

(1985) Pferdeheilkunde 1, 123–129

Möglichkeiten der Prognostik beim chirurgischen Kolikpferd: Untersuchung von 110 Fällen

Anu Puotunen-Reinert und B. Huskamp

Tierklinik Hochmoor

Einleitung

Probleme bei der Prognostik akuter abdominaler Erkrankungen des Pferdes wurden in der Literatur bereits eingehend erörtert. Bei der Kolik entwickeln sich systemische Dysfunktionen, wie z. B. Schock, sehr rasch; daher haben sich Parameter, die die kardiovaskuläre Funktion beschreiben, als wertvolle Anhaltspunkte für eine Prognose herausgestellt (Parry et al., 1983), wenn auch erhebliche individuelle Unterschiede festzustellen waren.

Schwierigkeiten ergeben sich besonders bei der Beurteilung chirurgisch behandelter Kolikpatienten. Die Prognose ist nicht nur von der Primärerkrankung oder den auftretenden sekundären Veränderungen abhängig, sondern auch von der Behandlungsart und ihren möglichen Komplikationen.

In der vorliegenden Arbeit wurden zur Untersuchung ihrer prognostischen Bedeutung folgende sechs Parameter ausgewählt: Blutlaktatkonzentration, Hämatokrit, Herzfrequenz, pH des Blutes, aktueller Basenüberschuß (Base Excess) und HCO_3^- -Konzentration. Die Korrelation dieser Parameter wurde untersucht.

Ferner wurden die intra- und postoperativen Blutlaktatkonzentrationen bestimmt, um Änderungen der Werte während der Operation und während der Heilungsphase verfolgen zu können.

Material und Methodik

Die vorliegende Studie wurde in der Tierklinik Hochmoor an 110 chirurgischen Kolikpferden durchgeführt, die dort mit der Anamnese „Kolik“ in der Zeit zwischen November 1982 und Juni 1983 eingeliefert wurden. Fünf verendeten präoperativ bzw. wurden euthanasiert.

Die Blutlaktatkonzentration wurde zur Kontrolle zusätzlich bei 25 klinisch gesunden Pferden aufgezeichnet. Zehn davon waren chirurgische Patienten, die sowohl prä- als auch postoperativ untersucht wurden.

Von den untersuchten Parametern wurden die folgenden sechs für eine statistische Analyse herangezogen: Blutlak-

Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie werden sechs Parameter der Kolikuntersuchung daraufhin untersucht, ob sie einzeln oder im Zusammenhang eine verlässliche Grundlage für eine Prognose bilden.

Hämatokrit ($p = 0,0022$) und Herzfrequenz ($p = 0,0196$) erwiesen sich als signifikantes Unterscheidungsmerkmal zwischen den Pferden, die überlebten, und solchen, die starben. Ferner wurde erst bei hoher Blutlaktatkonzentration (Laktatwerte über $8,0 \text{ mmol/l}$: $p < 0,05$) ein signifikanter Unterschied in der Überlebensrate zwischen diesen Gruppen festgestellt.

Postoperativ ansteigende Blutlaktatkonzentrationen standen im Zusammenhang mit postoperativen Komplikationen (wie z. B. Peritonitis) oder Beginn eines neuen Ileus.

Some aspects of prognosis in equine colic surgery

In the present study the prognostic value and individual merit of 6 variables used in colic examination were tested.

Packed cell volume ($p = 0.0022$) and heart rate ($p = 0.0196$) proved to be significant in discriminating between the horses which survived and those which died. A significant difference in survival was also found between the groups with high blood lactate concentrations (division on lactate value 8.0 mmol/litre : $p < 0.05$).

Increasing blood lactate concentrations after surgery were related to postoperative complications or to recurrent colic.

tatkonzentration, Hämatokrit (Hkr), Herzfrequenz, pH des Blutes, Basenüberschuß (BE) und Plasmabikarbonat (HCO_3^-). Die Untersuchungen wurden an venösem Blut vorgenommen.

Die aufgezeigten Parameter stammen aus der letzten präoperativen Untersuchung vor einer Therapie mit Medikamenten. Die Blutlaktatwerte wurden jedoch auch intra- und postoperativ zur Kontrolle von Veränderungen untersucht.

Sämtliche Pferde wurden in Narkose operiert, die durch eine intravenös verabreichte Kombination von Guajakolglycerinäther in 5prozentiger Lösung mit einem Zusatz von 5 % Glukose und Thiopental eingeleitet und durch Inhalation von Halothan, Lachgas und Sauerstoff aufrechterhalten wurde. Dauer der Anästhesie, Art der Laparotomie (Darmreposition oder -resektion) und Medikamentierung wurden bei den Fällen ebenfalls registriert, um eine eventuelle Korrelation zwischen diesen Parametern und Veränderungen der Blutlaktatwerte während der Operation zu ermitteln.

Die 110 Fälle wurden nach dem endgültigen Ausgang der Behandlung in zwei Gruppen, überlebende und nicht überlebende Pferde, eingeteilt. Ferner wurde die Gruppe der nicht überlebenden in zwei Untergruppen aufgeteilt: (1) Pferde, die vor der Operation zum Exitus kamen, die während der Narkose euthanasiert werden mußten oder die innerhalb von 24 Stunden nach der Operation starben; (2) Pferde, die die Operation länger als 24 Stunden überlebten. Die Fälle wurden außerdem aufgrund der Befunde im Verlauf der Laparotomie und der Autopsiebefunde bei den fünf präoperativen Exitusfällen in 20 Diagnosegruppen aufgeteilt.

Statistische Methoden

Students t-Tests wurden angewandt, um bei kontinuierlichen Daten die Mittelwerte zwischen zwei Gruppen zu

vergleichen. Es wurde davon ausgegangen, daß gegensätzliche Varianzen vorliegen. Die annähernde Normalität der Verteilungen wurde durch gewöhnliche Wahrscheinlichkeitskurven bestätigt. Eine vereinfachte Form der t-Statistik, bei der der niedrigste und der höchste Wert weggelassen werden, wurde zur Bestätigung der Ergebnisse herangezogen.

Der χ^2 -Unabhängigkeitstest für Kontingenztafeln wurde angewandt, um zwei oder mehr Gruppen im Hinblick auf einzelne Parameter zu vergleichen. Yates' Kontinuitätskorrektur wurde bei 2×2 Kontingenztafeln durchgeführt, wenn anzunehmen war, daß eine Zellenhäufigkeit kleiner als fünf sein würde. Der G^2 -Test von Woolf wurde zum Vergleich mit ähnlichen Ergebnissen herangezogen.

Eine schrittweise logistische Regressionanalyse (Cox, 1970) wurde zur Auswertung prognostischer Faktoren angewandt. Jeder ausgewählte Faktor wurde außerdem separat analysiert.

Die Berechnungen wurden mit dem BMDP Statistical Software Paket durchgeführt (Dixon et al., 1981).

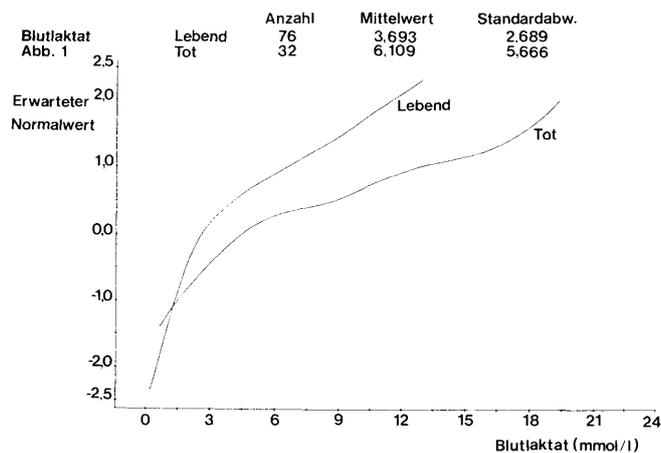
Ergebnisse

Von den 110 Fällen wurden 105 chirurgisch behandelt: 76 davon überlebten, und sie wurden in der Gruppe überlebender Pferde zusammengefaßt. Die Gruppe nicht überlebender Pferde umfaßt die 29 operierten Fälle, die starben, und außerdem vier Fälle, die vor der Operation starben; ein weiteres Pferd wurde der Gruppe nicht überlebender Pferde nicht zugerechnet, weil es auf Verlangen des Besitzers aus Kostengründen vor der Operation euthanasiert wurde. Die Gruppe überlebender Pferde enthält zwei Pferde, die wegen einer Relaparotomie zweimal aufgeführt sind, und ein relaparotomiertes Pferd, das schließlich der Gruppe nicht überlebender Pferde zugerechnet wurde. Die Gruppe nicht überlebender Pferde enthält auch ein relaparotomiertes Pferd.

Unter der Narkose mußten zehn Pferde euthanasiert werden, zwei starben. Fünf Pferde wurden innerhalb von 24 Stunden nach der Operation euthanasiert; zwölf verendeten zu einem späteren Zeitpunkt.

Die Kontrollgruppe hatte im Mittel einen Blutlaktat-Ruhewert von 0,51 mmol/l (0,2 bis 1,1 mmol/l; sd = 0,23), weshalb bei dieser Untersuchung Blutlaktatkonzentrationen von 1,1 mmol/l und weniger als normal angenommen werden, was jedoch über der für das Pferd vorgeschlagenen oberen Grenze von 0,89 mmol/l liegt (Eikmeier, 1982).

Hämatokrit (Hkr) und Herzfrequenz wurden als signifikante prognostische Faktoren ermittelt. Ein signifikanter Unterschied in der Überlebensrate wurde auch zwischen Gruppen mit hoher Blutlaktatkonzentration festgestellt, obwohl in Fällen mit niedrigeren Laktatwerten die Überlebensquote niedriger war als erwartet (Tab. 1 und Abb. 1). Keine signifikanten Korrelationen wurden zwischen den Veränderungen der Blutlaktatkonzentration unter der Narkose und der Diagnose, der Art der Bauchoperation und der Medikamentierung festgestellt. Die Veränderungen der Laktatkonzentration während der Operation waren eben-



falls nicht mit den präoperativen Konzentrationen korreliert.

Ein normaler Säure-Basen-Status wurde nur in zwei von 85 der untersuchten Fälle ermittelt. Hypobasämie wurde in 40 Fällen festgestellt, Hyperbasämie in 21 Fällen, zwei Pferde zeigten normobasämische Blutazidose. Von den hyperbasämischen Pferden hatten nur 24 % (5 von 21) eine Blut-Alkalose, während alle hypobasämischen Fälle gleichzeitig eine Blut-Azidose aufwiesen.

Bei sechs der 13 nicht überlebenden Pferde, bei denen der Säure-Basen-Status bestimmt wurde, war die Blutlaktatkonzentration niedriger als 4,0 mmol/l, und der BE betrug 0 ± 2 .

Große Schwankungen im Säure-Basen-Status wurden innerhalb der Diagnosegruppen festgestellt, wobei aber die drei Fälle von Obstipatio coli ascendens und die fünf Pferde mit Obstipatio ilei ebenso wie zwei der drei Fälle von Obstipatio jejuni Hypobasämie und beide Fälle von Obstipatio coli descendens Hyperbasämie hatten.*

Tab. 2 und Abb. 2 und 3 zeigen den Vergleich von Hämatokrit (Hkr) und Herzfrequenz zwischen den Gruppen überlebender und nicht überlebender Pferde.

Tab. 3 zeigt Mittelwerte und Standardabweichungen der sechs untersuchten Parameter bei den Diagnosegruppen.

Die signifikantesten Korrelationen existieren zwischen den folgenden Parametern:

BE und HCO_3^- ($r = 0,964$; $n = 86$, $p < 0,001$)

BE und pH ($r = 0,823$; $n = 86$, $p < 0,001$)

pH und HCO_3^- ($r = 0,651$; $n = 86$, $p < 0,001$)

log des Blutlaktatwertes und pH ($r = -0,551$; $n = 98$, $p < 0,001$)

pH und Hkr ($r = -0,511$; $n = 98$, $p < 0,001$)

log des Hkr-Wertes und der Herzfrequenz ($r = -0,510$; $n = 104$, $p < 0,001$)

Es existieren eine Reihe weiterer signifikanter Korrelationen unter 0,5, aber ihre Aussagekraft bleibt fragwürdig.

* Bei dieser Untersuchung wurde die folgende Terminologie benutzt:

Azidose = abgesunkener pH-Wert des Blutes

Alkalose = erhöhter pH-Wert des Blutes

Hypobasämie = abgesunkener BE

Hyperbasämie = erhöhte BE

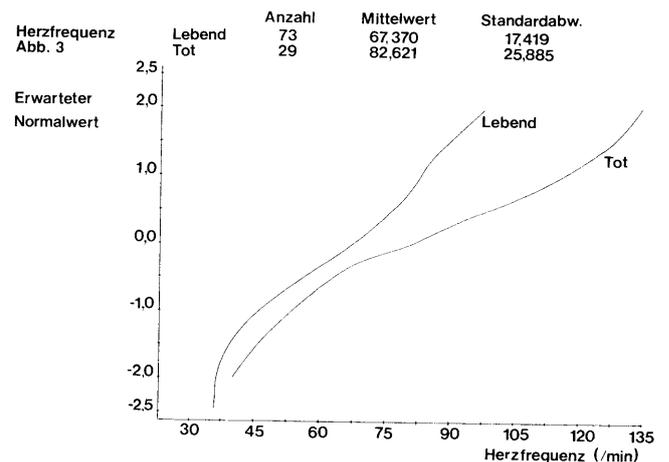
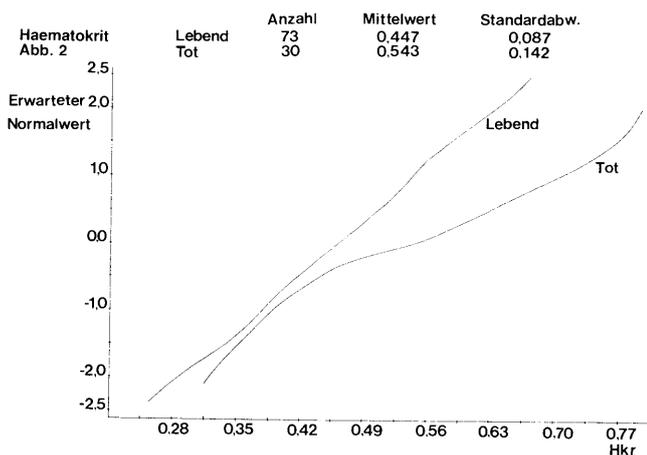
Tab. 1: Einschätzung des prognostischen Wertes individueller Parameter: beobachtete Häufigkeit

Parameter	überlebende Pferde		nicht überlebende Pferde		Gesamtzahl der Fälle		Statistik		
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	χ^2	df	p
Hkr									
≤ 0,35	12	80	3	20	15	100	16,692	4	0,0022
0,36–0,45	31	84	6	16	37	100			
0,46–0,50	14	78	4	22	18	100			
0,51–0,60	12	63	7	37	19	100			
≥ 0,61	4	29	10	71	14	100			
gesamt	73		30		103				
Herzfrequenz (/min.)									
≤ 60	27	79	7	21	34	100	9,886	3	0,0196
61–75	20	83	4	17	24	100			
76–90	21	68	10	32	31	100			
≥ 91	5	39	8	62	13	100			
gesamt	73		29		102				
Blutlaktat (mmol/Liter)									
≤ 1,5	14	67	7	33	21	100	442	1	0,05
1,6–4,0	38	78	11	22	49	100			
4,1–8,0	18	75	6	25	24	100			
≥ 8,1	6	43	8	57	14	100			
gesamt	76		32		108				
ph									
≤ 7,24	8	62	5	39	13	100	4,099	3	0,25
7,25–7,30	15	68	7	32	22	100			
7,31–7,40	42	81	10	19	52	100			
≥ 7,41	5	56	4	44	9	100			
gesamt	70		26		96				
BE (mEq/Liter)									
≤ -5,0	18	75	6	25	24	100	0,896	3	0,83
-4,9 – -2,0	11	69	5	31	16	100			
-1,9 – 2,0	17	71	7	29	24	100			
≥ 2,1	17	81	4	19	21	100			
gesamt	63		22		85				
HCO₃ (mEq/Liter)									
≤ 22,0	19	73	7	27	26	100	1,289	2	0,52
22,1–28,0	25	69	11	31	36	100			
≥ 28,1	19	83	4	17	23	100			
gesamt	63		22		85				

Verteilung auf Laktatwert 8,0 mmol/Liter: χ^2 mit Yates' Korrektur

Die Parameter wurden außerdem getrennt für die zwei Untergruppen der nicht überlebenden Pferde untersucht; bedeutsame Unterschiede zwischen den Fällen mit kürzerer und denen mit längerer Überlebensdauer wurden nicht gefunden.

Die Blutlaktatkonzentration wies große Schwankungen innerhalb der Diagnosegruppen auf (Tab. 3). Die postoperativen Blutlaktatwerte waren in allen Fällen der Kontrollgruppe höher als die präoperativen ($t = 3,73$; $df = 9$; $p < 0,01$), wobei der Mittelwert des Anstiegs 0,67



Tab. 2: Vergleich von Hkr und Herzfrequenz zwischen Gruppen von überlebenden und nicht überlebenden Pferden

Statistik	Hkr	Herzfrequenz
Mittelwert ; sd überlebende nicht überlebende	0,45 ; 0,087 0,54 ; 0,14	67,4 (/min.) ; 17,4 82,6 (/min.) ; 25,9
Maximum überlebende nicht überlebende	0,68 0,80	132 (/min.) 140 (/min.)
Minimum überlebende nicht überlebende	0,25 0,32	36 (/min.) 40 (/min.)
T	-3,43	-2,92
p	0,0014	0,0058
df	38,4	38,5

(sd = 0,57) betrug. Im Gegensatz dazu lagen in 27 der 97 Kolikfälle, bei welchen die Blutlaktatkonzentration auch postoperativ bestimmt wurde, die postoperativen Werte unter den präoperativen; in einem Fall blieben sie konstant. Die Laktatwerte lagen drei Tage nach der Operation innerhalb normaler Grenzen mit Ausnahme von sieben Fällen, bei denen postoperativ ansteigende Blutlaktatkonzentrationen gemessen wurden. Zwei von den sieben Pferden starben innerhalb einiger Tage, und zwei mußten euthanasiert werden (Darmnekrose, Peritonitis), drei überlebten nach weiteren Operationen.

Logistische Regressionsanalyse

Um die prognostischen Faktoren getrennt und in Kombination abzuschätzen, wurden logistische Regressionsmodelle benutzt. Ein schrittweises Verfahren zur Erstellung

von Modellen, das auf der Statistik maximaler Wahrscheinlichkeitsverhältnisse basiert, wurde angewandt, um signifikante Faktoren auszuwählen.

Eine Reihe weiterer Modelle wurde mit sehr ähnlichen Ergebnissen angewandt.

	Koeffizient	Koeffizient/Standardabweichung
Hkr	8,66	3,65
Konstante	-5,23	-4,30

Die Todeswahrscheinlichkeit läßt sich mit der folgenden Gleichung berechnen:

$$p = \frac{1}{1 + e^{-X}}, \text{ wo } X = -5,23 + 8,66 \times (\text{Hkr})$$

Korrekte Vorhersagen 81,3 %

Andere in dieser Arbeit untersuchte prognostische Faktoren verbesserten das Modell nicht.

Von Bedeutung ist, daß keines der Pferde mit einer Todeswahrscheinlichkeit über ca. 0,6 überlebte. Die errechneten Todeswahrscheinlichkeiten variierten bei der Gruppe nicht überlebender Pferde stark; 75 % der überlebenden Pferde hatten dagegen eine Todeswahrscheinlichkeit unter 0,3.

Das Modell wurde für eine Anzahl von 96 Pferden erstellt, von denen 26 starben.

Diskussion

Viele der gesichteten Veröffentlichungen haben gezeigt, daß die Blutlaktatkonzentration ein guter prognostischer

Tab. 3: Mittelwerte und Standardabweichungen in den Diagnosegruppen

Diagnose	Blutlaktat (mmol/Liter)			Hkr			Herzfrequenz (/min.)			pH			BE (mEq/Liter)			HCO ₃ ⁻ (mEq/Liter)		
	n	Mittelwert	sd	n	Mittelwert	sd	n	Mittelwert	sd	n	Mittelwert	sd	n	Mittelwert	sd	n	Mittelwert	sd
Torsio coli asc. ≥360°	4	3,0	0,64	4	0,55	0,15	4	62	18,6	4	7,36	0,02	4	0,1	6,4	4	26,5	6,2
Torsio coli asc. < 360°	6	5,5	5,6	6	0,46	0,08	6	70	18,3	6	7,31	0,07	5	-3,7	5,8	5	22,9	5,1
Dislocatio coli asc.ad.dx.	12	2,8	2,0	12	0,45	0,13	12	72	28	12	7,36	0,07	10	-0,8	5,1	10	25,5	5,1
Retroflexio coli asc.	1	5,7	-	1	0,57	-	1	86	-	1	7,36	-	1	-1,4	-	1	24,1	-
Hernia spatii renolienalis coli asc.	12	3,4	2,3	10	0,39	0,04	10	59	10,3	9	7,37	0,05	7	2,0	3,8	7	27,9	3,8
Obstipatio caecii	1	1,2	-	1	0,42	-	1	80	-	1	7,37	-	-	-	-	1	25,3	-
Obstipatio coli asc.	3	2,2	1,3	3	0,42	0,02	3	59	6,1	3	7,32	0,07	3	-4,6	2,7	3	21,2	1,0
Obstipatio coli desc.	2	3,7	2,0	2	0,47	0,007	2	74	14,1	2	7,39	0,09	2	3,7	0,92	2	29,9	1,8
Invaginatio ileocaecale	1	3,1	-	1	0,48	-	1	68	-	1	7,29	-	1	-5,7	-	1	20,9	-
Dünndarminkarzeration	9	5,2	3,5	9	0,50	0,10	9	81	22,6	8	7,32	0,08	8	-2,3	5,4	8	24,5	4,9
Dünndarmstrangulation	25	4,0	2,8	24	0,44	0,10	24	70	20,7	24	7,32	0,07	18	-0,4	5,3	18	26,3	5,1
Obstipatio jejunii	3	4,0	1,3	3	0,49	0,01	3	72	25	3	7,30	0,11	3	-4,3	7,3	3	22,4	7,1
Obstipatio ileii	5	4,8	2,5	5	0,47	0,04	5	70	18,9	5	7,29	0,06	5	-6,9	3,8	5	19,3	3,1
Allgemeiner Meteorismus	2	7,6	4,0	2	0,51	0,10	2	83	4,2	2	7,28	0,14	2	-3,2	5,4	2	24,8	2,1
Nicht strangulationsbedingte																		
Infarzierung	4	2,5	3,0	4	0,54	0,19	4	77	4,4	1	7,23	-	1	-14,1	-	1	13,3	-
Gastroduodenojejunitis	5	4,7	5,3	5	0,61	0,07	5	82	17,7	4	7,30	0,08	4	-1,9	4,9	4	25,4	4,3
Peritonitis	11	8,1	5,6	10	0,55	0,15	10	87	26,4	10	7,32	0,07	9	-2,3	5,1	9	24,4	4,4
Dilatatio ventriculi	1	4,9	-	1	0,62	-	1	80	-	1	7,19	-	1	-14,9	-	1	13,5	-
Dilatatio oesophagii	1	1,3	-	1	0,32	-	1	40	-	1	7,46	-	1	0,5	-	1	23,3	-
{ Hämorrhagische Diathese	1	18	-	1	0,58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
{ Hypovolämischer Schock	1	3,8	-	1	0,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Leitparameter ist (Genn et al., 1982; Kalsbeek, 1975; Moore et al., 1976; Parry et al., 1983; Svendsen et al., 1979). Bei dieser Untersuchung wurde der Unterschied zwischen den Gruppen der überlebenden und nicht überlebenden Pferde jedoch erst bei höheren Blutlaktatkonzentrationen deutlich. In früher erschienenen Berichten überlebten alle Pferde mit Laktatkonzentrationen von 0,9 mmol/l und darunter (Donawick et al., 1975; Kalsbeek, 1975; Moore et al., 1976; Parry et al., 1983; Svendsen et al., 1979), wogegen bei der vorliegenden Studie drei der 32 nicht überlebenden Pferde eine niedrigere Konzentration vorwiesen.

In früheren Veröffentlichungen wurden unterschiedliche Höchstkonzentrationen für Blutlaktat bis hinauf zu 11,2 mmol/l für überlebende Pferde festgestellt. Bei der vorliegenden Untersuchung hatten sechs der 76 überlebenden Pferde (8 %) höhere Laktatwerte als 8 mmol/l, wobei die höchste Konzentration 12,9 mmol/l betrug.

Die Überlebenschancen bei bestimmten Blutlaktatkonzentrationen wird in den frühen Publikationen unterschiedlich angegeben; eine Korrelation zwischen Blutlaktatwerten von etwa 5,6, 8,3 und 11,1 mmol/l und einer Überlebenschance von etwa 98 %, 90 % bzw. 32 % wurde in einer Veröffentlichung gefunden (Moore et al., 1976), während bei einer anderen Untersuchung Blutlaktatkonzentrationen von 1,0, 4,0 und 8,0 für eine Überlebenschance von 88 %, 30 % bzw. 3 % festgestellt wurden (Parry et al., 1983). In der vorliegenden Arbeit betrug die Überlebensrate bei Blutlaktatkonzentrationen von bis zu 4,0 mmol/l, von 4,0 bis 8,0 mmol/l und von mehr als 8,0 mmol/l 74 %, 75 % bzw. 6 %. Bei unserer Untersuchung lagen bei 25 % der nicht überlebenden Pferde (acht von 32) die Blutlaktatwerte über 8,0 mmol/l und bei 19 % (sechs von 32) über 13 mmol/l. Die höchste Konzentration betrug 20,4 mmol/l.

Im Gegensatz zu früheren Veröffentlichungen liegen dieser Arbeit ausschließlich chirurgische oder Exitusfälle zugrunde, was unterschiedliche Ergebnisse erklärt. Ein Autor fand einen Laktatmittelwert von 1,1 mmol/l für konservative und von 4,8 mmol/l für die operativen Fälle (Donawick et al., 1975), wogegen in einer anderen Untersuchung Blutlaktatkonzentrationen von 0,6 bis 6,9 mmol/l bei konservativen Fällen gemessen wurden (Genn et al., 1982).

Der Hämatokritwert war bei der vorliegenden Arbeit in mehreren Fällen erhöht. Der Mittelwert der Gruppe überlebender Pferde betrug 0,45, bei der Gruppe nicht überlebender Pferde dagegen 0,54. Ähnlich wie bei früheren Veröffentlichungen (Parry et al., 1983; Svendsen et al., 1979) sind Hämatokritwerte über 0,6 Anlaß für eine ungünstige Prognose; 71 % (10 von 14) der Pferde mit Hämatokritwerten über 0,6 starben. Der höchste Wert, der bei der Gruppe überlebender Pferde gemessen wurde, betrug 0,68.

Signifikant war der Unterschied in der Herzfrequenz zwischen den Gruppen überlebender und nicht überlebender Pferde. Nur in zwei Fällen von Überlebenden hatten die Pferde Frequenzen von mehr als 100 Schlägen/Min. Andererseits hatten von den nicht überlebenden Fällen 28 % (acht von 21) eine Herzfrequenz von mindestens 100 Schlägen/Min. Diese Befunde sind früheren Untersuchungsergebnissen ähnlich (Parry et al., 1983).

Eine schwache Korrelation wurde zwischen steigenden Blutlaktatwerten und der Herzfrequenz festgestellt ($r = 0,362$, $p < 0,0001$).

Der pH-Wert des Blutes erwies sich als schlechter prognostischer Parameter. Die Ergebnisse weichen von denen einer früheren Untersuchung ab (Kalsbeek, 1975): Ein Blut-pH-Wert unter 7,25 bzw. 7,2 entsprach einer Überlebenschance von 16 % bzw. 6 %. Von unseren fünf Fällen mit einem pH-Wert unter 7,2 starb nur einer.

Gewöhnlich treten zusammen mit akuten abdominalen Erkrankungen auch metabolische Störungen als Folge von Hypoxie und Energiemangel auf. Die Zellen werden zu gesteigerter Glykolyse gezwungen, was die Laktatkonzentration anhebt. Das Endresultat ist eine metabolische Azidose (Sander, 1971; Straub et al., 1978). Ähnlich wie in früheren Veröffentlichungen (Coffman, 1980; Kalsbeek, 1975; Svendsen et al., 1979; Tennant, 1976) wurden bei der vorliegenden Untersuchung große Schwankungen, wahrscheinlich aufgrund von individuellen Kompensationsmechanismen, gefunden. Eine deutliche Beziehung wurde jedoch, ähnlich wie bei einer anderen Untersuchung (Lohner, 1984), zwischen Blutlaktatkonzentration und Blut-pH festgestellt.

Eine echte Laktat-Azidose wurde in der vorliegenden Arbeit nur in neun der 98 Fälle festgestellt. Der Begriff „Laktat-Azidose“ sollte daher nur benutzt werden, wenn zusätzlich zu einer Blutlaktatkonzentration von über 4 mmol/l ein Blut-pH-Wert von unter 7,25 besteht (Cohen et al., 1976). Laktatämie (erhöhte Blutlaktatkonzentration mit einem Blut-pH-Wert von mindestens 7,25) wurde wie auch in früheren Veröffentlichungen (Moore et al., 1976; Svendsen, et al., 1979) in mehreren Fällen vorgefunden.

Bei der vorliegenden Studie konnte kein prognostischer Wert für den Basenüberschuß (BE) des venösen Blutes — allein betrachtet — festgestellt werden. Die Mittelwerte betrugen bei den Gruppen überlebender bzw. nicht überlebender Pferde $-1,6$ ($-14,9$ bis $8,4$) bzw. $-2,7$ ($-14,1$ bis $5,1$) mEq/l. Ähnlich wie in einem früheren Bericht (Svendsen et al., 1979) bestand eine relativ schwache Korrelation zwischen BE-Werten und Blutlaktatwerten ($r = -0,462$, $p < 0,001$).

Auch die Blut- HCO_3^- -Konzentration differierte im Gegensatz zu einer früher erschienenen Übersicht (Bristol, 1982) kaum zwischen überlebenden und nicht überlebenden Pferden. Die alleinige Messung der Blut- HCO_3^- -Konzentration ist wenig hilfreich, da HCO_3^- sowohl bei respiratorischer Alkalose als auch bei metabolischer Azidose vermindert ist (Coffman, 1980).

Ein normaler Säure-Basen-Status wurde bei der vorliegenden Untersuchung nur in zwei von 85 Fällen gefunden. Alle hypobasämischen und 76 % der hyperbasämischen Pferde waren außerdem azidämisch. Das ist verständlich, weil generell Blut- pO_2 -Werte unter dem normalen Bereich hier wie auch in einer früheren Untersuchung festgestellt wurden (Svendsen et al., 1979); dies kann eine Folge arteriovenöser Shunts in der Lunge mit daraus resultierender CO_2 -Retention sein (Coffman, 1975).

Große Schwankungen wurden beim Säure-Basen-Status innerhalb der Diagnosegruppen der vorliegenden Studie festgestellt. Von den sechs Fällen von Dickdarmobstipation

hatte jedoch nur ein Pferd eine Alkalämie, im Gegensatz zu einer früheren Untersuchung (19 Fälle; 17 wurden konservativ behandelt, 2 starben), in der bei 18 von 19 Fällen dieser Art eine leichte Alkalämie festgestellt wurde (Svendson et al., 1979). Die eigenen Fälle von Dickdarmobstipation in der vorliegenden Untersuchung wurden nach erfolgloser konservativer Behandlung chirurgisch versorgt.

Über einen Säure-Basen-Status von normal bis zu schwerer Hypobasämie wird in Fällen von Darmatonie, Peritonitis, Enteritis, Strangulationen und Darmrupturen berichtet (Svendson et al., 1979). Pferde können allerdings als Folge der Salzsäure-Sequestration im Magen eine Alkalose aufweisen, zum Beispiel beim Dünndarmileus (Moore et al., 1982), womit sich möglicherweise die alkalämischen Fälle in der vorliegenden Arbeit erklären.

Hämatokrit, Herzfrequenz und in geringerem Maße die Blutlaktatkonzentration erwiesen sich in der vorliegenden Untersuchung als prognostisch wertvolle Parameter, ähnlich wie in einer früheren Veröffentlichung (Svendson et al., 1979). Hingegen erwies sich Blutlaktat allein als weniger zuverlässig als früher berichtet (Donawick et al., 1977; Parry et al., 1983).

Nach einer weiteren Untersuchung (an konservativen und chirurgischen Fällen) erlaubt die kombinierte Bestimmung von systolischem Blutdruck, Blutlaktatkonzentration, Blutharnstoffkonzentration und Hämatokrit die exakte Einordnung von 93 % der Fälle (68 von 73) und die Ermittlung des systolischen Blutdrucks allein bereits die Bestimmung des Ausgangs von 86 % der Fälle (64 von 73) (Parry et al., 1983).

Die Blutlaktatkonzentration zeigte große Schwankungen innerhalb der Diagnosegruppen der vorliegenden Studie: es hatten aber viele Pferde mit Peritonitis sehr hohe Laktatwerte. Im Gegensatz zu früheren Berichten (Bristol, 1982; Moore et al., 1976) war die Blutlaktatkonzentration in Fällen von Dünndarmerkrankungen nicht deutlich höher als in Fällen von Dickdarmerkrankungen. In den Fällen von Dickdarmobstipation waren die Laktatwerte allgemein nur leicht erhöht, während in den Fällen von Dünndarmobstipation die Pferde Konzentrationen bis zu 7,3 mmol/l aufwiesen.

Die postoperative Messung der Blutlaktatkonzentration erbrachte einen starken Abfall in der Heilungsphase, ähnlich wie in früheren Veröffentlichungen (Lobner, 1984; Moore et al., 1976; Svendson et al., 1979). Die Blutlaktatkonzentration war jedoch bei der Bestimmung direkt nach der Narkose in 28 % der Fälle (27 von 97) niedriger als vor der Narkose, während die Konzentration bei der Kontrollgruppe in jedem Fall erhöht war. Über ansteigende Blutlaktatwerte als Folge einer Infusionstherapie bei azidämischen Pferden wurde berichtet (Lobner, 1984; Tennant, 1976), aber kein Pferd der Kontrollgruppe erhielt während der Narkose eine Infusionstherapie. Eine frühere Veröffentlichung ermittelte einen Blutlaktat-Mittelwert von 0,68 mmol/l bei anästhesierten und von 0,81 mmol/l bei wachen Pferden (Donawick et al., 1975).

Ein deutliches Absinken der Blutlaktatkonzentration wurde bei allen überlebenden Fällen der vorliegenden Arbeit am Tag nach der Laparotomie gefunden, wobei sich die

Laktatwerte in manchen Fällen bereits wieder im normalen Bereich bewegten. Nach der Operation ansteigende Konzentrationen wurden nur bei den Pferden festgestellt, die starben oder ein zweites Mal operiert werden mußten. Diese Befunde zeigen, daß die Blutlaktatkonzentration prognostisch hilfreich ist für die postoperative Beurteilung des Pferdes. Sie deutet lebensbedrohliche Komplikationen, die eine Relaparotomie notwendig machen, an oder weist auf den letalen Ausgang hin.

Literatur

- Bristol, O. G. (1982): The anion gap as prognostic indicator in horses with abdominal pain. *J. Am. Vet. med. Ass.* 181 (1), 63–65.
- Coffman, J. R. (1975): Monitoring and evaluating the physiological changes in the horse with acute abdominal disease. *J. S. Afr. Vet. Ass.* 46 (1), 111–114.
- Coffman, J. R. (1980): Clinical chemistry and pathophysiology of horses: A data base for abdominal pain – 2. *Vet. Med & Small Animal Clinician* 75 (11), 1732–1735.
- Cohen, R. D., and Woods, H. F. (1976): Clinical and Biochemical Aspects of Lactic Acidosis. Oxford: Blackwell Scient. Publ.
- Cox, D. R. (1970): The Analysis of Binary Data. London, Chapman and Hall.
- Dixon, W. J., et al. (1981): BMDP Statistical Software. Berkeley: University of California Press.
- Donawick, W. J., Ramberg, C. F., Paul, S. R. and Hiza, M. (1975): The diagnostic and prognostic value of lactate determinations in horses with acute abdomen. *Bull. Am. Soc. Vet. Clin. Path.* 4 (1), 22.
- Donawick, W. J., Ramberg, C. F. and Smith, F. (1977): Diagnostic and prognostic values of blood lactate in colic. *Proc. 22nd Ann. Con. Ass. Equ. Pract.*, 247.
- Eikmeier, H. (1982): Arbeitswerte in der Laboratoriumsdiagnostik beim Pferd. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* 95, 85–86.
- Engelhardt, W., Hörnicke, H., Ehrlein, H.-J. und Schmidt, E. (1973): Laktat, Pyruvat, Glukose und Wasserstoffionen im venösen Blut bei Reitpferden in unterschiedlichem Trainingszustand. *Zbl. Vet. Med. A.* 20, 173–187.
- Genn, H. J. und Hertsch, B. (1982): Die diagnostische und prognostische Bedeutung des Laktatwerts im Blut sowie in der Bauchhöhlenflüssigkeit bei der Kolik des Pferdes. *Deutsche Tierärztl. Wschr.* 89 (7), 295–299.
- Genn, H. J. und Hertsch, B. (1982): Die diagnostische und prognostische Bedeutung des Laktatwertes im Blut sowie in der Bauchhöhlenflüssigkeit bei der Kolik des Pferdes. R. Zeller, Hg. Arbeitstagung der Fachgruppe Pferdekrankheiten, 6.–8. Oktober 1982 in Freiburg. Gießen: Deutsche vet.-med. Gesellschaft. S. 109–120 (De).
- Kalsbeek, H. C. (1975): Indications for surgical intervention in equine colic. *J. S. Afr. Vet. Ass.* 46 (1), 101–105.
- Lobner, E. (1984): Untersuchungen zum Verlauf des Laktatwertes im Blut bei der Kolik des Pferdes — Ein Beitrag zur Azidose-Therapie. *Tierärztl. Umschau* 39, 24–30.
- Moore, J. N., Owen, R. ap R., and Lumsden, J. H. (1976): Clinical evaluation of blood lactate levels in equine colic. *Equine Vet. J.* 8 (2), 49–54.
- Moore, J. N., Traver, D. S., Turner, M. F., White, F. J., Huesgen, J. G. and Butera, T. S. (1977): Lactic acid concentration in peritoneal fluid of normal and diseased horses. *Res. Vet. Sci.* 23, 117–118.
- Moore, J. N. and White, N. A. (1982): Acute abdominal disease: Pathophysiology and preoperative management. *Vet. Cl. N. Am. Large Animal Pract.* 4 (1), 61–78.
- Parry, B. W., Anderson, G. A. and Gay, C. C. (1983): Prognosis in equine colic: A study of individual variables used in case assessment. *Equine Vet. J.* 15 (4), 337–344.
- Parry, B. W., Anderson, G. A. and Gay, C. C. (1983): Prognosis in equine colic: A comparative study of variables used to assess individual cases. *Equine Vet. J.* 15 (3), 211–215.
- Pascoe, P. J., McDonnell, W. N., Matrim, C. and Gorder, J. van (1983): Mortality rates and associated factors in equine colic operations – Retrospective study of 341 operations. *Can. Vet. J.* 24, 76–85.

- Sander, W.* (1971): Zur Kolik des Pferdes. Monatshefte für Vet. med. 26 (18), 700-702.
- Stashak, T. S.* (1979): Clinical evaluation of the equine colic patient. Vet. Cl. N. Am. Large Animal Pract. 1 (2), 275-287.
- Straub, R., Müller, M. und Gerber, H.* (1978): Shock in the horse. Schweizer Archiv für Tierheilkunde 120 (10), 489-499.
- Svendsen, C. K., Hjortkaer, R. K. and Hesselholt, M.* (1979): Colic in the horse: A clinical and clinical chemical study of 42 cases. Nord. Vet. med. Tijdschrift 31 (Suppl. 1), 1-32.
- Tennant, B.* (1976): Intestinal obstruction in the horse: Some aspects of differential diagnosis in equine colic, Proc. 21st Ann. Con. Am. Ass. Equ. Pract., 426-439.

Anu Puotunen-Reinert
Tierklinik Hochmoor
Pionierweg 18
4423 Gescher-Hochmoor

Die Arbeit wurde finanziell unterstützt von der Fa. Farnos Group Ltd., Turku, Finnland.

Die statistischen Ergebnisse wurden mit freundlicher Hilfe von Pekka Kangas erarbeitet.