

Klinik Araştırma

Üçüncü Basamak Bir Üniversite Hastanesinin 2-Boyutlu Transözofageal Ekokardiyografi Sonuçları

Dr.Öğr. Üyesi Abdullah TUNÇEZ*, Dr.Öğr. Üyesi Muhammed Ulvi YALÇIN*, Ar.Gör.Dr. Emre Can KIRIK*, Arş.Gör.Dr. Muhammed Salih ATEŞ*, Arş.Gör.Dr. Onur Can POLAT*, Prof.Dr. Bülent Behlül ALTUNKESER*

Öz

Amaç: Bütün dünyada olduğu gibi Türkiye’de de transözofageal ekokardiyografi giderek artan sıklıkta uygulanmaktadır. Bu çalışmadaki amacımız Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Kliniği’nde son 2 yıl içerisinde yapılan transözofageal ekokardiyografi işlemlerinin özellikleri ve endikasyonlarını, işlemde uygulanan teknikleri, işlem sırası ve sonrasında oluşan komplikasyonları belirlemektir.

Gereç ve Yöntem: Hastane elektronik kayıt sistemi ve ekokardiyografi laboratuvar kayıtlarında 1 Ocak 2017 ve 1 Ocak 2019 tarihlerini kapsayacak şekilde retrospektif bir tarama yapıldı ve iki kaynak karşılaştırıldı. Hastaların klinik özellikleri, transözofageal ekokardiyografi uygulama endikasyonları, işlem özellikleri ve işlem sırasında ve sonrasında yaşanan komplikasyonları değerlendirildi. Perioperatif ya da postoperatif yapılan transözofageal ekokardiyografiler çalışma dışı tutuldu.

Bulgular: Yapılan retrospektif taramada 155 transözofageal ekokardiyografi hastasının kaydına ulaşıldı. Hastaların ortalama yaşları $49,03 \pm 19,04$ iken, %63,9’u ise kadın idi. Transözofageal ekokardiyografi uygulama endikasyonları sırası ile atriyal septal patolojilerin değerlendirilmesi (%40,6), kalp kapak patolojilerinin değerlendirilmesi (%21,9), sol atriyum ve sol atriyal apendiksin trombus açısından değerlendirilmesi işlemleri (%12,9) ve enfektif endokardit açısından yapılan değerlendirmeler (%12,9) idi. Orofarengeal bölgede minör lacerasyonlar gelişen 3 hasta, ek bir müdahale gerekmeden taburcu edildi.

Sonuç: Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Kliniği’nde 2B-transözofageal işlemi en sık interatriyal patolojilerin değerlendirilmesi endikasyonu ile, güncel literatürle benzer komplikasyon oranları ile yapılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kalp kapak hastalıkları, Komplikasyon, Konjenital kalp hastalıkları, Transözofageal ekokardiyografi

Results of 2-Dimensional Transesophageal Echocardiography in a Tertiary University Hospital

Abstract

Objective: As well as the whole world, transesophageal echocardiography is applied at an increasing rate in Turkey. The aim of this study is to determine the characteristics and indications of transesophageal echocardiography procedures performed in the last 2 years in the Medical Faculty of Selçuk University, the techniques applied during the procedure, the complications that occur during and after the procedure.

Material and Method: A retrospective review was performed on hospital electronic registry and echocardiography laboratory records covering the dates January 1, 2017 and January 1, 2019, and two sources were compared. The clinical features of the patients, the indications for transesophageal Echocardiography application, the characteristics of the procedure and the complications during and after the procedure were evaluated. Transesophageal echocardiography, performed either perioperatively or postoperatively was excluded from the study.

Results: A retrospective review of 155 transesophageal echocardiography patients was recorded. The mean age of the patients was 49.03 ± 19.04 , and 63.9% of the patients were female. The indications for transesophageal echocardiography application were as follows; evaluation of atrial septal pathologies (40.6%), evaluation of heart valve pathologies (21.9%), evaluation of left atrium and left atrial appendage in terms of thrombus (12.9%) and evaluations on infective endocarditis (12,9%). Three patients with minor lacerations in the oropharyngeal region were discharged without additional intervention.

Conclusion: 2 dimensional-transesophageal echocardiography have performed successfully in the Cardiology Department of Selçuk University Faculty of Medicine with similar complication rates with current literature. The most common indication of transesophageal echocardiography was the evaluation of interatrial pathologies.

Keywords: Valvular heart disease, Complication, Congenital heart disease, Transesophageal echocardiography


* Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Ana Bilim Dalı, Konya

Yazışma Adresi: Abdullah Tuncez, Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Ana Bilim Dalı 42130 Selçuklu, Konya

e-posta: drtuncuz@gmail.com,

Geliş Tarihi: 06.04.2019, Revize Tarihi: 24.04.2019, Kabul Tarihi: 27.05.2019

ORCID No: AT: 0000-0002-6512-1327, MUY: 0000-0003-3750-8011, ECK: 0000-0003-3005-5232, MSA: 0000-0003-4099-0064
OCP: 0000-0002-1366-6675, BBA: 0000-0003-0456-3356

Quick Response Kod:	Bu makaleye online erişim
	Website: http://www.medicalnetwork.com.tr • http://www.mnkardiyoloji.com.tr • e-posta: kardiyoloji@medicalnetwork.com.tr
	<i>Bu çalışmanın kaynak olarak gösterimi: Tunçez A. Yalçın MU. Kırık EC. Ateş MS. Polat OC. Altunkeser BB. Üçüncü Basamak Bir Üniversite Hastanesinin 2-Boyutlu Transözofageal Ekokardiyografi Sonuçları. MN Kardiyoloji 2020;27(1):29-34</i>

Giriş

İlk ekokardiyografik görüntüleme (M-Mod görüntüleme) 1953 yılında Inge Edler ve Hellmuth Hertz tarafından tanımlanmış ve mitral darlığı olan bir hastada yapılmıştır.^{1,2} Bu tarihten sonra ekokardiyografi hızlı bir gelişim göstermiş ve günümüze gelindiğinde, komplike ölçüm ve değerlendirmelerin yapılabildiği bir tetkik haline gelmiştir.^{2,3} Ekokardiyografi kolay ulaşılabilen, non-invazif, ultrasonografi dalgası prensibiyle çalıştığı için iyonize radyasyon içermeyen, kardiyak fonksiyonlar, kardiyak hemodinami ve kardiyak yapıların (kalp kapakları, kalbin yapısal özellikleri, kalpten çıkan aort ve pulmoner arter gibi büyük damarlar) yüksek doğrulukla değerlendirilmesini sağlayan bir tetkiktir ve güncel kardiyoloji pratiğinin olmazsa olmaz tetkiklerinden biri haline gelmiştir. Transtorasik ekokardiyografi (TTE) ülkemizde ve dünyada en yaygın olarak kullanılan ekokardiyografi çeşididir. Yukarıda bahsettiğimiz avantajları ihtiva eden TTE hastaların büyük kısmında tanı ve tedaviyi yönlendirmede yeterli iken, kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH) gibi çeşitli akciğer hastalıkları, obezite, göğüs deformiteleri gibi bazı durumlarda elde edilen görüntü kalitesinin bozulması nedeniyle sensitivitesi ve spesifitesinin düşmesi gibi çeşitli dezavantajları vardır. Diğer taraftan TTE'nin enfektif endokardit, intrakardiyak kitle ve özellikle sol atriyal apendiks (SAA) trombüslerinde ise diyagnostik sensitivitesi ve spesifitesi oldukça düşüktür.^{4,5} Transözofageal ekokardiyografi (TÖE) ise kalbin posteriorundan özefagus içerisine ilerletilen bir fleksibl prob vasıtasıyla yapılmakta, prob ile kalbin arasında görüntü kalitesini düşürecek herhangi bir yapı olmadığı için yukarıda bahsettiğimiz durumlarda ve hastalıklarda, büyük damar yapılarının değerlendirilmesinde TTE'ye nazaran çok daha yüksek sensitivite ve spesifite ile görüntü elde edilmesini sağlamaktadır. Özellikle atriyal septal patolojilerin, SAA patolojilerinin, pulmoner venlerin, enfektif ve enfektif olmayan vejetasyonların ve diğer kardiyak kitlelerin, özellikle sol ana koroner arterin ve aortik patolojilerin net olarak değerlendirilebilmesini sağlamaktadır.

İlk TÖE uygulamaları 1970'li yılların ikinci yarısına

denk gelmektedir. 1976 yılında Frazin ve ekibi ilk M-Mod TÖE'nin bulgularını yayınlamışlar, bir yıl sonra ise Japonya'dan Hisanaga ve ekibi, ilk 2 boyutlu TÖE'nin bulgularını yayınlamışlardır.^{6,7} İlk mono ve bi-plan TÖE 1982 yılında Souguet tarafından, ilk multi-plan TÖE ise 1985 yılında yine Souguet tarafından bildirilmiştir.⁸ Bu tarihten sonra TÖE bütün dünyada hızla kullanıma girmiş, günümüzde ise TÖE sadece kardiyologlar tarafından değil, anesteziistler, cerrahlar ve acil servis uzmanları tarafından da yaygın olarak kullanılan önemli bir tetkik haline gelmiştir. TÖE, transkateter aortik valv implantasyonu (TAVİ) ve mitraklip işlemleri gibi invazif kardiyak işlemler sırasında, başta kapak onarımı ve kapak değişimi ameliyatları olmak üzere kardiyovasküler cerrahi işlem sırasında, karaciğer nakil ameliyatları gibi büyük cerrahi işlemler ve diğer pek çok cerrahi işlem sırasında, yoğun bakımda takip edilen kritik hastaların değerlendirilmesinde, multipl ve ağır travma hastalarında acil servislere dahi yapılmaktadır.⁹⁻¹⁴

Bu çalışmadaki amacımız, Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Kliniği'nin TÖE tecrübesini, TÖE endikasyonlarını, TÖE sonuçlarını ve TÖE sırasında ortaya çıkan komplikasyonları ortaya koymaktır.

Gereç ve Yöntem

Çalışmamız için Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi elektronik işletim sistemi ve kliniğimiz ekokardiyografi laboratuvarı kayıt defterleri retrospektif olarak incelendi. 1 Ocak 2017 - 1 Ocak 2019 tarihleri arasında TÖE yapılan hastaların bilgileri toplandı. TÖE yapıma endikasyonları, TÖE'de elde edilen sonuçlar, TÖE sırasında ya da sonrasında meydana gelen komplikasyonlar kayıt altına alındı. Hastanemizdeki anestezi uzmanları tarafından yapılan işlemlerin sonuçlarına ulaşamadığı için, bu işlemler çalışma dışı bırakıldı.

Transözofageal ekokardiyografi işlemi, ekokardiyografi laboratuvarında deneyimli operatörler tarafından (yıllık işlem sayısı >100), kardiyoloji asistan doktoru, dene-

yimli yardımcı hemşire ve teknisyen ekibi ile birlikte yapılmıştır.

Her işlemden önce hastalardan, Türk Kardiyoloji Derneği'nin web sayfasında bulunan <http://file.tkd.org.tr/PDFs/OnamFormlari/ONAM-FORMU-19.pdf> adresinden temin edilen onam formları imzalatılarak, rızaları alındı. İşlem öncesi, hastalara damar yolu açıldı, elektrokardiyografi ve parmak ucundan oksijen satürasyonu takibine başlanarak hasta monitörize edildi. Hastalardan işlem öncesi hepatit paneli tahlili yapıldı. Eğer viral hepatit ya da HIV pozitifliği varsa işleme TÖE prob kılıfı kullanılarak başlandı. Bupivakain sprey ile orofarenks analjezisi sağlandı. Daha sonra hastanın herhangi bir alerjisi ya da kontrendikasyonu yoksa, hastanın kilosuna uygun dozda propofol ile sedasyon sağlandı. İşlem sol lateral dekübitis pozisyonunda yapıldı. Propofol ile sedasyona rağmen işlem yapılamazsa işlem anestezi asistan doktorlarının eşliğinde daha derin sedasyonla tekrarlandı.

Transözofageal ekokardiyografi işlemi Vivid E9 ya da Vivid-İ cihazlarla ve multiplanar TÖE problemleri ile yapıldı (General Electric VingMed Systems, Horten, Norway). Tüm işlemler Amerikan ve Avrupa Ekokardiyografi ve Görüntüleme Cemiyetleri'nin kılavuzlarındaki önerilere uygun olarak yapıldı.¹⁵⁻¹⁷ Çalışmamız için yerel etik kuruldan onay alındı (Tarih: 20.03.2019, No:2019/23).

İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analiz, SPSS programının 15.0 versiyonu ile yapıldı (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Verilerin normal dağılıp dağılmadığını test etmek için Kolmogorov-Smirnov testi kullanıldı. Normal dağılım gösteren değerler ortalama±standart deviyasyon, normal dağılmayan veriler ise çeyrekler arası genişlik olarak verildi.

Bulgular

Yapılan hastane işletim sistemi ve ekokardiyografi laboratuvarı taraması sonucunda 155 hastanın TÖE kaydına ulaşıldı. Hastaların bazal karakteristikleri ve TÖE'nin yapılma endikasyonları kaydedildi.

Hastaların bazal karakteristikleri tablo 1'de özetlenmiştir. Hastaların ortalama yaşları 49,03±19,04 iken, %36,1'i erkek %63,9'u ise kadındır. Çalışma grubumuzu oluşturan hastaların %20'sinde diabetes mellitus, %32,3'ünde hipertansiyon, %23,2'sinde ise koroner arter hastalığı mevcut idi (Tablo 1).

Tablo 1: Hastaların klinik karakteristikleri

Yaş, yıl	49,03±19,04
Cinsiyet, erkek,%	36,1
Hipertansiyon, %	32,3
Diabetes mellitus, %	20,0
Koroner arter hastalığı, %	23,2
Hemoglobin, g/dL	13,08±2,01
Kreatinin, mg/dL	0,75 (0,65-0,93)
Üre, mg/dL	24 (31-40)
Ejeksiyon fraksiyonu, %	58 (55-60)

Normal dağılılan veriler ortalama ± standart sapma olarak, normal dağılmayan veriler ise çeyrekler arası genişlik olarak verilmiştir.

Hastalara TÖE yapılma endikasyonlarını ise tablo 2 özetlemektedir. Buna göre hastalara yapılan TÖE işlemlerinin endikasyonlarının ilk sırasında, toplam işlemlerin %40,6'sını oluşturan, atriyal septal patolojilerin değerlendirilmesi bulunmaktadır. Bu işlemlerin de yaklaşık %60'ı patent foramen ovale değerlendirmesi amacıyla yapılmıştır (Tablo 2).

İkinci sırada ise %21,9 ile kalp kapak patolojilerinin öncelikle kapak yetersizliği ve darlığı değerlendirilmesi gelmektedir. Üçüncü ve dördüncü sırada ise %12,9'luk aynı oran ile sol atriyum ve SAA'nın trombüs açısından değerlendirilmesi işlemleri ve enfektif endokardit açısından yapılan değerlendirmeler gelmektedir. Sonraki sebepler ise paravalvüler kaçak değerlendirmesi (%3,9), biküspid morfoloji açısından aort kapağın değerlendirilmesi (%3,3), aort diseksiyonu açısından yapılan TÖE'ler (%2,6), TAVİ işlemi sırasında 2 hastaya (%1,3) ve sol ventrikül çıkış yolunda membran değerlendirmesi açısından da 1 hastaya (%0,6) TÖE yapılmıştır (Tablo 2).

Tablo 2: Transözofageal ekokardiyografi endikasyonları

	Hasta sayısı	%
İnteratriyal Septum Patolojileri	63	40,6
PFO değerlendirme	38/63	60
Kapak patolojileri	34	21,9
Enfektif endokardit	20	12,9
SAA'de trombüs	20	12,9
Paravalvüler kaçak	6	3,9
Biküspit aort	5	3,3
Aort diseksiyonu	2	2,6
TAVİ işlemi sırasında	2	1,3
SVÇY membranı	1	0,6
Toplam	155	100

PFO: Patent foramen ovale, SAA: Sol atriyal apendiks, SVÇY: Sol ventrikül çıkış yolu, TAVİ: Transaortik valv implantasyonu

İşlemler sırasında majör bir komplikasyon gelişmemiş, 3 hastada orofarenkste meydana gelen milimetrik laserasyonlar hafif kanamaya neden olmuş, 3 saat takip edilen ve Kulak-Burun-Boğaz Bölümü'ne konsülte edilen hastalar aynı gün taburcu edilmişlerdir.

Beş hastada ilk deneme sırasında TÖE probu ilerletilememiş, ikinci seansta aneztezist eşliğinde daha derin sedasyon sağlanarak işlem tekrarlanmış ve 5 hastada da işlem ikinci denemede başarı ile tamamlanmıştır.

Tartışma

Elde ettiğimiz sonuçlar, kliniğimizin ekokardiyografi laboratuvarında TÖE işlemlerinin başarı ile ve kabul edilebilir-minör komplikasyon oranları ile yapıldığını göstermektedir.

Transözofageal ekokardiyografi görece güvenli bir işlem gibi görünse ve literatürde non-invazif bir işlem olarak kabul edilse de, oldukça nadir ancak önemli ve ölümcül komplikasyonlara neden olabilmektedir.¹⁸ Yapılan çalışmalarda TÖE'nin toplam komplikasyon oranları %0,2'den %4'lere kadar değişen oranlarda bildirilmiştir. TÖE sırasında ölüm Khanderia ve ark.¹⁹ çalışmasında % 0,02, Daniel ve ark.²⁰ çalışmasında % 0,01'in altında, Sevard ve ark.²¹ çalışmasında ise % 0,01 olarak bildirilmişken; Min ve ark.²² 10000 TÖE'nin komplikasyonlar açısından retrospektif olarak tarandığı tek merkez verilerini içeren çalışmalarında mortalite durumunun yaşanmadığı görülmüştür. TÖE'nin komplikasyonlarının en sık etkilediği sistemler; gastrointestinal sistem, kardiyovasküler sistem ve pulmoner sistemdir.²³ Özofagus yaralanmaları TÖE'nin sık görülen komplikasyonlarından birisidir ve bunlar içerisinde en ciddi olanı özofagus perforasyonudur. Web taraması analizi ile yapılan sistematik bir derlemede²², çalışma derlemeye dahil edilmiş, toplamda 35 vak'a özofagus perforasyonu tanısı almış ve bu hastalarda; kadın cinsiyet, ileri yaş, intra-operatif TÖE yapılması özofagus perforasyonu için risk faktörleri olarak tespit edilmiştir.²⁴ Yine bu çalışmada özofagusun en sık etkilenen segmentinin torasik kısmı olduğu ve bunun da gecikmiş tanı koyma ile ilişkili olduğu ve artmış mortalite riski taşıdığı gösterilmiştir.²⁴ Özofagus perforasyonunun mortalite riski yüksektir ve perforasyon tespit edilirse vakit kaybetmeden cerrahi onarım yapılmalıdır.²⁴

Kardiyak cerrahi sırasında TÖE yapılan hastaların retrospektif olarak değerlendirildiği ve 7.954 hastanın dahil edildiği bir çalışmada TÖE'nin toplam komplikasyon oranı %1,4 olarak tespit edilirken, en sık komplikasyon olarak disfaji/odinofaji bildirilmiştir.²⁵ Çalışmamızda da benzer şekilde bulgular elde edilmiş ve 3 hastada orofarenks irritasyonuna bağlı hafif hemorajiler meydana gelmiş ve bu hastalar odinofaji tarif etmişler ancak üç hasta da konservatif tedavilerle başka bir sıkıntı olmadan ayardan taburcu edilmişlerdir.

Transözofageal ekokardiyografinin çeşitli mutlak ve rölatif kontrendikasyonları vardır. Bunlardan mutlak kontrendike olanlar perfore viskus, özofageal tümör, sitriktür, divertikül ve perforasyon/laserasyon varlığı ve aktif gastrointestinal (Gİ) kanamadır. Rölatif kontrendikasyonları ise baş-boyun bölgesine radyasyon alma hikayesi olması, Gİ cerrahi öyküsü olması, yakın zamanda üst Gİ kanama olması, disfaji öyküsü olması, Barrett's özofagusu olması, boyun hareket kısıtlılığına neden olan bir hastalık öyküsü, özofageal varisler, aktif özofajit ve aktif peptik ülser olması, semptomatik hiatal herni ve koagülopati hikayesi olmasıdır.¹⁶

Bahsetmiş olduğumuz önemli ve ciddi komplikasyonları olan ve önemli bir maliyeti olan TÖE işlemlerinin, TÖE uygunluk kriterlerine uyularak yapılıp yapılmadığının tespit edilmesi amacıyla, ekonomik krizdeki Yunanistan'da yapılan bir çalışmada ise TÖE'lerin kılavuzlara %80 uygun yapıldığı %20 hastada ise gereksiz işlemlerin yapıldığı görülmüştür.

Sonuçlarımıza göre kliniğimizde yapılan TÖE'lerin en sık endikasyonu interatriyal septumun değerlendirilmesidir. Literatürde daha önce yapılan çalışmalara baktığımızda TÖE endikasyonlarında farklı sebepleri görebiliyoruz. Mayo Klinik verilerini sunan bir çalışmada TÖE endikasyonlarında ilk sırayı %37 ile embolizm kaynağı araştırılan hastalar alırken, ikinci ve üçüncü sırada enfektif endokardit (%13) ve nativ kapak hastalıkları (%11) yer almaktadır.¹⁹ Fildişi Sahilleri menşeli bir çalışmada ise bizim verilerimize benzer bir şekilde hastaların %30'a yakınında interatriyal septumun değerlendirilmesi için TÖE yapılmıştır.²⁶ Yine bu çalışmada bizim çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlara benzer şekilde, TÖE yapılan hastaların %24,1'inde kapak patolojileri araştırılmışken, çalışmamızda ise hastaların %21,9'unda kapak patolojileri araştırılmıştır. Her ne kadar pediatrik popülasyonu inceleyen bir araştırma olsa da Türkiye kaynaklı bir TÖE kayıt çalışmasında ise en sık TÖE yapılma sebebi olarak %61 perioperatif TÖE uygulamaları, ikinci sırada ise %21 ile girişimsel ve anjiyografik işlemler sırasında yapılan TÖE'ler yer almıştır.²⁷

Yapılan çalışmalar özellikle girişimsel işlem, paravülver kaçakların değerlendirilmesi, atriyal septal defekt gibi yapısal-kongenital defektlerin değerlendirilmesinde 3-boyutlu TÖE'nin, 2-boyutlu TÖE'ye üstün olduğunu göstermiştir.^{28,29} Ancak kliniğimizde 3-boyutlu TÖE yapma imkanı olmaması nedeniyle, çalışmamız 3-boyutlu TÖE sonuçları hakkında herhangi bir veri sunmamaktadır.

Çalışmanın kısıtlılıkları

Çalışmamızın prospektif değil, retrospektif bir dizaynı olması, hasta sayısının görece az olması, 3-boyutlu TÖE ve intrakardiyak ekokardiyografi yapılamamasından dolayı bu tetkikler hakkında herhangi bir sonuç verememesi çalışmamızın kısıtlılıklarıdır.

Sonuç

Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Kliniği'nde 2B-TÖE işlemi en sık interatriyal patolojilerin değerlendirilmesi amacıyla, güncel literatürle benzer komplikasyon oranları ile yapılmaktadır.

Yazarlar arasında çıkar çatışması olmadığı ve çalışma için finansal destek alınmadığı beyan edilmiştir.

Yazarların çalışmaya katkıları: AT: Çalışma fikri, tasarım, denetleme/danışmanlık, analiz ve yorum, kaynak tarama, makale yazımı, kaynak ve malzeme sağlama. MUY: Denetleme/danışmanlık, makale yazımı. ECK: Veri toplama/işleme, analiz ve yorum. MSA: Veri toplama/işleme, analiz ve yorum. OCP: Veri toplama-işleme, analiz ve yorum. BBA: Çalışma tasarımı, denetleme/danışmanlık, eleştirel inceleme.

Kaynaklar

1. Edler I, Hertz CH. The use of ultrasonic reflectoscope for the continuous recording of the movements of heart walls. Clin Physiol Funct I. 2004;24(3):118-36.
2. Feigenbaum H. Evolution of echocardiography. Circulation. 1996;93(7):1321-7.
3. Roelandt JRTC. Seeing the heart; the success story of cardiac imaging. Eur Heart J. 2000;21(16):1281-8.
4. de Bruijn SFTM, Agema WRP, Lammers GJ, et al. Transesophageal echocardiography is superior to transthoracic echocardiography in management of patients of any age with transient ischemic attack or stroke. Stroke. 2006;37(10):2531-4.
5. Koca V, Bozat T, Akkaya V, et al. Left atrial thrombus detection with multiplane transesophageal echocardiography: An echocardiographic study with surgical verification. J Heart Valve Dis. 1999;8(1):63-6.
6. Frazin LJ. Clearly, with Regard to Transesophageal Echocardiography, "Need Is the Mother of Invention". J Am Soc Echocardiogr. 2018;31(6):746-7.
7. Hisanaga K, Hisanaga A, Nagata K. A new transesophageal real-time 2-D echocardiographic system using a flexible tube and its clinical application. Proc Jpn Soc Ultrasound Med. 1977;32:43-4.
8. Souquet J HP, Zitelli L, Kremer P, Langenstein BA, Schlüter M. Transesophageal phased array for imaging the heart. IEEE Trans Biomed Eng. 1982;29(10):707-12.
9. Mahmood F, Shernan SK. Perioperative transoesophageal echocardiography: current status and future directions. Heart. 2016;102(15):1159-67.
10. Mayo PH, Narasimhan M, Koenig S. Critical Care Transesophageal Echocardiography. Chest. 2015;148(5):1323-32.
11. Garcia YA, Quintero L, Singh K, et al. Feasibility, Safety, and Utility of Advanced Critical Care Transesophageal Echocardiography Performed by Pulmonary/Critical Care Fellows in a Medical ICU. Chest. 2017;152(4):736-41.
12. Charron C, Vignon P, Prat G, et al. Number of supervised studies required to reach competence in advanced critical care transesophageal echocardiography. Intens Care Med. 2013;39(6):1019-24.
13. Naqvi TZ. Echocardiography in transcatheter aortic (Core) Valve implantation: Part 2 Transesophageal echocardiography. Echocardiogr J Card. 2018;35(7):1020-41.
14. Long B, Alerhand S, Maliel K, Koyfman A. Echocardiography in cardiac arrest: An emergency medicine review. Am J Emerg Med. 2018;36(3):488-93.
15. Douglas PS, Garcia MJ, Haines DE, et al. ACCF/AHA/ASNC/ HFSA/ HRS/ SCAI/ SCCM/ SCCT/ SCMR 2011 Appropriate Use Criteria for Echocardiography. A Report of the American College of Cardiology Foundation Appropriate Use Criteria Task Force, American Society of Echocardiography, American Heart Association, American Society of Nuclear Cardiology, Heart Failure Society of America, Heart Rhythm Society, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Critical Care Medicine, Society of Cardiovascular Computed Tomography, Society for Cardiovascular Magnetic Resonance American College of Chest Physicians. J Am Soc Echocardiogr. 2011;24(3):229-67.
16. Hahn RT, Abraham T, Adams MS, et al. Guidelines for Performing a Comprehensive Transesophageal Echocardiographic Examination: Recommendations from the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists. J Am Soc Echocardiogr. 2013;26(9):921-64.
17. Flachskampf FA, Badano L, Daniel WG, et al. Recommendations for transoesophageal echocardiography: update 2010. Eur J Echocardiogr. 2010;11(7):557-76.
18. Hilberath JN, Oakes DA, Shernan SK, Bulwer BE, D'Ambra MN, Eltzschig HK. Safety of Transesophageal Echocardiography. J Am Soc Echocardiogr. 2010;23(11):1115-27.

19. Khandheria BK. Seward JB. Tajik AJ. Transesophageal Echocardiography. *Mayo Clinic Proceedings*. 1994;69(9):856-63.
 20. Daniel WG. Erbel R. Kasper W. et al. Safety of Transesophageal Echocardiography-a Multicenter Survey of 10,419 Examinations. *Circulation*. 1991;83(3):817-21.
 21. Seward JB KB. Oh JK. Freeman WK. Tajik AJ. Critical appraisal of transesophageal echocardiography: limitations, pitfalls, and complications. *J Am Soc Echocardiogr*. 1992; 5(3):288-305.
 22. Min JK. Spencer KT. Furlong KT. et al. Clinical features of complications from transesophageal echocardiography: A single-center case series of 10,000 consecutive examinations. *J Am Soc Echocardiogr*. 2005;18(9):925-9.
 23. Cote G. Denault A. Transesophageal echocardiography-related complications. *Can J Anaesth*. 2008;55(9):622-47.
 24. Sainathan S. Andaz S. A Systematic Review of Transesophageal Echocardiography-Induced Esophageal Perforation. *Echocardiogr J Card*. 2013;30(8):977-83.
 25. Purza R. Ghosh S. Walker C. et al. Transesophageal Echocardiography Complications in Adult Cardiac Surgery: A Retrospective Cohort Study. *Ann Thorac Surg*. 2017;103(3):795-803.
 26. Georgiopoulos G. Aggeli C. Laina A. et al. Appropriate use criteria for transesophageal echocardiography in Greece: A single center experience. *Hellenic J Cardiol*. 2017;58(4):267-73.
 27. Anzouan-Kacou JB, Konin C. Zobo CP. Bamba-Kamagaté D. N'cho-Mottoh MP. Boka B. Transoesophageal echocardiography (TEE) at the Institute of Cardiology in Abidjan: indications, results and diagnostic accuracy. *Cardiovasc J Afr*. 2016;27(3):e1-e4.
 28. Ayyildiz P, Güzeltaş A. Tanidir İC. Kasar T. Öztürk E. Ergül Y. Transesophageal echocardiography experience in the pediatric age group in a tertiary cardiac center. *Turk J Med Sci*. 2016;46(4):1155-61.
 29. Al-Kassou B. Tzikas A. Stock F. Neikes F. Volz A. Omran H. A comparison of two-dimensional and real-time 3D transoesophageal echocardiography and angiography for assessing the left atrial appendage anatomy for sizing a left atrial appendage occlusion system: impact of volume loading. *Eurointervent*. 2017;12(17):2083-91.
 30. Tanaka J. Izumo M. Fukuoka Y. et al. Comparison of Two-Dimensional Versus Real-Time Three-Dimensional Transesophageal Echocardiography for Evaluation of Patent Foramen Ovale Morphology. *Am J Cardiol*. 2013;111(7):1052-6.
-