

Araştırma

Yoğun Bakımda Transtorasik Ekokardiyografi ve Akciğer Ultrasonografisinin Tedavi Üzerine Etkisi

Mustafa Anıl CÖMERT*, Sezer ÖCAL**, Kubilay DEMİRAGÇ**, İlkin ÇANKAYALI**, Mehmet UYAR**

ÖZ

Amaç: Yoğun bakım ünitelerinde yatan kritik hastalarda sıvı dengesinin belirlenmesi ve tedavilerinin düzenlenmesinde noninvasif doğruluk değeri yüksek tanısal yaklaşımlara gereksinim devam etmektedir. Çalışmamızda, yoğun bakımdaki kritik hastalarda transtorasik ekokardiyografi, akciğer ultrasonografisinin hemodinami ve sıvı tedavisindeki önemini araştırdık.

Gereç ve Yöntem: Hastanemizde anestezi yoğun bakım ünitesinde, mekanik ventilasyon desteğinde olan 61 hastaya yoğun bakım 1. gününde yoğun bakım doktoru tarafından TTE ve akciğer USG'nu yapıldı. Hastaların klinik özellikleri, TTE ve akciğer USG bulguları ve değerlendirme süreleri kayıt edildi. Hastaların sıvı dengesi fizik muayene, hemodinamik ve TTE verileri ile değerlendirildi. Sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu, v.cava inferior çapı ve kollapsibilite indeksi sağ atrial basıncı hesaplanarak hastanın sıvı durumu, inotrop tedavisi yeniden düzenlendi veya değişiklik yapılmadı. USG değerlendirmeleri ile akciğer grafisi ya da toraks bilgisayarlı tomografi bulguları karşılaştırılarak pleval effüzyon tespiti ve girişimsel işlem uygulamaları kayıt edildi.

Bulgular: Seksen hastadan 19'unda yeterli görüntü kalitesi elde edilemediğinden çalışma dışı bırakıldı. Altmış bir hastanın 37 tanesinde (% 60.7) sıvı ve inotrop tedavisi yeniden düzenlendi. Altmış bir hastanın 18'inde (% 29,5) USG ile pleval sıvı belirlendi. Sekiz (% 13,1) hastaya USG eşliğinde torasentez ve/veya pleval sıvı drenajı yapıldı. On altı hastada (%26,2) ise herhangi bir tedavi değişikliği veya girişim uygulanmadı. TTE ve USG için değerlendirme süresi ortalama 12,98 dakika olarak kaydedildi.

Sonuç: TTE ve akciğer USG uygulaması yoğun bakım ünitelerinde özellikle sıvı dengesinin sağlanması ve inotrop tedavisinin düzenlenmesinde, pleval effüzyon tespitinde ve girişimsel işlemlerde önemli bir rehber olmaktadır. Noninvasif bir monitorizasyon ve yatak başı uygulanabilir olması, kısa sürede değerlendirilebilir olanağı sağlaması da önemli avantajlardır.

Anahtar kelimeler: mekanik ventilasyon, transtorasik ekokardiyografi, akciğer ultrasonografisi, sıvı tedavisi

Alındığı tarih: 23.08.2017

Kabul tarihi: 24.08.2017

*Dr. Siyami Ersek Göğüs Kalp ve Damar Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi

**Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği, Yoğun Bakım Ünitesi

Yazışma adresi: Uzm. Dr. Mustafa Anıl Cömert, Dr. Siyami Ersek Göğüs Kalp ve Damar Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kadıköy / İstanbul

e-mail: dranos@hotmial.com

ABSTRACT

The Therapeutic Impact of Transthoracic Echocardiography and Lung Ultrasonography in the Intensive Care Unit

Objective: There is a need for noninvasive approaches with higher diagnostic accuracy in the determination of fluid balance and in the regulation of treatments in critically ill inpatients in intensive care units. In our study, we investigated the importance of transthoracic echocardiography and lung ultrasonography in hemodynamics and fluid therapy in critically ill inpatients in intensive care units.

Material and Methods: TTE and lung USG were performed on 61 patients who were under mechanical ventilation support on their first day in post-anesthesia intensive care unit of our hospital by an intensive care physician. Clinical characteristics of the patients, TTE and USG findings of lung and evaluation periods were recorded. Fluid balance of patients was evaluated by physical examination, hemodynamic and TTE data. Left ventricular ejection fraction, v.cava inferior diameter, and collapsibility index, and right atrial pressure were calculated by calculating, and the patients' fluid status, and inotropic therapy were re-adjusted or not altered. Pleural effusion (if any) and interventional procedures were recorded by comparing USG findings with chest X-ray or thoracic computed tomography findings.

Results: Of the 80 patients, 19 were excluded from the study because of insufficient image quality. Fluid and inotropic therapy was rearranged in 37 of 60 (60.7%) patients. Pleural effusion was detected with USG in 18 (29.5%) of 61 patients and thoracentesis and / or pleural fluid drainage was performed with USG in eight (13.1%) patients. In the 16 patients (26.2%), no treatment change or intervention was performed. The average evaluation period for TTE and USG was recorded as 12.98 minutes.

Conclusion: TTE and pulmonary USG is an important guide especially in the achievement of fluid balance and in the regulation of inotropic treatment, in the detection of pleural effusion, and in interventional procedures in intensive care units. Its noninvasive monitoring and bedside application is an important advantage in that it can be assessed in a short time.

Keywords: transthoracic echocardiography, fluid therapy, mechanical ventilation, lung ultrasonography

GİRİŞ

Yoğun bakım ünitelerinde ultrasonografi uygulamaları son zamanlarda yoğun bakım doktorları için öğrenilmesi ve kullanılması zorunlu bir monitörizasyon tekniği hâline gelmiştir. Ultrasonografik değerlendirilmenin noninvaziv ve yatak başı olması, tanı ve klinik izlem açısından avantaj sağlamaktadır [1-4]. Ultrasonografi, dünyada pek çok merkezde yoğun bakımlarda rutin kullanıma girmiştir [5,6].

Yoğun bakımda transtorasik ekokardiyografi (TTE) kullanımının tedavi üzerine etkileri kanıtlanmış ve akciğer ultrasonografisi (AUSG) ile birlikte kullanımıyla ilgili çalışmalar devam etmektedir [7,8]. Çalışmamızın amacı, TTE ile AUSG birlikte uygulamalarının hastaların tedavi yönetimi üzerine etkilerini araştırmak ve yoğun bakım ünitelerinde yatak başı yoğun bakım doktorları tarafından kullanımının önemini vurgulamaktır.

GEREÇ ve YÖNTEM

Hasta grubu

Çalışmamız Ocak 2015 ila Kasım 2015 tarihleri arasında Tıp Fakültesi Etik Kurulundan onay alınarak anestezi genel yoğun bakım ünitesinde gerçekleştirildi. Dâhili patolojiler (kalp, solunum, karaciğer yetmezliği, intoksikasyonlar vb.), cerrahi patolojiler (battın ya da kranial operasyonlar, postoperatif solunum yetmezliği vb.), travma (çoklu travma, yüksekten düşme, araç içi ve araç dışı trafik kazaları vb.) ön tanısıyla solunum yetmezliği bulunan ve mekanik ventilasyon desteği gereken 80 hasta çalışmaya alındı.

TTE ve AUSG'nin uygulanması

Seksen hastaya yatışlarının ilk gününde TTE ve AUSG uygulandı. Görüntü kalitesi net olmayan ve sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu (SVEF) ve v.cava inferior çapı (VCId) ölçümleri yapılamayan 19 hasta çalışma dışı bırakıldı. TTE ve AUSG bilgileri doğrultusunda 61 hastanın tedavilerinde değişiklik yapıp yapılmadığı ve değerlendirme süreleri yoğun bakım doktoru tarafından kaydedildi.

TTE değerlendirmesi FATE (Focus Assessed Transtorasik Echocardiography) protokolüne göre yapıldı. Bu

protokolün amacı, belirgin kalp patolojilerin görüntülenmesi, kalbin duvar kalınlıklarının ve boşlukların genişliklerinin, kontraktilesinin değerlendirilmesi ve hastanın sıvı dengesi durumunun belirlenmesidir. Bu protokol özellikle yoğun bakım ve acil servislerde kullanılmaktadır [9,10].

Hastaların TTE (Philips, Sparq model, prop; S2-4 MHz) ile değerlendirilen parametreleri; SVEF, perikardiyal efüzyon varlığı, VCId ve VCI kollapsibilite indeksi [(VCI max-VCI min)/VCI max] x100] idi. Hastaların SVEF'nunu değerlendirmede apikal 4 boşluk ve 2 boşluk görüntüleri üzerinden modifiye Simpson yöntemi kullanıldı. Ölçümlerde karar verilemeyen durumlarda konsültan kardiyolog doktordan destek alındı. Sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu % 50 ve üstü normal olarak, % 50 altı azalmış olarak değerlendirildi [11].

Vena kava inferior çapı ve vena kava inferior kollaps indeksi aşağıdaki şekilde değerlendirildi [12]:

1. IVC çapı < 2.1 cm ve VCI kollaps indeksi > % 50 ise sağ atrium basıncı 0-5 mm Hg⁻¹ olarak
2. IVC çapı >2.1 cm ve VCI kollaps indeksi < % 50 sağ atrium basıncı 10 -20 mm Hg⁻¹ olarak
3. IVC çapı yukardaki verilere uymuyorsa sağ atrium basıncı 5-10 mm Hg⁻¹ olarak alındı.

AUSG (Philips, Sparq model, prop; C2-6 MHz) değerlendirmesi BLUE (Bedside Lung Ultrasound in Emergency) protokolüne uygun olarak yapıldı [13]. Bu protokol ile değerlendirilen parametreler pulmoner ödemle ilgili A ve B çizgilerinin varlığı, pnömotoraks ile uyumlu plevra zarı hareketinin yokluğu ve her iki hemitorakstaki plevral efüzyon bulgularıydı. Hastaların mevcut radyolojik tetkikleri (Akciğer Grafisi ve Toraks Bilgisayarlı Tomografi) ile AUSG bulguları plevral efüzyon varlığı yönünden karşılaştırıldı.

Hastaların hemodinamik verileri, SVEF, IVC kollapsibilite indeksi, plevral sıvı varlığı durumlarına göre mevcut tedavileri yeniden gözden geçirildi. Tedavi değişiklikleri, sıvı verilmesi ya da kısıtlanması, inotrop başlanması ya da dozlarının düzenlenmesi, torasentez ve plevral sıvı drenajı olarak belirlendi.

İstatistiksel analiz, sonuçlar sürekli değişkenler için ortalama+standart sapma (minimum-maksimum)

olarak, kategorik değişkenler içinse sayı (%) olarak gösterildi.

BULGULAR

Çalışmaya alınan mekanik ventilasyon desteğindeki 61 hastanın 27'si (% 44.3) dâhili nedenli (kalp yetmezliği, solunum yetmezliği, karaciğer yetmezliği, intoksikasyonlar vb.), 20'si (% 32.8) cerrahi nedenli (batın operasyonu, kranial operasyon geçiren hastalar, post-operatif solunum yetmezliği vb.), 14'ü (%23) travma (multipl travma, yüksekten düşme, araç içi ve araç dışı trafik kazaları vb.) nedenli yatışı yapılan hastalardı (Tablo 1). Hastalara TTE ve AUSG uygulanması ortalama+SS (min-max) 12.98+2.28 (8-20) dk. sürdü. Altmış bir hastanın 37'sinde (% 60.7) sıvı veya inotrop tedavileri yeniden düzenlendi. Sekiz (% 13.1) hastada torasentez ve/veya pleural sıvı drenajı uygulandı, 16 hastada (% 26.2) ise herhangi bir tedavi değişikliği veya girişim uygulanmadı (Şekil 1). Tedavileri yeniden düzenlenen 45 hastanın 17'si (% 37.7) dâhili hastaydı, bunların 14'ünün sıvı veya inotrop tedavileri yeniden düzenlenirken, 3'ünde AUSG eşliğinde girişimsel işlem uygulandı. Tedavisi yeniden düzenlenen 15 hastanın (% 33.3) yatışı cerrahi nedenliydi. Bunlardan 12 hastanın tedavileri yeniden düzenlenirken, 3'ünde AUSG eşliğinde girişimsel işlem uygulandı. Tedavileri yeniden düzenlenen 13

hastanın (% 28.8) ise travma nedenliydi. Bunlardan 11'inin tedavileri yeniden düzenlendi, 2 hastada AUSG eşliğinde girişimsel işlem uygulandı (Şekil 2).

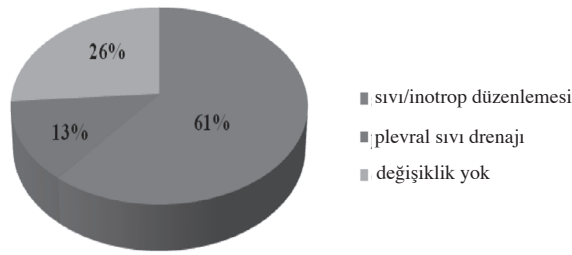
Tedavileri yeniden düzenlenen 45 hastanın 14'ünde (% 31.1) SVEF % 50'nin altındaydı, 12'sinde (% 26.7) ise perikardiyal efüzyon tespit edildi. Ancak bu hastaların hiçbirinde perikardiyal efüzyona bağlı basıya da fonksiyonel bozukluk görülmediğinden girişimsel işlem uygulanmadı.

Sıvı veya inotrop tedavileri yeniden düzenlenen 37 hastanın 16'sında (% 54.1) IVC çapı 2.1 cm üzerinde ve IVC kollaps indeksi % 50'nin altındaydı. Onsekiz hastada ise IVC çapı 2.1 cm altında ve IVC kollaps indeksi % 50'nin üstündeydi. Bu 37 hastanın 18'inde (% 48.6) sıvı kısıtlanması, 16'sında sıvı replasmanı uygulandı (% 43.2), 3'ünde (% 8.1) ise inotrop tedavilerinde değişiklik yapıldı. Çalışmamızdaki 61 hastanın 18'inde (% 29.5) AUSG ile pleural sıvı belirlendi. Bu hastalardan 8'inde (% 44.4) AUSG eşliğinde torasentez ve/veya pleural sıvı drenajı uygulandı. Altmış bir hastanın 37'sinde toraks BT incelemesi yapılmıştı. Toraks BT ile pleural sıvı saptanan 2 hastanın AUSG incelemesinde sıvı tespit edilmedi. AUSG ile sıvı saptanan 18 hastanın 1'inde de akciğer grafisinde şüpheli görünüm gözlenmedi.

Tablo 1. Hastaların demografik ve klinik özellikleri (n=61).

Özellik	
Yaş (yıl) [Ortalama + SS (min-max)]	64.6+16.3 (27-95)
Erkek cinsiyet [sayı (%)]	46 (75.4)
Boy (cm) [Ortalama + SS (min-max)]	167.7+9.03 (145-184)
Kilo (kg) [Ortalama + SS (min-max)]	75.4+12.6 (50-110)
Hastalık grup [sayı (%)]	
Dâhili patolojiler	27 (44.3)
Cerrahi patolojiler	20 (32.8)
Travma	14 (23.0)
Mekanik ventilasyon gereksinimi [sayı (%)]	61 (100)
Sistolik kan basıncı (mm Hg) [Ortalama + SS (min-max)]	119.7+24.9 (72-198)
Diastolik kan basıncı (mm Hg) [Ortalama + SS (min-max)]	59.1+10.8 (34-85)
Nabız (Atım/dk) [Ortalama + SS (min-max)]	104.6+25.8 (55-180)
Vücut ısı (°C) [Ortalama + SS (min-max)]	36.8+0.56 (34.8-38.3)
SVB (cm H₂O) [Ortalama + SS (min-max)]	7.39+3.7 (1-16)
Düşük kardiyak fonksiyon [sayı (%)]	20 (32.8)
İnotrop gereksinimi [sayı (%)]	25 (41)
Perikardiyal efüzyon varlığı [sayı (%)]	13 (21.3)
Pleural sıvı varlığı [sayı (%)]	
Tek taraflı	11 (18.0)
Çift taraflı	7 (11.5)

Kısaltmalar, SS:Standart sapma, SVB:Santral venöz basınç.



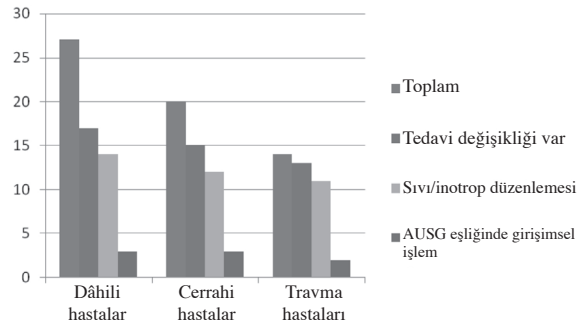
Şekil 1. Yoğun bakım ünitemizde mekanik ventilasyon altında takip edilen 61 hastada TTE ve AUSG uygulaması sonrasında tedavi değişikliği gereksinimleri.

TARTIŞMA

Bu çalışmada dâhili, cerrahi veya travma nedeniyle mekanik ventilasyon gereksinimi olup, yoğun bakım ünitesinde takibi gereken hastalarda TTE ve AUSG uygulamalarının tedavi değişikliği üzerindeki etkileri incelenmiş ve hastaların % 60'ından fazlasında tedavi değişikliği kararı verildiği belirlenmiştir. Bu oran yoğun bakımda TTE ve AUSG kullanımının önemini bir kez daha vurgulamaktadır.

Çalışmamızda, TTE ve AUSG için değerlendirme süresi toplam ortalama 12.98 dk'ydı. Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada genelinde üç üniversite hastanesindeki 6 yoğun bakım ünitesinde yapılan bir araştırmada, TTE ve genel USG için harcanan ortalama süre sırasıyla 10 dk. ve 5 dk. olarak belirlenmiştir^[12]. Bu sürelerin toplamının çalışmamızdaki toplam süreden biraz daha uzun olduğu dikkati çekmektedir. Ancak önceki çalışmada genel ultrasonografi değerlendirmesi dâhilinde damarlar, batın değerlendirmeleri de yer almaktadır. Çalışmamızda ise, yalnızca AUSG değerlendirildiği için ortalama süre daha az bulunmuştur.

TTE yoğun bakımda önceleri yalnızca tanısal amaçla kullanılırken, son yıllarda özellikle acil ve yoğun bakım ünitelerinde kritik hastaların monitörizasyonu ve hemodinamik değerlendirme amacıyla kullanılmaya başlanmıştır^[13,14]. Yoğun bakım ünitesinde TTE değerlendirilmesi bir kardiyolog tarafından yapılan değerlendirmeden farklıdır. Yoğun bakım doktoru tarafından kalp boşluklarının ve sol ventrikül kontraktilesinin hızlı ve bütünsel değerlendirilmesi ile kalbin ön yükü ve SVEF'nin belirlenmesi hastaların o anki sıvı dengelerini ve ana patolojileri anlama açısından yeterli olmaktadır.



Şekil 2. Hasta gruplarına göre tedavi değişikliği gereksinimi.

Benzer bir çalışmada, da 12 saatlik temel TTE eğitiminden sonra yoğun bakım doktorları tarafından 88 hasta üzerinde SVEF'nu, ventrikül duvar hareketleri ve perikardiyal effüzyon varlığı değerlendirilmiş ve kardiyologlar tarafından yapılan değerlendirmeler ile % 85.2 oranında korelasyon sağlandığı belirlenmiştir^[15].

Çalışmamızda, 61 hastanın 37'sinde (% 60.7) sıvı veya inotrop tedavileri yeniden düzenlenmiş ve 8 (% 13.1) hastada AUSG eşliğinde girişimsel işlem uygulanmıştır. Bu oranların oldukça yüksek olduğu dikkati çekmektedir. Ön yükün ölçüleri olan santral venöz basınç ölçümünün, sıvı durmunu belirlemede yeterince güvenilir olmadığı önceki çalışmalarda gösterilmiştir^[16]. Bu açıdan doğruluğu daha yüksek olan yeni yaklaşımların geliştirilmesine gereksinim duyulmaktadır. Sıvı durumunu değerlendirilmesinde ekokardiyografik parametreler, vena kava inferior çapının solunumsal varyasyonu ve atım hacmi daha yararlı olarak görülmektedir^[17]. Çalışmamızda, sıvı dengesi SVEF ve IVC çapı ve IVC kollaps indeksi ile değerlendirildi. Sıvı dengesi veya inotrop tedavileri yeniden düzenlenen 37 hastanın 16'sında (% 54.1) IVC çapı 2.1 cm üzerinde ve IVC kollaps indeksi % 50'nin altındaydı. On sekiz hastada ise IVC çapı 2.1 cm altında ve IVC kollaps indeksi %50'nin üstündeydi. Bu hastaların fizik muayane ve hemodinamik monitörizasyon bulguları, SVEF ve mekanik ventilasyon desteğinde olması göz önüne alınarak sıvı ve inotrop tedavileri yoğun bakım doktoru tarafından yeniden düzenlendi. Sağ atrial basınç ölçümü genellikle IVC çapı ve IVC'un inspiryum sırasında kollapsiyon değerlendirilerek karar verilir^[18]. Sağ atrial basıncın yükselmesi IVC'e yansıma ile IVC çapının genişlemesine ve İnspiryum sırasında kollapsiyonun azalmasına neden olur. Mekanik ventilasyon

desteğindeki hastalarda pozitif basınç nedeniyle IVC kollaps indeksi doğru sonuç vermeyebilir. Bunun için IVC çapının ölçülmesi ve 12 mm altında belirlenmesi sağ atrium basıncının 10 mmHg⁻¹ veya altında olduğunu gösterir ve bu hastalarda IVC çapı küçük ve kollabe ise hipovolemik olduğunun göstergesidir [19]. Çalışmamızda, tüm hastalar mekanik ventilasyon desteğinde olduğundan bu bilgiler eşliğinde değerlendirilmiştir. Pnömotoraks, akciğer konsolidasyonu, plevral efüzyon gibi patolojilerin belirlenmesinde ve takibinde AUSG önemine dair literatürler giderek artmaktadır [18]. Çalışmamızda da, 61 hastanın 18'inde AUSG ile (% 29.5) plevral sıvı tespit edildi. Bu hastalardan birinde akciğer grafisi ile plevral sıvı saptanmıştı. AUSG ile uygun şartlar altında 20 ml ve üzeri plevral sıvı belirlenebilir [18]. Bilindiği üzere, akciğer grafisinde plevral efüzyonun tespit edilmesi için tek hemitoraksta en az 150 ml sıvı birikimi olmalıdır. Aynı zamanda akciğer filminde sıvı görünümünün yatan hastalarda, atelettazi ve pnömoni gibi durumlardan ayırt edilmesi oldukça zordur.

TTE'nin yoğun bakım hastaları için diğer bir avantajda noninvaziv olması ve yatak başı değerlendirmeye olanak sağlamasıdır. Ancak değerlendirmenin kullanıcıya bağlı olması nedeniyle özellikle görüntü kalitesinin tam olarak sağlanması açısından bu konuda eğitim önemlidir. TTE ve USG uygulamaları, birçok ülkede yoğun bakım ünitelerinde eğitim alan doktorlar için rutin eğitim programlarının bir parçası hâline getirilmiştir [12-15]. Bu bağlamda teorik ve birkaç ay süreyle devam eden bir eğitim programında belirli sayıda TTE ve USG değerlendirmesi yapılması gerekmektedir [19].

Sonuç olarak, TTE ve AUSG kullanımı özellik sıvı dengesinin belirlenmesi ve tedavisinin düzenlenmesinde etkili olmaktadır. Noninvaziv ve yatak başı uygulanabilir olması, kısa bir sürede değerlendirme yapılabilmesi avantaj sağlamaktadır. Ülkemizde yoğun bakım ünitelerinde TTE ve AUSG kullanımının yaygınlaştırılmasına ve belirli standart protokollerin geliştirilmesine gereksinim vardır.

KAYNAKLAR

1. **Beaulieu Y, Marik PE.** Bedsideultrasonography in the ICU: part 1. *Chest* 2005;128:881-95. <https://doi.org/10.1378/chest.128.2.881>
2. **Beaulieu Y, Marik PE.** Bedsideultrasonography in the ICU: part 2. *Chest* 2005;128:1766-81. <https://doi.org/10.1378/chest.128.3.1766>
3. **Au SM, Vieillard-Baron A.** Bedsideechocardiography in critically illpatients: a true hemodynamic monitoring tool. *J Clin Monit Comput* 2012;26:355-60. <https://doi.org/10.1007/s10877-012-9385-6>
4. **Vieillard-Baron A, Slama M, Cholley B, Janvier G, Vignon P.** Echocardiography in the intensive care unit: from evolution to revolution? *Intensive Care Med* 2008;34:243-9. <https://doi.org/10.1007/s00134-007-0923-5>
5. **Cholley BP.** Expert Round Table Ultrasound ICU. International expert statement on training standards for critical care ultrasonography. *Intensive Care Medicine* 2011;37:1077-83. <https://doi.org/10.1007/s00134-011-2246-9>
6. **Eren G, Hergünel O, Çukurova Z, Doğan Y, Karakaya O.** Yoğun Bakımda Kardiyopulmoner Monitörizasyonda Günlük Pratiğimizde "Yeni" Bir Araç: Trans-torakik Ekokardiyografi ve Akciğer Ultrasonu. *Türk Yoğun Bakım Derneği Dergisi* 2012;10:13-9. <https://doi.org/10.4274/Tybdd.37>
7. **Lichtenstein D, Axler O.** Intensive use of general ultrasound in the intensive care unit. Prospective study of 150 consecutive patients. *Intensive Care Med* 1993;19:353-5. <https://doi.org/10.1007/BF01694712>
8. **Poelaert JI, Trouerbach J, De Buyzere M, Everaert J, Colardyn FA.** Evaluation of transesophageal echocardiography as a diagnostic and therapeutic aid in a critical care setting. *Chest* 1995;107:774-9. <https://doi.org/10.1378/chest.107.3.774>
9. **Jensen MB, Sloth E.** Echocardiography for cardiopulmonary optimization in the intensive care unit: should we expand its use? *Acta Anaesthesiol Scand* 2004;48:1069-70. <https://doi.org/10.1111/j.1399-6576.2004.00465.x>
10. **Jensen MB, Sloth E, Larsen KM, Schmidt MB.** Transthoracic echocardiography for cardiopulmonary monitoring in intensive care. *Eur J Anaesthesiol* 2004;2:700-7. <https://doi.org/10.1097/00003643-200409000-00006>
11. Akut ve Kronik Kalp Yetersizliği Tanı ve Tedavisine Yönelik 2012 ESC Kılavuzu Avrupa Kardiyoloji Derneği (ESC) Akut ve Kronik Kalp Yetersizliği Tanı ve Tedavisi. *European Heart Journal* Volume 37, Issue 38, 7 October 2012).
12. **Bernier-Jean A, Albert M, Shiloh AL, Eisen LA, Williamson D, Beaulieu Y.** The diagnostic and therapeutic impact of point-of-care ultrasonography in the intensive care unit. *J Intensive Care Med* 2015 Sep 30. pii: 0885066615606682 [Epub ahead of print].
13. **Cholley BP, Vieillard-Baron A, Mebazaa A.** Echocardiography in the ICU: time for widespread use. *Intensive Care Med* 2006;32:9-10. <https://doi.org/10.1007/s00134-005-2833-8>
14. **Price S, Nicol E, Gibson DG, Evans TW.** Echocardiography in the critically ill: current and potential roles. *Intensive Care Med* 2006;32:48-59. <https://doi.org/10.1007/s00134-005-2834-7>
15. **Zhang LN, Ai YH, Liu ZY, Tian CH, Zhu JX.** Feasibility of focused transthoracic echocardiography in intensive care unit performed by intensivists. *Zhongguo Wei Zhong Bing Ji Jiu Yi Xue* 2012;24:739-41.

16. **Michard F, Teboul JL.** Predicting fluid responsiveness in ICU patients: a critical analysis of the evidence. *Chest* 2002;121:2000-8.
<https://doi.org/10.1378/chest.121.6.2000>
17. **Charron C, Caille V, Jardin F, Vieillard-Baron A.** Echocardiographic measurement of fluid responsiveness. *Curr Opin Crit Care* 2006;12:249-54.
<https://doi.org/10.1097/01.ccx.0000224870.24324.cc>
18. **Moreno FL, Hagan AD, Holmen JR, Pryor TA, Strickland RD, Castle CH.** Evaluation of size and dynamics of the inferior vena cava as an index of right-sided cardiac function. *Am J Cardiol* 1984;53:579-85.
[https://doi.org/10.1016/0002-9149\(84\)90034-1](https://doi.org/10.1016/0002-9149(84)90034-1)
19. **Jue J, Chung W, Schiller NB.** Does inferior vena cava size predict right atrial pressures in patients receiving mechanical ventilation? *J Am Soc Echocardiogr* 1992;5:613-9.
[https://doi.org/10.1016/S0894-7317\(14\)80327-1](https://doi.org/10.1016/S0894-7317(14)80327-1)
19. **Mayo PH, Beaulieu Y, Doelken P, Feller-Kopman D, Harrod C, Kaplan A, et al.** American College of Chest Physicians/La Société de Réanimation de Langue Française statement on competence in critical care ultrasonography. *Chest* 2009;135:1050-60.
<https://doi.org/10.1378/chest.08-2305>