

Zur Wirkung von Adrenalin auf die Milzgröße beim Pferd

Monica Venner, B. Furkert-Korsa und E. Deegen

Klinik für Pferde der Tierärztliche Hochschule Hannover

Zusammenfassung

Als Behandlung der Verlagerung der linken Großkolonlagen über das Milzierenband beim Pferd (*Hernia spatii renolienalis*) wird von einigen Autoren Adrenalin zusätzlich zu einer konservativen Behandlung oder zur Wälztherapie verabreicht. Mit der Applikation von Adrenalin wird eine Verkleinerung der Milz beabsichtigt, die die Reposition des Kolons begünstigen soll. Das Adrenalin wird entweder intravenös im Tropf, intravenös als Bolus (1, 3) oder transcutan intralialial (2) verabreicht.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, bei unterschiedlicher Applikation den Einfluss von Adrenalin auf die Milzgröße und die Nebenwirkungen zu dokumentieren. Die Untersuchung erfolgte an fünf klinisch gesunden Pferden. Bei jedem dieser Pferde wurde das Adrenalin (Epinephrin) im Abstand von jeweils zwei Tagen intravenös im Bolus (4 µg/kg in 18ml NaCl), intravenös im Tropf (1 µg/kg/min. über 5 Minuten) und intralialial (4 mg/kg in 18ml NaCl) appliziert.

Es wurde während des gesamten Verlaufes jeder Untersuchung eine EKG-Kontrolle durchgeführt. Blutproben wurden regelmäßig (jede 30 sec über 5 min. und dann im Minutenabstand) entnommen. Es wurde ein Blutbild erstellt. Die Nebenwirkungen (Schwitzen und Unruhe) wurden schriftlich dokumentiert.

Die Größe der Milz wurde mittels transkutaner Sonographie gemessen. Es wurden die Länge und die Dicke der Milz berücksichtigt. Diese Messungen erfolgten vor der Gabe von Adrenalin und anschließend alle 5 Minuten bis 25 Minuten nach Ende der Verabreichung.

Nebenwirkungen konnten bei allen drei Verabreichungsformen beobachtet werden. Bei der intralialialen Adrenalingabe wurde nur bei einem Pferd eine Erhöhung der Herzfrequenz auf 80/min beobachtet. Weitere Nebenwirkungen traten dabei nicht auf. Die Bolus-Gabe bewirkte bei allen Pferden über 2 bis 3 min. eine totale Herzarrhythmie mit Ventrikelextrasystolen. Die Adrenalin-Tropf-Infusion führte zu einer mäßigen Tachykardie über die Dauer des Tropfes (bis zu 72/min). Bei beiden intravenösen Applikationen schwitzten die Pferde.

Bei der Ultraschall-Untersuchung ergaben sich die aussagefähigsten Werte für die Milzgröße bei der Messung der Milzlänge (von kaudodorsal nach kranioventral). Dieser Wert wurde bei der intralialialen Adrenalingabe nicht verändert. Nach der Bolus-Gabe wurde die Milzlänge auf 68% ihres Ausgangswertes reduziert und hatte 25 min. nach Verabreichung des Bolus die ursprüngliche Länge wieder erreicht. Der Adrenalintropf bewirkte eine Reduktion der Milzlänge auf 52% des Ausgangswertes und die Milzkontraktion dauerte länger an als bei der Bolusverabreichung. Durch diese Studie wurde gezeigt, dass die intravenöse Adrenalin-Tropf-Infusion eine messbare Milzkontraktion verursacht, die mit vertretbaren Nebenwirkungen wie Tachykardie und Schwitzen einhergeht. Für den therapeutischen Einsatz kann also nur die intravenöse Tropfinfusion empfohlen werden.

Schlüsselwörter: Pferd, Adrenalin, Milzdimensionen

Influence of different epinephrin applications on the dimensions of the spleen in the horse

Various authors describe the positive effect of epinephrin in the treatment of nephrosplenic entrapment in the horse showing colic. Epinephrin was administered alone or simultaneously with a conservative treatment. After administration of epinephrin the spleen contracts and, so reduced, enables the colon to regain its physiological position. Epinephrin can be administered intravenously as a bolus, as an infusion or injected into the spleen.

The aim of this study was to investigate the effect that administration of epinephrin has on the size of the spleen, and to note the ensuing side effects. Five horses were included in this study.

Every second day epinephrin (Epinephrin) was administered (1) as a Bolus (4 mg/kg in 18 ml of saline), (2) intravenously as an infusion (1 mg/kg/min. during 5 min.) and (3) directly into the spleen (4 mg/kg in 18 ml of saline).

An ECG was made during the entire time of each test. Blood samples were taken at regular intervals (every 30 seconds for 5 minutes, then every minute); blood counts were made; side-effects (perspiring, restlessness) were recorded.

The size of the spleen was measured by help of sonography. Length and thickness of the spleen were measured. The measurements were made before administration of epinephrin and thereafter every 5 minutes for 25 minutes.

Side-effects occurred with all three administrations used. The intralialial injection of epinephrin induced a moderate tachykardie in one of the five horses. The epinephrin bolus induced a total heart arrhythmia lasting 2 to 3 minutes in all horses. Infusion of epinephrin caused a moderate tachycardia (72/min.). Both intravenous administrations caused the horses to perspire. Sonography enabled the quick and accurate measurement of the length of the spleen. The thickness of the spleen did not vary in a consistent way so that the length of the spleen was selected to evaluate its size. After intralialial injection of after the bolus of epinephrin was injected, the spleen reduced to 68% of its original length and reached its original length 25 minutes later. Infusion of epinephrin reduced the spleen to 52% of its original length. Using this method the contraction of the spleen lasted longer than after administering the bolus.

This study demonstrates that infusion of epinephrin induces a significant reduction in the length of the spleen. The side-effects with this administration are moderate. Therefore, only infusion of epinephrin can be recommended for therapeutical purposes in cases of nephrosplenic entrapment.

Keywords: horse, epinephrin, spleen dimensions

Einleitung

Als Behandlung der Verlagerung des Kolons über das Milznierenband beim Pferd (*Hernia spatii renolienalis*) wird von einigen Autoren Adrenalin zusätzlich zu einer konservativen Behandlung oder zur Wälztherapie verabreicht (Kalsbeek, 1989). Mit der Applikation von Adrenalin wird eine Verkleinerung der Milz beabsichtigt, die die Reposition des Kolons begünstigen soll. Das Adrenalin wird entweder intravenös im Tropf, intravenös als Bolus (Hardy et al., 1994; White, 1998) oder transkutan intralial (v. Plocki und Hülsey, 1998) verabreicht.

Adrenalin (Syn. Epinephrin, Suprarenin®) ist ein Sympathomimetikum mit sowohl α - als auch β -adrenoagonistischer Wirkung (Bentz, 1982; Frey und Loscher, 1994). Die Wirkung vom Adrenalin ist dosisabhängig. In hoher Dosierung (höher als 1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ i. v.) werden überwiegend die α -Rezeptoren stimuliert. So bewirkt es hauptsächlich eine Mydriasis, eine starke Konstriktion der Arteriolen der Splanchnikus-versorgten Organe, der Arteriolen der Niere, der Arteriolen der Haut, eine Kontraktion der Schließmuskeln sowie des Uterus und der Milz. Das Herz wird in niedriger und in hoher Dosierung durch Wirkung auf die β_1 -Rezeptoren stimuliert. Dabei kommt es zu einer gesteigerten Kontraktilität und erhöhten Herzfrequenz (Bentz, 1982).

Beim Pferd ist ebenfalls bekannt, dass das Vorkommen von Muskeltremor und das Schwitzen nach Verabreichung von Adrenalin möglich sind (Snow, 1977; Snow, 1979).

Alle Wirkungen von Adrenalin halten aufgrund seines schnellen enzymatischen Abbaus nur kurz an (Löscher, 1994).

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, bei unterschiedlicher Applikation den Einfluss von Adrenalin auf die Milzgröße und die Nebenwirkungen beim Pferd zu dokumentieren.

Material und Methoden

Die Untersuchung wurde an fünf klinisch gesunden erwachsenen Warmblutpferden (genehmigter Tierversuch: 509i-42502-98/99) durchgeführt. Bei jedem dieser Pferde wurde das Adrenalin im Abstand von jeweils zwei Tagen intravenös im Bolus (4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ in 18 ml NaCl), intravenös im Tropf (1 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ über 5 Minuten) und intralial (4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ in 18 ml NaCl) appliziert. Zur Durchführung der intralialen Adrenalinalgabe wurde mittels transkutaner Sonographie der Injektionsort bestimmt, eine subkutane und intramuskuläre Lokalanästhesie (4 ml Xylocain 2%) gesetzt und anschließend das Adrenalin gespritzt (4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ in 18 ml NaCl). Nach der intralialen Verabreichung wurde der Injektionsbereich in der Milz mittels transkutaner Sonographie überprüft.

Es wurde während des gesamten Verlaufes jeder Untersuchung eine EKG-Kontrolle durchgeführt. Dazu wurde der Sender (Elmed, ETM, Augsburg) und die Elektroden für das Tele-EKG den Pferden mit Hilfe eines flexiblen Brustgurtes angelegt. Während der gesamten Untersuchung wurde das EKG vom Empfängergerät (Elmed, ETM 2000, Augsburg) aufgezeichnet und ausgedruckt. Parallel dazu wurde die Herzfrequenz im Minutenabstand aufgeschrieben.

Mit Hilfe eines Blutstatus wurden Veränderungen am roten Blutbild überprüft. Blutproben wurden regelmäßig (alle 30 Sekunden über 5 Minuten und dann im Minutenabstand über weitere 5 Minuten) von einer zuvor gelegten Braunüle entnommen. Es wurde dabei der Hämatokrit, die Erythrozytenzahl, das Hämoglobin sowie Gesamteiweiß und Leukozytenzahl ermittelt. Die Nebenwirkungen (Schwitzen und Unruhe) wurden bei jedem Pferd für jede Verabreichungsform schriftlich dokumentiert.

Zur Ermittlung der Parameter der Milzgröße wurde die linke Bauchseite rasiert und die Haut entfettet und mit Gleitgel eingerieben. Für die Ultraschalluntersuchung wurde das Gerät „Vingmed 600 E“ der Firma Disonics Sonotron (Garching) mit dem 3,5 MHz Sektorschallkopf eingesetzt. Es wurden die Länge und die Dicke der Milz an drei Punkten bestimmt. Die Länge der Milz wurde von kaudodorsal (kaudal der linken Niere) bis kranioventral gemessen. Es wurde jeweils die äußerste Milzgrenze gesucht und der Abstand der zwei Punkte wurde mit einem Bandmaß gemessen. Da die Milz bei jedem Pferd etwas unterschiedlich in der Bauchhöhle liegt, musste bei der ersten Längemessung bei jedem Pferd die weiteste Ausdehnung gesucht werden.

Die Dicke der Milz wurde zu jedem gegebenen Zeitpunkt an drei Punkten (A, B, C) auf der Mittellinie der Milz gemessen (siehe Abb. 1). Die Messungen erfolgten vor der Verabreichung des Adrenalins, 60 Sekunden nach Verabreichung, fünf Minuten nach Verabreichung und dann im Fünfminutenabstand bis 25 Minuten nach der Adrenalininjektion.



Abb. 1: Pferd mit Ultraschallgrenze der Milz vor Adrenalinbehandlung. Pfeil: Milzlänge

- A: Lokalisation der Dicke-Messung des dorsalen Drittel der Milz
- B: Lokalisation der Dicke-Messung der Mitte der Milz
- C: Lokalisation der Dicke-Messung des ventralen Drittel der Milz

Setting of the horse with the marks of the spleen bevoor injection of adrenalin. Arrow: length of the spleen

A, B, C: Areas where the thickness of the spleen was measured

Zur statistischen Auswertung der Daten wurde eine zweifaktorielle Varianzanalyse mit wiederholten Messungen verwendet. Es wurde anschließend für jeden Parameter (Herzfrequenz, Hämatokrit, Milzlänge) und für jeden Zeitpunkt der Unterschied der Ergebnisse jeder Verabreichungsform mittels eines t-Tests geprüft.

Ergebnisse

Bei allen drei Verabreichungsformen konnten Nebenwirkungen beobachtet werden.

Bei der intralinalen Adrenalingabe konnte lediglich bei einem Pferd eine Erhöhung der Herzfrequenz auf 80/min gemessen werden (siehe Abb.2). Bei allen anderen konnten keine Herz-Kreislauf Veränderungen festgestellt werden. Andere unerwünschte Wirkungen wurden nicht ermittelt.

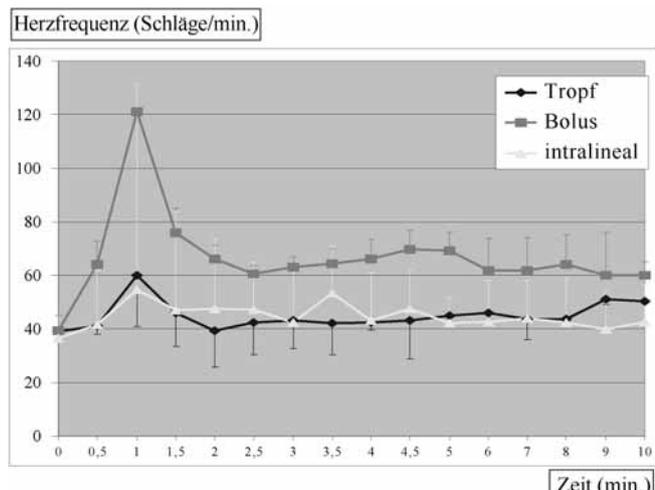


Abb.2: Einfluß von drei Verabreichungsformen von Adrenalin auf die Herzfrequenz. (Mittelwert und Standardabweichung von fünf Pferden)

Influence of three adrenalin administrations on the heart frequency (mean value and standard deviation)

Die i. v. Bolus-Gabe bewirkte bei allen Pferden über ca. 60 sec. (bei einem Pferd über 90 sec.) eine totale Herzarrhythmie mit Ventrikelextrastysolen und AV-Blocks zweiten Grades.

Die Adrenalin-Tropf-Infusion führte zu einer mäßigen Tachykardie über die Dauer des Tropfes (bis zu 72/min). Bei beiden intravenösen Applikationen schwitzten die Pferde, wobei die Bolusapplikation ein ausgeprägteres Schwitzen und stärkere Unruhe verursachte als die Tropf-Infusion.

Die intravenöse Adrenalingabe führte zu einem Anstieg der Erythrozytenzahl, des Hämoglobins und des Hämatokritwertes. Die Intensität dieses Anstieges hing von der Applikationsart ab. Dagegen führte die intralinalen Applikation zu keiner Veränderung des roten Blutbildes.

Bei der Adrenalin-Bolus-Gabe stieg der Hämatokritwert von $\bar{x} = 36$ auf $\bar{x} = 53$ bereits 30 sec. nach Verabreichung und blieb bis 10 Minuten nach Beginn der Infusion über $\bar{x} = 50$. Nach der Bolus-Gabe blieb der Hämatokrit über 60 sec. stabil ($\bar{x} = 36$) und stieg dann progressiv an. 2,5 min. nach Injektion des Adrenalinbolus stieg der Hämatokrit auf $\bar{x} = 53$ an. Bis 8 min. nach Bolus-Gabe blieb der Hämatokrit um $\bar{x} = 50$ und fiel dann stufenweise ab (siehe Abb.3).

Eine zweifaktorielle Varianzanalyse wurde über die drei ersten Minuten der Untersuchung durchgeführt, um den Einfluss der verschiedenen Applikationsarten auf den Hämatokrit zu prüfen. Da der Einfluss bestätigt wurde, konnte der Unterschied der Hämatokrit-Werte von zwei Adrenalin-Gaben zu jedem Zeitpunkt mittels eines gepaarten t-Tests auf Signifikanz geprüft wer-

den. Dabei besteht ein signifikanter Unterschied im Hämatokrit-Wert in den drei ersten Minuten der Untersuchung zwischen Adrenalin-Bolus-Gabe und Tropf-Infusion sowie zwischen Bolus-Gabe und intralinaler Applikation ($p < 0,01$).

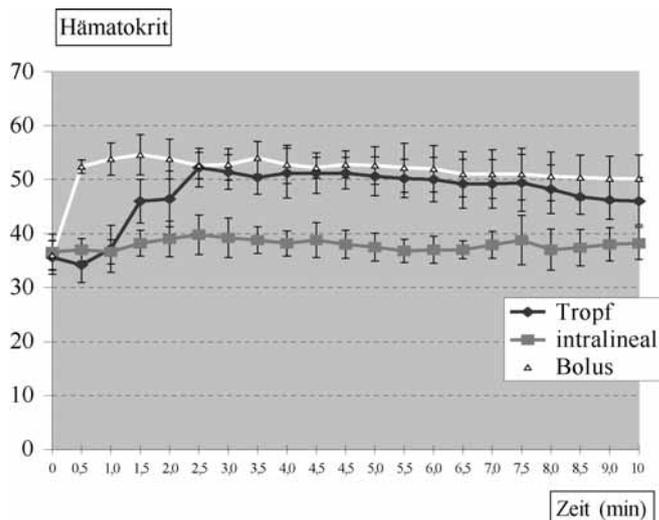


Abb. 3: Hämatokrit (Mittelwerte und Standardabweichung) bei den Pferden nach Adrenalingabe

Mean value and standard deviation of the hematocrit of horses after Adrenalin injection

Bei der Ultraschall-Untersuchung ergaben sich die aussagefähigsten Werte für die Milzgröße bei der Messung der Milzlänge (von kaudodorsal nach kranioventral). Die Ermittlung der Milzdicke an drei Punkten ergab eine erhebliche Streuung. Dies zeigt, dass sich die Milzmorphologie in der Kontraktionsphase sehr individuell inhomogen verändert. Eine Aussage über eine Veränderung der Milzdicke ergab sich somit nicht. Dagegen ist die Milzlänge, die ebenfalls relativ einfach zu messen ist, ein anwendbarer Parameter, um die Milzkontraktion zu erfassen.

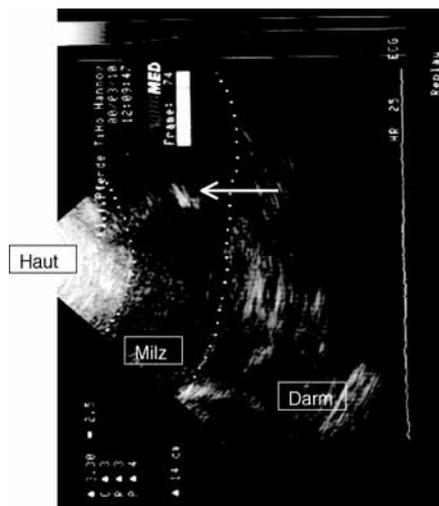


Abb. 4: Ultraschallbild der Milz nach intralinaler Adrenalin-Applikation

Pfeil: Hyperechoic Zone als Folge der Adrenalin-Injektion
Gepunktete Linie: Milzkontur

*Sonography of the spleen after injection of adrenalin in the spleen
Arrow: Hyperechoic area of the spot of injection
Dotted line: periphery of the spleen*

Da jedes Pferd eine individuelle Milzgröße hat, musste für die Ermittlung der Milzgröße eine prozentuale Berechnung erfolgen. Die Milzlänge wurde bei der intralialen Adrenalingabe nicht signifikant verändert. Wie bereits erwähnt wurde bei jedem Pferd die intraliale Adrenalin-Injektion sonographisch überprüft und bestätigt. Das Adrenalin stellte sich als ein hyperechogener Bereich in dem sonst homogen grauen Milzparenchym dar (siehe Abb. 4). Es konnte somit Sicherheit über die intraliale Adrenalin-Applikation erreicht werden.

Dagegen wurde die Milzlänge nach der i.v.-Bolus-Gabe 5 min. lang auf 68% ihres Ausgangswertes reduziert und hatte 25 min. nach Verabreichung des i.v.-Bolus die ursprüngliche Länge wieder erreicht (siehe Abb. 5).

Der Adrenalin-Tropf bewirkte 5 min. nach Beginn der Tropfinfusion eine Reduktion der Milzlänge auf 52% des Ausgangswertes und die Milzkontraktion dauerte länger an als bei der Bolusverabreichung. (siehe Abb. 5).

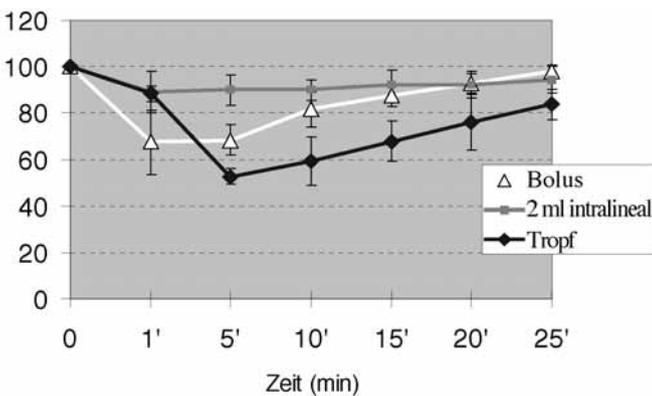


Abb. 5: Milzlänge in % vom Ausgangswert (Mittelwerte und Standardabweichungen)

Length of the spleen in % of the original length (mean value and standard deviation)

Diese Größenveränderungen durch die drei Verabreichungsformen sind über die ersten 10 Minuten nach Verabreichung des Adrenalins durch die zweifaktorielle Varianzanalyse bestätigt worden. Der gepaarte t-Test zur Prüfung der Unterschiede der Milzlänge für jede Verabreichungsform und zu jedem Zeitpunkt zeigt, dass es einen signifikanten ($p < 0,01$) Unterschied gibt zwischen der Adrenalin-Tropf-Infusion und der intralialen Applikation und zwischen der Bolus-Gabe und der intralialen Applikation.

Diskussion

In der vorliegenden Studie wurde die Wirkung von verschiedenen Verabreichungsformen von Adrenalin auf die Milzgröße, auf die Werte des roten Blutbildes und auf einige Kreislaufparameter bei fünf Pferden dokumentiert.

Bereits bekannt ist beim Pferd die Wirkung von Phenylephrin als Tropf-Infusion auf die Hämodynamik und die Milzfläche (Hardy et al. 1994). Adrenalin und Phenylephrin sind beide Adrenozeptor-Agonisten, die sich dadurch unterscheiden, dass Phenylephrin eine reine α -Rezeptoren Selektivität (überwiegend α_1 -Rezeptoren) zeigt (Adams, 1977). Phenylephrin kennzeichnet

sich somit durch eine starke Vasokonstriktion. Adrenalin dagegen besitzt eine etwa äquivalente α - und β -Rezeptoren Selektivität. Die Stimulierung der β_1 -Rezeptoren durch Adrenalin führt zu einer nur milden Steigerung der Herzfrequenz (Snow, 1979). In höheren Dosen (ab 1 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$) wird die α_1 -Wirkung deutlicher und der arterielle Mitteldruck steigt. Diese vasokonstriktorische Wirkung von Adrenalin ist stärker als die von Phenylephrin (Forth et al., 1992). Adrenalin zeigt zusätzlich durch die β -Wirkung eine starke Dilatation der Bronchien und der Arteriolen der Muskulatur (Bentz, 1982). Im Hinblick auf die Behandlung von Kolikpatienten mit einer Hernia spatii renolienalis wurden in der hier vorgestellten Studie diese β -Wirkungen ebenfalls in der Auswahl des vasokonstriktorischen Präparates berücksichtigt. Eine Bronchodilatation ist erstrebenswert, da bei der Behandlung dieser Kolikursache Neostigmin eingesetzt wird, das zum Bronchospasmus führen kann (Löscher, 1994; Hipp und Hipp, 1996). Weiter ist bekannt, dass Kolikpatienten häufig durch den Schock eine verminderte Blutversorgung der Muskulatur haben (Johnstone und Crane, 1986; Deegen und Otto, 1988; Andrews et al., 1990). Somit erscheint der Einsatz von Adrenalin vorteilhaft.

Die Verabreichungsformen (i. v.-Bolus und Tropf-Infusion) und die Dosierung wurden aus der Literatur abgeleitet (Forth et al., 1992; Snow, 1979; Löscher, 1994) und von einer in der Praxis eingesetzten intralientalen Injektion inspiriert (v.Plocki und Hülsey, 1998). Es wurde in der vorliegenden Studie die selbe Dosis, die auch in der Notfallmedizin empfohlen wird (Forth, 1992; Löscher, 1994), für die i. v.-Bolus- und die intralientale Verabreichung gewählt (4 $\mu\text{g}/\text{kg}$) und die in der Literatur übliche Dosis für die Tropf-Infusion (Snow, 1979; Forth et al., 1992). Die Milzkontraktion wurde in dieser Studie mit Hilfe der transkutanen Sonographie anhand der Veränderung der Milzlänge festgestellt. Nur so konnte eine wiederholte Messung in kurzen Abständen erfolgen. Die mit der selben Methode ermittelte Dikemessung brachte dagegen keine verwertbaren Ergebnisse. Die Pferde der vorliegenden Studie hatten vor der Adrenalininjektion normale Herzkreislaufparameter. Die intravenöse Bolus-Applikation verursachte bei allen deutliches Schwitzen und Herzrhythmusstörungen. Diese Ergebnisse stimmen überein mit der Beschreibung von Muskelzittern und ausgeprägtem Schwitzen nach Adrenalingabe von Snow (1977, 1979).

Die Adrenalin-Tropf-Infusion führte dagegen nur zu geringen Nebenwirkungen (mildes Schwitzen und leichte Tachykardie). Die erwartete Milzkontraktion trat bei beiden Arten der intravenösen Adrenalingabe auf. In der vorliegenden Studie ist die Milzverkleinerung signifikant deutlicher bei der Adrenalin-Tropf-Infusion und bei der Bolus-Gabe im Vergleich zur intralientalen Applikation. Hardy et al. (1994) untersuchten bei der vergleichbaren Phenylephrin-Tropf-Infusion drei Konzentrationen (1, 3 und 6 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$) und konnten eine dosisabhängige Verkleinerung der Milz beobachten (Verkleinerung der Milzfläche um 27 bzw. um 82%). Die intralientale Adrenalingabe führt zu keiner Milzverkleinerung. Es ist anzunehmen, dass es sofort nach der Injektion zu einer lokalen Vasokonstriktion kam, die die Verteilung und somit die systemische Wirkung von Adrenalin verhinderte.

Durch diese Studie wurde gezeigt, dass die intravenöse Adrenalin-Tropf-Infusion eine messbare Milzkontraktion verursacht,

die mit vertretbaren Nebenwirkungen wie Tachykardie und Schwitzen einhergeht. Somit kann dieses Verfahren als begleitende Therapie bei Verlagerung der linken Kolonlagen über das Milznierenband empfohlen werden. Die beiden anderen Applikationsformen sind dagegen entweder wegen zu starker Nebenwirkungen (i.v.-Bolus-Gabe) oder fehlender Milzverkleinerung (intralientale Injektion) nicht für die Koliktherapie angebracht.

Literatur

- Adams H. R. (1977): In Veterinary Pharmacology and Therapeutics. Ed L. M. Jones, N. Booth und L. McDonald. 4. Aufl. Iowa State University Press, Ames
- Andrews F. M., R. L. Hamlin and P. S. Stalnaker (1990): Blood viscosity in horses with colic. J. Vet. Int. Med., 4, 183–186
- Bentz H. (1982): Sympathikomimetika. In: Veterinärmedizinische Pharmakologie. VEB G. Fischer Vlg. Jena. 172–179.
- Deegen E. und B. Otto (1988): Laboruntersuchungen bei der Kolik des Pferdes. Prakt. Tierarzt. 69, 22–26
- Hardy J., Bednarski R. M. and Biller D. S. (1994): Effect of phenylephrin on hemodynamics and splenic dimensions in horses. Am. J. Vet. Res., 55, 1570–1577.
- Hipp R. und K. P. Hipp (1995): Zum Einsatz von Neostigmin beim Meteorismus des Pferdes. Pferdeheilk., 11, 325–330
- Johnstone I. B. and S. Crane (1986): Hemostatic abnormalities in equine colic. Am. J. Vet. Res., 47, 356–358
- Kalsbeek H. C. (1989): Further experience with non-surgical correction of nephrosplenic entrapment of the left colon in the horse. Eq. Vet. J., 21, 442–443.
- Löscher W. (1994): Pharmaka mit Wirkung auf das autonome (vegetative) Nervensystem. In: Grundlagen der Pharmakotherapie bei Haus- und Nutztieren. Hrsg: Löscher W., Ungemach F. R. and Kroker R., 2. Aufl., Paul Parey Vlg., 39–52.
- Löscher W. (1996): Direkt wirksame Sympathomimetika mit vorwiegender Wirkung auf α -Adrenorezeptoren. In: Lehrbuch der Pharmakologie und Toxikologie für die Veterinärmedizin. Hrsg: H.-H. Frey und W. Löscher. Ferdinand Enke Vlg. 108–111
- Palm D. und D. Hellenbrecht. (1992): Pharmakologie noradrenerger und adrenerger Systeme. in: Pharmakologie und Toxikologie. Hrsg: Forth W., D. Henschler, W. Rummel und K. Starke. 6. Aufl., Wissenschaftsverlag, Mannheim. 152–165
- von Plocki K. A. und Hülsey A. W. (1998): Medikamentöse Milzkontraktion bei Verlagerung des Colon ascendens in das Spatium renolienale. 15. Arbeitstagung der DVG Fachgruppe Pferdekrankheiten, Wiesbaden 19–20 März 1998, 277–281.
- Snow D. H. (1977): Identification of receptor involved in mediated sweating in the horse. Res. Vet. Sci., 23, 246–247.
- Snow D. H. (1979): Metabolic and physiological effects of adrenoceptor agonists and antagonists in the horse. Res. Vet. Sci., 27, 372–378.
- White N. A. (1997): Therapeutic applications for colics. Congress of Equine Medicine and surgery. Geneva, 81–86

Dr. Monica Venner

Klinik für Pferde
Tierärztliche Hochschule Hannover
Bischofsholer Damm 15
30173 Hannover
monica.venner@tiho-hannover.de