

Hypovolämischer Schock aufgrund einer intrapleurale Blutung bei einem Kaltblutpferd – Autotransfusion als erfolgreiche Therapie

Alice Snyder, Stephan Recknagel, Katharina Ehlers, Gabor Köller, Ute Siegner, Tina Dögl und Gerald Fritz Schusser

Medizinische Tierklinik, Veterinärmedizinische Fakultät, Universität Leipzig

Zusammenfassung: Ein neunjähriger Kaltblutwallach ist mit der rechten Schulter im Galopp an einen Baum geprallt. Dadurch ist eine Blutung in beide Cavae pleurae aufgrund einer Quetschung und/oder Zusammenhangstrennung der Gefäße V. und A. axillaris dextra, die kranial um die erste Rippe ziehen, und/oder V. jugularis externa et interna dextra, die durch die Apertura thoracis führen, entstanden. Der Wallach ist mit Mattigkeit und anämischen Kopfschleimhäuten aufgenommen, sofort isoliert und ein ELISA ist eingeleitet worden, um equine infektiöse Anämie auszuschließen, weil dieser aus einer Region kommt, wo schon diese anzeigepflichtige Infektionskrankheit nachgewiesen worden ist. Dieser Test ist negativ befundet und der Wallach ist aus der Isolation entlassen worden. Ziel dieser Arbeit ist es, die Voraussetzungen für die Durchführung einer Autotransfusion zu schaffen, um den hypovolämischen Schock mit einer Autotransfusion zu behandeln. Methoden: Beim Wallach wurde ein hypovolämischer Schock aufgrund dieser massiven Blutung in beide Cavae pleurae diagnostiziert. Der Hämatokrit zur Aufnahme ist bei 0,11 L/L (normal 0,22–0,35), die Erythrozyten bei 2,47 T/L (5,1–8,8), die Hämoglobinkonzentration bei 2,3 mmol/L (5,8–9,2), die Leukozyten bei 5,3 G/L (5,2–13,0), die Thrombozyten bei 124 G/L (105–330) und das Totalprotein bei 52 g/L (59,0–81,4) gemessen worden. Da die Ultraschalluntersuchung der Cavae pleurae eine gemischte Echogenität mit Verwirbelungen des flüssigen Inhaltes gezeigt hat, ist folglich eine folgende Thorakozentese durchgeführt worden. Das Punktat ist als Blut charakterisiert worden (Erythrozyten 5,4 T/L, Hämatokrit 0,24 L/L, Hämoglobin 5,5 mmol/L, Leukozyten 4,7 G/L, Thrombozyten 5 G/L, Totalprotein 50,1 g/L). Die Plasmasäule des Hämatokritröhrchens hat eine goldgelbe Farbe und keine Hämolyse gehabt, die Blutgasanalyse hat eine gemischte Azidose bestätigt, der O₂-Partialdruck von 3,3 kPa hat zwei Drittel und die Sauerstoffsättigung von 13,5% hat ein Fünftel eines normalen venösen Blutes ausgewiesen. Diese Befunde haben für eine Funktionstüchtigkeit des Blutes in den Cavae pleurae gesprochen, so dass die Autotransfusion durchgeführt werden konnte. Ergebnisse: Am ersten Tag nach der Aufnahme sind je zwei Liter Blut und Plasma eines geeigneten Spenders transfundiert worden. Das Blut in der Menge von 7 und 9 Litern aus dem Cavum pleurae sinistrum et dextrum ist an zwei aufeinander folgenden Tagen mittels Thorakalkatheters in sterilen Beuteln, versehen mit 100 ml 3,8%ige Na-Citratlösung/900 ml Blut, gesammelt und sogleich autotransfundiert (2 ml/kg KM/h) worden. Da infolge des hämorrhagischen Schockes eine Anurie, Hypochloridämie, Hypocalcämie und metabolische Alkalose bestanden haben, sind in den ersten 48 Stunden 833 ml isotonische Natriumchloridlösung inklusive 5,2 ml Ca-Gluconat pro Stunde infundiert worden. Flunixin meglumin (0,55 mg/kg KM i.v. 2x/d) zur Schmerzstillung und Entzündungshemmung, Vitamin C (6,5 mg/kg KM i.v./d) zur Sauerstoffradikalbindung und die Antibiotikaapplikation ab dem zweiten bis neunten Tag als Prophylaxe (Amoxicillin 10 mg/kg KM i.v. 2x/d, Gentamicin 6,6 mg/kg KM i.v./d) sind weitere therapeutische Maßnahmen gewesen. Ab dem zweiten Tag nach der Aufnahme haben sich Futter- und Wasseraufnahme, Harn- und Kotabsatz verbessert und ab dem vierten Tag normalisiert. Die hämatologischen Parameter sind ab dem vierten Tag nach der Aufnahme kontinuierlich angestiegen, so dass der Kaltblutwallach am 11. Tag nach Aufnahme entlassen werden konnte und nach dreimonatiger Rekonvaleszenz ist dieser wieder als Kutschpferd in Verwendung gestanden. Schlussfolgerung: Voraussetzungen für eine Autotransfusion sind eine goldgelbe Plasmasäule im Hämatokritröhrchen des Blutes aus den Cavae pleurae, eine korrekte Blutbildifferenzierung und die blutgasanalytischen Werte pH nicht unter 7,19, Sauerstoffsättigung nicht unter 13,5% und Sauerstoffpartialdruck nicht unter 3,3 kPa. Die Entnahme ist bis zum vierten Tag nach dem Insult möglich. Die transthorakale Ultraschalluntersuchung mit starker Echogenität und beweglichen hyper-echogenen Strukturen setzen die zeitliche Grenze der Blutentnahme.

Schlüsselwörter: hypovolämischer Schock, Hämothorax, Blutgewinnung, Blutgerinnung, Autotransfusion

Hemorrhagic shock caused by intrapleural bleeding in a draft horse – autotransfusion of the collected intrapleural blood as hemorrhagic shock treatment

A nine years old draft horse gelding hit a tree with his right shoulder during galloping. The vessels V. and A. axillaris dextra and/or V. jugularis externa et interna dextra were suspected to be squeezed or teared and both pleural cavities were filled up to the horizontal line of the shoulder joint. The gelding referred by the veterinarian came in with pale mucous membranes, tachycardia, tachypnea and moderate apathy. Infectious anemia was tested negative. The objective was to describe the requirements of autotransfusion for hemorrhagic shock treatment. Methods: The clinicopathological data at admission were: PCV 0.11 L/L (normal 0.22–0.35), erythrocytes 2.47 T/L (5.1–8.8), hemoglobin 2.3 mmol/L (5.8–9.2), leukocytes 5.3 G/L (5.2–13.0), thrombocytes 124 G/L (105–330) and total protein 52 g/L (59.0–81.4). Diagnostic ultrasonography showed a mixed echogenicity with swirls on both sides of the thorax. Thoracocentesis was done on both sides and bloody pleural fluid was collected which was characterized as blood (erythrocytes 5.4 T/L, PCV 0.24 L/L, hemoglobin 5.5 mmol/L, leukocytes 4.7 G/L, thrombocytes 5 G/L, total protein 50.1 g/L). Plasma taken from the pleural space was not hemolytic and had a O₂ partial pressure of 3.3 kPa and an oxygen saturation of 13.5%. Therefore the blood of the pleural space was used for autotransfusion. Results: On the first day after admission two liters of blood and two liters of plasma from a tested blood donor were administered. On the second and third day after admission 7 and 9 liters were collected from the left and right pleural space. Sterile bags were used in which were 100 ml 3.8% Na-citrate solution/900 ml blood. On both days this blood (2 ml/kg b.w./h) was given to the gelding without any side-effects. This hemorrhagic shock caused furthermore anuria, hypochloridemia, hypocalcemia and metabolic alkalosis. Therefore 833 ml isotonic sodium chloride solution/h and 5.2 ml Ca-gluconate/h were given i.v. during the first 48 hours. Flunixin meglumin (0.55 mg/kg b.w. i.v. 2x/d) and vitamine C (6.5 mg/kg b.w. i.v./d) were administered

daily and the antibiotics amoxicillin (10 mg/kg b.w. i.v. 2x/d) and gentamicin (6.6 mg/kg b.w. i.v./d) were given from the second to the ninth day after admission. After the second day feed and water intake, urination and defecation improved and were normal upon the fourth day after admission. The clinicopathological data improved continuously upon the fourth day and the gelding was discharged on the eleventh day after admission. The draft horse gelding was three months on pasture and afterwards he went back to work as a coach horse. Conclusion: The requirements of the collected blood from the pleural space for autotransfusion are: normal yellow plasma, normal differential analysis of the leukocytes, blood pH not lower than 7.19, O_2 partial pressure not lower than 3.3 kPa and an oxygen saturation not lower than 13.5%. If the transthoracic ultrasonography has an increased echogenicity with hyperechoic structures moving in the pleural fluid then the blood collection from the pleural space is limited. The blood collection from the pleural space for autotransfusion is possible within four days after the trauma.

Keywords: hemorrhagic shock, hemothorax, blood collection, clotting profile, autotransfusion

Zitation: Snyder A., Recknagel S., Ehlers K., Köller G., Siegner U., Schusser G. F. (2019) Hypovolämischer Schock aufgrund einer intrapleurale Blutung bei einem Kaltblutpferd – Autotransfusion als erfolgreiche Therapie. *Pferdeheilkunde* 35, 326–335; DOI 10.21836/PEM20190404

Korrespondenz: Prof. Dr. Dipl. ECEIM Gerald F. Schusser, Universität Leipzig, Medizinische Tierklinik, An den Tierkliniken 11, 04103 Leipzig; schusser@vetmed.uni-leipzig.de

Eingereicht: 26. April 2019 | **Akzeptiert:** 16. Mai 2019

Einleitung

Der Schock ist ein Syndrom, wobei massive Störungen der Mikro- und Makrozirkulation, des Stoffwechsels und der Organfunktionen auftreten und in der Folge ein Multiorganversagen entsteht (Tab. 1). Die reduzierte nutritive Gewebedurchblutung wird durch ein vermindertes Blutangebot an das Herz aus der Peripherie und folglich durch ein reduziertes, arterielles Blutangebot im peripheren Gewebe hervorgerufen. Damit die Gewebedurchblutung noch durchführbar ist, erfolgt eine Frequenzsteigerung des Herzens. Nur bei neurogenem, kardiogenem oder septischem Schock funktionieren die gegenregulatorischen Kreislaufmaßnahmen nicht oder nicht ausreichend. Diese sympathoadrenerge Stimulation (α -Rezeptorenstimulation) bewirkt die Konstriktion der Arteriolen, um den Blutdruck noch lange aufrecht zu erhalten und um Herz und Gehirn zu durchbluten. Auch die venöse Seite erfährt eine Konstriktion der Kapazitätsgefäße (Milz, große Venen) und der postkapillären Venolen.

Die Katecholamine Adrenalin und Noradrenalin aktivieren somit das sympathische Nervensystem und die Opioidpeptide (β -Endorphin, Enkephaline) in der Nebenniere, um den Gefäßtonus und die Herzleistung während der Schockphase aufrecht zu erhalten und das Überleben zu ermöglichen. Durch die Mikrozirkulation im Gewebe entsteht eine reduzierte O_2 -Versorgung, so dass saure Metabolite entstehen und der Einfluss der Katecholamine an Arteriolen und Venolen schwindet, wobei die Präkapillaren dilatieren und Postkapillaren in der Konstriktion gleichbleiben und dadurch die Blutfuidität infolge Erythrozytenaggregate und verminderter Blutrömungsgeschwindigkeit abnimmt. In den ersten Stunden des Schocks sinkt die Konzentration des Fibrinogens und die Zahl der Thrombozyten (Thrombozytenaggregatbildung), wobei beim Schock infolge des Blutverlustes alle Blutgerinnungsfaktoren abfallen und die Nachbildung in der Leber reduziert ist. Die Thrombozytenaggregate und die Ansammlung der polymorphkernigen Granulozyten bewirken in den Lungenkapillaren eine Vasokonstriktion (Thromboxan) und eine Endothelschädigung (Proteasen und Sauerstoffradikale von den polymorphkernigen Granulozyten), so dass ein interstitielles Ödem und akutes respiratorisches Distress Syndrom (ARDS) entstehen

kann. Die höchste Form der Gerinnungsstörung, die disseminierte intravaskuläre Gerinnung (DIC), entsteht im Spätstadium eines septischen oder hämorrhagischen Schocks.

Der Stoffwechsel ist charakterisiert durch anaeroben Kohlehydratstoffwechsel mit Erhöhung der Konzentration der Milchsäure (Laktat) und Hypoglykämie. Der Fettstoffwechsel ist infolge der Hypoxie gestört und führt zur Erhöhung der Konzentration der Ketonkörper. Aminosäuren des Eiweißstoff-

Tab. 1 Formen des Schockes beim Pferd. | *Types of shock in horses.*

Hypovolämischer Schock	1. Blutverlust (hämorrhagischer Schock)
	Blutverlust infolge Gefäßverletzung Blutverlust bei geringem Weichteiltrauma, hämorrhagischer Infarzierung des strangulierten Darmes, Ulkus oder akuter Kolitis Blutverlust infolge eines massiven Weichteiltraumas, Milz- oder Leberruptur, Frakturen, Muskelquetschungen oder postoperativer Blutungen
Septischer Schock	2. Wasser- und Elektrolyt- oder Plasmaverlust
	Durchfall, Polyurie Wasser- und Elektrolyt- oder Plasmaverlust in den dritten Raum (Pleuritis, Peritonitis, Darm-lumen, Interstitium) oder bei Verbrennungen
Kardiogener Schock	bakterielle, systemische Infektionskrankheiten, Endotoxämie
Neurogener Schock	Klappenvitien, Vorkammerflimmern mit Tachykardie, ventrikuläre Tachykardie
Intoxikationsschock	Blutung im Hirnstamm infolge Überschlagens Eiben-, Robinienvergiftung
Anaphylaktischer Schock	bestimmte Medikamente
Endokriner Schock	hypothyreotisches Koma, Phäochromozytom

wechsels werden nicht mehr in den Zitronensäurezyklus eingeschleust. Der Nukleotidstoffwechsel umfasst die ADH- und ATP-Konzentration, die in der Leber, im Gehirn und in den Nieren sinkt. Die intrazelluläre Natriumkonzentration und der Kaliumverlust steigen. Der Hormonstoffwechsel erhöht die Cortisol- und Aldosteronkonzentration. Auch das ADH ist erhöht infolge der Hypovolämie und die Reaktion des Angiotensin-Renin-Aldosteron-Systems ist verstärkt.

Die Organfunktionsstörungen sind sekundär. Die Koronardurchblutung des Herzens wird vermindert infolge des Abfalles des mittleren Blutdruckes unter 70 mmHg, wobei die Erregungsrückbildung und die Herzwandbewegung reduziert werden. Dazu kommt die negative inotrope Wirkung der metabolischen Azidose während der verminderten Koronardurchblutung. Aufgrund der Blutstauung, ausgelöst durch pulmonalen vaskulären Widerstand (präkapilläre Vasokonstriktion), Thrombozytenaggregation (Thromboxanfreisetzung), Adhäsion der polymorphkernigen Granulozyten (Freisetzung der Sauerstoffradikale und Proteasen) an den Endothelien der Lunge (Hervorrufung des interstitiellen Ödems) entsteht eine Ventilations-Perfusions-Störung und in der Folge eine respiratorische Insuffizienz. Die verminderte Sauerstoffaufnahme durch Hämoglobin wird somit hervorgerufen durch Erhöhung der Shunts, der stummen Einheit (weder belüftete noch durchblutete Lungenareale), des Totaumes und der vorhandenen hyalinen Membranen in den Alveolen (ARDS). Sinkt der mittlere Blutdruck in den Nieren < 60 mmHg, dann sistiert die Harnproduktion (Anurie). Die verminderte Leberdurchblutung bewirkt eine zentrale Hypoxie, Vakuolisierung, Verfettung und eine Nekrose der Leberläppchen. Deswegen steigen die AST, GLDH und das indirekte Bilirubin im Blut an. Das Versorgungsgebiet der A. mesenterialis cranialis besitzt eine hohe Anzahl der α -Rezeptoren, so dass eine Vasokonstriktion entsteht und somit das Darmepithel (Proteasen der polymorphkernigen Granulozyten) und der Mukus (Zytokine) die Schutzfunktion verlieren. Das Gehirn mit der Autoregulation (lokale Vasodilatation), ausgelöst durch erhöhten arteriellen pCO_2 und erhöhte H^+ -Ionenkonzentration, kann bei Blutverlust lange die Sauerstoffversorgung sicherstellen, jedoch eine Verminderung des Allgemeinverhaltens und Bewusstseins ist ein wichtiger Hinweis für eine schockbedingte Minderdurchblutung und reduzierte Sauerstoffversorgung. Die MPS(RES)-Funktion, die zum größten Teil in der Leber abläuft, wird eingeschränkt, wenn die Clearance der prokoagulatorischen Stoffe (z.B. Endotoxin stimuliert Blutgerinnungsfaktor XII) nicht mehr ausreicht. So entsteht eine DIC und somit eine Reduktion der MPS-Funktion, so dass der Organismus die Viren, Bakterien und Pilze nicht mehr reduzieren kann und so eine Septikämie und ein Multiorganversagen die Folge ist (Casteel und South 1990, Messmer 2001).

Ziel dieser Arbeit ist die Durchführung der Autotransfusion bei einem Kaltblutpferd mit hochgradigem hypovolämischen (hämorrhagischen) Schock.

Fallbeschreibung

Anamnese

Der Kaltblutwallach, Braunschimmel, 9½ Jahre, 687 kg Körpermasse, in Verwendung als Kutschpferd, ist am Tag des Er-

eignisses um 18.30 Uhr im Galopp mit der rechten Schulter gegen einen Baum geprallt. Eine Stunde später ist hochgradiges Schwitzen und Zittern am gesamten Körper aufgetreten und die gerufene Tierärztin hat eine weitere halbe Stunde später fehlende Darmgeräusche festgestellt und eine Schockbehandlung durchgeführt. Zwölf Stunden später hat die Tierärztin eine Behandlung wegen Kolik vorgenommen. Weitere zwölf Stunden später ist das Pferd in der Medizinische Tierklinik der Universität Leipzig auf Überweisung der behandelnden Tierärztin eingetroffen.

Klinische Untersuchung

Die klinischen Befunde der Aufnahme und in den nachfolgenden Tagen sind in Tabelle 2 aufgelistet. Aufgrund der blässanämischen Kopfschleimhäute und der Herkunftsregion ist das Pferd bei der Aufnahme unmittelbar spät abends isoliert worden und am folgenden Morgen ist sofort eine serologische Untersuchung auf Equine Infektiöse Anämie (EIA) eingeleitet worden. Nach vier Stunden ist der negative Befund der EIA mitgeteilt worden (ELISA; Landesuntersuchungsanstalt f. d. Gesundheits- und Veterinärwesen Sachsen, Chemnitz, AZ. VC-60167). Dadurch ist das Pferd aus den Isolationsräumen in die Pferdepatientenräume gebracht worden. Bei der weiteren klinischen Untersuchung sind zwei handtellergröße, derbe, nicht verschiebliche Umfangsvermehrungen am rechten Brusteingang festgestellt worden. Die Ultraschalluntersuchung hat beidseits bis über die Buggelenkslinie eine gemischte Echogenität mit wirbelbildender Flüssigkeit im Cavum pleurae ergeben. Auf der Linie des Buggelenkes im 8. Interkostalraum auf beiden Seiten in einer Tiefe von 11 bis 16 cm ist erst die hyperechoische Linie der Lungenoberfläche erschienen (Abb. 1). Das Pericard ist normal und ohne Effusion gewesen. Das Cavum peritoneum ist ohne vermehrte Flüssigkeit dargestellt worden. Die folgende Punktion der Pleurahöhle, gemacht im 6. Interkostalraum ventral der Buggelenkslinie, hat ein hämorrhagisches Punktat ergeben (Tab. 3). Ab dem zweiten Tag

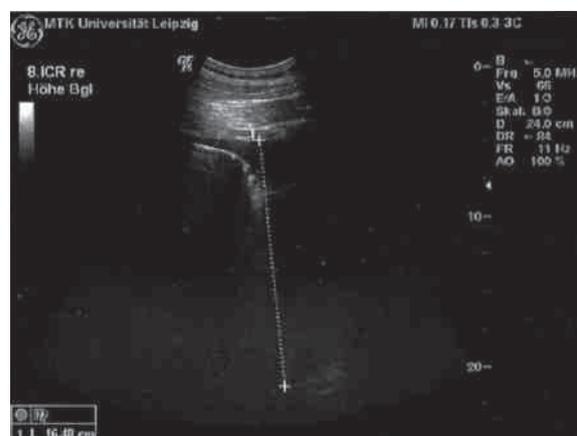


Abb. 1 Transthorakale Ultraschalldarstellung, aufgenommen mit einer 5-MHz-Konvexsonde am ersten Tag nach der Aufnahme, im 8. Interkostalraum auf Höhe der horizontalen Linie des Buggelenkes auf der rechten Seite. Hochgradige Flüssigkeitsansammlung mit gemischter Echogenität und Verwirbelung als typischer Befund eines Hämothorax beim Kaltblutwallach. | *Transthoracal ultrasound image obtained with a 5-MHz curvilinear probe. Severe volume of pleural effusion of mixed echogenicity with swirling which is typical of a hemothorax diagnosed in a draft horse gelding.*

nach Aufnahme hat sich ein mittelgradiges Unterbrust- und Unterbauchödem entwickelt (Abb. 2), das am 8. Tag nach Aufnahme nicht mehr nachweisbar gewesen ist.

Labormedizinische Untersuchungen

Die Ergebnisse der hämatologischen, blutchemischen und blutgasanalytischen Untersuchungen sowie der Befunde der Blutgerinnung sind in den Tabellen 4 bis 7 aufgelistet (Hämatologiesystem ADVIA 120, Fa. Siemens Healthcare Diagnostics, Dreieich, Deutschland; Hitachi 912, Fa. Roche Diagnostics, GmbH, Mannheim, Deutschland; Radiometer ABE 80, Krefeld, Deutschland). Die hämatologischen Befunde sprechen für eine mittelgradige, normozytäre, hypochrome Anämie. Die Lymphopenie und ein erweitertes Neutrophilen-Lymphozyten-Verhältnis sind im Leukogramm über den gesamten Behandlungszeitraum festzustellen (Tab. 4). Die Hypoproteinämie inklusive niedriger Fibrinogenkonzentration, erhöhte Harnstoff-, Kreatinin- und Triglyzeridkonzentration sowie die erhöhte Aktivität der Kreatinkinase sind nur anfangs vorhanden. Die Elektrolyte Kalzium, anorganisches Phosphat, Natrium und Chlorid sind zu Beginn der Behandlung ebenfalls erniedrigt (Köller et al. 2014) (Tab. 5). Aufgrund des Hämatokrites (0,24 L/L) mit goldgelbem Plasmaüberstand (Abb. 3), der Erythrozyten- und Leukozytenzahl mit normaler Differenzierungsmöglichkeit, der Hämoglobinkonzentration und der Partialdrücke von Sauerstoff und Kohlendioxid sowie der Sauerstoffsättigung ist dieses Punktat als Blut charakterisiert worden (Tab. 3). Am Tag der Aufnahme

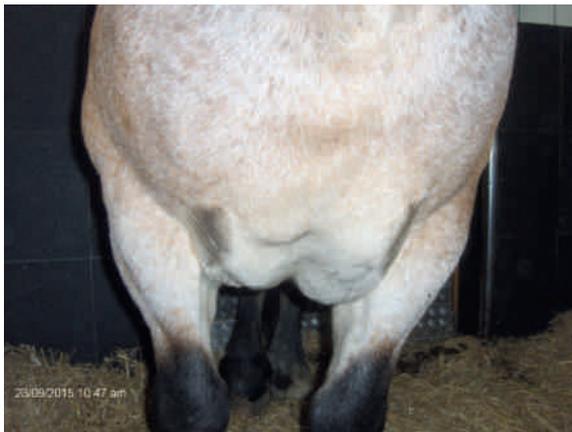


Abb. 2 Unterbrustödem beim Kaltblutwallach am zweiten Tag nach Aufnahme. | Ventral thorax edema of the draft horse gelding seen on the second day after admission.

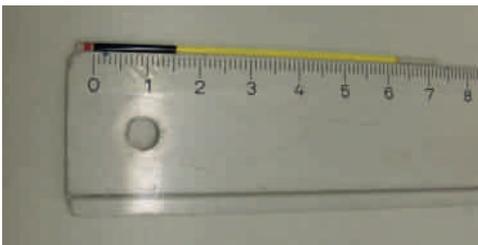


Abb. 3 Hämatokrit von 0,24 L/L mit goldgelbem Plasmaüberstand des Blutes aus dem rechten Cavum pleurae, entnommen am dritten Tag nach Aufnahme des Kaltblutwallaches. | PCV (0.24 L/L) with yellow plasma supernatant of the blood of the draft horse gelding collected from the right pleural space on the third day after admission.

und ein Tag danach ist eine metabolische Alkalose beim Patient analysiert worden. Die Sauerstoffsättigung und der Sauerstoffpartialdruck im venösen Blut sind über den gesamten Zeitraum des Klinikaufenthaltes des Wallaches erniedrigt (Tab. 6). Aufgrund dieses blutigen Punktates sind die Globaltests der Blutgerinnung (Fibrintimer BFT-II von Siemens Healthcare Diagnostics, Eschborn, Deutschland) überprüft worden, wobei nur die Prothrombinzeit als Test des Extrensic-Systems eine Verzögerung aufweist (Tab. 7). Aufgrund der normozytären, hypochromen Anämie ist eine Bluttransfusion vorbereitet und die Blutspender labormedizinisch getestet worden. Die Kreuzprobe auf Hämolyse und Agglutination zwischen Erythrozyten und Plasma des Patienten und eines Blutspenders ist bei Zimmertemperatur und bei 37°C durchgeführt worden, wobei bei 37°C vereinzelt Agglutinate mikroskopisch bei 400× Vergrößerung sichtbar gewesen sind und so eine Akzeptanz des Warmblutpferdes als Blutspender zugelassen worden ist.



Abb. 4 Entnahme des Blutes aus dem rechten Cavum pleurae des Kaltblutwallaches, durchgeführt mittels eines Thoraxkatheters und gesammelt in einem sterilen Beutel mit 100 ml 3,8%iger Na-Citratlösung/900 ml Blut zur Vorbereitung für die Autotransfusion am dritten Tag nach Aufnahme. | Blood collection from the right pleural space of the draft horse gelding using a thorax catheter and a sterile bag containing 100 ml 3.8% Na-citrate/900 ml blood which is prepared for autotransfusion on the third day after admission.



Abb. 5 Transthorakale Ultraschalldarstellung, aufgenommen mit einer 5-MHz-Konvexsonde am vierten Tag nach Aufnahme, im 8. Interkostalraum ventral der horizontalen Linie des Buggelenkes auf der linken Seite. Hochgradige Flüssigkeitsansammlung mit stärkerer gemischter Echogenität und beweglichen, hyperechogenen Strukturen als typischer Befund eines Hämothorax mit Fibrinansammlungen beim Kaltblutwallach. | Transthoracal ultrasound image obtained with a 5-MHz curvilinear probe. Severe volume of echoic to hyperechoic fluid with hyperechoic fibrinous structures which is typical of a hemothorax diagnosed in a draft horse gelding on the fourth day after admission.

Tab. 2 Klinische Befunde des Kaltblutwallaches nach Aufnahme in die Medizinische Tierklinik | Diagnostic findings of the physical examination of the draft horse gelding after admission

Untersuchung	1. Tag n. A.	2. Tag n. A.	3. Tag n. A.	4. Tag n. A.	5.–10. Tag n. A.	11. Tag n. A.
Allgemeinverhalten	matt	matt	ruhig aufmerksam	ruhig aufmerksam	ruhig aufmerksam	ruhig aufmerksam
Ernährungszustand	gut	gut	gut	gut	gut	gut
Haarkleid	glatt, anliegend, mgr. Schweißausbruch	trocken, glatt, anliegend	trocken, glatt, anliegend	trocken, glatt, anliegend	trocken, glatt, anliegend	trocken, glatt, anliegend
Hautoberfläche	o.B.	Schwellung an der kranialen Brustapertur rechtsseitig	Schwellung an der kranialen Brustapertur rechtsseitig, mgr. Unterbauchödem	Schwellung nicht mehr tastbar, mgr. Unterbauch- und -bauchödem	ab 8. Tag n. A. kein Unterbauch- und -bauchödem tastbar	o.B.
Hautelastizität	erhalten	erhalten	erhalten	erhalten	erhalten	erhalten
Hauttemperatur	Akren kühl	Akren kühl	regelmäßig verteilt	erhöht	regelmäßig verteilt	regelmäßig verteilt
Innere Körpertemp.	38,0°C	38,1/38,4	38,2/38,5	39,5/38,1	38,2–37,6	38,0
Auge, Lidbindehaut	mgr. blassanämisch	mgr. blassanämisch	mgr. blassanämisch	blassrosa	blassrosa, ggr. ikterisch	blassrosa
Nasenschleimhaut	mgr. blassanämisch	mgr. blassanämisch	mgr. blassanämisch	rosarot	rosarot	rosarot
Mundschleimhaut	mgr. blassanämisch, KFZ 5"	mgr. blassanämisch, KFZ 3"	mgr. blassanämisch, KFZ < 3"	blassrosa, KFZ < 3"	blassrosa, KFZ < 3"	blassrosa, KFZ 3"
Obere Halsgegend, Husten	durchtastbar, nicht schmerzhaft, Husten nicht auslösbar	Befund gleichbleibend	Befund gleichbleibend	Befund gleichbleibend	Befund gleichbleibend	Befund gleichbleibend
Stauungsprobe	verzögert u. vermindert	Blutangebot prompt	Blutangebot prompt	Blutangebot prompt	Blutangebot prompt	Blutangebot prompt
Lymphknoten	gelappt, verschieblich, nicht schmerzhaft	Befund gleichbleibend	Befund gleichbleibend	Befund gleichbleibend	Befund gleichbleibend	Befund gleichbleibend
Pulsfrequenz/min	68, schwach, regelmäßig, Art. Schlecht gefüllt u. gespannt	72–80, schwach	60–72, mittelkräftig	64–56, mittelkräftig	60–28, mittelkräftig	28, mittelkräftig
Atmungsfrequenz/min	24, kostoabdominal	16–26, kostoabdominal	14–32, kostoabdominal	30–20, kostoabdominal	24–18, kostoabdominal	22, kostoabdominal
Perkussion des Thorax	links bis Buggelenk, rechts über Buggelenk absolute Dämpfung	Befund unverändert	beidseits bis Buggelenk absolute Dämpfung	Befund unverändert	beidseits Handbreite ventral der Buggelenkslinie absolute Dämpfung	beidseits 1/2 Handbreiten ventral der Buggelenkslinie absolute Dämpfung
Ultraschalluntersuchung des Thorax	beidseits bis horizontale Linie des Buggelenkes, 6. ICR, gemischte Echogenität bis 16 cm tief	Befund unverändert	Befund unverändert	beidseits bis 9 cm tief teilweise hypoechoogen, massenhaft hyperechoogene, bewegliche Strukturen	beidseits am 10. Tag n. A. 4 bis 7 cm tief hypoechoogene Areale mit massenhaft hyperechoogenen beweglichen Strukturen	beidseits auf Höhe der Buggelenkslinie Lunge anliegend, ventral 5 cm tief hypoechoogene Areale

Auskultation der Lunge	beidseits nur dorsal des Buggelenkes hgr. abgeschwächt vesikuläres AG	Befund unverändert	beidseits dorsal des Buggelenkes vesikuläres AG	Befund unverändert	Befund unverändert	Befund unverändert
Palpation des Herzstößes	nicht fühlbar	Befund unverändert	Befund unverändert	Befund unverändert	Schwach fühlbarer Herzstoß	Befund unverändert
Auskultation des Herzens	beidseits sehr leise Herztöne	Befund unverändert	Herztöne gut abgesetzt, keine Herzgeräusche	Befund unverändert	Herztöne gut abgesetzt, keine Herzgeräusche	Herztöne gut abgesetzt, keine Herzgeräusche
Untersuchung des Abdomens	fehlende Peristaltik	ggr. reduzierte Peristaltik	ggr. reduzierte Peristaltik	regge und auslaufend	regge und auslaufend	regge und auslaufend
Harn- und Kotabsatz	kein	Harn im Strahl u. strohgelb, Kot geballt	Harn im Strahl u. strohgelb, Kot breiig	Harn im Strahl u. strohgelb, Kot dünnbreiig	Harn im Strahl u. strohgelb, Kot geballt	Harn im Strahl u. strohgelb, Kot geballt
Futter- u. Wasseraufnahme	keine	keine, 5 L Wasser	keine	mäßig, 10 L Wasser	gut, 20 L Wasser	gut, 25–40 L Wasser
Transfusionstherapie	–	2 L Blut + 4 L Plasma	7 L Blut Autotransfusion	9 L Blut Autotransfusion	–	–
Infusionstherapie	–	20 L isot. NaCl	20 L isot. NaCl	–	–	–

ggr. = geringgradig, mgr. = mittelgradig, hgr. = hochgradig, ICR = Interkostalraum, AG = Atmungsgeräusch, n. A. = nach Aufnahme, KFZ = Kapillarfüllungszeit

Diagnose

Aufgrund des Aufpralles der rechten Schulter an einem Baum während des Galopps ist eine Blutung in die Cavae pleurae entstanden. Die Folge ist ein hochgradiger hypovolämischer/hämorrhagischer Schock und eine mittel- bis hochgradige normozytäre, hypochrome Anämie.

Therapie

Aufgrund des Hämatokrites von 0,11 L/L sind gemäß der Formel $0,09 \times 687 \times \left(\frac{15\% - 11\%}{34\%} \right) = 7,27$ Liter als Transfusionsmenge des Vollblutes berechnet worden.

0,09% = Blutmenge der Körpermasse, 687 kg = Körpermasse des Kaltblutwallaches, 15% = Ziel eines stabilen Hämatokrites des Kaltblutwallaches, 11% = Hämatokrit des Kaltblutwallaches bei Aufnahme, 34% = Hämatokrit des Spenderpferdes. Das klinikeigene Warmblutpferd als Blutspender ist drei Monate vorher auf EIA mittels Coggins-Test negativ befundet worden. Anfangs sind 2 Liter Vollblut und 4 Liter Plasma, entnommen aus der Plasmabank desselben Spenderpferdes verabreicht worden. Da eine Hypochlorid- und Hypocalcämie vorgelegen hat, ist ein Defizit von 3091,5 mmol Chlorid und 288,5 mmol Calcium vorhanden. Da auch eine Anurie und metabolische Alkalose bestanden hat, sind 833 ml isotone Natriumchloridlösung inklusive 11 ml Ca-Gluconat pro Stunde in den ersten 48 Stunden infundiert worden.

Vorbereitungen der Autotransfusion: Da die Plasmasäule des Hämatokritröhrchens eine goldgelbe Farbe und keine Hämolyse (Abb. 3) aufgewiesen hat, die Blutgasanalyse eine gemischte Azidose bestätigt hat, der O₂-Partialdruck von 3,3 kPa zwei Drittel und die Sauerstoffsättigung von 13,5% ein Fünftel eines normalen venösen Blutes ausgewiesen haben, kann von einer Funktionstüchtigkeit des Blutes, entnommen aus den Cavae pleurae, gesprochen werden (Tab. 3), so dass die Autotransfusion durchgeführt werden konnte. Die osmotische Resistenz der Erythrozyten, stammend aus den Cavae pleurae, hat am zweiten Tag nach der Aufnahme eine Maximalresistenz bei 0,75%iger NaCl (= beginnende Hämolyse, freies Hämoglobin gemessen bei 562 nm Extinktion) und eine Minimalresistenz bei 0,6%iger NaCl (komplette Hämolyse) ergeben. Am dritten Tag nach Aufnahme hat die Maximalresistenz bei 0,7%iger NaCl (Referenzbereich: 0,54%iger NaCl-Lösung) und die Minimalresistenz bei 0,5%iger NaCl (Referenzbereich: 0,34) betragen (Morris 1990). Die dadurch festgestellte Stabilität der Erythrozytenmembran hat die Durchführbarkeit der Autotransfusion noch untermauert. Sieben Liter Blut aus dem Cavum pleurae dextra sind mittels eines Thoraxkatheters (Länge 300 mm AD 6,0 mm; Walter Veterinär-Instrumente, 15837 Baruth/Mark) in einem sterilen Beutel, der 100 ml 3,8%ige Na-Citratlösung/900 ml Blut enthalten hat, gesammelt und sofort dem Wallach autotransfundiert worden (2. Tag nach Aufnahme), wobei ein Bluttransfusionsbesteck verwendet worden ist, um die Transfusion kleiner Blutkoagula zu verhindern. Am dritten Tag nach Aufnahme sind 9 Liter Blut aus dem Cavum pleurae sinistra in sterile Beutel mit einem Fassungsvermögen von je fünf Litern, in vorher beschriebener Prozedur, entnommen (Abb. 4) und gleich danach autotransfundiert worden. Die Transfusionsgeschwindigkeit ist mit 2 ml/kg KM/h vorgenommen worden. Am vierten Tag nach Aufnahme konnte

mittels des großlumigen Thoraxkatheters aus keinen der Cavae pleurae Blut gewonnen werden, weil die Katheter durch die vorhandenen Blutkoagula verstopft worden sind. Die transthorakale Ultraschalluntersuchung hat beidseits eine stärkere Echogenität und bewegliche, hyperechogene Strukturen (Fibrinfäden) gezeigt (Abb. 5). Weitere Medikamentenverabreichung: Flunixin meglumin (0,55 mg/kg KM i.v. 2x/d) und Vitamin C (6,5 mg/kg KM i.v./d) sind ab dem ersten Tag, Amoxicillin (10 mg/kg KM i.v. 2x/d) und Gentamicin (6,6 mg/kg KM i.v./d) ab dem zweiten bis zum neunten Tag nach der Aufnahme verabreicht worden. Am zweiten und dritten Tag nach Aufnahme ist je eine partiell parenterale i.v. Ernährung von 1400 g Glukose durchgeführt worden. Am dritten bis siebten Tag nach Aufnahme sind je 20 ml Präbiotikum (Pharmawerk Weinböhl GmbH, 01689 Weinböhl) oral verabreicht worden.

Ergebnis

Der Kaltblutwallach ist am 11. Tag nach der Aufnahme mit gutem Allgemeinverhalten und -befund sowie guter Futter- und Wasseraufnahme und normalem Harn- und Kotabsatz

Tab. 3 Hämatologische und blutgasanalytische Befunde des Blutes, entnommen aus den Cavae pleurae. Die Lymphozyten- und Thrombozytenzahl sind hochgradig erniedrigt (Referenzbereiche der Kaltblutrassen: Köller et al. 2014). Die Blutgasanalyse weist auf eine gemischte Azidose hin (Referenzbereiche siehe Tab. 6). | *Clinicopathological results of the blood collected from the pleural space. Lymphocytes and thrombocytes are severely decreased. An acidosis is seen in blood gas analysis.*

Parameter des Blutes aus dem Cavum pleurae	Referenzbereich des Blutes	1. Tag n. A.	Blutgasanalyse des Blutes aus dem Cavum pleurae	3. Tag n. A.
Farbe		rot	pH (IKT 38,8°C)	7,19
Konsistenz		viskös	pCO ₂ kPa	7,23
Transparenz		Blut	pO ₂ kPa	3,3
Gram-Färbung	negativ	negativ	Hämoglobin mmol/L	5,6
bakt. Untersuchung	negativ	negativ	sO ₂ %	13,5
Totalprotein	59–81,4 g/L	50,1	HCO ₃ mmol/L	19,3
Glukose	2,18–6,05 mmol/L	4,9	ABE mmol/L	-7,7
Leukozyten	5,2–13 G/L	4,7		
neutrophile Granulozyten	2,3–7,5 G/L	4,5		
Lymphozyten	1,4–6,9 G/L	0,2		
Erythrozyten	5,1–8,8 T/L	5,4		
Hämatokrit	0,22–0,35 L/L	0,24		
Hämoglobin	5,8–9,2 mmol/L	5,6		
freies Hämoglobin	0,09–2,01 µmol/L	16,7		
Thrombozyten	105–330 G/L	5		

n. A. = nach Aufnahme in der Klinik

entlassen worden. Über einen Zeitraum von drei Monaten hat der Wallach in Regeneration verbracht. Die einweisende Tierärztin hat einen normalen Blutbefund mitgeteilt. Der Kaltblutwallach ist auch vier Jahre nach der Entlassung aus der Klinik als Kutschpferd im Einsatz.

Diskussion

Diese massive Blutung in das Cavum pleurae könnte durch eine Quetschung der V. axillaris dextra und/oder A. axillaris dextra erfolgt sein, weil diese Gefäße kranial um die erste Rippe in die Vorderextremität ziehen und durch den starken Aufprall am Baumstamm eine Quetschung oder Überdehnung mit Zusammenhangstrennung erfahren haben. Auch die V. jugularis externa et interna dextra, die durch die Apertura thoracis cranialis ziehen, könnten ebenso einen ähnlichen Insult erhalten haben (Salomon et al. 2005). Die rechtsseitige Schwellung an der kranialen Brustapertur gäbe den Hinweis, dass die Blutung in die Cavae pleurae aus diesen beschriebenen Gefäßen stammen könnte, weil beidseitig die Brusthöhle bis über das Buggelenk gefüllt war. Da in der linken und rechten Cava pleurae Blut gewesen ist, könnten durch den Aufprall auch die beiden Kuppeln (Cupulae pleurae) der Pleurasäcke rupturiert sein, so dass das Blut aus den vorhin beschriebenen

Tab. 4 Hämatologische Ergebnisse des Kaltblutwallaches im Verlaufe der Autotransfusion und zum Zeitpunkt der Entlassung (Referenzbereiche der Kaltblutrassen: Köller et al. 2014). Eine normozytäre, hypochrome Anämie, Lymphopenie und Erweiterung des Neutrophilen-Lymphozyten-Verhältnis liegen vor. | *Hematological findings of the draft horse gelding during treatment with autotransfusion and at discharge. Anemia, lymphopenia and an increased neutrophils-lymphocytes-ratio are seen.*

Parameter (Referenzbereich)	Aufnahme	1. Tag n. A.	2. Tag n. A.	3. Tag n. A.	4. Tag n. A.	11. Tag n. A.
Erythrozyten (5,1–8,8 T/L)	2,47	3,2	1,96	3,16	3,21	4,01
Hämoglobin (5,8–9,2 mmol/L)	2,3	3,4	2,0	3,3	3,3	4,2
Hämatokrit (0,22–0,35 L/L)	0,11	0,15	0,09	0,14	0,15	0,18
MCV (36,3–47,1 fl)	45,3	44,9	44,4	45,3	45,2	45,2
MCH (0,9–1,2 fmol/L)	0,9	1,05	1,0	1,03	1,03	1,06
MCHC (24,5–26,7 mmol/L)	20,5	23,48	22,5	22,8	22,77	23,46
Thrombozyten (105–330 G/L)	124	147	119	124	131	297
Leukozyten (5,2–13,0 G/L)	5,3	6,6	4,3	5,2	6,1	14,9
Lymphozyten (1,4–6,9 G/L)	0,6	0,7	0,65	0,6	0,9	2,7
neutrophile Granulozyten (2,3–7,5 G/L)	4,7	5,4	3,6	4,2	4,4	11,9
Neutro:Lymphozyten (0,58–4,11:1)	7,8:1	7,7:1	5,5:1	7:1	4,8:1	4,4:1
Monozyten (0,2–0,8 G/L)	0,0	0,5	0,05	0,4	0,8	0,3

nen, gequetschten, überdehnt-rupturierten Gefäßen in den linken und rechten Pleurasack gelangen konnte. Das Blut in beiden Pleurasäcken ist nicht geronnen, weil dieses Blut nur 5 G/L Thrombozyten enthalten hat (Tab. 3) und im peripheren Blut die Fibrinogenkonzentration bei 1 g/L gemessen worden ist im Vergleich zum Referenzbereich von 2 bis 4 g/L (Tab. 5). Infolge der rupturierten Gefäße ist von den Endothelzellen Prostacyclin I₂ sezerniert, das die Thrombozytenadhäsion und -aggregation reduziert, und Thrombomodulin gebildet worden, das an Thrombin bindet und Protein C aktiviert und somit verliert das Thrombin seine prokoagulatorische Funktion. Das Proteoglykan Heparansulfat der endothelialen Plasmamembran der Gefäßendothelzellen bindet sich an Antithrombin III, das Thrombin und Faktor Xa inaktiviert. Die Gefäßendothel-

zellen produzieren Plasminogenaktivator, der der Thrombusbildung entgegenwirkt (Bathels, Poliwoda H. 1993, Komissarov et al. 2013, Shimomura et al. 2013). Da Antithrombin III, synthetisiert von der Leberzelle, eine Halbwertszeit von 2,8 Tagen besitzt und im Plasma eine sehr hohe Konzentration hat, nämlich 0,15 bis 0,39 g/L beim Menschen, ist auch die Blutgerinnung in beiden Cavae pleurae bis zum dritten Tag nach der Aufnahme bzw. bis zum vierten Tag nach Verursachung der Blutung in die Cavae pleurae verzögert worden (Bathels und Poliwoda 1993). Das würde auch erklären, dass bis zu den genannten Tagen die beidseitige transthorakale Ultraschalluntersuchung nur eine gemischte Echogenität mit Wirbelbildung, die für Blut charakteristisch ist, unter der horizontalen Buggelenklinie nachweisbar gewesen ist. Die maximale Wirkung des Antithrombin III und die tägliche Ultraschalluntersuchung erklären, dass bis zum vierten Tag nach dem Insult noch Blutgewinnung zur Autotransfusion möglich ist. Erst am vierten Tag nach Aufnahme konnten bewegliche, hyperechogene Strukturen (0,5 cm dick), die für Fibrinfäden sprechen, nachgewiesen werden (Abb. 5). Die Blutung in die

Tab. 5 Klinisch-chemische Blutbefunde des Kaltblutwallaches im Verlauf der Autotransfusion und zum Zeitpunkt der Entlassung (Referenzbereiche der Kaltblutrasse: Köller et al. 2014). Hypoproteinämie, Hypofibrinogenämie, Azotämie, erhöhte Aktivität der CK und erniedrigte Elektrolyte sind anfangs vorhanden. | *Clinical chemistry findings of the draft horse gelding during treatment with autotransfusion and at discharge. Hypoproteinemia, hypofibrinogenemia, azotemia, increased activity of CK and decreased electrolytes are seen at the beginning of treatment.*

Parameter (Referenzbereich)	Aufnahme	1. Tag n. A.	2. Tag n. A.	3. Tag n. A.	4. Tag n. A.	11. Tag n. A.
Totalprotein (59,0–81,4 g/L)	52	48,1		63,8	67,5	77,3
Albumin (23,0–35,1 g/L)		22,1		27,4	27,5	
Fibrinogen (2–4 g/L)		1,0	2,4	4,1	4,8	4,4
Gesamtbilirubin (6,35–27,15 µmol/L)		13,4			49,7	30,6
Harnstoff (2,49–7,94 mmol/L)		18,5	8,45	4,2		
Kreatinin (51–136,6 µmol/L)		302	121	99		
Glukose (2,18–6,05 mmol/L)		8,17	7,25			
Triglyzeride (0,07–0,45 mmol/L)		1,55				
Alk. Phosphatase (99,7–350,8 U/L)		169				
AST (229,9–647,3 U/L)		647,4				499,5
GGT (9,28–44,61 U/L)		31,4				
GLDH (1,9–8,9 U/L)		5,8				
LDH (293,8–822,8 U/L)		427				
CK (181–652 U/L)		1716				407
Gesamt-Ca (2,69–3,16 mmol/L)	1,3	2,65	2,58		2,9	
anorg. Ph (0,42–1,65 mmol/L)		0,48	0,37		0,25	
Na (135–144 mmol/L)	133	133	135		129	
K (2,00–4,7 mmol/L)	2,8	3,56	3,6		4,1	
Cl (93,6–111,4 mmol/L)	85	84,1	100,6		98,8	

Tab. 6 Blutgasanalytische Resultate des Kaltblutwallaches im Verlauf der Autotransfusion und zum Zeitpunkt der Entlassung. Am Beginn der Behandlung besteht eine metabolische Alkalose und die Sauerstoffsättigung und der Sauerstoffpartialdruck sind über den gesamten Zeitraum der Behandlung erniedrigt. | *Blood gas analysis of the draft horse gelding during treatment with autotransfusion and at discharge. At the beginning a metabolic alkalosis has been analysed. Oxygen saturation and partial pressure are decreased during the whole duration of treatment.*

Parameter (Referenzbereich)	Aufnahme	1. Tag n. A.	4. Tag n. A.	11. Tag n. A.
pH (venös) IKT 38,0°C (7,37–7,41)	7,43	7,49	7,31	7,37
pCO ₂ kPa (5,3–6,4)	6,3	6,64	6,38	6,8
pO ₂ kPa (4,8–6,1)	4,2	4,4	4,2	4,5
sO ₂ % (70–75)	44,1	51,9	37,1	53
HCO ₃ mmol/L (22–28)	30,7	37,1	23,3	24,1
ABE mmol/L (–3 – +3)	6,5	12,9	–2,1	–1,6

IKT = innere Körpertemperatur

Tab. 7 Analyse der Globaltests der Blutgerinnung des Kaltblutwallaches im Verlauf der Autotransfusion. Die Prothrombinzeit als Test des Extrinsic-Systems ist verzögert. | *Clotting profile of the draft horse gelding at the beginning of treatment with autotransfusion. Prothrombin time as a test of the extrinsic-system is prolonged.*

Parameter	Referenzbereich	1. Tag n. A.	2. Tag n. A.	3. Tag n. A.
Prothrombinzeit	7–9"	13	12,7	12,6
Thrombinzeit	17–21"	17	15,9	16,3
aktivierte, partielle Thromboplastinzeit	37–54"	28,6	31	25,8
Fibrinogen	2–4 g/L	1,0	2,4	4,1

Cavae pleurae hat unter den drei Globaltests der Gerinnung nur die Prothrombinzeit verzögert. Da die Fibrinogenkonzentration im peripheren Blut des Kaltblutwallaches infolge der Blutung in die Cavae pleurae niedrig vorgelegen hat, ist auch die Prothrombinzeit verzögert worden (Tab. 7). Die Prothrombinzeit (Quick-Test, Thromboplastinzeit) ist der Test des Extrinsic-Systems und misst vorwiegend das Prothrombin, Faktor VII und Faktor X, wobei die Konzentrationen im Blut niedriger als 30% für Prothrombin und niedriger als 50% für die genannten Gerinnungsfaktoren vorliegen müssen, um eine Verzögerung herbeizuführen. Dies geschieht vorwiegend durch akute Blutungen, wie in diesem Fall (Morris 1990). Aufgrund des Hämatokrites von 0,11 L/L am Aufnahmetag haben 37,96 L Blut im Gefäßsystem gefehlt, so dass das Defizit der Fibrinogenkonzentration im peripheren Blut so zustande gekommen ist.

Obwohl das Punktat aus den beiden Cavae pleurae Blutcharakter hat und die Erythrozytenzahl, der Hämatokrit und die Hämoglobinkonzentration 1,6-fach höher gewesen sind als das Blut im Gefäßsystem, besteht noch immer die Frage, ob das Blut in den Cavae pleurae zur Autotransfusion geeignet ist. Der Überstand im Hämatokritröhrchen, gemessen im Punktat, ist nicht hämolytisch gewesen (Abb. 3), obwohl das freie Hämoglobin 8fach höher gewesen ist im Vergleich zur Konzentration im Blut, entnommen aus der V. jugularis externa (Tab. 3). Die Stabilität und Widerstandsfähigkeit der Erythrozytenmembran ist mithilfe der osmotischen Erythrozytenresistenz gemessen worden und da diese osmotische Resistenz noch vorliegt, ist die Funktionstüchtigkeit der semipermeablen Erythrozytenmembran für den geregelten Stoffaustausch vorhanden (Morris 1990). Die Funktion der Erythrozyten im Blut in den Cavae pleurae ist durch die Blutgasanalyse am dritten Tag nach der Aufnahme nachgewiesen worden, weil nach wie vor der Sauerstoffpartialdruck bei 3,3 kPa und die Sauerstoffsättigung bei 13,5% zwar niedriger ist im Vergleich zu den Werten des venösen Blutes aus der V. jugularis externa des ersten Tages nach der Aufnahme von 4,4 kPa bzw. 51,9%. Der Säure-Basen-Haushalt des Blutes in den Cavae pleurae hat eine gemischte Azidose gezeigt, wobei die Bicarbonatkonzentration von 19,3 mmol/L (normal, venöses Blut 22–28 mmol/L) zu diesem Zeitpunkt noch eine beträchtliche Konzentration ausgewiesen hat (Tab. 3). Die gemischte Azidose ist durch den Stoffwechsel der Leukozyten im Blut in den Cavae pleurae im Zuge der anaeroben Glukolyse entstanden. Diese Säure-Basen-Analyse ist vergleichbar mit einem Pferdepatienten mit Dickdarmverlagerung und Zwerchfellvorstand. Die hämatologischen und blutgasanalytischen Untersuchungsergebnisse haben auf eine noch vorhandene, normale Funktion der Erythrozyten hingewiesen, um das gewonnene Blut aus den Cavae pleurae zur Autotransfusion heranzuziehen. Das fehlende Abfließen des Blutes durch den Thoraxkatheter, gesetzt nacheinander im 7. Interkostalraum links und rechts, hat die zeitliche Begrenzung am vierten Tag nach der Aufnahme herbeigeführt. Auch der Befund der Ultraschalluntersuchung mit massenhaft hyperechogenen, beweglichen Strukturen, die für Fibrininformationen sprechen, zu diesem Zeitpunkt hat die Gewinnung des Blutes aus den Cavae pleurae limitiert.

Ab vierten Tag nach der Aufnahme sind die hämatologischen Parameter gestiegen, wobei der Hämatokrit über 0,13 L/L angestiegen ist. Ein niedriger Hämatokrit als 0,13 L/L gilt als Kriterium für eine Indikation zur lebensrettenden Bluttransfusion.

Nach der Bluttransfusion sollte ein stabiler Hämatokrit von $\geq 0,15$ L/L erreicht werden. Dieser ist ab dem 4. Tag nach Aufnahme feststellbar (Tab. 4). Die Lebensdauer der transfundierten Erythrozyten eines geeigneten Spenders beträgt 4 bis 11 Tage. Die Lebensdauer eigener Erythrozyten beträgt jedoch 140 bis 150 Tage (Morris 1990). Deswegen ist die Entscheidung, das Blut aus den Cavae pleurae zu entnehmen und zu autotransfundieren, die logische Konsequenz. Die stündliche Puls- und Atmungsfrequenzkontrolle hat weder eine Tachykardie noch eine Tachypnoe während der Autotransfusion ergeben. Wird ein mittlerer, normaler Hämatokrit für den Kaltblutwallach mit 687 kg KM von 0,285 L/L (= 28,5%) herangezogen, so haben am Tag der Aufnahme 37,96 L Blut gefehlt. Da nach der ersten Applikation von zwei Litern Vollblut der Hämatokrit auf 0,15 L/L, gemessen um 18.00 Uhr, angestiegen ist, hat keine Indikation für eine weitere bestanden, obwohl die Berechnung ein Fehlen von weiteren 5,27 L Blut ergeben hat. Die Mobilisation der Erythrozyten aus der Milz des Kaltblutwallaches könnte die Erhöhung des Hämatokrites verursacht haben. Da am zweiten Tag nach der Aufnahme der Hämatokrit auf 0,09 L/L gesunken ist, sind in den folgenden beiden Tagen 16 Liter Blut aus den Cavae pleurae entnommen und autotransfundiert worden. Erst danach sind der Hämatokrit, die Erythrozytenzahl und die Hämoglobinkonzentration bis zum 11. Tag nach der Aufnahme stetig gestiegen. Infolge der massiven Blutung in beide Cavae pleurae, des so erzeugten hochgradigen Blutverlustes und der Tachykardie (60 bis 88 Pulsfrequenz/min) ist anzunehmen, dass ein Blutverlust von über 40% bestanden hat (Hurcombe 2015). Dies verursacht einen Abfall des mittleren Aortendruckes unter 60 mm Hg und führt zu einer Oligurie und folglich zu einer Anurie. Der Harnabsatz ist beim Kaltblutwallach in den ersten 24 h nach Aufnahme nicht festgestellt worden. Ein prärenales Nierenversagen konnte auch durch die Erhöhung der Konzentration von Harnstoff und Kreatinin im Blut diagnostiziert werden. Aufgrund der Hypochloridämie, der metabolischen Alkalose und der Anurie, entstanden durch den hochgradigen Schweißausbruch nach dem Insult, ist kontinuierlich eine isotonische Natriumchloridlösung infundiert worden, so dass danach wieder spontaner Harnabsatz feststellbar gewesen ist, sich eine Isoionie (2. Tag nach Aufnahme) und Isohydrie (11. Tag nach Aufnahme) eingestellt haben. Aufgrund des hämorrhagischen Schockes sind die Nieren in der Funktion beeinträchtigt worden und die Erhöhung der Harnstoff- und Kreatininkonzentration, festgestellt am ersten und zweiten nach der Aufnahme, konnte durch die Infusionstherapie eine normale Nierenfunktion während dieser Tage wieder hergestellt werden. Aufgrund der Kompression der Lunge, ausgelöst durch die hochgradige intrapleurale Blutansammlung, ist eine Hypoventilation entstanden, so dass der höhere $p\text{CO}_2$ und der niedere $p\text{O}_2$ im venösen Blut erklärbar sind (Tab. 6). Die Vasokonstriktion der Lungenkapillaren, ausgelöst durch Thromboxan, die Schädigung der Endothelien, ausgelöst durch Proteasen und Sauerstoffradikale der neutrophilen Granulozyten, und die Hervorbringung der hyalinen Membranen in den Alveolen tragen zur Ventilations-Perfusions-Störung bei. So entstehen Shunts, weder belüftete noch durchblutete Lungenareale und Totraumvergrößerung, die verantwortlich sind für die reduzierte Sauerstoffsättigung im Hämoglobin (venöses Blut) (Grosche et al. 2006), wie festgestellt beim Kaltblutwallach (Tab. 6). Durch die Alteration der Muskeln im rechten Schulter- und Halsbereich ist die Kreatinkinase angestiegen, jedoch zur Entlassung

am 11. Tag nach der Aufnahme ist der Referenzbereich wieder erreicht worden. Die normozytäre Anämie ist durch die massive intrapleurale Blutung entstanden. Die hypochrome Anämie ist ein Hinweis auf eine Erythrozytenregeneration und/oder ein Eisendefizit.

Durch die Minderdurchblutung des Gewebes, ausgelöst durch den hämorrhagischen Schock, sind freie Sauerstoffradikale entstanden und deswegen ist Vitamin C als Sauerstoffradikalfänger täglich verabreicht worden. Die Schmerzbehandlung ist mit Flunixin meglumin erfolgt, weil das stumpfe Trauma an der rechten Schulter Gewebe- und Gefäßschädigungen und somit die vermeintlichen Kolikschmerzen hervorgerufen hat. Auch die Entzündung in den Cavae pleurae infolge des Hämothorax ist so auch in den Folgetagen reduziert worden. Die Antibiotikaapplikation hat als prophylaktische Maßnahme gegolten. Da die Futter- und Wasseraufnahme, Harn- und Kotabsatz normal gewesen sind, ist der Kaltblutwallach auf Wunsch des Eigentümers entlassen worden. Auf Nachfrage beim Eigentümer hat sich der Wallach über drei Monate sehr gut entwickelt und ist danach wieder als Kutschpferd eingesetzt worden.

Schlussfolgerung

Voraussetzungen für eine Autotransfusion sind: sterile Thoraxkatheter, Bluttransfusionssets, Beutel mit je 100 ml 3,8%ige Na-Citratlösung/900 ml Blut; goldgelbe Plasmasäule über der Erythrozytensäule, korrekte Blutbilddifferenzierung, pH nicht unter 7,19, Sauerstoffsättigung nicht unter 13,5%, Sauerstoffpartialdruck nicht unter 3,3 kPa. Die Entnahme ist bis zum vierten Tag nach dem Insult möglich. Die Ultraschalluntersuchung kann die zeitliche Grenze der Blutentnahme bestimmen.

Erklärung zum Interessenkonflikt

Die Autoren erklären, dass keine geschützten, finanziellen, beruflichen oder anderweitigen Interessen an einem Produkt

oder einer Firma bestehen, welche die in dieser Veröffentlichung genannten Inhalte oder Meinungen beeinflusst haben. Der Eigentümer hat sich bereit erklärt, die klinischen Daten seines Kaltblutwallaches zu veröffentlichen!

Literatur

- Bathels M., Poliwoda H. (1993) Gerinnungsanalysen. 4. Aufl. Thieme Verlag Stuttgart.
- Casteel St. W., South P. J. (1990) Collapse, sudden death. In: Large Animal Internal Medicine. C.V. Mosby Company, St. Louis, 281–291
- Grosche A., Eckhoff A., Schusser G. F. (2006) Three horses with severe respiratory distress like adult respiratory distress syndrome. *Pferdeheilkunde* 22, 29–35; DOI 10.21836/PEM20060105
- Hurcombe S. (2015) Internal hemorrhage and resuscitation. In: Robinson's Current Therapy in Equine Medicine. Ed. Kim A., Sprayberry N., Edward Robinson. 7. Aufl. Elsevier Saunders, St. Louis, 11–14
- Köller G., Gieseler T., Schusser G. F. (2014) Hämatologische und blutchemische Referenzbereiche bei Pferden unterschiedlicher Rasse und Altersgruppen basierend auf neuesten labordiagnostischen Methoden. *Pferdeheilkunde* 30, 381–393; DOI 10.21836/PEM20140402
- Komissarov A. A., Florova G., Azghani A., Karandashova S., Kurdowska A. K., Idell S. (2013) Active α -macroglobulin is a reservoir for urokinase after fibrinolytic therapy in rabbits with tetracycline-induced pleural injury and in human pleural fluids. *Am. J. Physiol. Lung Cell Mol. Physiol.* 305, 682–692; DOI 10.1152/ajplung.00102.2013
- Messmer K. (2001) Schock. In: Klinische Pathophysiologie. Thieme Verlag Stuttgart, 669–685
- Morris D. (1990) Alterations in the erythron. Alteration in the clotting profile. In: Large Animal Internal Medicine. Ed. Bradford P., Smith C. V. Mosby, St. Louis, 418–424, 445–452
- Salomon F. V., Geyer H., Gille U. (2005) Körperkreislauf. In: Anatomie für die Tiermedizin. Enke Verlag Stuttgart, 419–433
- Shimomura M., Hinoi T., Ikeda S., Adachi T., Kawaguchi Y., Tokunaga M., Sasada T., Egi H., Tanabe K., Okajima M., Ohdan H. (2013) Preservation of peritoneal fibrinolysis owing to decreased transcription of plasminogen activator inhibitor-1 in peritoneal mesothelial cells suppresses postoperative adhesion formation in laparoscopic surgery. *Surgery* 153, 344–356; DOI 10.1016/j.surg.2012.07.037