

Josephin Marx

Dr. med.

Visualisierung und Quantifizierung der aufgerollten Mitralklappe zur Bewertung geometrischer Veränderungen nach Mitralklappenrekonstruktion und kathetergestützten interventionellen Verfahren

Fach/Einrichtung: Chirurgie/Innere Medizin

Doktormutter: Frau Jun. Prof. Dr. Sandy Engelhardt

Die Mitralklappeninsuffizienz ist der zweithäufigste Herzklappenfehler in den Industrieländern mit einer geschätzten jährlichen Inzidenz von 2-3 %. Sie wird in der Regel durch die perkutane Edge-to-Edge- oder chirurgische Mitralklappenrekonstruktion behandelt. Die geometrischen Auswirkungen auf die modifizierten Mitralklappen sind jedoch bisher nur in wenigen Studien untersucht worden. Ziel dieser Studie war es, die Veränderungen der Mitralklappengeometrie in diesen beiden Patientenkohorten zu quantifizieren und qualitativ zu visualisieren.

Insgesamt wurden 33 Patienten mit schwerer Mitralklappeninsuffizienz in die Studie aufgenommen, die zwischen März und Dezember 2021 durchgeführt wurde. Bei 23 der Patienten wurde eine perkutane Edge-to-Edge Mitralklappenrekonstruktion und bei 10 Patienten eine chirurgische Mitralklappenrekonstruktion durchgeführt. Die virtuellen Klappen wurden aus allen Phasen (insgesamt 1631 Zeitschritte) der 3D-transösophagealen Echokardiographie Aufnahmen mit einer eigenen Software modelliert, woraufhin die Geometrie des Anulus und der Klappensegel sowohl prä- als auch postoperativ in sechs verschiedene Phasen quantifiziert wurde. Anschließend wurde eine neuartige Visualisierung berechnet, mit der 3D-Modelle zu einer flachen Darstellung mit Farbkodierung aufgerollt werden können, die prolabierte Bereiche darstellt und einen prä- und postoperativen Vergleich ermöglicht. Nachfolgend wurde eine Nutzerstudie mit 8 Experten durchgeführt, um die Visualisierungen zusammen mit den Probanden zu evaluieren und dessen Schlussfolgerungen aus den verknüpften prä- und postoperativen Darstellungen zu bewerten.

Die wichtigsten Ergebnisse waren, dass die perkutane Edge-to-Edge Mitralklappenrekonstruktion den anteroposterioren Durchmesser um bis zu 3,9 % verringerte (Frühsystole, von 43,5 auf 41,8 mm, $p < 0,019$). Die Anulushöhe nahm in der Spätsystole signifikant um 14,3 % zu (von 7,8 auf 9,1 mm, $p < 0,013$) und die

Mitralklappenöffnungsfläche verringerte sich zu jedem Zeitpunkt signifikant mit einem Maximum von 62,5 % (Spätsystole, von 0,8 auf 0,3 cm², p < 0,001). In der Gruppe der chirurgischen Mitralklappenrekonstruktion kam es in jedem Zeitschritt des Herzzyklus zu einer signifikanten Verringerung aller untersuchten Parametern, mit Ausnahme des Nichtplanaritätswinkels. Interessanterweise verringerte sich die Öffnungsfläche der Mitralklappe um maximal 71,5 % (Mittsystole, von 0,7 auf 0,2 cm², p < 0,005) und die maximale Abnahme der Anulusfläche betrug 55,5 % (von 18,2 auf 8,1 cm², p < 0,001) in der Frühdiastole, was auf den signifikanten Verkleinerungseffekt des implantierten Prothesenrings hinweist. Die Ergebnisse des Fragebogens zeigten, dass alle Probanden in der Lage waren, das durchgeführte Verfahren zu erkennen. Außerdem konnten die patientenindividuellen geometrischen Effekte untersucht werden. Alle Teilnehmer erkannten das/die Prolapssegment(e) und das/die geklippte(n) Segment(e) nach dem Eingriff mit hoher Sicherheit richtig, wobei die meisten einer kombinierten Ansicht aus 3D- und aufgerollter 2D-Darstellung vertrauten.

Signifikante Veränderungen der Mitralklappengeometrie, sowohl in Bezug auf den Mitralanulus als auch auf die Klappensegel, wurden in beiden Kohorten nach perkutaner Edge-to-Edge- und insbesondere nach chirurgischer Mitralklappenrekonstruktion beobachtet. Die Visualisierung auf Patientenebene ermöglichte eine intensive Untersuchung der jeweiligen Pathologie und therapeutischen Veränderungen. Die digitale, objektive und einheitliche Darstellung der geometrischen Veränderungen könnte, wenn sie mit dem Ergebnis verknüpft wird, dazu dienen, die individuellen Auswirkungen der Behandlung im Sinne der Präzisionsmedizin besser zu verstehen.