

Notfallsonografie –RUSH-Protokoll –Schritt für Schritt

Michael Bentele, Armin Seibel, Beatrice Fundel, Sven Lederle, Stefanie Bentele

Angaben zur Veröffentlichung / Publication details:

Bentele, Michael, Armin Seibel, Beatrice Fundel, Sven Lederle, and Stefanie Bentele. 2024. "Notfallsonografie –RUSH-Protokoll –Schritt für Schritt." *Notfallmedizin up2date* 19 (4): 385–95. <https://doi.org/10.1055/a-2263-3467>.

Nutzungsbedingungen / Terms of use:

licgercopyright

Dieses Dokument wird unter folgenden Bedingungen zur Verfügung gestellt: / This document is made available under these conditions:

Deutsches Urheberrecht

Weitere Informationen finden Sie unter: / For more information see:

<https://www.uni-augsburg.de/de/organisation/bibliothek/publizieren-zitieren-archivieren/publiz/>



Notfallsonografie – RUSH-Protokoll – Schritt für Schritt

Michael Bentele, Armin Seibel, Beatrice Fundel, Sven Lederle, Stefanie Bentele

Patienten im undifferenzierten Schock profitieren von einer schnellen und zielgerichteten Diagnostik und Therapie. Dabei ist die Notfallsonografie ein effektives Tool, um die Schockursachen einzugrenzen. Notfallmediziner nutzen dafür bereits seit vielen Jahren unterschiedliche standardisierte Untersuchungsabläufe [1, 2, 3]. Das Protokoll Rapid Ultrasound in Shock and Hypotension (RUSH) ist ein weltweit etabliertes notfallsonografisches Protokoll zur systematischen und schnellen Untersuchung hämodynamisch instabiler Patienten [4, 5, 6].

ABKÜRZUNGEN

A4CH	apikaler 4-Kammer-Blick
FAST	Focused Assessment with Sonography for Trauma
HI-MAP	Herz – V. cava inferior – Morison (für die FAST-Untersuchung) – Aorta – Pneumothorax
ICR	Interkostalraum
IVC	V. cava inferior
PLAX	parasternal lange Achse
POCUS	Point-of-Care-Ultraschall
RUSH	Rapid Ultrasound in Shock and Hypotension

KOMMENTAR

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf eine geschlechtsneutrale Differenzierung verzichtet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung grundsätzlich für beide Geschlechter. Die verkürzte Sprachform beinhaltet keine Wertung.

Indikation

Notfallsonografische Point-of-Care-Protokolle (POCUS-Protokolle) dienen der strukturierten Herangehensweise an eine bestimmte Fragestellung, z. B. die Frage nach freier intrathorakaler oder intraabdomineller Flüssigkeit nach Trauma. Sie lassen sich in den Untersuchungsablauf integrieren, sind rasch durchführbar und sollen Dispositions- und Therapieentscheidungen beschleunigen und erleichtern.

Merke

Gerade bei hämodynamisch instabilen Patienten ist die rasche Identifikation der Schockursache wichtig für das Überleben.

Die unterschiedlichen Schockformen machen ein zum Teil divergierendes Management notwendig (s. Zusatzmaterial, Abb. Z1). Das RUSH-Protokoll kann eine Hilfestellung geben, die verschiedenen Schockursachen zu differenzieren und die zielgerichtete Therapie so schnell wie möglich einzuleiten.

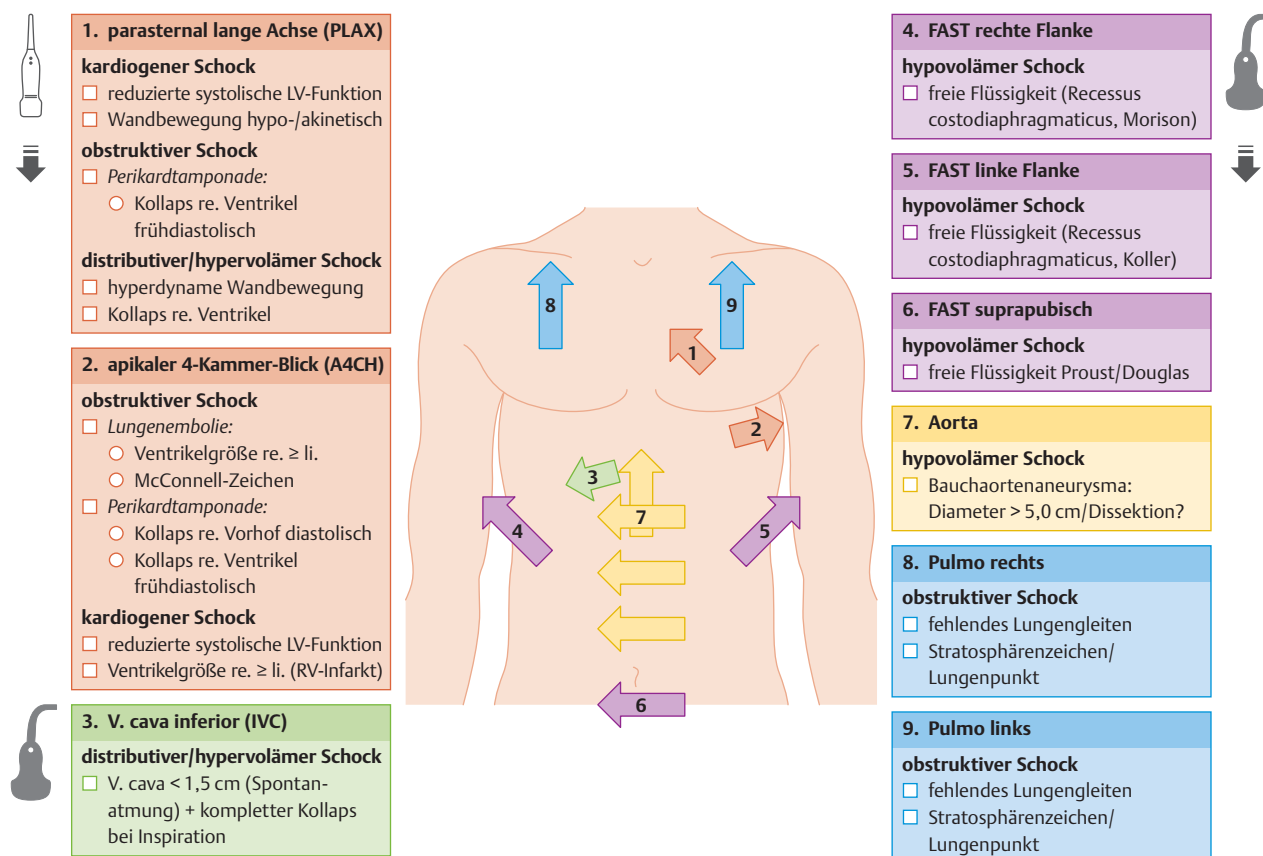
Voraussetzungen

- Auswahl, Kenntnis von Aussagekraft und Limitationen des RUSH-Protokolls (z. B. nach Scott Weingart [4], ► **Abb. 2**).
- Equipment mit Ultraschallgerät (s. Checkliste im Zusatzmaterial sowie **Abb. Z2**).
- Expertise: Beherrschen von physikalischen und geräte-technischen Grundlagen, Schnittebenen, Sonoanatomie, ausreichende Ausbildung und Skilltraining.

In der Literatur werden verschiedene RUSH-Protokolle beschrieben, für diesen Artikel wurde die Methode nach Weingart gewählt [4] (► **Abb. 2**; gesamtes RUSH-Protokoll aus zwei Perspektiven s. ► **Video 1** und ► **Video 2**, die zugehörigen sonografischen Befunde s. ► **Video 3** bis ► **Video 20**).



► **Video 1** Notfallsonografie – RUSH-Protokoll. Vogelperspektive des Untersuchungsablaufs; unauffälliger Befund (der Pfeil symbolisiert die Schallkopfmarkierung).



► **Abb. 2** Notfallsonografie – Original-RUSH-Protokoll nach Weingart [4]. Strukturierter Untersuchungsablauf in 9 Schnitten; mögliche pathologische Befunde der einzelnen Schnitte als Hinweis auf die Schockursachen. Herz: Sektorschallkopf; V. cava inferior, abdominaler Schall, Lungen-schnitte: Konvexsonde. Alle RUSH-Standardanlotungen sind grundsätzlich auch mit der Sektorsonde realisierbar (gesamtes RUSH-Protokoll aus zwei Perspektiven s. ► **Video 1** und ► **Video 2**, die zugehörigen sonografischen Befunde s. ► **Video 3** bis ► **Video 21**). A4 CH = apikaler 4-Kammer-Blick; BAA = Bauchaortenaneurysma; diast. = diastolisch; inf. = inferior; IVC = V. cava inferior; LV = linksventrikulär; PLAX = parasternal lange Achse; Rec. costod. = Recessus costodiaphragmaticus; RV = rechtsventrikulär; syst. = systolisch



► **Video 2** Notfallsonografie – RUSH-Protokoll. Untersuchungsablauf mit unauffälligem Befund. Pfeil: Schallkopfmarkierung.

„Schnitt für Schnitt“

Untersuchungsablauf nach HI-MAP in 9 Schnitten; die Originalversion ist für eine Dauer von 2 min konzipiert [4].

TIPP

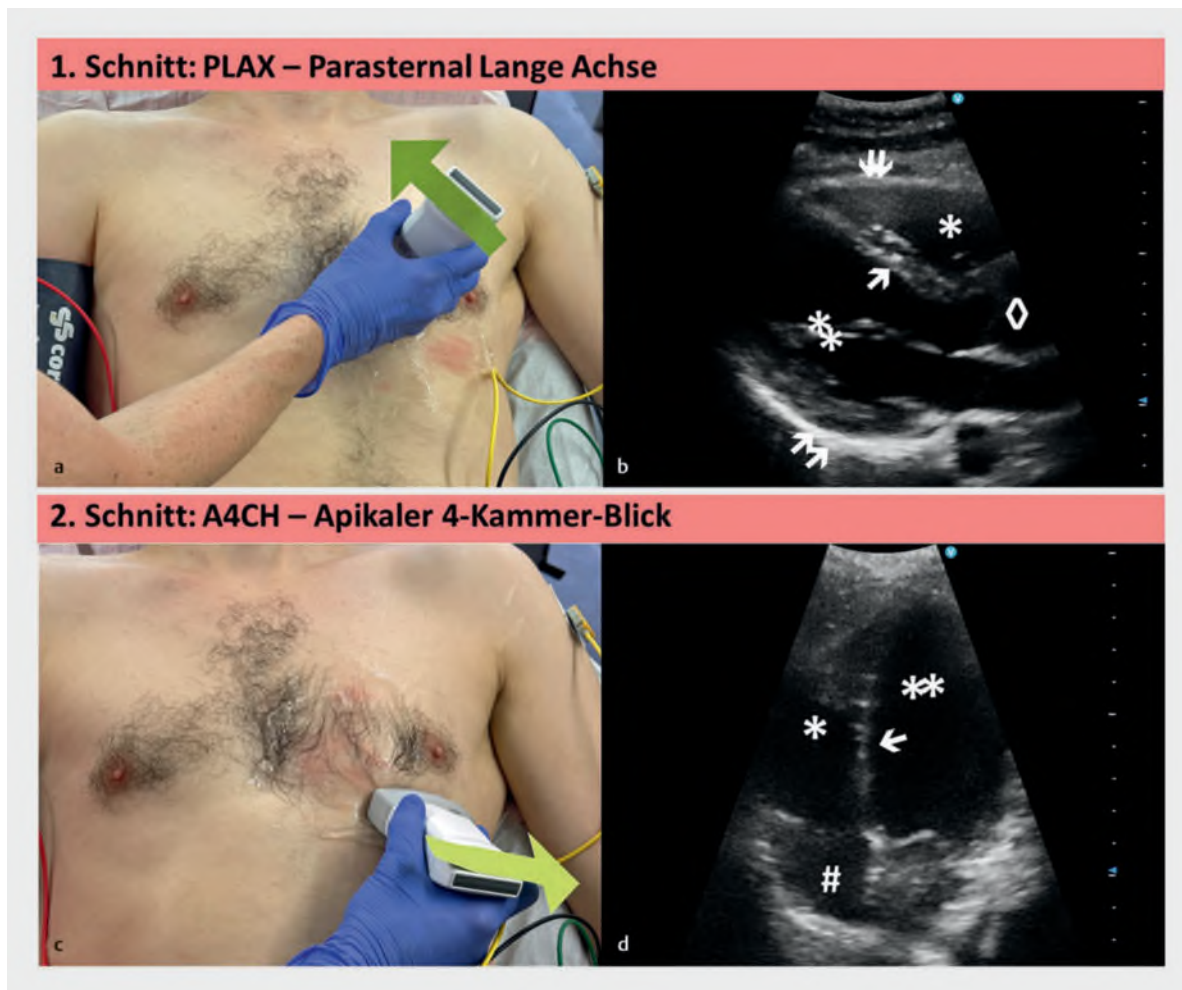
Gemäß Weingarts Protokoll kann das Akronym HI-MAP als Merkhilfe für die korrekte Reihenfolge der 5 Untersuchungsschritte gewählt werden:

- H – Herz
- I – V. cava inferior
- M – Morison (für die FAST-Untersuchung)
- A – Aorta
- P – Pulmo (→ Pneumothorax)

H Herz

1. Schnitt – Parasternal Lange Achse (PLAX)

Aufsetzen des Sektorschallkopfs (bzw. Kombinations-schallkopfs im Herzechomodus) etwa im 2.–4. Interkostalraum (ICR) parasternal links. Die Markierung zeigt zur rechten Schulter (► **Abb. 3 a**). Das Herz wird in der Längsachse dargestellt (► **Abb. 3 b**, ► **Video 3**). Mögliche Pathologie ist die Herzbeutelamponade als Ursache des ob-



► **Abb. 3** Notfallsonografie: RUSH-Protokoll. Parasternal Lange Achse und Apikaler 4-Kammer-Blick. Asteriskus: rechter Ventrikel; Doppelkreuz: rechter Vorhof; Pfeil: interventrikuläres Septum; Doppelasteriskus: linker Ventrikel



► **Video 3** Notfallsonografie – RUSH-Protokoll. Untersuchungsablauf mit unauffälligem Befund bei Schnitt 1: parasternal lange Achse (PLAX). Asteriskus: rechter Ventrikel; Pfeil: interventrikuläres Septum; Doppelasteriskus: Papillarmuskel linker Ventrikel; Raute: Aortenbulbus; Doppelpfeile: Perikard; Doppelkreuz: Aorta descendens.



► **Video 4** Notfallsonografie – RUSH-Protokoll. Untersuchungsablauf Perikarderguss, Schnitt 1: parasternal lange Achse (PLAX). Asteriskus: komprimierter rechter Ventrikel; Pfeil: Perikarderguss.



► **Video 5** Notfallsonografie – RUSH-Protokoll. Untersuchungsablauf bei Perikarderguss, Schnitt 2: parasternal lange Achse (A4 CH). Asteriskus: komprimierter rechter Ventrikel; Pfeil: Perikarderguss.

strukturellen Schocks, die frühdiastolisch den Ventrikel so komprimiert, dass durch die fehlende Füllungsmöglichkeit dann in der Systole kein Auswurf mehr generiert werden kann [7] (s. ► **Video 4** und ► **Video 5**: Perikarderguss). Mittels „Eyeballing“ können Hinweise auf einen distributiven bzw. hypovolämen (hyperdynamische Wandbewegung bei Kollaps des rechten Ventrikels) oder auf einen kardiogenen Schock (Hypo-, Dys- oder Akinesien bzw. reduzierte Pumpkraft des linken Ventrikels) zu erkennen sein [8].

2. Schnitt – Apikaler 4-Kammer-Blick (A4 CH)

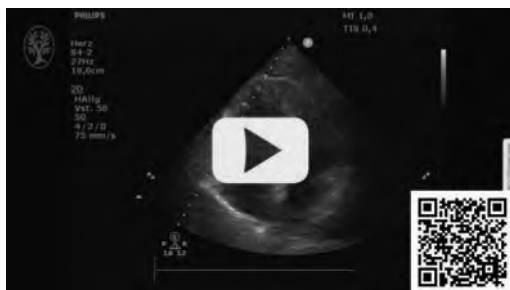
Optimale Schallkopfpositionierung für diesen Schnitt ist der Palpationspunkt für den Herzspitzenstoß (ca. 5. ICR medioklavikulär).

Mit der Ausrichtung des Sektorschallkopfs nach „patientenlinks“ (► **Abb. 3 c**) und dem Septum senkrecht im Bild (► **Abb. 3 d**) beurteilt man Größe und Funktion des linken Ventrikels (► **Video 6**). Ein hämodynamisch relevanter Perikarderguss liegt vor, wenn das rechte Atrium in der Ventrikeldiastole komprimiert ist.

Mittels Beurteilung der Größe und Funktion des rechten Ventrikels erhält man weitere Hinweise auf eine mögliche Schockursache. Ist der rechte Ventrikel gleich groß oder größer als der linke Ventrikel, liegt eine Rechtsherzbelastung vor [9]. Zeigt die freie mittrechtsventrikuläre Wand zusätzlich eine Hypo- oder Akinesie, sodass die Herzspitze in der Systole die rechtsventrikuläre Wand passiv mit sich zieht, so sind die Kriterien für das McConnell-Zeichen erfüllt (► **Video 7**). Für die Detektion einer Lungenembolie wird hier eine Spezifität von 94 % angegeben [10].



► **Video 6** Notfallsonografie – RUSH-Protokoll. Untersuchungsablauf mit unauffälligem Befund bei Schnitt 2: apikaler 4-Kammer-Blick (A4 CH). Asteriskus: rechter Ventrikel; Pfeil: linksventrikulärer Ausflusstrakt intermittierend im Bild (5-Kammer-Blick); Doppelasteriskus: linker Ventrikel; Doppelkreuz: linker Vorhof.



► **Video 7** Notfallsongrafie – RUSH-Protokoll. Untersuchungsablauf bei Rechtsherzbelastung, Schnitt 2: parasternal lange Achse (A4 CH). Asteriskus: massiv erweiterter rechter Ventrikel; Pfeil: McConnell-Zeichen.

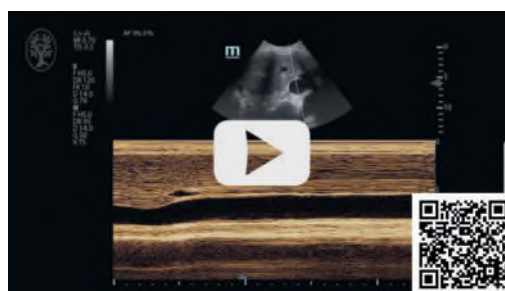


► **Video 8** Notfallsongrafie – RUSH-Protokoll. Untersuchungsablauf mit unauffälligem Befund bei Schnitt 3: V. cava inferior, Atemvariabilität, „Sniff-Test“. Pfeil: Querschnitt V. cava inferior; Asteriskus: M-Mode, V. cava inferior bei Inspiration.

I Inferiore Vena cava

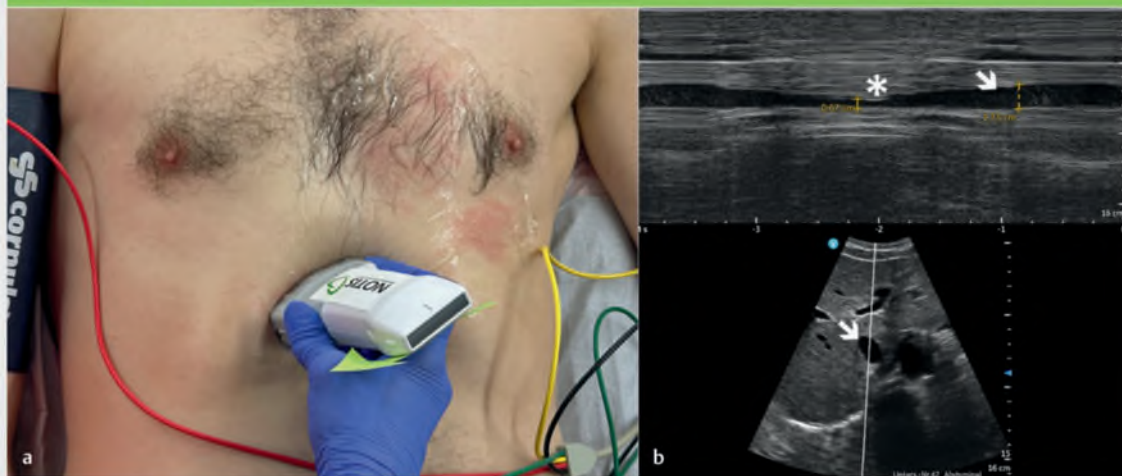
3. Schnitt – Inferiore Vena cava (IVC)

Die Anlotung der IVC kann mit dem Sektorschallkopf oder mit dem Konvexschallkopf erfolgen. Die Messung erfolgt transversal direkt unterhalb der Mündung der Lebervenen ca. 2–3 cm unterhalb des Zwerchfells (► **Abb. 4**, ► **Video 8** und ► **Video 9**) [11]. Die Bewertung der IVC ist zur Abschätzung des Volumenstatus nur ein Baustein [12, 13] und wird anhand des Durchmessers (Norm: 1,5–2,5 cm) und des inspiratorischen Kollapses getroffen. Ist der Durchmesser < 1,5 cm und kollabiert die Vene vollständig bei Inspiration unter Spontanatmung, so liegt hochwahrscheinlich ein Volumenmangel vor [14].



► **Video 9** Notfallsongrafie – RUSH-Protokoll. Untersuchungsablauf mit unauffälligem Befund bei Schnitt 3: V. cava inferior, M-Mode. Pfeil: Querschnitt V. cava inferior und Darstellung im M-Mode; Asteriskus: V.-cava-inferior-Variation durch Atemexkursion.

3. Schnitt: IVC - Inferiore Vena cava



► **Abb. 4** Notfallsongrafie: RUSH-Protokoll. Inferiore Vena cava. Pfeil: Querschnitt V. cava inferior 1,7 cm bei Expiration, Messung im M-Mode; Asteriskus: M-Mode, inferiore V. cava bei Inspiration 0,7 cm

Merke

Die Messung der IVC-Variabilität korreliert stärker mit dem intravaskulären Volumenstatus als einzelne statische Messungen [2, 9, 15].

Bei beatmeten Patienten ist während der Inspiration eine Zunahme des Durchmessers zu erwarten.

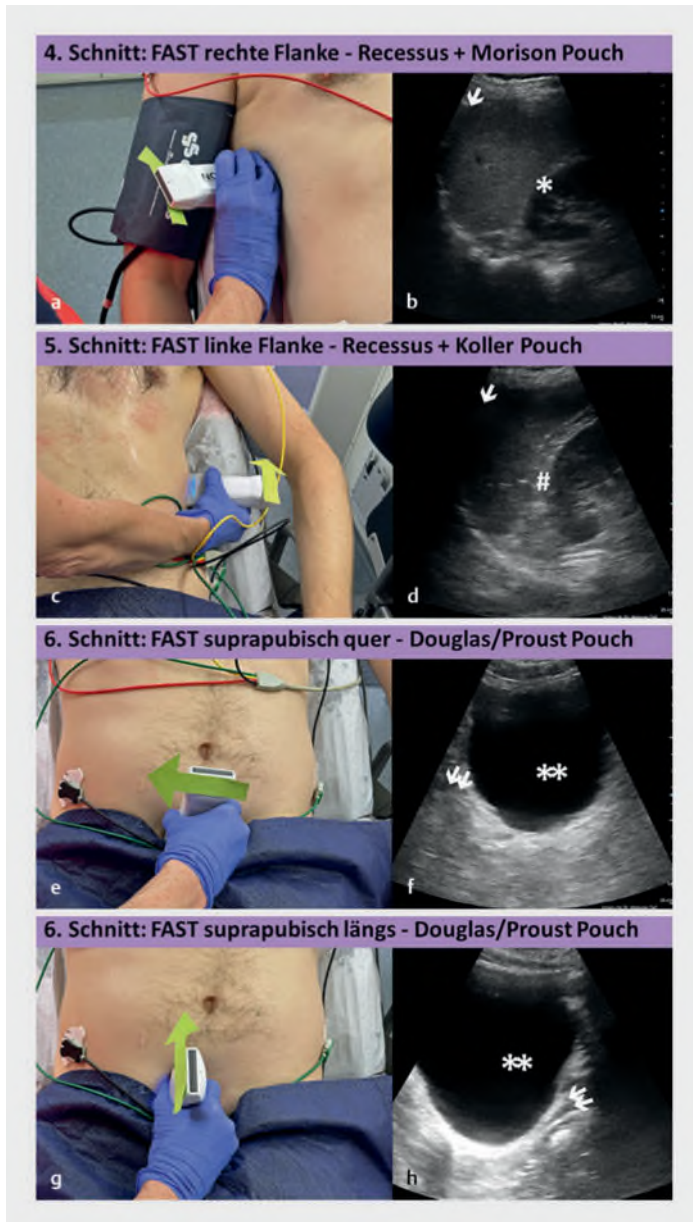
Aktuell wird die Frage, ob die IVC-Kollapsibilität eine zuverlässige Methode für die Vorhersage des Ansprechens auf Flüssigkeit ist, kontrovers diskutiert [15].

M Morison (für die gesamte FAST-Untersuchung)

4. Schnitt – FAST rechte Flanke

Als erster der 3 „Focused Assessment with Sonography for Trauma“-Schnitte dient Schnitt 4 zur Suche nach freier Flüssigkeit im Spatium hepatorenale (Morison-Pouch), der parakolischen Rinne und im Recessus costodiaphragmaticus. Hierfür wird der Konvexschallkopf in der vorderen Axillarlinie parallel zum Rippenverlauf mit der Markierung nach kraniodorsal auf Höhe des rechten Rippenbogens aufgesetzt und durch Gleiten, Drehen oder Kippen adjustiert (► Abb. 5, ► Video 10). Ein positiver Befund bei traumatischen Patienten im hämorrhagischen Schock sollte nach Algorithmus zu einer operativen Versorgung führen [16] (► Video 11 und ► Video 12).

Beim nicht traumatischen Patienten im Schock ist unter anderem an eine Hohlorganperforation zu denken (► Video 12).



► Abb. 5 Notfallsonografie: RUSH-Protokoll. FAST-Schnitte. Pfeil: Recessus costodiaphragmaticus; Asteriskus: Morison-Pouch; Doppelkreuz: Koller-Pouch; Doppelasteriskus: gefüllte Harnblase; Doppelpfeil: Proust- bzw. Douglas-Pouch



► Video 10 Notfallsonografie – RUSH-Protokoll. Untersuchungsablauf mit unauffälligem Befund bei Schnitt 4: Focused Assessment with Sonography for Trauma (FAST), Flanke rechts. Pfeil im Standbild zu Beginn: Recessus costodiaphragmaticus; Asteriskus im Standbild zu Beginn: Morison-Pouch.



► Video 11 Notfallsonografie – RUSH-Protokoll. Untersuchungsablauf bei freier Flüssigkeit, Morison, Schnitt 4: Focused Assessment with Sonography for Trauma (FAST), Flanke rechts. Pfeil: freie Flüssigkeit im Morison-Pouch.



► **Video 12** Notfallsonografie – RUSH-Protokoll. Untersuchungsablauf bei freier Flüssigkeit intraabdominell, Schnitt 4: Focused Assessment with Sonography for Trauma (FAST), Flanke rechts, Hohlorganperforation. Pfeil: freie Flüssigkeit mit organisierten Anteilen bei Magenperforation.

5. Schnitt – FAST linke Flanke

Analog zum Flankenschnitt rechts wird der Schallkopf hier spiegelbildlich am linken Rippenbogen aufgesetzt. Mit der Markierung nach patientenlinks bzw. kranial gelingt die Darstellung des Spatium splenorenale (Koller-Pouch), des Recessus costodiaphragmaticus (► **Abb. 5c,d**) und der parakolischen Rinne (► **Video 13** und ► **Video 14**).



► **Video 13** Notfallsonografie – RUSH-Protokoll. Untersuchungsablauf mit unauffälligem Befund bei Schnitt 5: Focused Assessment with Sonography for Trauma (FAST), Flanke links. Pfeil im Standbild zu Beginn: Recessus costodiaphragmaticus; Asteriskus im Standbild zu Beginn: Koller-Pouch.



► **Video 14** Notfallsonografie – RUSH-Protokoll. Untersuchungsablauf – Freie Flüssigkeit Koller Pouch, Schnitt 5: Focused Assessment with Sonography for Trauma (FAST), Flanke links.

6. Schnitt – FAST suprapubisch

Die suprapubischen Längs- und Querschnitte dienen zur Detektion freier intraabdomineller Flüssigkeit in der Excavatio rectouterina (Douglas, Frau) oder rectovesicalis (Proust, Mann) (► **Video 15** und ► **Video 16**). Durch Aufsetzen des Abdomenschallkopfs suprapubisch und leichtes Kippen nach kaudal (► **Abb. 5e–h**) können auch eine gering gefüllte Harnblase sicher dargestellt und kleinere Mengen freier Flüssigkeit paravesikal detektiert werden. Ein entzündliches Geschehen, eine rupturierte Ovarialzyste oder eine Extrauterin gravidität ist ebenso wie eine Hohlorganperforation als Ursache möglich und sollte erweiterte diagnostische Maßnahmen nach sich ziehen.



► **Video 15** Notfallsonografie – RUSH-Protokoll. Untersuchungsablauf mit unauffälligem Befund bei Schnitt 6: Focused Assessment with Sonography for Trauma (FAST) suprapubisch quer. Pfeil: Douglas-/Proust-Pouch; Asteriskus im Standbild zu Beginn: gefüllte Harnblase.



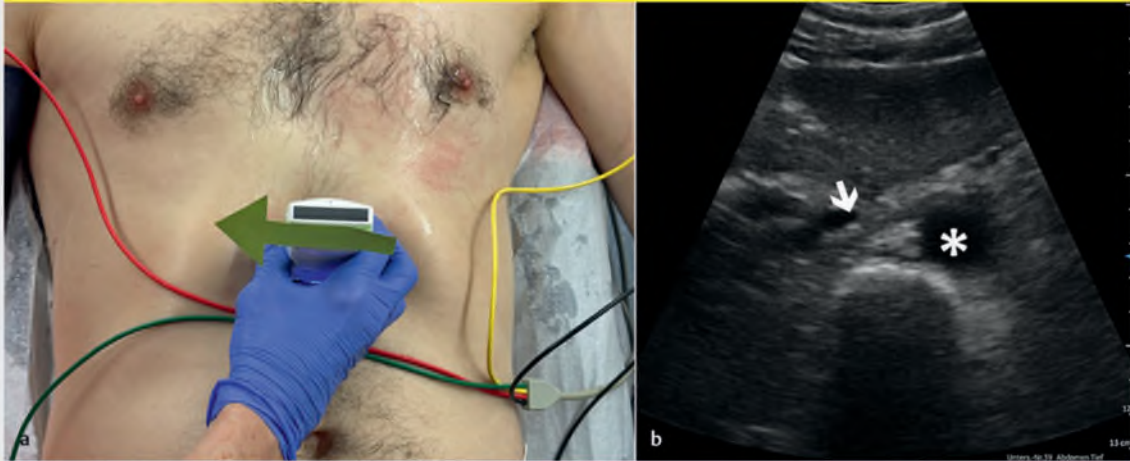
► **Video 16** Notfallsonografie – RUSH-Protokoll. Untersuchungsablauf mit unauffälligem Befund bei Schnitt 7: Focused Assessment with Sonography for Trauma (FAST), suprapubisch längs. Pfeil: Douglas-/Proust-Pouch mit Darmgasüberlagerungen; Asteriskus: gefüllte Harnblase.

A Aorta

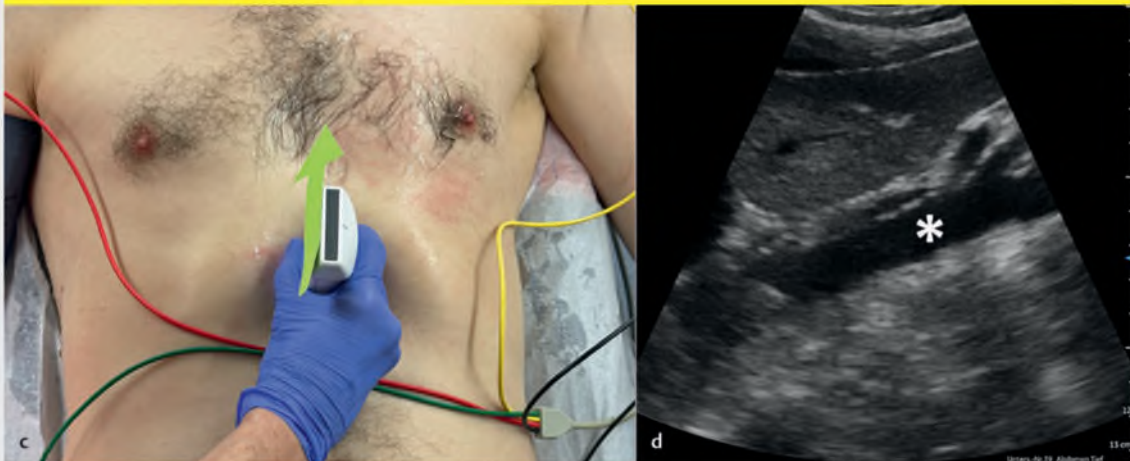
7. Schnitt – Aorta

Um die gesamte Aorta bis zur Bifurkation zu scannen, empfiehlt es sich bei den meisten Patienten, nach den Schritten 1–6 (Konvexschallkopf, Markierung nach patientenrechts) mit einer geringeren Eindringtiefe fortzufahren.

7. Schnitt: Aorta quer



7. Schnitt: Aorta längs



► Abb. 6 Notfallsonografie: RUSH-Protokoll. Aorta im Quer- und Längsschnitt. Asteriskus: Aorta abdominalis; Pfeil: V. cava inferior

Beginnend mit dem Quer- und Längsschnitt im Epigastrium (► Abb. 6) werden im weiteren Verlauf bei transversaler Anlotung unter kontinuierlichem Gleiten nach kaudal die Darstellung der Aorta im Oberbauch, suprarenal, infrarenal und vor der Bifurkation möglich (► Video 17 und ► Video 18). Es wird auf aneurysmatische Erweiterungen des Gefäßes, Auffälligkeiten der Gefäßwand oder Dissektionsmembranen geachtet (s. Zusatzmaterialien Abb. Z3e).

— Cave

Erweiterungen über 5 cm mit entsprechender Schocksymptomatik des Patienten sind bis zum Beweis des Gegenteils hochsuspekt für eine gedeckt rupturierte Aorta [17, 18].



► Video 17 Notfallsonografie – RUSH-Protokoll. Untersuchungsablauf mit unauffälligem Befund bei Schnitt 7: Aorta quer. Asteriskus: Aorta abdominalis im Oberbauch; Pfeil: A. mesenterica superior (Querschnitt).



► **Video 18** Notfallsonografie – RUSH-Protokoll. Untersuchungsablauf mit unauffälligem Befund bei Schnitt 7: Aorta längs. Asteriskus: Aorta abdominalis im Oberbauch; Pfeil: A. mesenterica superior, kräftiger Truncus coeliacus darüber.

P Pulmo (Pneumothorax)

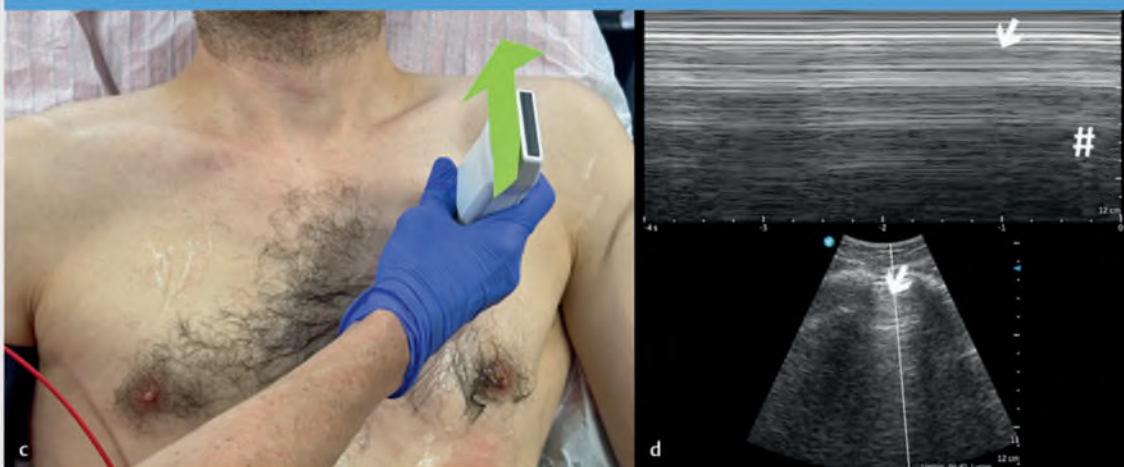
8. und 9. Schnitt – Pulmo rechts und links

Für die Suche nach einem Pneumothorax als obstruktive Schockursache eignet sich z.B. der Linear- oder Konvexschallkopf. Medioklavikulär knapp unterhalb des rechten Schlüsselbeins wird sagittal aufgesetzt. Die Rippen sollten genau im Querschnitt getroffen und mindestens ein Interkostalraum sollte komplett erfasst sein („Bat Sign“) (► **Abb. 7 a, b**) (► **Video 19** und ► **Video 20**). Hierbei ist auf das Lungengleiten („Ameisenlaufen“ der Pleuralinie) während einer Atemexkursion zu achten. Im M-Mode wird diese Bewegung als Seashore Sign dokumentiert [19] (► **Abb. 7 d**, ► **Video 20**). Ein Pneumothorax ist dann an dieser Untersuchungsstelle sicher ausgeschlossen.

8. Schnitt: Pulmo rechts



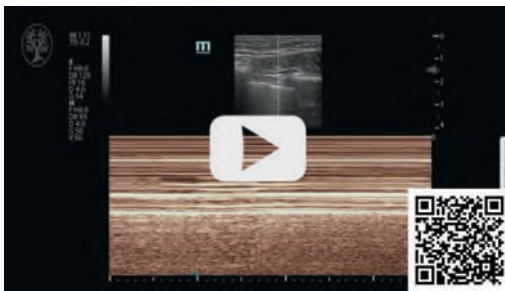
9. Schnitt: Pulmo links



► **Abb. 7** Notfallsonografie: RUSH-Protokoll. Rechter und linker Lungenschnitt. Asteriskus: dorsale Schallauslöschung hinter einer Rippe; Pfeil: Pleuralinie; Doppelkreuz: Lungenpuls im M-Mode



► **Video 19** Notfallsonografie – RUSH-Protokoll. Untersuchungsablauf mit unauffälligem Befund bei Schnitt 8: Pulmo rechts. Asteriskus: dorsale Schallauslöschung durch Rippe; Pfeile: Pleuralinie mit Lungengleiten, darunter A-Linien als Reverberationsartefakt (Doppelpfeil).



► **Video 20** Notfallsonografie – RUSH-Protokoll. Untersuchungsablauf mit unauffälligem Befund bei Schnitt 9: Pulmo links; hier mit Linearschallkopf im M-Mode. Asteriskus: Seashore Sign als Symbol für Lungengleiten; Pfeil: Pleuralinie mit Lungengleiten.



► **Video 21** Notfallsonografie – RUSH-Protokoll. Untersuchungsablauf – Fehlendes Lungengleiten. Schnitt 9: Pulmo links. Pfeil: Pleuralinie mit initial Lungengleiten, Sliding und Wechsel des Zwischenrippenraums zeigt aufgehobenes Lungengleiten, Darstellung hier mit dem Linearschallkopf.

Bei fehlendem Lungengleiten (► **Video 21**) zeigt sich im M-Mode ein Stratosphärenzeichen (s. Zusatzmaterial, **Abb. Z3f**), das sowohl Hinweis auf einen Pneumothorax als auch auf andere pathologische Befunde wie ein Lungenemphysem oder z.B. eine Fehlintonation sein kann [19]. Bei entsprechender Anamnese und je nach Fulminanz sollte eine Entlastungspunktion beim Patienten im Schock (Spannungspneumothorax) durchgeführt werden.

Merke

Ein vorhandenes Lungengleiten schließt einen Pneumothorax an der Untersuchungsstelle aus. Ein fehlendes Lungengleiten ist noch kein Beweis für einen Pneumothorax.

Fazit

- Das RUSH-Protokoll ist ein Tool zur schnellen Beurteilung beim kritisch kranken Patienten im nicht differenzierten Schock.
- Es dient zur Eingrenzung möglicher Schockursachen und zur raschen Einleitung einer zielgerichteten Therapie.
- Fehlinterpretationen und Fehlanwendungen können Patienten schaden.
- Eine fundierte theoretische Ausbildung, Skilltraining und fortlaufende Qualitätskontrollen sind für Kompetenzerwerb und Erhalt unerlässlich.

Interessenkonflikt

M. Bentele: Honorare: Tutor Notfallsonografie Stufe II der Deutschen Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (DEGUM).

A. Seibel: Honorare: Mindray, M.E.S. Medical Education Service, Landesärztekammer (LÄK) Niedersachsen, Heinrich-Braun-Klinikum Zwickau; Reisekostenzuschüsse: DEGUM, Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie & Intensivmedizin (DGAI), LÄK Niedersachsen; Gesellschaftsmitgliedschaft: Leiter des Arbeitskreises Notfallsonografie der DEGUM, DEGUM-Kursleiter Stufe III, DGAI, DIVI, DGINA; Equipment: Philips und Butterfly Network.

B. Fundel: Tutorin SonoForklinik – Sonografieurse, Abdomen und Präklinik, Tutorin Notfallsonografie Stufe I der DEGUM; Reisekostenzuschüsse: SonoForklinik.

S. Lederle: keine Honorare.

S. Bentele: Honorare: Tutorin Notfallsonografie Stufe II der DEGUM, Senior Instructor der Deutschen Gesellschaft Interdisziplinäre Notfall- und Akutmedizin e. V. (DGINA) für Advanced Critical Illness Life Support (ACILS).

Für diesen Beitrag wurden von den Autorinnen/Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

Autorinnen/Autoren



Dr. med. Michael Bentele, M.Sc.DM (EMDM), DESA

Facharzt für Anästhesiologie. Zusatzbezeichnung Intensivmedizin, Klinische Akut- und Notfallmedizin, Notfallmedizin, Palliativmedizin, Taucherarzt (GTÜM Diplom 2a), seit 2017 Leitender Oberarzt Institut für AINS, Hegau-Bodensee Klinikum Singen.

**Dr. med. Armin Seibel**

Facharzt für Anästhesiologie. Zusatzbezeichnung Intensivmedizin, Notfallmedizin. DEGUM-zertifizierter Kursleiter Stufe III, Prüfarzt für klinische Studien, Medizindidaktik (LAMA-Zertifikat), seit 2022 Leitender Arzt für interdisziplinäre Intensivmedizin, DRK-Krankenhaus Kirchen.

**Beatrice Fundel**

Fachärztin für Viszeralchirurgie, Zusatzbezeichnung Notfallmedizin, Klinische Akut- und Notfallmedizin, Leitende Oberärztin Klinik für Notfallmedizin, Krankenhaus Maria Hilf Krefeld.

**Sven Lederle**

Notfallsanitäter und Praxisanleiter bei der Johanniter-Unfall-Hilfe e.V. in Singen und Schwenningen seit 2020.

**Stefanie Bentele**

Fachärztin für Anästhesiologie. Zusatzbezeichnung Intensivmedizin, Klinische Akut- und Notfallmedizin, Notfallmedizin, Palliativmedizin, Taucherärztin (GTÜM Diplom 2a), Oberärztin Zentrale Notaufnahme Universitätsklinikum Augsburg.

Korrespondenzadresse**Stefanie Bentele**

Zentrale Notaufnahme, Universitätsklinikum Augsburg
Stenglinstr. 2
86156 Augsburg
Deutschland
Stefanie.Bentele@uk-augsburg.de

Literatur

- [1] Rose JS, Bair AE, Mandavia D et al. The UHP ultrasound protocol: a novel ultrasound approach to the empiric evaluation of the undifferentiated hypotensive patient. *Am J Emerg Med* 2001; 19: 299–302. DOI: 10.1053/ajem.2001.24481
- [2] Jones AE, Tayal VS, Sullivan DM et al. Randomized, controlled trial of immediate versus delayed goal-directed ultrasound to identify the cause of nontraumatic hypotension in emergency department patients. *Crit Care Med* 2004; 32: 1703–1708. DOI: 10.1097/01.Ccm.0000133017.34137.82
- [3] Atkinson PRT, McAuley DJ, Kendall RJ et al. Abdominal and cardiac evaluation with sonography in shock (ACES): an approach by emergency physicians for the use of ultrasound in patients with undifferentiated hypotension. *Emerg Med J* 2009; 26: 87–91. DOI: 10.1136/emj.2007.056242
- [4] Weingart S, Duque D, Nelson B. Rapid ultrasound for shock and hypotension (RUSH-HI-MAP). 2009. Zugriff am 09. September 2024 unter: <https://emcrit.org>
- [5] Bentele S, Biermann H, Seibel A et al. Notfallsonographiekonzepte im nichttraumatologischen Schockraum—eFAST, FEEL, RUSH und andere. *Notf Rett Med* 2023; 26: 517–526. DOI: 10.1007/s10049-023-01197-y
- [6] Perera P, Mailhot T, Riley D et al. The RUSH exam: Rapid Ultrasound in SHock in the evaluation of the critically ill. *Emerg Med Clin North Am* 2010; 28: 29–56. DOI: 10.1016/j.emc.2009.09.010
- [7] Singh S, Wann L, Schuchard G et al. Right ventricular and right atrial collapse in patients with cardiac tamponade—a combined echocardiographic and hemodynamic study. *Circulation* 1984; 70: 966–971. DOI: 10.1161/01.cir.70.6.966
- [8] Moore CL, Rose GA, Tayal VS et al. Determination of left ventricular function by emergency physician echocardiography of hypotensive patients. *Acad Emerg Med* 2002; 9: 186–193. DOI: 10.1197/aemj.9.3.186
- [9] Jardin F, Dubourg O, Bourdarias J-P. Echocardiographic pattern of acute cor pulmonale. *Chest* 1997; 111: 209–217. DOI: 10.1378/chest.111.1.209
- [10] McConnell MV, Solomon SD, Rayan ME et al. Regional right ventricular dysfunction detected by echocardiography in acute pulmonary embolism. *Am J Cardiol* 1996; 78: 469–473. DOI: 10.1016/s0002-9149(96)00339-6
- [11] Wallace DJ, Allison M, Stone MB. Inferior vena cava percentage collapse during respiration is affected by the sampling location: an ultrasound study in healthy volunteers. *Acad Emerg Med* 2010; 17: 96–99. DOI: 10.1111/j.1553-2712.2009.00627.x
- [12] Seif D, Mailhot T, Perera P et al. Caval sonography in shock: a noninvasive method for evaluating intravascular volume in critically ill patients. *J Ultrasound Med* 2012; 31: 1885–1890. DOI: 10.7863/jum.2012.31.12.1885
- [13] Airapetian N, Maizel J, Alyamani O et al. Does inferior vena cava respiratory variability predict fluid responsiveness in spontaneously breathing patients? *Crit Care* 2015; 19: 400. DOI: 10.1186/s13054-015-1100-9
- [14] Barbier C, Loubières Y, Schmit C et al. Respiratory changes in inferior vena cava diameter are helpful in predicting fluid responsiveness in ventilated septic patients. *Int Care Med* 2004; 30: 1740–1746. DOI: 10.1007/s00134-004-2259-8
- [15] Orso D, Paoli I, Piani T et al. Accuracy of ultrasonographic measurements of inferior vena cava to determine fluid responsiveness: a systematic review and meta-analysis. *J Int Care Med* 2020; 35: 354–363. DOI: 10.1177/0885066617752308
- [16] Rozycki GS, Ochsner MG, Jaffin JH et al. Prospective evaluation of surgeons' use of ultrasound in the evaluation of trauma patients. *J Trauma* 1993; 34: 516–526. DOI: 10.1097/00005373-199304000-00008
- [17] Desforges JF, Ernst CB. Abdominal aortic aneurysm. *N Engl J Med* 1993; 328: 1167–1172. DOI: 10.1056/nejm199304223281607
- [18] Tayal VS, Graf CD, Gibbs MA. Prospective study of accuracy and outcome of emergency ultrasound for abdominal aortic aneurysm over two years. *Acad Emerg Med* 2003; 10: 867–871. DOI: 10.1111/j.1553-2712.2003.tb00630.x
- [19] Lichtenstein DA, Mezière GA. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: the BLUE protocol. *Chest* 2008; 134: 117–125. DOI: 10.1378/chest.07-2800