

Quo vadis? – Zentralvenöse Katheterfehlage in der Vena pulmonalis sinistra durch nicht diagnostizierten partiellen anomalen Pulmonalvenenrückfluss

Zusammenfassung

Herznahe Gefäßanomalien sind häufig. Insbesondere venöse Fehlanlagen bieten ein breites Spektrum angeborener Fehlbildungen. Während sich große Anomalien mit hohem Shuntvolumen und ausgeprägter hämodynamischer Relevanz sehr früh klinisch manifestieren, können Gefäßanomalien mit geringer hämodynamischer Relevanz zeitlebens klinisch inapparent und unentdeckt bleiben.

Wir berichten über eine zentralvenöse Katheterfehlage in die Vena pulmonalis sinistra, welche trotz *lege artis* erfolgter, sonografisch kontrollierter Punktions- und Drahtinsertion durch einen nicht diagnostizierten partiellen anomalen Pulmonalvenenrückfluss begründet war. Anhand des vorliegenden Falles werden die mehrstufigen diagnostischen Schritte zur Detektion dieser Fehllage ebenso beschrieben wie theoretisch denkbare Komplikationen für den Fall, dass eine solche Fehllage nicht aufgefallen wäre.

Summary

Vascular anomalies close to the heart are common. Venous anomalies in particular display a broad spectrum of congenital malformations. While expansive anomalies with a high shunt volume and pronounced haemodynamic relevance manifest clinically very early, vascular anomalies of low haemodynamic relevance might remain clinically inapparent and undetected throughout life.

We report on a central venous catheter malposition in the left pulmonary vein,

Kasuistiken

Case Reports

Quo vadis? – Central venous catheter malposition in the left pulmonary sinus vein due to undiagnosed partial anomalous pulmonary venous return

H.B. Trageser¹ · J.E. Fütterer² · M. Bodenstein¹

► **Zitierweise:** Trageser HB, Fütterer JE, Bodenstein M: Quo vadis? – Zentralvenöse Katheterfehlage in der Vena pulmonalis sinistra durch nicht diagnostizierten partiellen anomalen Pulmonalvenenrückfluss. Anästh Intensivmed 2024;65:272–276. DOI: 10.19224/ai2024.272

caused by an undiagnosed partial anomalous pulmonary vein reflux despite *lege artis* sonographically controlled puncture and wire insertion. Based on the case presented, we describe the multi-tiered diagnostic approach needed to detect this malposition as well as any theoretically conceivable complications that might occur if such a malposition fails to be recognised.

Einleitung

Anomalien großer herznaher Gefäße sind häufig. Während große symptomatische Gefäßanomalien oft schon zeitnah nach der Geburt eine Symptomatik bieten und operativ korrigiert werden müssen, können inapparente, insbesondere venöse Gefäßanomalien asymptatisch und zeitlebens unentdeckt bleiben.

Besonders nennenswert sind in diesem Kontext herznahe venöse Gefäßanomalien. Hier sind diverse Entitäten wie Anomalien der Vv. pulmonales, insbesondere der PAPVR (**partial anomalous pulmonary venous return**, Lungenvenenfehleinmündung) und Anomalien des (Hemi-)Azygossystems beschrieben [1].

Mit einer Prävalenz von nur 0,4–0,7 % ist ein PAPVR in die V. brachiocephalica selten [2]. Eine linksseitige Lokalisation dieser anatomischen Variante liegt in 10 % dieser Fälle vor und ist damit eine Rarität [3]. Es gibt keine Prävalenzunterschiede zwischen Männern und

¹ Klinik für Anästhesiologie, Universitätsmedizin Mainz
(Direktor: Univ.-Prof. Dr. C. Werner)

² Klinik und Poliklinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Universitätsmedizin Mainz
(Direktor: Univ.-Prof. Dr. C. Düber)

Anmerkung

Die Publikation dieses Artikels erfolgt mit der ausdrücklichen schriftlichen Genehmigung des Patienten nach Aufklärung (informed consent).

Interessenkonflikt

Die Autorinnen und Autoren geben an, dass keine Interessenkonflikte bestehen.

Schlüsselwörter

Zentralvenöse Katheter – Pulmonalvenen – Gefäßmalformationen

Keywords

Central Venous Catheters – Pulmonary Veins – Vascular Malformations

Frauen. Während der Embryogenese wird die Drainage initial über den Plexus splanchnicus in die kardialen und umbilicovitellinen Venen sichergestellt. Eine kraniokaudale Ausbuchtung bildet die sinuatriale Herzregion mit Verlängerungen in Richtung der Lungen. Unter der kaudalen Rückbildung wird der kraniale Teil zur gemeinsamen Pulmonalvene, die ins linke Atrium mündet [2,4]. Liegt ein PAPVR vor, so existiert eine Fehlverbindung zwischen (gemeinsamer) V. pulmonalis und Plexus splanchnicus [5]. Eine Klassifikation des PAPVR beschreiben St.-Amant et al.: So unterscheidet man den supra-kardialen, kardialen, infrakardialen und gemischten PAPVR [6]. Ausschlaggebend ist hierbei das Drainageziel des anomalen pulmonalvenösen Rückstroms. Abbildung 1 beschreibt die Klassifikation des totalen anomalen Pulmonalvenenrückflusses (TAPVR). Die Klassifikation des partiellen anomalen Pulmonalvenenrückstroms (PAPVR) kann aus den unten stehenden Varianten des TAPVR abgeleitet werden. Um die Drainagegebiete zu illustrieren, wurden hier die Formen des TAPVR gewählt. Die Drainagetypen des PAPVR erfolgen analog. Klinisch sind die Patienten – insbesondere in jungen Jahren – oft asymptomatisch [7].

Die Anlage zentralvenöser Gefäßzubränge ist ein etabliertes und hoch standardisiertes Routineverfahren, nicht nur in der Anästhesiologie und Intensivmedizin. Für die sonografisch unterstützte

Punktionstechnik konnte sowohl eine Zeitersparnis bei der Anlage als auch ein geringeres Risiko für Fehlpunktionen nachgewiesen werden, sodass die Nutzung der Sonografie bei der ZVK-Anlage die Patientensicherheit deutlich erhöht und daher etablierter Standard ist [12].

Case Report

Wir berichten über einen Patienten, der sich aufgrund eines Ösophaguskarzinoms nach stattgehabter neoadjuvanter Chemotherapie und bei bestehender Dysphagie einer roboterassistierten minimalinvasiven Ösophagektomie (RAMIE) unterzog. Vorerkrankt war der Patient mit einer arteriellen Hypertonie, einem Nikotinabusus sowie einem lumbalen Bandscheibenvorfall und einer Amotio retinae. Der Patient ist mit der anonymisierten Darstellung seines Falles einverstanden. Eine schriftliche Einverständniserklärung liegt vor.

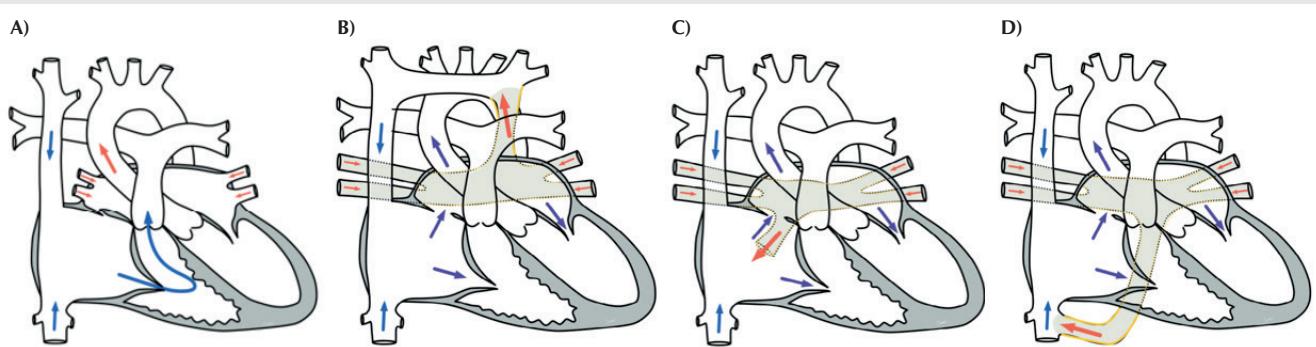
Infolge einer akuten respiratorischen Insuffizienz wurde der Patient postoperativ auf die Intensivstation verlegt. Bei zunehmender respiratorischer Erschöpfung aufgrund einer Aspirationspneumonie und eines schweren akuten Atemnotsyndroms wurde der Patient intubiert und beatmet.

Im Zuge eines hygienischen Wegewechsels war die Neuanlage eines zentralvenösen Katheters (ZVK) erforderlich. Zu diesem Zeitpunkt reagierte der Patient adäquat (RASS 0), war aber noch intu-

biert und in einer unterstützten Beatmungsform beatmet. Wir entschieden uns aufgrund eines Thrombus in der Vena jugularis interna dextra für eine Anlage des ZVK in die Vena jugularis interna sinistra. Sonografisch waren die Gefäßstrukturen des Halses in mäßiger, aber ausreichend guter Qualität darstellbar. Es erfolgte eine Lokalanästhesie unter sonografischer Kontrolle. Im weiteren Verlauf wurde die V. jugularis interna sinistra unter Sonografiekontrolle im ersten Punktionsversuch problemlos punktiert. Hierbei erfolgte die Aspiration dunkelroten Blutes. Der Seldinger-Draht war glatt vorzuschieben und sowohl in-plane als auch out-of-plane sicher sonografisch im venösen Gefäß nachweisbar. Nach Dilatation, Einführen des ZVK und Drahtentfernung imponierte hellrotes Blut, welches aktiv über den distalen Schenkel zurücklief. Der ZVK war zu diesem Zeitpunkt auf 22 cm Hautniveau eingebracht.

Eine unmittelbar durchgeführte Blutgasanalyse (BGA) lieferte ein arterielles Muster (Abb. 2). Ein über den distalen Schenkel des neu angelegten ZVK abgeleiteter zentraler Venendruck (ZVD) zeigte eine deutliche arterielle Druckkurve mit undulierender Amplitude, welche mit Druckwerten von 40/23 mmHg am ehesten pulmonalarteriell imponierte (Abb. 3). Zu diesem Zeitpunkt betrug der mittlere arterielle Blutdruck (MAP) des Patienten 93 mmHg. In der Annahme, den ZVK in PA-Position eingelegt zu haben, erfolgte unter

Abbildung 1



Klassifikation des TAPVR. A) normales Herz [8]; B) supra-kardialer TAPVR [8]; C) kardialer TAPVR [9]; D) infra-kardialer TAPVR [10]. Entnommen aus dem Herzfehler-Lexikon der Medizinischen Hochschule Hannover [11].

kontinuierlicher Druckableitung ein Zurückziehen des Katheters bis auf 19 cm Hautniveau. Hierbei veränderte sich die arterielle Druckkurve nicht. Bei hochgradigem Verdacht auf eine arterielle ZVK-Fehllage wurden nun drei BGA entnommen: eine sicher venöse Probe, eine sicher arterielle Probe und eine Probe aus dem eingebrachten ZVK. Hierbei bestätigten sich erneut arterielle Blutgase (Abb. 4–6). An diesem Punkt baten wir um eine radiologische Darstellung des Situs am Hals.

Abbildung 2

Benutzer	
Patienten ID	
Probentyp	
T	37,0 °C
FO ₂ (I)	21,0 %
Bemerkung	-
Nachname (Pat.)	
Vorname (Pat.)	
Blutgas Ergebnis	
pH	7,434
pCO ₂	42,1
pO ₂	75,7
Oxymetrie Ergebnis	
ctHb	8,6
sO ₂	95,3
Hct _c	26,7

BGA aus neu eingebrachten ZVK, V. jugularis interna sinistra, 19 cm Hautniveau.

Abbildung 3



Arteriell erscheinende Druckkurve (rot), abgeleitet über den distalen Schenkel des über die V. jugularis interna sinistra eingebrachten ZVK, 22 cm Hautniveau.

Abbildung 4

Benutzer	
Patienten ID	
Probentyp	Nicht spezifiziert
T	37,0 °C
FO ₂ (I)	40,0 %
Bemerkung	
Nachname (Pat.)	
Vorname (Pat.)	
Blutgas Ergebnis	
pH	7,515
pCO ₂	32,9
pO ₂	254
Oxymetrie Ergebnis	
ctHb	8,4
sO ₂	97,8
Hct _c	26,2

BGA aus neu eingebrachten ZVK, V. jugularis interna sinistra, 19 cm Hautniveau.

Abbildung 5

Benutzer	
Patienten ID	
Probentyp	Arteriell
T	37,0 °C
FO ₂ (I)	40,0 %
Bemerkung	-
Nachname (Pat.)	
Vorname (Pat.)	
Blutgas Ergebnis	
pH	7,492
pCO ₂	35,5
pO ₂	242
Oxymetrie Ergebnis	
ctHb	8,6
sO ₂	97,8
Hct _c	26,7

BGA aus sicher arteriellem Gefäßzugang.

Abbildung 6

Benutzer	
Patienten ID	
Probentyp	Venös
T	37,0 °C
FO ₂ (I)	40,0 %
Bemerkung	-
Nachname (Pat.)	
Vorname (Pat.)	
Blutgas Ergebnis	
pH	7,396
pCO ₂	48,2
pO ₂	37,4
Oxymetrie Ergebnis	
ctHb	8,5
sO ₂	65,0
Hct _c	26,3

BGA aus sicher venösem Gefäßzugang.

Zur Sicherung der Diagnose „Arterielle ZVK-Fehllage“ erfolgten eine CT und CT-A des Situs. Hierbei gelang der Nachweis einer partiellen Lungenvenenfehlmündung mit Rückfluss der linksseitigen Lungen-Oberlappenvene in die linke V. brachiocephalica. Der sich in der V. pulmonalis sinistra befindende ZVK wurde nach radiologischer und gefäßchirurgischer Freigabe zurückgezogen und problemlos entfernt. Komplikationen im Sinne von Hämatom, Dissektion oder AV-Fistel zwischen V. jugularis interna sinistra und A. carotis communis sinistra waren zu keinem Zeitpunkt zu verzeichnen.

Diskussion

Obwohl der ZVK unter sonografischer Kontrolle vermeintlich sicher im venösen Gefäß platziert worden war, imponierte die Klinik anders. Ein aktiver Rückstrom von hellrotem, also oxygeinertem Blut, welches man nicht im venösen System erwartet, legte den hochgradigen Verdacht auf eine arterielle Fehllage nahe. Auch die initial durchgeführte Blutgasanalyse lieferte Werte, welche mit einer arteriellen Fehllage vereinbar waren. Die in der Folge durchgeführte Druckableitung lieferte zwar ein arterielles Druckkurvenmuster, konnte jedoch weder die Differenzialdiagnose arterielle Katheterfehllage noch die durchaus mögliche pulmonal-arterielle Katheterfehllage untermauern. Während die arterielle Druckkurve mit Drücken um 40/23 mmHg durchaus auf eine pulmonalarterielle Lage des ZVK schließen ließ, war dieser Position die BGA entgegenstehend. Diese zeigte deutlich als arteriell zu diagnostizierende Blutgaswerte. In der A. pulmonalis wären jedoch venöse Partialdruckwerte zu erwarten gewesen. Das Zurückziehen des Katheters unter kontinuierlicher Druckableitung hätte eine Veränderung der Druckkurve über eine rechtsventrikuläre, rechtsatriale und schließlich zentralvenöse Druckkurvenmorphologie zeigen müssen. Dieser Kurvenverlauf war allerdings nicht zu sehen, weswegen trotz der arteriellen Druckkurve und der prinzipiell mit einem pulmonalarteri-

ellen Druck (PAP) zu vereinbarenden Kurvenform eine PA-Position des ZVK als unwahrscheinlich erschien. Die Werte der initial durchgeföhrten BGA ergaben ebenso wie die Druckkurvenmorphologie zudem den Verdacht auf eine systemarterielle Katheterfehlage. Dieser Theorie stand jedoch entgegen, dass der über den Katheter abgeleitete Mitteldruck von 29 mmHg um ein Vielfaches geringer war als der peripher abgeleitete arterielle Systemmitteldruck von 93 mmHg.

Um diese Unstimmigkeiten zu erklären, erfolgte eine CT-grafische Darstellung der Hals- und Thoraxgefäße und des eingebrachten Katheters (Abb. 7). Die dort diagnostizierte Fehllage bei Vorhandensein eines PAPVR erklärt die klinische Auffälligkeit des hellroten Blutes ebenso wie die ermittelten Sättigungs- und Partialdruckwerte der aus dem ZVK gewonnenen BGA-Probe. Auch dass kein systemarterieller Blutdruck über den ZVK abgeleitet werden konnte, ist mit der pulmonalvenösen Fehllage des ZVK

zu erklären. Eine Erklärung der arteriellen Druckkurve und deren Amplitude ist jedoch nur vage möglich. Vermutlich wurde über das distale ZVK-Lumen die Nähe zu anderen arteriellen herznahen Gefäßen deutlich. So kann die abgeleitete Druckkurve als gedämpfte Aortenableitung oder gedämpfte Ableitung des linken Ventrikeldrucks gedeutet werden, da sich diese anatomischen Strukturen in unmittelbarer Nähe zu den Vv. pulmonales befinden.

In der Literatur werden arterielle Fehlpunktionen unabhängig von der primär gewählten Gefäßlokalisation mit einer Inzidenz von 5 % angegeben [13]. Eine arterielle Fehllage von Kathetern wird auf 0,1–0,8 % beziffert [14]. Shrestha und Gautam quantifizieren eine arterielle Fehlpunktion beim Punktionsversuch der V. jugularis interna auf 10 % in Landmarkentechnik bzw. auf 3 % bei ultraschallgestützter Punktion [15].

Der Patient war während und nach der gesamten Prozedur gänzlich asympto-

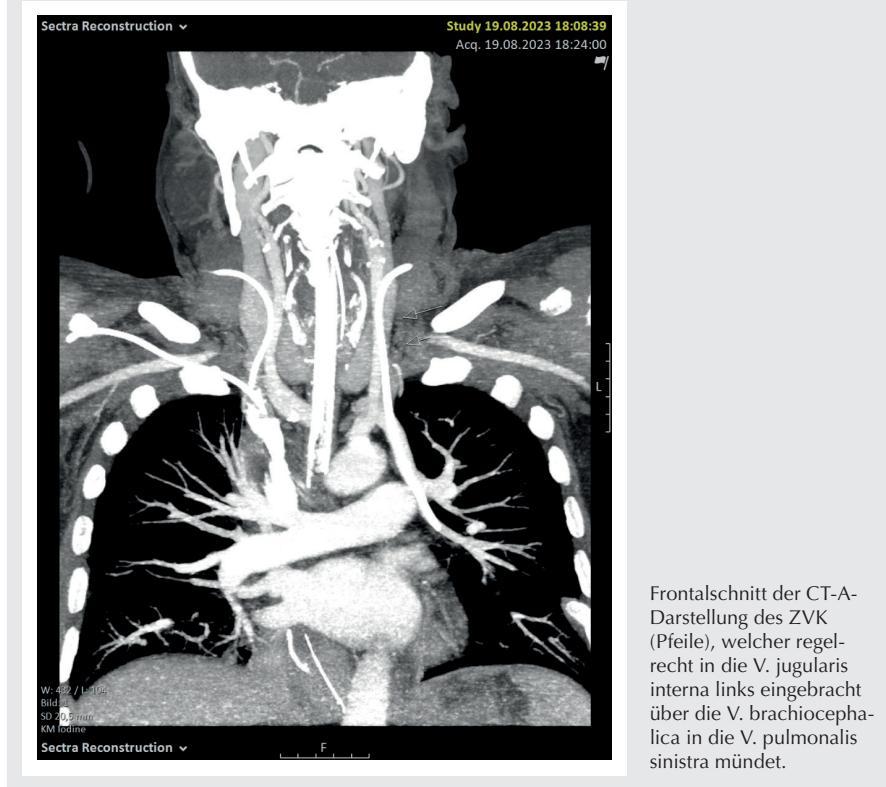
matisch. Es traten keine akuten Komplikationen auf, welche auf eine Fehllage des ZVK in der A. carotis communis sinistra hätten schließen lassen. Auch waren bei dem Patienten keine Symptome zu verzeichnen, welche einen Hinweis auf das Vorhandensein eines PAPVR gegeben hätten. Während der PAPVR selbst in der Regel asymptatisch ist [7], können Patienten im Laufe ihres Lebens Beschwerden entwickeln, sofern sich PAPVR-assoziierte Komplikationen manifestieren.

In 80–90 % aller Fälle ist ein PAPVR mit einem Atriumseptumdefekt (ASD) vergesellschaftet [16]. So ist bei 15 % der Patienten mit einem Ostium-secundum-ASD und bei nahezu 90 % aller Menschen mit einem Sinus-venosus-ASD ein PAPVR feststellbar [16]. In der Folge können sich über Jahrzehnte hinweg Komplikationen im Sinne einer Rechtsherzinsuffizienz sowie der Entstehung einer hypertensiven Pulmonalgefäßkrankung ausbilden [7]. Als Folge von pulmonalarterieller Hypertonie und Rechtsherzinsuffizienz kann es zu Arrhythmien, Trikuspidalklappeninsuffizienz und schließlich einer Rechtsherzdekompensation kommen [7].

Die Therapie besteht in der operativen Korrektur des anomalen Gefäßrückstroms, welche über eine anterolaterale Thorakotomie erfolgt und zum Ziel hat, die vertikale (anomale) Vene mit dem Atrium sinistrum zu anastomosieren [17].

Dieser Fallbericht zeigt anschaulich, welche differenzialdiagnostischen Überlegungen bei einer potenziellen ZVK-Fehllage anzustellen sind und welche diagnostischen Befunde diese Überlegungen stützen können. Die sonografische Kontrolle während der Gefäßpunktion sowie die sichere sonografische Seldinger-Draht-Darstellung vor Gefäßdilatation nehmen vor dem Hintergrund der korrekten Katheteranlage und damit der Patientensicherheit einen hohen Stellenwert ein [8]. Ein Belassen des Katheters ist vorerst sowohl bei nachgewiesener als auch bei dem Verdacht auf eine arterielle Katheterfehlage unerlässlich, um sich anschließende Komplikationen wie hohen Blutverlust, ze-

Abbildung 7



rebrale Ischämie, Entstehung einer AV-Fistel, Ausbildung eines Hämatothorax und beginnende Atemwegsproblematik bei Hämatom um die Trachea zu vermeiden [8].

Wie oben bereits beschrieben kommt es durch einen TAPVR und höhergradige PAPVR im Verlauf über den bestehenden Links-Rechts-Shunt zur Rechtsherzbelastung und im schlimmsten Fall zum Rechtsherzversagen. Bringt man in einen solchen anomalen Pulmonalvenenrückfluss beispielsweise eine vv-ECMO-Kanüle ein, so kann trotz Vorliegens eines normalen Herzzeitvolumens eine limitierte ECMO-Effektivität vorliegen.

Zudem ist die Bestimmung einer zentralvenösen Sättigung nicht sinnvoll, wenn der hierfür genutzte Katheter im pulmonalvenösen Stromgebiet liegt.

Ist es zu einer Katheterfehlage eines ZVK gekommen, so ist die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Anästhesiologie/Intensivmedizin, Gefäßchirurgie und Radiologie sowie die Aufklärung des Patienten über die Umstände unerlässlich.

Literatur

1. Demos TC, Posniak HV, Pierce KL, Olson MC, Muscato M: Venous anomalies of the thorax. *AJR Am J Roentgenol* 2004;182(5):1139–1150
2. Dillman JR, Yaram SG, Hernandez RJ: Imaging of pulmonary venous developmental anomalies. *AJR Am J Roentgenol* 2009;192:1272–1285
3. Javangula K, Cole J, Cross M, Kay PH: An unusual manifestation of left partial anomalous pulmonary venous connection. *Interact CardioVasc Thorac Surg* 2010;11:846–848
4. Zylak CJ, Eyler WR, Spizarny DL, Stone CH: Developmental lung anomalies in the adult: radiologic-pathologic correlation. *Radiographics* 2002;22:S25–43
5. Nath R, Murphy W, Aronson B: Rare Case of Left Upper Lobe Partial Anomalous Pulmonary Venous Connection. *J Radiol Case Rep* 2013;7(6):9–14
6. St-Amant M, Weerakkody Y, Yap J, et al: Partial anomalous pulmonary venous return. DOI: 10.53347/rID-20718 (Zugriffsdatum: 02.09.2023)
7. Edwin F: Left-sided partial anomalous pulmonary venous connection – should diagnosis lead to surgery? *Interact CardioVasc Thorac Surg* 2010;11:847–848
8. Totale Lungengefälsfehlbildung – suprakardial (scTAPVR), aus „Herzfehler-Lexikon“, Medizinische Hochschule Hannover. <https://www.mhh.de/fileadmin/mhh/paed-kardiologie-intensivmedizin/downloads/sCTAPVR.pdf> (Zugriffsdatum: 09.10.2023)
9. Totale Lungengefälsfehlbildung – kardial (cTAPVR), aus „Herzfehler-Lexikon“, Medizinische Hochschule Hannover. <https://www.mhh.de/fileadmin/mhh/paed-kardiologie-intensivmedizin/downloads/cTAPVR.pdf> (Zugriffsdatum: 09.10.2023)
10. Totale Lungengefälsfehlbildung – infrakardial (icTAPVR), aus „Herzfehler-Lexikon“, Medizinische Hochschule Hannover. <https://www.mhh.de/fileadmin/mhh/paed-kardiologie-intensivmedizin/downloads/icTAPVR.pdf> (Zugriffsdatum: 09.10.2023)
11. „Herzfehler-Lexikon – Erklärung angeborener Herzfehler“ der Klinik für Pädiatrische Kardiologie und pädiatrische Intensivmedizin, Medizinische Hochschule Hannover. <https://www.mhh.de/herzfehlerlexikon> (Zugriffsdatum: 09.10.2023)
12. Practice Guidelines for Central Venous Access 2020: An Updated Report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Central Venous Access. *Anesthesiology* 2020;132:8–43
13. Golden LR: Incidence and management of large-bore introducer sheath puncture of the carotid artery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1995;9:425–428
14. Reuber M, Dunkley LA, Turton EPL, et al: Stroke after internal jugular venous cannulation. *Acta Neurol Scand* 2002;105:235–239
15. Shrestha BR, Gautam B: Ultrasound versus the landmark technique: a prospective randomized comparative study of internal jugular vein cannulation in an intensive care unit. *JNMA J Nepal Med Assoc* 2011;51(182):56–61
16. Brickner ME, Hillis LD, Lange RA: Congenital heart disease in adults. First of two parts. *N Engl J Med* 2000;342:256–263
17. Elbardissi AW, Dearani J, Suri R, Danielson G: Left-sided partial anomalous pulmonary venous connections. *Ann Thorac Surg* 2008;85:1007–1014.

Korrespondenzadresse

**Dr. med
Heiko Bernd
Trageser**



Klinik für Anästhesiologie
Universitätsmedizin Mainz
Langenbeckstraße 1
55131 Mainz, Deutschland
Tel.: 06131 170
E-Mail: heikobernd.trageser@unimedizin-mainz.de
ORCID-ID: 0009-0008-1578-3622