

(1985) Pferdeheilkunde 1, 95–98

# Die postnarkotische Hypoxämie und ihre Therapie beim Pferd

J. Duckert, U. Schatzmann und E. Ammann

Abteilung für Anästhesiologie (Prof. Dr. U. Schatzmann) der Klinik für Nutztiere und Pferde (Prof. Dr. H. Gerber) der Universität Bern

Viele bei der Allgemeinanästhesie des Pferdes auftretenden Probleme lassen sich direkt oder indirekt mit einem Sauerstoffmangel in den Geweben in Zusammenhang bringen. Während unter einer Inhalationsanästhesie der Sauerstoffpartialdruck im arteriellen Blut in den weitaus meisten Fällen durch Verabreichung hochprozentiger O<sub>2</sub>-Mischungen in physiologischen Grenzen gehalten werden kann, sind hypoxische Krisen immer dann unvermeidlich, wenn die Tiere vom Narkosegerät abgehängt werden und wieder Raumluft mit einem Anteil von ungefähr 20 Prozent Sauerstoff atmen (Hall, 1968, Garner et al., 1977, McDonnell, 1979). Der Partialdruck des Sauerstoffs im arteriellen Blut (PaO<sub>2</sub>) bewegt sich in der unmittelbar postoperativen Phase zwischen 50 und 70 mm Hg (Mitchell und Littlejohn, 1972) und erreicht physiologische Werte erst wieder, wenn die Pferde aufgestanden sind (Hall, 1968, de Moor et al., 1974). Zur Verhinderung dieser für das Pferd oft kritischen Situation wurde eine Verabreichung von reinem Sauerstoff in die Nüstern (Hall, 1968, de Moor et al., 1974) oder in die Trachea (Garner et al., 1977) empfohlen.

Über vergleichende Untersuchungen während der ganzen Aufwachphase wurde u. W. bis anhin nicht berichtet. Die vorliegende Arbeit hatte zum Ziel, die Auswirkungen einer Sauerstofftherapie bis zum Stehen abzuklären, und sollte auch Anhaltspunkte dafür liefern, ob eine Applikation in den Nasopharynx oder direkt in die Trachea zu erfolgen hat.

## Material und Methodik

Wir verwendeten für die Versuche drei Gruppen von Pferden. Es handelte sich dabei um Patienten unserer Klinik, die wegen chirurgischen Eingriffen, radiologischen oder szintigraphischen Untersuchungen anästhesiert wurden (Tabelle 1).

Alle Pferde wurden vor der Anästhesie 12–18 Stunden gefastet. Die sedative Prämedikation erfolgte 30 min vor der Einleitung mit einer Mischung von 10 mg/100 kg Propionylpromazin<sup>1</sup> und 5 mg/100 kg 1-Polamidon mit 0,25 mg/100 kg Fenpipramid<sup>2</sup>. Die Pferde wurden durch eine schnelle Infusion mit 10–12 g/100 kg Guaifenesin<sup>3</sup> mit dem kippbaren Operationstisch abgelegt, intubiert und an das Kreisatemsystem angeschlossen. Die Narkose erfolgte durch Halothan (0,8–1,2 Prozent) in einem Gemisch von

## Zusammenfassung:

Anhand von Messungen des arteriellen Sauerstoffdrucks während der Aufwachphase nach einer Inhalationsanästhesie konnte gezeigt werden, daß eine Zufuhr von Sauerstoff dringend notwendig ist. Die Hypoxämie kann durch Insufflation von 15 Litern O<sub>2</sub>/min in die Nüstern in den weitaus meisten Fällen verhindert werden. Die Oxygenation hat nach Möglichkeit solange zu erfolgen, bis die Pferde aufgestanden sind. Eine Verabfolgung des Sauerstoffs direkt in die unteren Luftwege bietet keine meßbaren Vorteile.

## The postanesthetic hypoxaemia and its therapy in the horse

Hypoxaemia after inhalation anaesthesia is a serious problem in the horse. Dangerously low oxygen levels could be related with difficulties during the recovery period. Unsuccessful attempts to stand up or excitations lead to a further decrease in oxygen pressure and have to be prevented. By insufflation of 15 l O<sub>2</sub>/min in the nostrils until the horse is on his feet hypoxaemia can be prevented in most cases. By direct application in the lower airways oxygenation cannot further be increased.

Sauerstoff und Lachgas in gleichen Teilen (Zufluß je 3 Liter pro Minute). Zur Entnahme von arteriellem Blut wurde die Arteria transversa faciei am liegenden Tier kanüliert<sup>4</sup>. Die Blutproben wurden immer doppelt in Wegwerfspritzen entnommen, deren Ansatz mit einer Heparinlösung gefüllt war. Verarbeitet wurde der arithmetische Mittelwert. Die Messungen erfolgten unmittelbar nach Entnahme im Blutgasanalysator<sup>5</sup> bei 37° C. Die Resultate wurden darauf nach der Körpertemperatur des Pferdes korrigiert (Siler et al., 1974).

Die Bestimmung der Partialdrücke von Sauerstoff und Kohlendioxyd erfolgten zu folgenden Zeiten:

- am Narkoseende
- fünf Minuten nach Abhängen des Tubus vom Narkosegerät
- alle zehn Minuten während der postoperativen Phase
- fünf Minuten nach Veränderung der Körperposition (Brustlage, Aufstehen)

Daneben wurde die Aufwachphase beobachtet sowie die Zeiten bis zum Aufstehen und das Verhalten protokolliert. Die Tiere der Gruppe 1 erwachten ohne zusätzliche Applikation von Sauerstoff. Den Pferden der Gruppe 2 wurden sofort nach Abhängen des Tubus vom Narkosegerät durch einen Schlauch 15 Liter Sauerstoff/min in den Tubus und nach Extubation in die Nüstern insuffliert. Den Tieren der Gruppe 3 wurde der Schlauch bis tief in die Trachea vorgeschoben. Die O<sub>2</sub>-Applikation erfolgte so lange wie möglich, das heißt über die Extubation hinaus bis in Sternallage und bei zwei Pferden bis zum Stehen.

Die statistische Auswertung der Resultate erfolgte mit dem Rangsummentest nach Wilcoxon. Er erlaubt die Aussage, ob die Werte von zwei unabhängigen Gruppen unterschiedlich sind.

<sup>1</sup> Combelen® Bayer

<sup>2</sup> Polamivet® Hoechst

<sup>3</sup> Myolaxin® Chassot

<sup>4</sup> Seldicath 3854.13, Plastimed F-95320 Saint-Leu-la-Fôret

<sup>5</sup> Corning 168

	n = Anzahl Pferde	Narkosedauer (± SD)	Körpergewicht (± SD)
Gruppe 1 ohne Verabreichung von Sauerstoff	10	66 (24)	537 (99)
Gruppe 2 Sauerstoff in den Nasopharynx	7	45 (21)	475 (66)
Gruppe 3 Sauerstoff in die Trachea	7	63 (37)	512 (91)

Tab. 1: Pferdmaterial

**Resultate**

**1. Ohne Sauerstoffapplikation**

Die durchschnittlichen, am Narkoseende gemessenen Drücke betragen 182 (SD 67) mm Hg. Sie sanken unter Raumlufatmung innerhalb von fünf Minuten auf einen durchschnittlichen Wert von 69 (SD 7) mm Hg ab (Abb. 1, Tab. 2). Der Unterschied ist statistisch hochsignifikant ( $p < 0,025$ ). Während der Liegeperiode veränderten sich die Werte kaum, sanken aber bei jedem Versuch, sich in Brustlage zu erheben weiter auf durchschnittlich 62 (SD 8) mm Hg ab (Unterschied statistisch gesichert [ $p < 0,025$ ]). Nach Erreichen der Brustlage wurden Durchschnittswerte von 71 (SD 9) mm Hg und nach dem Aufstehen 88 (SD 7) mm Hg registriert (Unterschied statistisch gesichert [ $p < 0,025$ ]).

**2. Mit Sauerstoffapplikation**

Die Sauerstoffdrücke der beiden Gruppen ( $O_2$  in Nasopharynx oder Trachea) erwiesen sich statistisch zu keiner Zeit während der Aufwachphase als verschieden. Sie lassen sich deshalb gemeinsam interpretieren.

Wie bei den Pferden ohne zusätzlichen Sauerstoff sanken die Partialdrücke nach Abhängen vom Narkosegerät signifikant ab (Tabelle 2). Sie bewegten sich aber, sofern die Pferde ruhig lagen, mit einer Ausnahme oberhalb der physiologischen Norm. Ein Vergleich mit den nicht oxygenierten Pferden der Gruppe 1 ergab einen hochsignifikanten Unterschied ( $p < 0,025$ ). Beim Versuch, sich in Brustlage zu

Tab. 2: Verlauf der Sauerstoffpartialdrücke ( $PaO_2$ ) während der Aufwachphase

	Narkose-ende	Seitenlage	Sternal-lage	stehend 5'	
Gruppe 1 ohne Sauerstoff	$\bar{x}$	182	69	71	88
	SD	67	7	9	7
	min.	125	58	57	81
	max.	327	78	81	101
Gruppe 2 $O_2$ in Nasopharynx	$\bar{x}$	242	174	134	95*
	SD	37	51	46	10
	min.	195	121	95	82
	max.	290	281	217	105
Gruppe 3 $O_2$ in Trachea	$\bar{x}$	186	146	144	98*
	SD	66	42	23	3
	min.	93	86	118	95
	max.	287	189	159	101

\* ohne Verabreichung von Sauerstoff

erheben, wurden jedoch bei drei von 14 Tieren Sauerstoffdrücke unter der Norm registriert (75, 73, 65 mm Hg). Nachdem die Brustlage erreicht war, lagen sämtliche Sauerstoffwerte über der Norm. Obwohl sich die nach dem Aufstehen registrierten Drücke dieser Gruppen im Vergleich zur Gruppe 1 als leicht höher erwiesen (Tabelle 2), waren sie in späteren Phasen nicht mehr verschieden. Bei zwei Pferden, die weiter Sauerstoff verabfolgt bekamen, ließen sich nach dem Aufstehen Sauerstoffdrücke zwischen 142 und 184 mm Hg messen.

**Verlauf der Kohlendioxyddrücke ( $PaCO_2$ )**

Die mittleren  $CO_2$ -Drücke sanken ohne Verabreichung von Sauerstoff in Seitenlage hochsignifikant ab ( $p < 0,025$ ) (Tabelle 3). Demgegenüber erwies sich die Abnahme bei Verabreichung des Sauerstoffs in den Nasopharynx nur als signifikant und bei Applikation in die Trachea als nicht signifikant. Ein Vergleich der  $CO_2$ -Werte zwischen den Gruppen mit und ohne Sauerstoff ergab einen hochsignifikanten Unterschied ( $p < 0,025$ ).

	Narkose-ende	Seitenlage	Sternal-lage	stehend 5'	
Gruppe 1 ohne Sauerstoff	$\bar{x}$	50,1	42,5	44,7	44,4
	SD	5,5	4,0	4,2	2,0
	min.	40	31,5	39,5	41,5
	max.	57	48,5	49	48,5
$O_2$ in Nasopharynx	$\bar{x}$	51,1	46,5	45,2	38,7
	SD	4,3	4,1	5,1	3,3
	min.	43	38	36	34
	max.	56,5	52	51	43
Gruppe 3 $O_2$ in Trachea	$\bar{x}$	48,3	47	44,8	40,3
	SD	6,0	3,9	2,3	3,7
	min.	39,5	42,5	42,5	37,5
	max.	59,5	54,5	48	44,5

Tab. 3: Verlauf der Kohlendioxyddrücke ( $PaCO_2$ ) während der Aufwachphase

**Klinische Beobachtungen**

Obwohl die Unterschiede zwischen den Gruppen während der Aufwachphase nicht sehr augenfällig erschienen, ließen sich doch einige Unterschiede objektivieren.

Das Aufstehen aus der Brustlage hat den nicht oxygenierten Pferden offensichtlich mehr Mühe bereitet, indem es vier von zehn Pferden erst nach mehrmaligen Versuchen gelang, auf die Beine zu kommen. Ein Pferd dieser Gruppe zeigte alle Anzeichen einer Myositis der Trizepsmuskulatur. Demgegenüber benötigten nur drei von 14 Tieren unter Sauerstoff mehr als einen Versuch. Einmal aufgestanden, erwiesen sich diese Tiere auch als standfester.

Die Dauer vom Narkoseende bis zum Stehen war in allen drei Gruppen gleich (Gruppe 1 43 min, Gruppe 2 44 min, Gruppe 3 45 min). Andere klinisch erhobene Befunde (Zittern, Aufregungen, Streckkrämpfe) ließen sich nicht in Zusammenhang mit der fehlenden postoperativen Oxygenation bringen.

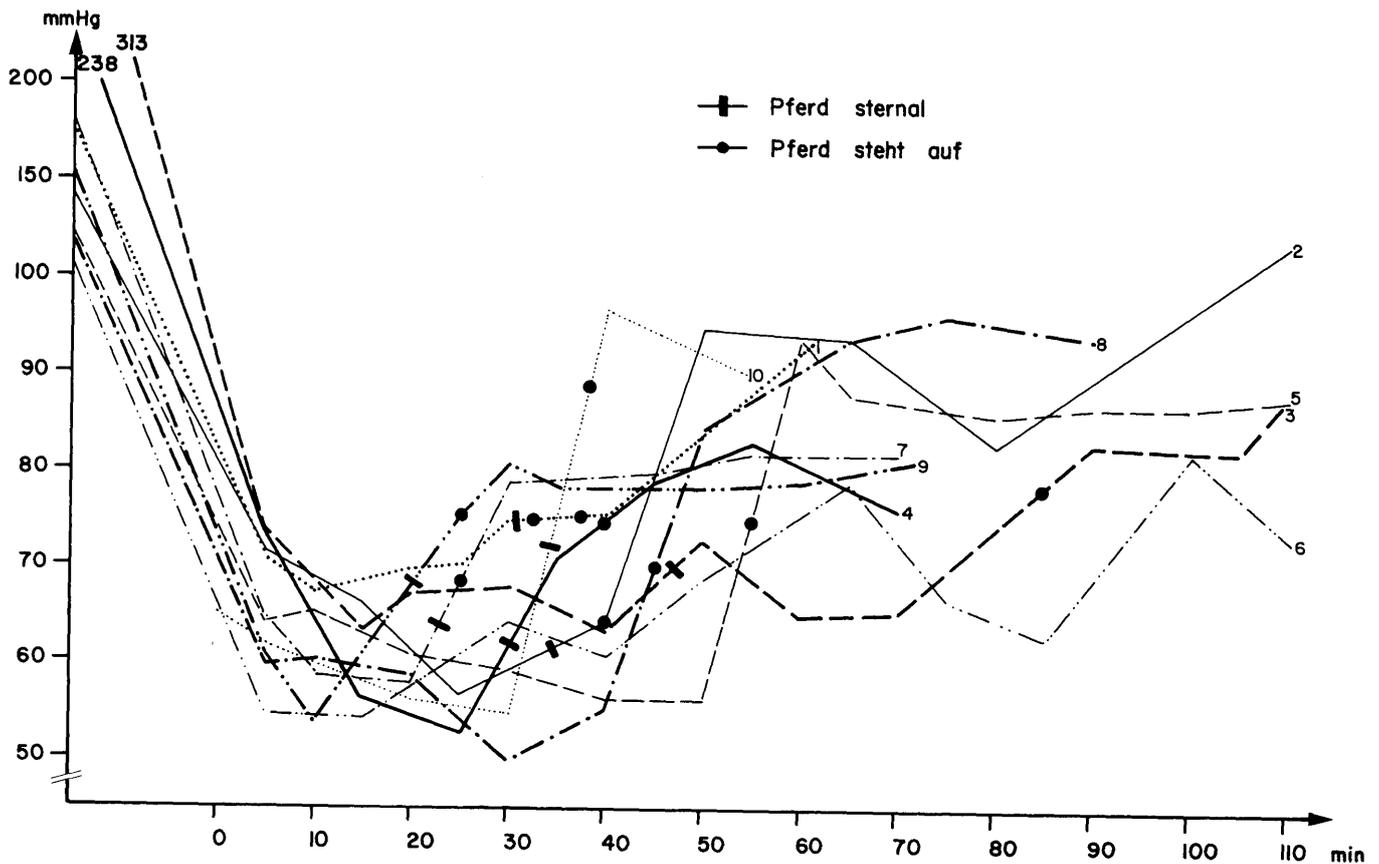


Abb. 1: Verlauf der Sauerstoffdrücke im arteriellen Blut bei zehn Pferden während der Aufwachphase ohne Verabreichung von Sauerstoff.

## Diskussion

Die Applikation von Sauerstoff während der postoperativen Phase ist nach den vorliegenden Resultaten zweifellos indiziert. Sie vermag die Entstehung einer Hypoxämie in den weitaus meisten Fällen zu verhindern und führt, wie die klinischen Beobachtungen gezeigt haben, auch zu einer problemloseren Aufwachphase. Ein Sauerstofffluß von 15 Litern pro Minute hat sich dabei bei nicht vorgeschädigten Pferden als adäquat erwiesen (*de Moor et al.*, 1974). Die ohne Sauerstoffapplikation während der Aufwachphase ermittelten Drücke zwischen 58 und 78 mm Hg können zu Problemen Anlaß geben, vor allem wenn die Sauerstoffaufnahme bereits während der Anästhesie ungenügend war. So hat auch gerade jenes Pferd eine Myositis entwickelt, das die tiefsten Drücke aufwies. Ein Zusammenhang zwischen dem Auftreten dieser Erkrankung und einem lokalen Sauerstoffmangel kann deshalb nicht von der Hand gewiesen werden. Die Messungen haben auch gezeigt, daß bereits der Versuch, sich in Brustlage aufzurichten, von einem weiteren Absinken der arteriellen Sauerstoffspannung gefolgt ist. Es ist deshalb zu fordern, daß die Aufwachphase so ruhig wie möglich verläuft und daß Exzitationen in dieser Phase durch zusätzliche Sedation zu verhindern sind. Die Verabreichung von Sauerstoff sollte, wenn möglich, auch in Brustlage weitergeführt werden, was aber nicht selten mit technischen Problemen verbunden ist (Herausrutschen des

Schlauches). Eine Weiterführung, bis das Pferd steht, kann in einzelnen Problemfällen wünschenswert sein, ist aber nicht immer durchführbar und nach den vorliegenden Resultaten auch nicht absolut indiziert.

Die Zuführung von Sauerstoff direkt in die Trachea hat nach unseren Untersuchungen keine Vorteile erbracht und scheint demnach beim Routinepatienten auch nicht notwendig. Beim Risikopatienten (Pferde im Schockzustand) kann jedoch diese Applikationsform von Vorteil sein, vor allem, wenn der Sauerstoff durch eine Kanüle transtracheal über längere Zeit verabfolgt werden kann (*Garner et al.*, 1977). Die Registrierung der Kohlendioxid drücke in der postoperativen Phase hat gezeigt, daß die Ventilation der nicht oxygenierten Pferde statistisch signifikant höher war. Somit scheint der Sauerstoffmangel bei dieser Gruppe bereits zu einer Stimulation der Atmung geführt zu haben. Die gleichen Beobachtungen wurden auch in früheren Untersuchungen während der Anästhesie unter Raumluftatmung festgehalten (*Schatzmann und Kuffer*, 1982).

Trotz allen positiven Aspekten der Sauerstofftherapie darf ihr Wert nicht überbewertet werden. Der Sättigungsgrad ( $\text{PaO}_2$ ) des arteriellen Blutes beträgt bei einem Partialdruck von 60 mm Hg immer noch ungefähr 90 Prozent und wird nur in Ausnahmefällen zu klinisch relevanten Störungen führen. So lassen sich auch Injektionsanästhesien von kürzerer Dauer beim gesunden Pferd unter Raumluftatmung ohne allzu großes Risiko durchführen. Es muß auch er-

wähnt werden, daß die auslösenden Ursachen der Hypoxie, nämlich Ventilations-/Perfusionsstörungen, hervorgerufen durch das große Gewicht der Pferde, bis anhin nicht beeinflussbar sind.

### Literatur

- McDonnell, W. N., Hall, L. W., Jeffcott, L. B. (1979): Radiographic evidence of impaired pulmonary function in laterally recumbent anaesthetised horses. *Eq. vet. J.* 11, 24–32.
- Garner, H. E., Moore, J. N., Amend, J. F., Johnson, J. H., Tritschler, L. G. (1977): Postoperative management of hypoxia in the equine abdominal crisis. *Proc. Amer. Ass. eq. Pract.* 23, 177–191.
- Mitchell, B., Littlejohn, A. (1972): Influence of anaesthesia and posture on arterial O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> tensions, alveolar deadspace, and pulse rate in the horse. *Proc. assoc. vet. anaesth.* 3, 61–74.

de Moor, A., Desmet P., Vershooten, F. (1974): Influence of change of body position on arterial oxygenation and acid-base status in the horse in lateral recumbency anaesthetised with halothane, and efficiency of post anaesthetic O<sub>2</sub>-administration. *Zbl. VetMed. A* 21, 525–531.

Schatzmann, U., Kuffer, A. (1982): The respiration of the horse under different anaesthetic medications. *Proc. I. Internat. Congr. Vet. Anaesthesia Cambridge.*

Siler, J. N., Rosenberg, H., Mull, T. D., Kaplan, J. A., Bardin, H., Marshall, B. E. (1974): Hypoxia after upper abdominal surgery. *Ann. Surg.* 179, 149–155.

Prof. Dr. Urs Schatzmann  
Klinik für Nutztiere und Pferde  
Universität Bern  
Länggassstraße 124  
CH-3012 Bern