

Leserbrief zum Beitrag:

Ungewöhnlicher Verblutungstod im Krankenhaus durch eine offene Steckverbindung im Infusionssystem

(Anästh Intensivmed 2019;60:457–462.
DOI: 10.19224/ai2019.457)

Leserbrief

Mit großem Interesse haben wir den in der Septemerausgabe der A&I publizierten Fallbericht von Kölzer et al. „Ungewöhnlicher Verblutungstod im Krankenhaus durch eine offene Steckverbindung im Infusionssystem“ gelesen [1]. Wir vertreten die Ansicht, dass solchen Publikationen – ähnlich wie den CIRSA-AINS Meldungen und analog zu sogenannten „Closed claims“ analysis“ aus den USA [2] – im Rahmen einer positiven Fehlerkultur ein deutlich höherer Stellenwert in unserer Fachzeitschrift zugeordnet werden sollte.

Der Schlussfolgerung der Autoren, dass es nach 1,3 Litern Blutverlust zum Sistieren des Blutverlustes aus einer am Boden liegenden offenen Steckverbindung im Infusionssystem kommt, müssen wir jedoch widersprechen. Auch tritt der Tod durch Verbluten nach unserer Berechnung wesentlich früher ein, als von den Autoren berechnet:

Kölzer et al. gehen davon aus, dass die treibende Kraft für den Blutverlust aus der berechneten Druckdifferenz zwischen ZVD und Umgebungsdruck zustande kommt. Dies ist sicherlich korrekt, berücksichtigt aber noch nicht das hydrostatische Druckgefälle zwischen Shaldonspitze und Fußboden als angenommene Blutaustrittspforte.

Bei einer angenommenen Höhe des rechten Vorhofs über dem Fußboden von 100 cm ergibt sich eine Druckdifferenz von

$$p = 100 \text{ cm} = 9.807 \text{ Pa}$$

Setzt man in die Formel von Hagen-Poiseuille

$$\dot{V} = \frac{\pi r^4 p}{8 \eta l}$$

zudem den Radius des Innendurchmessers einer Heidelberger Verlängerung ein (Beschriftung der Verpackung: 3,0 mm ID; 4,1 mm AD; ID=Innendurchmesser, AD=Außendurchmesser), dann ergibt das für r:

$$r = 1,5 \text{ mm} = 0,0015 \text{ m}$$

(der Kalibersprung zwischen Heidelberger Verlängerung und Dreiwegehahn sowie Dreiwegehahn und dünnlumigerem Anschlussstück des Shaldon-Katheters bleibt im Folgenden inkorrektweise unberücksichtigt).

Wie von den Autoren korrekterweise ausgeführt, fällt der ZVD während des Verblutens ab. Da dieser mit (von den Autoren geschätzten) 5,5 mmHg = 733 Pa jedoch weniger als 10% zur oben genannten Druckdifferenz von 9.807 Pa beiträgt, vernachlässigen wir diesen Effekt im Folgenden und nehmen einen geringen Fehler bei der folgenden Berechnung in Kauf.

Durch Einsetzen von

$$r = 0,0015 \text{ m} \quad p = 9.807 \text{ Pa} \\ \eta = 0,0045 \text{ Nsm}^{-2} \\ \text{[angenommene Blutviskosität]}$$

ergibt sich

$$\dot{V} = \frac{\pi \cdot (0,0015 \text{ m})^4 \cdot 9807 \text{ Pa}}{8 \cdot 0,0045 \text{ Nsm}^{-2} \cdot 1,5 \text{ m}}$$

$$\frac{1,5597 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4 \text{ Pa}}{0,054 \text{ Nsm}^{-1}} = 2,88 \cdot 10^{-6} \frac{\text{m}^5 \text{ Pa}}{\text{Ns}}$$

Umformen der Einheit $1 \text{ Pa} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ ergibt

$$\dot{V} = 2,88 \cdot 10^{-6} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 2,88 \frac{\text{ml}}{\text{s}} \sim 173 \text{ ml/min}$$

(da $1 \text{ m}^3 = 1.000 \text{ dm}^3 = 1.000 \text{ l} = 1.000.000 \text{ ml}$).

Demnach wäre der – nicht mit dem Leben vereinbare – Blutverlust von 1,4 Litern [1] bereits nach 8 Minuten aufgetreten. Auch die auf ein Volumen von 2–3 Litern geschätzte Blutlache wäre dann realistisch, und es hätte 11 bis 17 Minuten gedauert, bis sie sich – in diesem Umfang – gebildet hätte (Abb. 1).

Von erheblicher Bedeutung für die Dynamik des Blutverlustes ist aber nicht nur der große hydrostatische Druckunterschied zwischen rechtem Vorhof und dem Fußboden, sondern auch der relativ große Durchmesser der Heidelberger Verlängerung. Eine Perfusorleitung weist beispielsweise nur den halben (Innen-) Radius einer Heidelberger Verlängerung auf (Radius = 0,75 mm statt 1,5 mm), was zu einer Verringerung des Blutverlustes um den Faktor $2^4 = 16$ auf „nur noch“ 11 ml/min geführt hätte. Dennoch hätte diesen Berechnungen zufolge auch aus einer Perfusorleitung ein tödlicher Blutverlust resultieren können und zwar nach etwas mehr als 2 Stunden (129 Minuten) und die Blutlache hätte sich in einem Zeitintervall von 3 bis $4\frac{1}{2}$ Stunden gebildet (vorausgesetzt, das Blut clotted nicht bereits in der Perfusorleitung).

Aus unserer Sicht sollte daher in der Diskussion dieses Falles zusätzlich festgehalten werden, dass Verlängerungen

an zentralen Venenkathetern immer eine durchaus tödliche Gefahr darstellen. Diese Berechnungen veranschaulichen zudem die Bedeutung der Verwendung von Rückschlagventilen am zentralen Venenkatheter, um das akzidentelle Verbluten eines Patienten aufgrund der katheterfernen Diskonnektion einer Verlängerung zu verhindern.

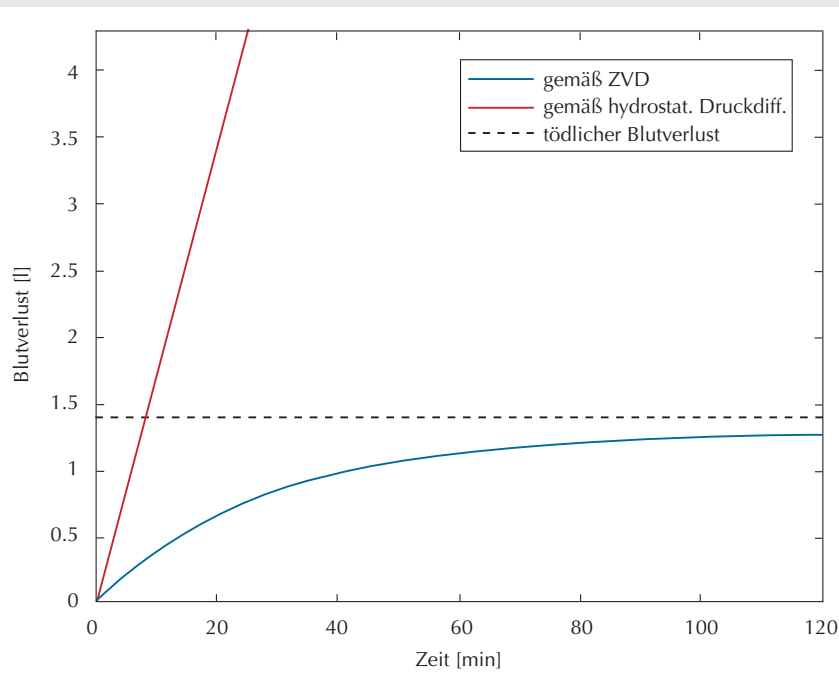
Richard K. Ellerkmann, Dortmund, und
Martin Söhle, Bonn

Literatur

1. Kölzer SC, Birngruber CG, Ramsthaler F, Kölzer JT, Verhoff MA: Ungewöhnlicher Verblutungstod im Krankenhaus durch eine offene Steckverbindung im Infusionssystem. *Anästh Intensivmed* 2019;60:457–462
2. Metzner J, Posner KL, Lam MS, Domino KB: Closed claims' analysis. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2011;25:263–276.

Die Autoren der Kasuistik danken den Verfassern sowie Herrn Dr. Martin Metschl, Schongau, für ihre Leserbriefe und wertvollen Anmerkungen. Den Ausführungen stimmen sie vollumfänglich zu.

Abbildung 1



Zeitlicher Verlauf des geschätzten Blutverlustes entsprechend der Methodik von Kölzer et al. [1] (blaue Kurve) sowie eigener Berechnung (rote Kurve). Während Erstere nur den zentralen Venendruck (ZVD) als treibende Kraft für den Blutverlust berücksichtigt, geht in unsere Berechnung die hydrostatische Druckdifferenz zwischen rechtem Vorhof und Fußboden ein. Wie von Kölzer et al. beschrieben, wird – bei der gegebenen Patientin – ein Blutverlust von 1,4 Litern als nicht mit dem Leben vereinbar angesehen.