφικό σκορ που προκύπτει από αυτές τις 3 παραμέτρους έχει C-statistic 0,88 (όρια εμπιστοσύνης 95%: 0,75-1,00, P<0,001) για ανάπτυξη ανεπάρκειας ΔΚ. Η ευαισθησία είναι 86,7% (όρια εμπιστοσύνης 95%: 59,5-98,3%) και ειδικότητα 87% (όρια εμπιστοσύνης 95%: 66,4-97,2%), θετική προβλεπτική τιμή 81,3 (όρια εμπιστοσύνης 95%: 54,4-96,0%) και αρνητική προβλεπτική τιμή 90,9% (όρια εμπιστοσύνης 95%: 70,8-98,9%).

Περιορισμοί της μελέτης

Η μελέτη διενεργείται σε ένα μόνο κέντρο της Αμερικής και επομένως είναι υποκείμενη σε κάποιο βαθμό μεροληψίας εξαρτημένης από τις πρακτικές επιλογής των ασθενών, τις χειρουργικές τεχνικές, τις μεθόδους αντιμετώπισης της ανεπάρκειας της ΔΚ, της διάρκειας χρήσης ινότροπης υποστήριξης. Γενικότερα, οι πρακτικές που εφαρμόζονται στο συγκεκριμένο κέντρο μπορεί να επηρεάζουν την πορεία ανάνηψης της λειτουργίας της ΔΚ και επομένως τα υπερηχοκαρδιογραφικά ευρήματα.

Ωστόσο, πιστεύουμε πως η συνέπεια στην έκφραση των αποτελεσμάτων όπως επίσης και η εφαρμογή κοινών προδιαγραφών στην έκφραση των υπερηχοκαρδιογραφικών παραμέτρων αλλά και η άριστη τεχνογνωσία των εκπαιδευμένων υπερηχοκαρδιογραφιστών στο συγκεκριμένο κέντρο θα εξασφαλίσει την εγκυρότητα των μετρήσεων και αποτελεσμάτων σχετικά με τη λειτουργία της ΔΚ και την πορεία της λειτουργικότητας της ΔΚ σε συνάρτηση με το χρόνο.

Επιπλέον, ως μελέτη που αφορά σε ένα κέντρο, ο καθορισμός του πληθυσμού ασθενών σε 120 περιορίζει τη γενίκευση των αποτελεσμάτων καθώς μπορεί η συγκεκριμένη μελέτη να δείχνει την τάση των υπερηχοκαρδιογραφικών μετρήσεων και τη συσχέτισή τους με τις κλινικές παραμέτρους αλλά δεν θα εξασφαλίζει απαραίτητα ακριβή υπολογισμό αυτών των συσχετίσεων στο βαθμό που θα γινόταν σε μια μελέτη που θα διεξάγονταν σε πολλά κέντρα.

Η προσέγγισή μας στον καθορισμό της λειτουργίας της ΔΚ υπολείπεται συγκριτικά με άλλες μεθόδους όπως η μαγνητική τομογραφία καρδιάς, ωστόσο, υπογραμμίζει την προσπάθειά μας να εξασφαλί-

Πίνακας 4. Βασικές υπερηχοκαρδιογραφικές μετρήσεις

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	ΣΤΑΘΕΡΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ
Κλάσμα εξώθησης αριστερής κοιλίας (%)	15.8	11.4
Όγκος αριστερού κόλπου (mL/m ²)	41.8	19
Όγκος δεξιού κόλπου (mL)	80.3	47.3
Right ventricular fractional area change (%)	29.1	11.7
Tricuspid annular plane systolic excursion (mm)	11.7	3.8
Right ventricular myocardial performance index	0.483	0.281
Right ventricular global longitudinal strain (%)	-6.8	0.032
Right ventricular global longitudinal systolic strain rate (1/s)	-0.456	0.193
Right ventricular tissue doppler imaging s' (cm/sec)	0.06	0.018
Ανεπάρκεια τριγλώχινας βαλβίδας - μέγιστη ταχύτητα (m/sec)	2.3	0.404
Υπολογιζόμενη mean pulmonary artery pressure (mmHg)	18.9	10.8

σουμε μια ισορροπία μεταξύ της πρακτικότητας στις μετρήσεις που παρέχει η υπερηχοκαρδιογραφία και τη συχέτιση αυτών με κλινικά αποτελέσματα.

Συμπεράσματα

Πρόθεση της εν λόγω μελέτης είναι να διαμορφώσει ένα υπερηχοκαρδιογραφικό προβλεπτικό μοντέλο που θα ταυτοποιεί τους ασθενείς με ένδειξη για εμφύτευση ΣΥΑΚ οι οποίοι θα είναι υψηλού κινδύνου για ανάπτυξη ανεπάρκειας ΔΚ και πτωχής ποιότητας ζωής μετά την εμφύτευση της ΣΥΑΚ. Αυτοί οι ασθενείς στη συνέχεια θα πρέπει να ακολουθούν μια διαφορετική προσέγγιση με ενδεχομένως a priori απόφαση για εμφύτευση αμφικοιλιακής υποστήριξης περιορίζοντας τους χρόνους παραμονής στο νοσοκομείο και τη χρήση πόρων.

Επιπλέον, ένα τέτοιο προβλεπτικό μοντέλο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να καθορίσει τον ιδανικό χρόνο εμφύτευσης ΣΥΑΚ μεταξύ ασθενών με ανάλογο βαθμού ανεπάρκειας ΑΚ αλλά διαφορετικού βαθμού ανεπάρκειας ΔΚ.

Βιβλιογραφία

1. Miller LW, Pagani FD, Russell SD, John R, Boyle AJ,

- Aaronson KD, et al. Use of a continuous-flow device in patients awaiting heart transplantation. *N Engl J Med*. 2007;357(9):885-96.
- Lindenfeld J, Albert NM, Boehmer JP, Collins SP, Ezekowitz JA, Givertz MM, et al. HFSA 2010 Comprehensive Heart Failure Practice Guideline. *J Card Fail*. 2010;16(6):e1-194.
 - Slaughter MS, Rogers JG, Milano CA, Russell SD, Conte JV, Feldman D, et al. Advanced heart failure treated with continuous-flow left ventricular assist device. *N Engl J Med*. 2009;361(23):2241-51.
 - Kirklin JK, Pagani FD, Kormos RL, Stevenson LW, Blume ED, Myers SL, et al. Eighth annual INTERMACS report: Special focus on framing the impact of adverse events. *J Heart Lung Transplant*. 2017;36(10):1080-6.
 - Kirklin JK, Naftel DC, Pagani FD, Kormos RL, Stevenson LW, Blume ED, et al. Sixth INTERMACS annual report: a 10,000-patient database. *J Heart Lung Transplant*. 2014;33(6):555-64.
 - Fukuda S, Takano H, Taenaka Y, Nakatani T, Noda H, Kinoshita M, et al. Chronic effect of left ventricular assist pumping on right ventricular function. *ASAIO Trans*. 1988;34(3):712-5.
 - Daly RC, Chandrasekaran K, Cavarocchi NC, Tajik AJ, Schaff HV. Ischemia of the interventricular septum. A mechanism of right ventricular failure during mechanical left ventricular assist. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1992;103(6):1186-91.
 - Mandarino WA, Kormos RL, Kawai A, Gasior TA, Pinsky MR, Griffith BP. Dynamic biventricular response to alterations in preload in patients undergoing left ventricular device implantation. *ASAIO J*. 1994;40(3):M295-8.
 - Holman WL, Bourge RC, Fan P, Kirklin JK, Pacifico AD, Nanda NC. Influence of left ventricular assist on valvular regurgitation. *Circulation*. 1993;88(5 Pt 2):II309-18.
 - Potapov EV, Stepanenko A, Dandel M, Kukucka M, Lehmkuhl HB, Weng Y, et al. Tricuspid incompetence and geometry of the right ventricle as predictors of right ventricular function after implantation of a left ventricular assist device. *J Heart Lung Transplant*. 2008;27(12):1275-81.
 - Marzec LN, Ambardekar AV. Preoperative Evaluation and Perioperative Management of Right Ventricular Failure After Left Ventricular Assist Device Implantation. *Seminars in cardiothoracic and vascular anesthesia*. 2013.
 - Kormos RL, Teuteberg JJ, Pagani FD, Russell SD, John R, Miller LW, et al. Right ventricular failure in patients with the HeartMate II continuous-flow left ventricular assist device: incidence, risk factors, and effect on outcomes. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2010;139(5):1316-24.
 - Craig ML. Management of right ventricular failure in the era of ventricular assist device therapy. *Curr Heart Fail Rep*. 2011;8(1):65-71.
 - Hayek S, Sims DB, Markham DW, Butler J, Kalogeropoulos AP. Assessment of right ventricular function in left ventricular assist device candidates. *Circulation Cardiovascular imaging*. 2014;7(2):379-89.
 - Baumwol J, Macdonald PS, Keogh AM, Kotlyar E, Spratt P, Jansz P, et al. Right heart failure and "failure to thrive" after left ventricular assist device: Clinical predictors and outcomes. *J Heart Lung Transplant*. 2011;30(8):888-95.
 - Holman WL, Kormos RL, Naftel DC, Miller MA, Pagani FD, Blume E, et al. Predictors of death and transplant in patients with a mechanical circulatory support device: a multi-institutional study. *J Heart Lung Transplant*. 2009;28(1):44-50.
 - Lietz K, Long JW, Kfoury AG, Slaughter MS, Silver MA, Milano CA, et al. Outcomes of left ventricular assist device implantation as destination therapy in the post-REMATCH era: implications for patient selection. *Circulation*. 2007;116(5):497-505.
 - Schenk S, McCarthy PM, Blackstone EH, Feng J, Starling RC, Navia JL, et al. Duration of inotropic support after left ventricular assist device implantation: risk factors and impact on outcome. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2006;131(2):447-54.
 - Dang NC, Topkara VK, Mercado M, Kay J, Kruger KH, Aboodi MS, et al. Right heart failure after left ventricular assist device implantation in patients with chronic congestive heart failure. *J Heart Lung Transplant*. 2006;25(1):1-6.
 - Morgan JA, John R, Lee BJ, Oz MC, Naka Y. Is severe right ventricular failure in left ventricular assist device recipients a risk factor for unsuccessful bridging to transplant and post-transplant mortality. *Ann Thorac Surg*. 2004;77(3):859-63.
 - Kavarana MN, Pessin-Minsley MS, Urtecho J, Catanese KA, Flannery M, Oz MC, et al. Right ventricular dysfunction and organ failure in left ventricular assist device recipients: a continuing problem. *Ann Thorac Surg*. 2002;73(3):745-50.
 - Deng MC, Loebe M, El-Banayosy A, Gronda E, Jansen PG, Vigano M, et al. Mechanical circulatory support for advanced heart failure: effect of patient selection on outcome. *Circulation*. 2001;103(2):231-7.
 - Simon MA, Kormos RL, Gorcsan J, Dohi K, Winowich S, Stanford E, et al. Differential exercise performance on ventricular assist device support. *J Heart Lung Transplant*. 2005;24(10):1506-12.
 - Allen LA, Gheorghide M, Reid KJ, Dunlay SM, Chan PS, Hauptman PJ, et al. Identifying patients hospitalized with heart failure at risk for unfavorable future quality of life. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*. 2011;4(4):389-98.

Echocardiographic Evaluation for Prediction of Right Ventricular Failure After Left Ventricular Assist Device Implantation - Preliminary Results

Panagiotis Savvoulidis, MD¹; Andreas P. Kalogeropoulos, MD MPH PhD^{2,3}

¹ Department of Cardiology, Royal Brompton & Harefield NHS Foundation Trust, London, UK

² Division of Cardiology, Emory University, Atlanta, GA, USA

³ Division of Cardiology, Stony Brook University, Stony Brook, NY, USA

ABSTRACT

Despite improving outcomes with continuous-flow left ventricular assist devices, right ventricular failure still occurs in a considerable proportion of recipients and leads to worse outcomes and higher utilization of healthcare resources. Preoperative quantification of right ventricular function with echocardiography for the purpose of prediction of right ventricular failure and potential patient selection has not been systematically evaluated. In addition, right ventricular mechanics have not been prospectively evaluated in this context. In this single-center prospective cohort study, we are enrolling a total of 120 left ventricular assist device candidates to evaluate standard and mechanics-based echocardiographic measures of right ventricular function, obtained within 7 days of planned left ventricular assist device surgery, for prediction of (1) right ventricular failure; (2) quality of life; and (3) right ventricular recovery at 90 days after implantation. In this report, we present the current status of echocardiographic results and preliminary observations regarding the association of echocardiographic data with clinical outcomes.

Keywords: advanced heart failure, left ventricular assist devices, echocardiography, right ventricular failure