

Direkter intraluminaler Wundverschluss artifizierender Rektumperforationen vierten Grades am Präparat

Stephan Leser und Hartmut Gerhards

Klinik für Pferde der Ludwig-Maximilians-Universität München

Zusammenfassung

Iatrogene Rektumläsionen sind selten auftretende und bei Läsionen dritten und vierten Grades meist tödlich verlaufende, gefürchtete Komplikationen transrektaler Untersuchungen bei Pferden. Empfehlungen zur Vorgehensweise bei der Versorgung von höhergradigen Rektumläsionen variieren stark und stützen sich bisher auf Fallberichte, kleine Fallserien und wenige experimentelle Untersuchungen. Da die Kotkontamination der Becken- und Bauchhöhle die Überlebenschance des verletzten Pferdes entscheidend verschlechtert, steht die Forderung nach möglichst umgehender Versorgung einer Rektumläsion ganz im Vordergrund der Behandlungsempfehlungen. Hierfür wurde die direkte transrektale Allschichtennaht der lädierten Rektumwand mittels speziell für diese Naht modifizierter Deschampsnadel vorgeschlagen und in einigen Fällen erfolgreich angewandt. Dabei muss die chirurgisch äußerst schwierig anzulegende intraluminale Naht der Rektumwand blind erfolgen und dennoch den auch an andere Darmnähte gestellten Forderungen entsprechen. Das heißt sie muss postoperativ absolute Dichtigkeit aufweisen, hohem Druck widerstehen können und eine hohe Durchgängigkeit gewährleisten. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung sollte der Frage nachgegangen werden, ob und inwieweit eine derartige Operation als praxistauglich angesehen werden kann. Zweiundzwanzig unmittelbar post mortem entnommene Rektum- und Kleinkolonpräparate von Pferden unterschiedlichen Alters, Geschlechts und Rasse wurden in ein Phantom in anatomisch korrekter Lage eingespannt. Anschließend wurde eine iatrogene Rektumläsion simuliert, indem eine von intraluminal nach extraluminal perforierende Läsion vierten Grades von 7,5 cm Länge an der in der Literatur am häufigsten beschriebenen Stelle (dorsolaterales Rektumdach, intraperitoneal) angelegt wurde. Danach wurde versucht, die Läsion mittels intraluminal ausgeführter Allschichtennaht unter Zuhilfenahme einer für diesen Zweck modifizierten, extralangen extraluminal betätigten Deschampsnadel und geflochtenem absorbierbarem Nahtmaterial der Stärke metric 5 ohne Sichtkontrolle zu verschließen. Nach Palpationsbefund (erstes Kriterium) dichtem Verschluss wurde die Nahtstelle auf ihre Belastbarkeit getestet. Dabei musste sie einem mittels Wasserfüllung simulierten Berstungsdruck von mindestens 60 mm Hg widerstehen können (zweites Kriterium), und die Nahtstelle musste eine Durchgängigkeit von $\geq 85\%$ aufweisen (drittes Kriterium), um als „geglückte“ Naht zu gelten. Damit ist gemeint, dass eine solche Darmnaht am lebenden Pferd theoretisch die Voraussetzungen für dessen Überleben geschaffen hätte. Folgende Schwierigkeiten traten während des Nähens auf: Die rein palpatorische intraluminale Orientierung an den Perforationsrändern gestaltete sich als sehr schwierig. Allein deshalb war eine auch nur annähernd punktgenaue Platzierung der einzelnen Hefte erschwert. Durch die zur Orientierung notwendige Manipulation wurde das Gewebetrauma in einigen Fällen verschlimmert. Zudem kam es zu Einrissen der Wundränder, die eine vermehrte Manipulation durch das Setzen zusätzlicher Einzelhefte notwendig machte. Eine Verschiebung der Wundränder gegeneinander und eine damit verursachte Faltenbildung konnte nicht immer verhindert werden. Die auftretenden Schwierigkeiten verursachten einen hohen Zeitaufwand. In 7 von 22 Fällen (31,8 %) wurde der Versuch nach mindestens 60 Minuten abgebrochen, weil die Wundränder immer wieder ausrissen, so dass ein Wundverschluss in diesen Fällen aussichtslos wurde. Fünfzehn der 22 genähten Darmpräparate (68,2 %) wurden palpatorisch als geglückt eingestuft (erstes Kriterium). Davon erfüllten acht (8/15=53,3 %) die beiden Kriterien Berstungsdruck ≥ 60 mm Hg und Durchgängigkeit $\geq 85\%$ nicht. Weitere zwei palpatorisch als geglückt eingestufte Nähte (2/22=9,1 %) hielten einem Berstungsdruck von ≥ 60 mm Hg stand, konnten aber eine Durchgängigkeit von $\geq 85\%$ nicht erreichen. Die mittlere Verschlusszeit für die 15 palpatorisch als „geglückt“ eingestuftten Fälle betrug $94 \pm 6,4$ min. Fünf von 22 Nähten (22,7 %) erfüllten alle drei Kriterien und wurden deshalb als „geglückt“ eingestuft. Die gegebenen experimentellen Bedingungen konnten die zusätzlichen Schwierigkeiten, die sich bei einer Naht vor Ort ergeben (Unruhe bzw. Abwehr des Tieres, vorhandene Peristaltik, Anheftung von massiven Blutkoagula an den Wundlippen, fehlende Hilfe, fehlender Behandlungsstand) nicht simulieren. Schlussfolgerungen: 1. Bei einer sich palpatorisch als „geglückt“ darstellenden intraluminalen Rektumnaht kann nicht gleichzeitig davon ausgegangen werden, dass es sich tatsächlich um einen sicheren Wundverschluss handelt. Vielmehr dürften sich mehr als die Hälfte dieser Nähte noch als insuffizient bzw. zu stark lumeneinengend erweisen. 2. Durch die Manipulation im Rektum kann es statt zu einem sicheren Verschluss der Darmwandläsion zu deren unverschießbaren Verschlimmerung kommen. 3. Trotz zunehmender chirurgischer Erfahrung durch die serielle Versuchsdurchführung ist für die Naht ein hoher Zeitaufwand (ca. 1,5 Stunden) erforderlich, der an Patienten zu weiteren Schwierigkeiten führen dürfte, und an deren Ende nur 5 von 22 der Präparatnähte (knapp ein Viertel) als „geglückt“ eingestuft werden konnten. 4. Bei den an lebenden Patienten erfahrungsgemäß vorhandenen weiteren Erschwernissen der Rektumnaht ist in der Notfallsituation vor Ort mit einem noch schlechteren Ergebnis der Nahtergebnisse zu rechnen (<22,7 %). Daher und wegen der nicht sicher vermeidbaren Kontamination der Becken- und Bauchhöhle mit Darmkeimen ist von einer nur sehr geringen Überlebenschance von Patienten mit höhergradigen Rektumläsionen, die mittels der hier geprüften Darmnahttechnik versorgt werden, auszugehen.

Schlüsselwörter: Rektumperforation / Mastdarm / Intraluminalnaht / Pferd / Chirurgie

Direct intraluminal closure of artificial grade four rectal tears in horses

Iatrogenic rectal lesions are rare, but well known, and with lesions of third or fourth grade (according to ARNOLD et al. (1978a)) often fatally proceeding and, dreaded complications of during transrectal examinations of the abdominal organs in horses. References for the approach to the care treatment of higher graded rectal lesions vary strongly and are based on case reports, small case series and few experimental studies. Due to the contamination of the pelvic and abdominal cavity occurs, the chance of survival rate of the injured horse is critically decreases significantly. So all treatment proposals firstly demand an instant medical care of the lesion. Therefore the direct transrectal all layer suture of the injured rectal wall, using the specifically for this suture specialised modified Deschamps-needle is proposed, and in few cases successfully applied (HUSKAMP 1994). The intraluminal suture of the rectal wall, which is very difficult from a surgical point of view, has to be performed blindly and has to fulfil all requirements of other intestinal sutures. That is to say this means it has to feature absolute density impermeability, has to resist high pressure and has to have a high patency. In the context of the existing study, the question was

investigated, if and to what extent such an operation can be performed in practice. Twenty-two immediately post mortem removed rectum and small colon specimens of horses of different age, sex and breed were clamped mounted in a phantom in an anatomically correct position. Afterwards an iatrogenic rectal lesion was simulated by applying a perforating fourth grade lesion from intra to extra luminal in with a length of 7,5 cm at the location which is most often described in the literature (dorsolateral in the rectal roof, intra peritoneal). Following that, it was attempted to close the lesion sightlessly with an intra luminal all layer suture using a modified extra long Deschamps-needle and a braided absorbable suture material metric 5. After confirming the secure closing by palpation (first criterion), the suture was tested for its capacity. It had to resist a pressure of a minimum of 60 mm Hg, simulated by using water filling (second criterion). The suture site had to hold a patency of $\geq 85\%$ (third criterion) to be classified as a succeeded suture. Thisat means that such a suture could fulfil all requirements for the survival of a liveing horse. During suturing the following difficulties occurred: The intra luminal orientation byvia palpating the perforation edges proved to be very difficult. Because of that an exact placement of the individual sutures was hindered. For the same reason, the tissue trauma became worse. In addition, the wound's edges were ruptured, so more manipulation was needed to place additional sutures. An adjustment of the wound's edges against each other, which caused a formation of crinklesfolds, could not be avoided in every case. The described difficulties led to an expenditure of time. In 7 of 22 cases (31.8 %) the trial was discontinued after a minimum of 60 minutes, because the wound's edges ruptured repeatedly, so that an adequate wound closure was unachievable. Fifteen of the 22 sutured intestines (68.2 %) were palpated and classified as successful (first criterion). From this group, eight (8/15 = 53.3 %) cases did not fulfil both of the other criteria, pressure ≥ 60 mm Hg and patency $\geq 85\%$. Another two palpatory successfully classified sutures (2/22 = 9.1 %) resisted a pressure of ≥ 60 mm Hg, but could not reach a patency of $\geq 85\%$. The mean closing time for the 15 palpatory successfully classified cases was 94 ± 6.4 min. Five of 22 sutures (22.7 %) passed all three criteria and were classified as "successful" sutures. The given experimental conditions could not simulate the additional difficulties that occur during a suture in the field (agitation, defence of the animal, peristalsistic of the intestine, blood coagulation attached to the wound edges, lack of help and lack of an adequate fixation standhorse stocks). Conclusions: 1. If an intra luminal rectal suture is palpated and classified as a successful suture, it can not be assumed that this is in fact a secure wound closure. Rather more than half of these sutures are expected to be insufficient or cause lumen narrowing. 2. Because of the manipulation within the rectum it suturing can result in a worsening of the situation, instead of a secure closure of the intestinal lesion. 3. Despite improved surgical experience due to the repeated trial management treatment there is a high need demand of time (app. 1.5 hours). High expenditure of time would cause additional problems on for patients and finally, only five of 22 of the intestinal sutures (just undershortly one quarter 22.7%) could be classified as "successfully" sutured. 4. Because of the additional difficulties on living patients during suturing a rectal lesion in living patients, the emergency situation in the field would bring an even worse result ($< 22,7\%$). Due toFor this reason and because of a not in every case avoidable contamination of the abdominal and pelvic cavity with intestinal bacteria, a poor survival rate of patients with higher graded rectal lesions must be assumed, if they are treated with the tested intestinal suture technique.

Keywords: rectal tear / rectum / intraluminal suture / horse / surgery

Einleitung

Die transrektale Untersuchung eines Pferdes gehört zu einer der Standardmethoden bei der tierärztlichen Diagnose von Erkrankungen der Bauchhöhlenorgane oder einer Trächtigkeit. Sie wird mehrere tausend Mal im Jahr durchgeführt. Eine seltene Komplikation bei diesem Untersuchungsgang ist die Ruptur der Darmwand über der rektal eingeführten Hand. Dies wird oft erst bemerkt, wenn nach dem Herausziehen der Hand aus dem Rektum Blutspuren am Handschuh entdeckt werden. Meist reißt das Rektum, 25 bis 30 cm vom Anus ausgehend, dorsolateral über den Handknöcheln im peritonealen Bereich. Die Rektumläsion wird in vier Grade eingeteilt. Ein kompletter Riss aller Schichten wird als eine Verletzung vierten Grades eingeteilt. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Verletzung primär oder sekundär heilen zu lassen. Eine dieser Methoden ist die direkte transrektale Naht mit einer Deschampschen Nadel. Diese Technik kann sofort an Ort und Stelle durchgeführt werden, wird aber von verschiedenen Autoren kontrovers diskutiert, da der Verschluss des Darmes blind erfolgt. Der Verschluss von Verletzungen vierten Grades wurde bisher nur von einem Autor als erfolgreich bei vier Pferden beschrieben (*Huskamp 1994*).

Mit der vorliegenden Arbeit sollte der Frage nachgegangen werden, ob und gegebenenfalls in wie weit ein wasserdichter und stabiler Darmwandverschluss einer iatrogen verursachten Rektumläsion vierten Grades an frischen Präparaten möglich ist (*Leser 2010*). Dazu sollte das Rektumpräparat in ein Phantom eingespannt werden, um die anatomische Lage im lebenden Pferd so korrekt wie möglich nachzuempfinden. Der Darm sollte, nachdem eine iatrogene Perforation blind gesetzt wurde, mit einer Deschampschen Nadel und extra langen Fäden genäht werden. Nachdem der Darm genäht war, sollte die Naht auf ihre Belastbarkeit hin geprüft werden.

Die Palpation der Naht, ein Berstungsdruck ≥ 60 mm Hg, sowie die Durchgängigkeit $\geq 85\%$ des Darmrohres sollten dabei als Kriterien einer gelungenen Naht dienen.

Material

Patientengut

Bei den Probenlieferanten handelte es sich um 22 Pferde unterschiedlichen Alters und unterschiedlicher Rasse, die in der Klinik für Pferde der Ludwig-Maximilians-Universität München aufgrund verschiedener Krankheiten euthanasiert werden mussten. Bei der Wahl des einzelnen Patienten spielte als Kriterium allein die Frage eine Rolle, ob das Rektum der Pferde für eine mögliche transrektale Palpation ausreichende Dimensionen hatte.

Darmmaterial

Bei jedem Pferd wurde sofort nach der Euthanasie das Rektum einschließlich Mesorektum, mit Teilen des sich anschließenden absteigenden Kolons und der Anus mit seinem Afterkanal aus dem Tierkörper herauspräpariert. Es wurde bei der Präparation speziell darauf geachtet, dass die den Afterkegel umgebene Haut in einem Durchmesser von 30 cm mit frei präpariert wurde.

Phantom

Ein normalerweise zur Übung der palpatorischen Zyklusdiagnostik bei Rindern verwendetes Phantom wurde für die Durchführung der Versuche modifiziert. Ein Aufhängerahmen und ein Einspannrahmen ermöglichten eine möglichst realitätsnahe

Platzierung des Darmmaterials. Ein Sichtschutz, der sich zwischen Aufhängergerahmen und Einspannrahmen befand, machte die Sicht auf das Operationsgebiet unmöglich (siehe Abb. 1).

Methode

Platzierung des Darmmaterials im Phantom

Zur Platzierung des Darmmaterials im Phantom wurde das Präparat zusammen mit dem absteigenden Kolonanteil am Mesorektum ins Phantom eingehängt (siehe Abb. 1). Der Anus wurde mit der den Afterkegel umgebenden Haut im Einspannrahmen fixiert.



Abb. 1 Seitenansicht des im Phantom fixierten Darmsegments. Pfeil markiert künstliche Perforationsstelle.

Iatrogene experimentelle Perforation des Darmsegments

Je nach Größe und Rasse des Pferdes wurde das Rektum in einer Entfernung von 25 cm bis 50 cm vom Anus perforiert. Um eine möglichst realitätsnahe Situation einer iatrogenen Rektumperforation zu schaffen, wurde die Perforation stumpf mit Hilfe einer Darmklemme und ohne Sichtkontrolle durchgeführt. Die Durchtrennung erstreckte sich auf Mukosa, Submukosa, Tunica muscularis und Serosa, welche nach der Klassifikation durch *Arnold und Meagher* (1978a) einer Rektumperforation vierten Grades entsprach. Die Perforation befand sich bei jedem Versuch dorsolateral im Rektumdach im Bereich der von *Köhler et al.* (1986a) beschriebenen deltoïdförmigen Schwachstelle (siehe Abb. 1). Die Perforation wurde anschließend unter Sicht von außen mit Daumen und Zeigefinger stumpf auf eine Länge von 7,5 cm vergrößert. Die kraniale Begrenzung der Perforation befand sich jedes Mal kurz vor dem Übergang des Rektums zum Colon descendens.

Nahttechnik

Zum chirurgischen Verschluss der experimentellen Rektumperforation wurde eine einhändige intraluminale Mehrschichtennaht mit einer 45 cm langen Deschampschen Nadel, modifiziert nach der von *Huskamp* (1994) beschriebenen Methode, durchgeführt. Ein etwa 1,5 m langer synthetischer resorbierbarer Faden der Größe metric 5 (Safil®; synthetisches absorbierbares Nahtmaterial, Polyglykolsäure, beschichtet, geflochten, Firma B. Braun Aesculap AG & Co KG, 78532 Tuttlingen) wurde bis zur Hälfte seiner Länge durch das Ohr der Nadel geführt. Mit der linken Hand wurde das spitze Ende der Deschampschen Nadel unter Verwen-

dung von Gleitgel bis zum kaudalen Rand der Perforationswunde in das Rektumpräparat vorgeführt, wobei der Nadelgriff durch die rechte Hand bedient wurde. Für das Setzen des ersten Einzelheftes wurde zuerst der dorsale Wundrand mit dem Zeigefinger palpirt, um dann mit dem Daumen die Nadelspitze durch Mukosa, Submukosa, Tunica muscularis und Serosa zu führen. Die rechte Hand wirkte hierzu unterstützend durch Drehen des Nadelgriffes im Uhrzeigersinn. Im Anschluss wurde der ventrale Wundrand wiederum mit dem Zeigefinger der linken Hand palpirt und die Spitze der Nadel, in nun umgekehrter Richtung, mit dem Daumen durch Serosa, Tunica muscularis, Submukosa und Mukosa gedrückt (siehe Abb. 2a). Als nächster Schritt wurde ein Fadenende außerhalb des Rektums zusammen mit dem Nadelgriff durch

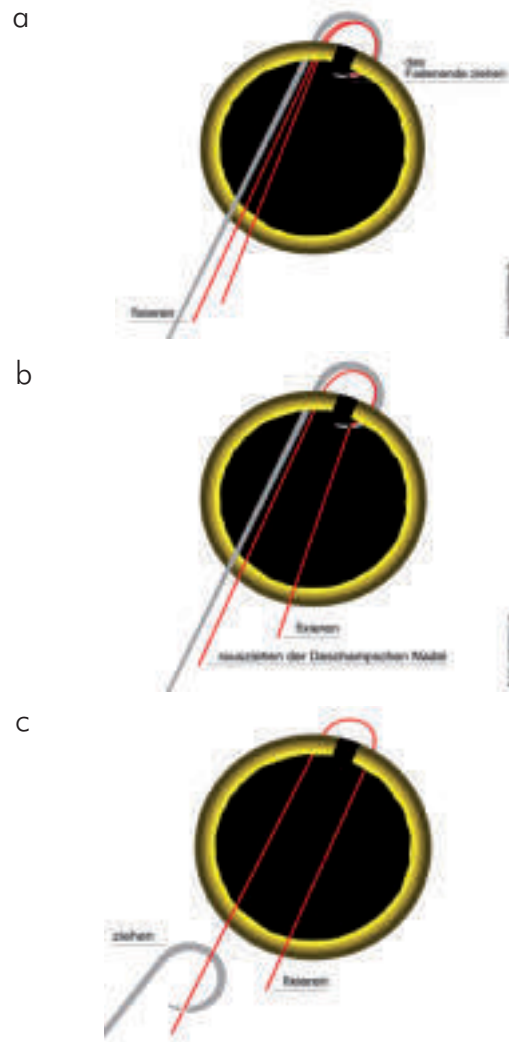


Abb. 2 Anleitung zur Handhabung der Deschampschen Nadel.

die rechte Hand fixiert. Das andere Fadenende wurde dann mit dem Zeigefinger der linken Hand durch die Stichkanäle gezogen (siehe Abb. 2a) und außerhalb des Rektums mit der rechten Hand zusammen mit dem Nadelgriff fixiert (siehe Abb. 2b). Das zuvor fixierte Fadenende konnte nun losgelassen werden. Die Nadelspitze wurde jetzt in umgekehrter Richtung durch die Stichkanäle zurückgeführt und aus dem Rektum entfernt. Hierbei wurde gleichzeitig der Faden aus dem Nadelohr ausgefädelt. Dabei wurde sorgfältig darauf geachtet, dass das zuletzt fixierte Fadenende weiterhin fixiert

blieb, damit der Faden nicht ebenfalls aus dem Rektum entfernt wurde (siehe Abb. 2c). Außerhalb des Rektums wurde nun ein doppelter chirurgischer Knoten geknotet und bis zur Wunde mit der linken Hand vorgeschoben und angezogen. Danach wurden auf gleiche Weise noch vier einfache chirurgische Knoten gesetzt. Nach dieser Methode wurden nun weitere Einzelhefte in kraniale Richtung entlang der Wunde gesetzt. Dabei wurde angestrebt, die Nadellöcher nicht weiter als maximal 1,5 cm von den Wundrändern entfernt anzulegen, um eine zu große Einengung des Darmrohrlumens zu verhindern. Des Weiteren wurde versucht, die Einzelhefte im Abstand von 1 cm anzulegen. Durch diese Nahttechnik sollte ein Wundverschluss unter Bildung eines intraluminalen Kammes erreicht werden.

Beurteilungskriterien der Darmnaht

Verschlusszeit der Perforationswunde

Bei jedem Nahtversuch wurde die Verschlusszeit der Perforationswunde in Minuten gemessen. Gemessen wurde vom Beginn der rektalen Einführung der Nadel bis zur Beendigung der Knotung des letzten Einzelheftes. Es wurde mindestens 60 Minuten lang versucht, einen adäquaten Wundverschluss herbeizuführen.

Palpatorische Prüfung der Darmnaht

Nach Knüpfung des letzten Heftes wurde die Darmnaht rektal und ohne Sichtkontrolle palpatorisch auf Löcher im Nahtverlauf untersucht.

Überprüfung der Darmnaht mittels des Berstungsdruckes

Um die Belastbarkeit der Darmnaht zu prüfen, wurde die Methode nach *Brugmans* (1997) zur Überprüfung der Belastbarkeit der Darmnaht mittels des Berstungsdruckes modifiziert. Das Darmpräparat wurde kontinuierlich mit Wasser gefüllt. Dabei wurde der intraluminale Druck auf Höhe der Darmnaht ständig überprüft. Die Darmnaht wurde permanent auf Flüssigkeitsundurchlässigkeit überprüft. Sobald Flüssigkeit aus der vernähten Perforationswunde austrat, wurde der zu diesem Zeitpunkt bestehende intraluminale Druck als Berstungsdruck notiert.

Überprüfung der Darmnaht mittels des Kriteriums Durchgängigkeit

Zur Überprüfung der Durchgängigkeit bzw. Einengung des Rektums an der genähten Perforationswunde wurde die Methode zur Ausmessung der Durchgängigkeit eines genähten Darmsegments nach *Brugmans* (1997) modifiziert. Die Durchgängigkeit (D) des Rektums im Bereich der Darmnaht wurde als Verhältnis des Durchmessers des vernähten Rektumabschnittes (a) zum Durchmesser des intakten Rektums unmittelbar kranial der Perforation (A) ausgedrückt: $D(\%) = a/A \cdot 100$.

Kriterien für eine geglückte Naht

Es mussten drei Kriterien erfüllt werden, um eine Naht als geglückt gelten zu lassen. Die palpatorische Prüfung der Naht durch die untersuchende Hand durfte keinen Hinweis auf

Löcher im Nahtverlauf ergeben. Ein Berstungsdruck von 60 mm Hg durfte nicht unterschritten werden, und die Durchgängigkeit an der Nahtstelle musste mindestens 85 % betragen. Die Auswahl dieser Grenzen wird im Kapitel IV. diskutiert. Bei einer geglückten Naht wird in diesem Versuch von einer theoretischen Lebensfähigkeit ausgegangen.

Statistik

Bei der Naht eines perforierten Pferdedarms wurden zwei Fälle unterschieden. Erstens: Das Pferd wäre nach der Operation theoretisch lebensfähig. Zweitens: Das Pferd wäre nicht lebensfähig. Zur statistischen Untersuchung wurde die Operation daher als Zufallsexperiment mit zwei möglichen Resultaten modelliert. Das Ziel der statistischen Untersuchung war nun eine möglichst genaue Abschätzung der Erfolgsquote der Operation. Ausgehend von diesen Überlegungen und den Resultaten der Experimente kann ein Konfidenzintervall für die Erfolgswahrscheinlichkeit der Operation angegeben werden. Als Konfidenzniveau für das Konfidenzintervall wurde in Übereinstimmung mit gängiger Praxis der Wert 0,95 gewählt. Das bedeutet, dass die getroffenen Aussagen eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % beinhalten. Sämtliche Berechnungen wurden mit der Statistik-Software R in Version 2.4.1. durchgeführt.

Ergebnisse

Nach Evaluierung aller Daten erfüllten fünf von 22 Nähten (22,7 %) die Kriterien einer geglückten Darmnaht (palpatorische Prüfung der Naht, Berstungsdruck ≥ 60 mm Hg, Durchgängigkeit $\geq 85\%$). Der mittlere Berstungsdruck betrug $113 \pm 7,0$ mm Hg, die mittlere Durchgängigkeit $89,3 \pm 1,0$ %. Zum chirurgischen Verschluss der Perforationswunde wurde eine mittlere Verschlusszeit von $83 \pm 4,6$ min und im Mittel $4,6 \pm 0,4$ Einzelhefte benötigt (Abb. 3). Als schwächste Stelle der Naht erwiesen sich die breiten Stichkanäle. Zum einen entstand dies durch den großen Querschnitt der Nadel, zum



Abb. 3 Seitenansicht eines genähten Darmsegments. Geglückte Darmnaht.

anderen durch die bei Erhöhung des intraluminalen Druckes sich in die gespannte Darmwand einschneidenden Fäden (siehe Abb. 3). Zwei von 22 Nähten (9,1 %) bestanden die palpatorische Prüfung und erreichten ebenfalls einen Berstungsdruck von ≥ 60 mm Hg (im Mittel $88 \pm 8,0$ mm Hg), doch konnte die als Kriterium für eine geglückte Darmnaht zu erreichende Durchgängigkeit nicht erreicht werden (im Mittel $60,1 \pm 0,3$ %). Die mittlere Verschlusszeit betrug $139 \pm 19,0$ min, und es wurden im Mittel $8,5 \pm 1,5$ Einzelhefte gesetzt (Abb. 4).

Acht von 22 (36,4 %) Darmnähten konnten palpatorisch als geglückt eingestuft werden, doch wurde hier ein Berstungsdruck von 10 mm Hg nicht überschritten. Hier waren die Schwachstellen der Nähte im Bereich der Wundränder direkt zu finden (Abb. 5). Entweder waren die Abstände zwischen einzelnen Heften zu groß oder die Einstichstellen der sich



Abb. 4 Seitenansicht eines genähten Darmsegments, bei dem die Durchgängigkeit im Bereich der Darmnaht <85 % betrug.



Abb. 5 Seitenansicht eines Darmsegments, bei dem der Nahtversuch aufgrund des Ausreißen der Einstichstellen abgebrochen werden musste.

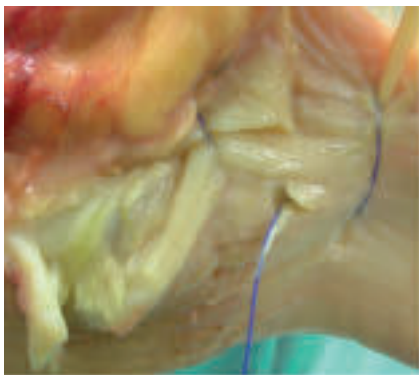


Abb. 6 Seitenansicht eines genähten Darmsegments. Naht mit einem Berstungsdruck <60 mm Hg.

gegenüberliegenden Wundlippen nicht parallel, so dass es zu undichten Stellen im Nahtgebiet kam. Zum vermeintlichen Verschluss der Perforationswunde wurde eine mittlere Verschlusszeit von $89,63 \pm 6,71$ min, und im Mittel wurden $5,75 \pm 0,82$ Einzelhefte benötigt. In 7 von 22 Fällen (31,8 %) musste der Versuch wegen immer weiterer Einrisse im Wundgebiet abgebrochen werden (Abb. 6). Es wurde mindestens 60 Minuten versucht, die Wunde zu verschließen.

Verschlusszeit der Perforationswunde

Die mittlere Verschlusszeit der Perforationswunde aus 15 von 22 genähten Därlen, welche die palpatorische Prüfung bestanden, betrug $94 \pm 6,4$ min; (Abb. 7). Die Regressionsgerade gibt Aufschluss über die Korrelation zwischen der Verschlusszeit und dem Datum der Operation. An der fallenden Regressionsgeraden lässt sich ablesen, dass es einen leichten Trend zur Verkürzung der Verschlusszeit gibt. Diese wird auf einen leichten Lerneffekt im Laufe der Operationen zurückgeführt. Die Korrelation ist jedoch nicht signifikant (Pearson Korrelationskoeffizient $-0,19$; p-Wert $0,5$; Abb. 7).

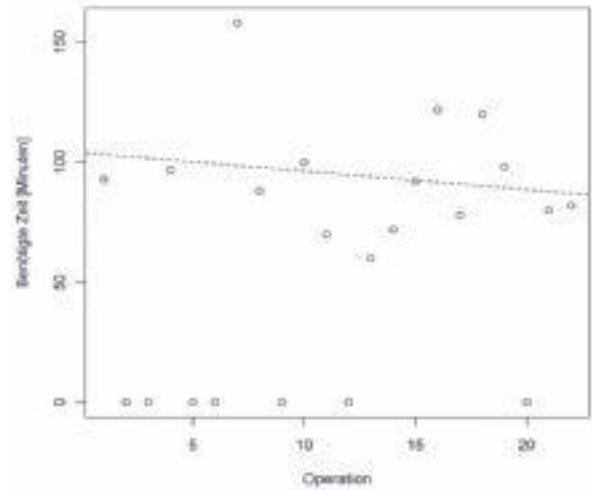


Abb. 7 Auf der x-Achse sind die einzelnen Operationen in der Reihenfolge ihrer Durchführung dargestellt. Auf der y-Achse sind die benötigten Zeiten zum Verschluss der Perforationswunde dargestellt. Die Punkte geben jeden einzelnen Versuch an. Die Punkte auf Höhe 0 Minuten repräsentieren die abgebrochenen Versuche. Die Punkte oberhalb von 0 Minuten repräsentieren die Darmnähte, welche die palpatorische Prüfung bestanden haben. Abgebildet ist außerdem die Regressionsgerade für die nicht abgebrochenen Versuche.

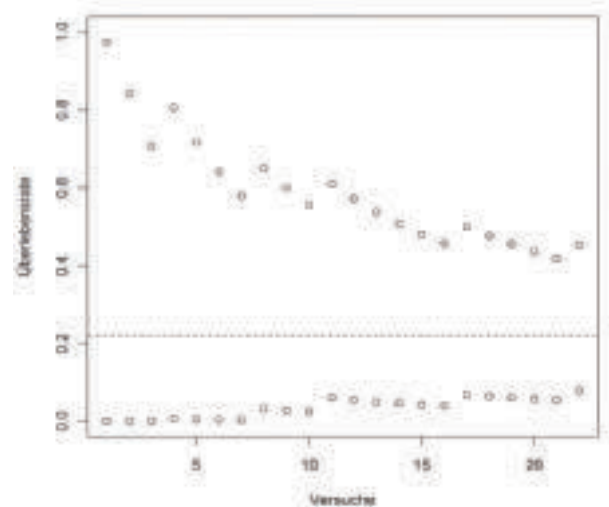


Abb. 8 Auf der x-Achse sind die Versuche in der Reihenfolge ihrer Durchführung dargestellt. Die Punkte geben die Grenzen des Konfidenzintervalls für die Daten aus dem aktuellen und allen vorhergehenden Versuchen an. Das rechte Konfidenzintervall ist damit das Konfidenzintervall unter Berücksichtigung aller Daten. Die gestrichelte Linie markiert die theoretische „Überlebensrate“ unter Berücksichtigung aller Daten.

Statistische Analyse der Ergebnisse

Aus den erhobenen Daten errechnet sich die theoretische „Überlebensrate“ als Anteil der fünf erfolgreichen Operationen an den insgesamt durchgeführten 22 Operationen. Der wahrscheinlichste Wert für die theoretische Überlebensrate ist also 22,7%. Laut Konfidenzintervall liegt der tatsächliche Wert zu 95 %-iger Wahrscheinlichkeit zwischen 7,8% und 45%. Um zu zeigen, dass die Beobachtung von 22 Tieren bereits ein aussagekräftiges Resultat liefert, wurde zunächst die Entwicklung der Konfidenzintervalle über die durchgeführten Versuche betrachtet (Abb. 8). Je enger das Konfidenzintervall, desto präziser und damit aussagekräftiger ist der bestimmte Wert; die obere Grenze des Konfidenzintervalls bietet außerdem die Möglichkeit, die Überlebensrate mit hoher Sicherheit nach oben zu begrenzen. In der Abbildung lässt sich sehr gut erkennen, wie die Grenzen des Konfidenzintervalls mit steigender Anzahl Versuche gegen die berechnete Überlebensrate konvergieren.

Diskussion

Die Naht des artifiziellen Risses wurde blind mittels Deschampscher Nadel und geflochtenem resorbierbaren Nahtmaterial der Größe metric 5 durchgeführt. Dieses Vorgehen wendete auch *Huskamp* (1994) an. Die Methode wurde gewählt, weil sie keinen großen technischen Aufwand benötigt und daher an Ort und Stelle durchzuführen sein soll. Dies soll nicht heißen, dass die Nahttechnik an sich eine einfach zu praktizierende ist. Die exakte Platzierung der Nadel zum Durchstechen des dorsalen als auch des ventralen Wundrandes, maximal 1,5 cm von diesem entfernt, war haptisch schwierig. Der Zeigefinger sollte zur Fixierung des Wundrandes dienen, rutschte aber aufgrund der glatten Oberfläche immer wieder davon ab. Nur mit Unterstützung des Daumens konnte die scharfe Nadel durchgeführt werden. Somit stand der Daumen nicht zur Fixierung der jeweiligen Wundlippe zur Verfügung. Alleine mit der Rotation des Griffes war die Nadel nicht durchzuführen. Die einzelnen Hefte sollten in einem exakten Abstand von 1 cm zueinander gesetzt werden. Zudem musste versucht werden, die genau gegenüberliegende Einstichstelle des anderen Wundrandes zu treffen. Durch wiederholtes Abrutschen des Zeigefingers wurde dies erschwert und kostete Zeit. Ursächlich für die oben genannten Probleme war der Umstand einer blinden Nahttechnik. Ein großes Problem bestand darin, dass es durch vermehrte Manipulation im Wundgebiet bei einigen Nahtversuchen zu einer Erweiterung der Verletzung in kaudaler und kranialer Richtung sowie auch im senkrechten Verlauf zum Wundrand kam. Deswegen wurden weitere Hefte zum Verschluss dieser Erweiterungen notwendig, was zusätzliche Zeit in Anspruch nahm. Je mehr der Darm einriss, desto mehr musste zur Reparatur des neuen Risses manipuliert werden, was wiederum zu erneuten Perforationen führte. Ein sog. *circulus vitiosus* entstand. In diesen Fällen (7 von 22; 31,8 %) wurde der Versuch nach 60 Minuten abgebrochen (Abb. 6). Aufgrund der genannten Schwierigkeiten (Auffinden der Wundränder und Durchstechen an der richtigen Position) betrug der Zeitaufwand für vermeintlich erfolgreich geschlossene Nähte $94 \pm 6,4$ min. Die kürzeste benötigte Zeitdauer war 60 Minuten, 158 Minuten war die Höchstdauer, die zum Verschluss einer Perforation benötigt wurde (Abb. 7). Zwar tritt eine technische Verbesserung ein, die sich auch auf die Verschlusszeit

auswirkt, aber der Lerneffekt dabei ist marginal und kaum messbar und lässt sich statistisch nicht beweisen. Auch andere Autoren beschrieben die Technik als Zeit raubend. Zudem nannten sie die oben genannten Schwierigkeiten ebenfalls als Nachteile dieser Technik. Sie nannten dabei die Vergrößerung der Verletzung durch Manipulation und ein damit verursachtes zusätzliches Trauma (*Sayegh et al. 1996, Rick 1989*).

In 15 von 22 (68,2 %) Fällen wurde die Naht so verschlossen, dass sie bei einer palpatorischen Prüfung als eine gelungene Naht bezeichnet werden konnte, so dass eine Überprüfung mittels Berstungsdruck und Durchgängigkeit stattfinden konnte. Die Erfüllung dieser Bedingungen sind für eine optimale Darmnaht, die Schutz vor Austritt von Darminhalt und eine gute Wundheilung gewährleistet, notwendig (*Prisching 1967*). Für Hohlorgane ist der Berstungsdruck als Belastungstest für Darmnähte entscheidend (*Ballantyne 1983*). *Brugmans* (1997) wendete zur Überprüfung seiner Nahtversuche ebenfalls den Berstungsdruck und die Durchgängigkeit an. In seiner Studie bewährten sich diese zwei Methoden zur Qualitätsprüfung einer Darmnaht zufriedenstellend. *Brugmans* (1997) ermittelte bei seinen *in vitro* und *in vivo* Versuchen eine minimale Durchgängigkeit von 85 %. Da alle drei Versuchspferde bis zum Tage der Euthanasie keine Probleme beim Kotabsatz zeigten, scheint eine Durchgängigkeit von 85 % angemessen. Bei einer Studie zur Überprüfung intraluminaler Drücke bei Pferden mit strangulierenden und nicht strangulierenden Obstruktionen im Bereich des Dickdarms wurden maximale pathophysiologische Drücke von 80 cm H₂O (58,88 mm Hg) gemessen (*Moore et al. 1996*). In einer anderen Studie von *Faleiros* (2008) wurde die Belastbarkeit des absteigenden Kolons durch artifizielle Dehnung und anschließende Dekompression experimentell überprüft. Ein in das Lumen eingeführter Ballon wurde mit einem Druck von 40 mm Hg aufgeblasen und für vier Stunden im absteigenden Kolon bei konstantem Druck belassen. Eineinhalb und zwölf Stunden nach der Dekompression wurden lokale Läsionen in den seromuskulären Schichten des absteigenden Kolons gefunden und histologisch bestätigt (*Faleiros et al. 2008*). Aufgrund dieser Studien und Druckwerte wurde für die vorliegenden Versuche ein minimaler Berstungsdruck von 60 mm Hg festgelegt. Das heißt, dass eine Naht, die unterhalb dieses Wertes dem Belastungstest nicht standhält, als nicht erfolgreich klassifiziert wird. Bemerkenswert ist, dass diese Grenze im Versuch entweder deutlich überschritten oder deutlich unterschritten wurde. Es gibt insbesondere keinen Fall, der nur aufgrund eines marginal niedrigeren Wertes als nicht erfolgreich eingestuft werden musste.

Eine geglückte Darmnaht definierte sich in dieser Versuchsanordnung über das Erfüllen der palpatorischen Prüfung, dem Standhalten eines Berstungsdruckes von ≥ 60 mm Hg und eine Durchgängigkeit von $\geq 85\%$. Nur fünf von 22 Nähten (22,7 %) erfüllten diese Kriterien und waren somit geglückte Nähte (Abb. 3). Der mittlere gemessene Berstungsdruck betrug $113 \pm 7,0$ mm Hg und lag damit deutlich über der Mindestgrenze von 60 mm Hg. Die schwächste Stelle der Naht waren die Stichkanäle (Abb. 3), durch die das Wasser als Erstes durchtrat. Ursächlich hierfür war der große Querschnitt der Deschampschen Nadel. Der Faden eines Heftes schnitt bei Erhöhung des intraluminalen Druckes in das umliegende Gewebe ein und vergrößerte somit den Stichkanal. Auch die mittlere Durchgängigkeit lag mit $89,3 \pm 1,0$ % über der Min-

destgrenze. Durch die Vorgänge der proliferativen Phase der Wundheilung wäre ein noch höherer Druck notwendig, um eine Naht zum Bersten zu bringen (Berstungsdruck). Dies ist durch die hohe Zelldichte der Fibroblasten, die für Wundrandstabilisierung und den Wundverschluss sorgen, bedingt. Zudem steigt der Kollagengehalt in der Tunica submucosa, was zur erhöhten Festigkeit des Gewebes führt (Meyer et al. 2007). Ballantyne (1983) stellte in seinen Versuchen bei Belastbarkeitstest von Anastomosen höhere Berstungsdrücke als im umliegenden Gewebe in der proliferativen Phase (zehnter Tag post operationem) fest. Die gleichen Beobachtungen machte Brugmans (1997) in seinem Versuch, die Rektumperforation vierten Grades über einen laparoskopischen Zugang zu verschließen. In seinen Vorversuchen post mortem maß er einen mittleren Berstungsdruck von 117 ± 23 mm Hg, während er im Versuch am lebenden Pferd im Mittel 140 ± 0 mm Hg am siebten Tag post operationem ermittelte. Die mittlere Durchgängigkeit betrug in seinem Lebendversuch 86 ± 1 %.

In der eigenen Untersuchung hätten somit 22,7 % der genähten Därme die physiologischen Bedingungen im lebenden Pferd erfüllen können. Somit werden diese fünf „Patienten“ mit geglückten Nähten als „theoretisch lebensfähig“ eingestuft. Da weitere Faktoren, wie die Entwicklung einer Peritonitis, einer Kolik und Schock die Überlebensrate beeinflussen, handelt es sich deshalb nur um eine theoretische „Überlebensrate“.

Bei zwei Nähten (9,1 %) konnte eine Durchgängigkeit von ≥ 85 % nicht erreicht werden. Bei diesen Versuchen riss der Wundrand immer wieder ein, so dass mehr Hefte notwendig wurden. Oft lagen die Hefte dem Wundrand fern. Dies führte durch Faltenbildung zu einer starken Verengung des Darmrohrs (siehe Abb. 4). Rick (1989) wies in seiner Studie auf das Problem der Faltenbildung und die dadurch entstandene Verengung des rektalen Durchmessers hin.

Acht von 22 (36,4 %) Nähten wurden zwar palpatorisch als geglückt eingestuft, konnten aber einem Berstungsdruck von ≥ 60 mm Hg nicht standhalten. Keine dieser Nähte widerstand einem Druck von mehr als 10 mm Hg. In diesen Fällen waren die größten Schwachstellen, an denen das Wasser als Erstes durchtrat, die adaptierten Wundränder und nicht die Stichkanäle der einzelnen Hefte (Abb. 5). Der Grund hierfür war, dass die Abstände zwischen den einzelnen Heften zu groß waren und dass die Einstichstellen der gegenüberliegenden Wundränder gegeneinander verschoben lagen.

Watkins et al. (1989), Eastman et al. (1999) und Huskamp (1994) führten die transrektale Naht an lebenden Pferden mit einer iatrogenen Rektumläsion dritten Grades durch. Watkins et al. (1989) therapierten sieben Pferde mit dieser Methode, von denen sechs als geheilt entlassen wurden. Zudem nähten sie ein Rektum eines Pferdes mit einer Verletzung vierten Grades. Das Tier überlebte nicht. In der Studie von Eastman et al. (1999) wurden 15 von 20 (75 %) Pferde mit Rektumverletzungen dritten Grades, die direkt transrektal verschlossen wurden, als geheilt entlassen. Auch Huskamp (1994) konnte mit einer Deschampschen Nadel die direkte Naht des Rektums bei sechs Pferden mit einer iatrogenen Läsion vierten Grades durchführen und vier als gesund entlassen. Bei der Naht von drei Pferden mit einer Verletzung dritten Grades konnten alle drei Pferde als geheilt entlassen werden. Bei der Naht von

Läsionen dritten Grades soll vermieden werden, die noch intakte Serosa mit zu durchstechen. Dabei wurde keine Aussage über die tatsächliche Überlebensrate (erneute Evaluation der Pferde nach vollständiger Rekonvaleszenz) getroffen. Spensley et al. (1985) geben an, die direkte Naht nur bei Verletzungen mit noch intakter Serosa durchzuführen. Ein Erfolg bei dieser Operation ist erstaunlich, muss man annehmen, dass bei einer Verletzung dritten Grades das Serosainnenblatt Kot kontaminiert ist und nach geglückter Naht immer noch nekrotisch werden kann. Dies kann eine Abszessbildung, Peritonitis und Verwachsungen mit sich bringen (Gerhards 2001). Zudem erscheint es fast nicht möglich, die Serosa, sofern sie noch intakt ist, nicht zu durchstechen. Ein Einreißen der Serosa erscheint durch die selbst beobachteten nötigen Manipulationen an den Wundrändern als wahrscheinlicher. Aufgrund dieser Tatsache und weil ein erfolgreicher Verschluss von iatrogenen Rektumläsionen vierten Grades nur von einem Autor (Huskamp 1994) beschrieben wurde, wurde in diesem Versuch eine iatrogene Perforation vierten Grades gesetzt.

Da bei der vorliegenden Untersuchung am Präparat optimale Lichtverhältnisse gegeben waren, zudem kein Zeitdruck herrschte, keine peristaltische Darmkontraktion und kein nachgeschobener Kot das Nähen erschwerte, keine Unruhe und keine Abwehrbewegungen des Pferdes vorlagen, herrschten für diesen Versuch Idealbedingungen (Leser 2010). Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind deswegen nicht als allgemein gültig anzusehen. Dennoch geben sie einen Hinweis darauf, wie schwer es sein kann, einen Riss im Rektum ohne Sicht am lebenden Patienten zu nähen (Gerhards und Leser 2011).

Nach (Merkt et al. 1979) ist bei jeder 10.000sten transrektalen Untersuchung mit einer Rektumläsion zu rechnen. Huskamp gab eine 0,35 %ige Wahrscheinlichkeit einer iatrogenen Rektumläsion bei einer transrektalen Untersuchung eines Pferdes an. Zwar ist dies eine höhere Wahrscheinlichkeit als die genannte Zahl von Merkt et al. (1979), dennoch kommt eine iatrogene Rektumläsion sehr selten vor. Somit wird es einem Tierarzt schwerfallen, in seinem Berufsleben die notwendige Erfahrung und chirurgische Routine für die direkte transrektale Naht einer Rektumläsion zu erlangen. Zudem herrschen unter Feldbedingungen in den meisten Fällen keine Idealbedingungen, wie sie in diesem Versuch vorlagen (Leser 2010, Gerhards und Leser 2011). Es wurde festgestellt, dass die transrektale Naht eine sehr zeitaufwändige Technik ist (eigener Versuch und Sayegh 1996) und der Versuch einer direkten Naht an Ort und Stelle im schlimmsten Fall keinen Erfolg bringt, aber dafür Zeit kostet. Sayegh et al. (1996) wiesen darauf hin, dass bei dieser Nahttechnik ohne Sichtkontrolle ein unvollständiger Wundverschluss möglich ist. Dies wiederum setzt die Überlebenschance, die bei einem Pferd mit einer iatrogenen Rektumläsion bei 40 % (Merkt et al. 1979) bzw. 55 % (Arnold et al. 1978a) liegt, weiter herab. Trotz zunehmender Kompetenz und Übung des Autors wurde die Verschlusszeit mit steigender Zahl der Operationen nicht signifikant geringer (Abb. 12).

Schlussfolgerung

Erstens: Wenn eine alle Darmwandschichten erfassende Rektumläsion vermeintlich erfolgreich chirurgisch verschlossen

wurde, ist das Pferd noch nicht gerettet. In diesem Versuchsaufbau wurde bewiesen, dass bei einer Naht, die sich wie geglückt anfühlte, nicht gleichzeitig davon ausgegangen werden konnte, dass es sich um einen sicheren Wundverschluss handelte. Zwar wurden 15 Nähte palpatorisch einwandfrei verschlossen, von diesen hielten aber nur fünf den anschließenden Belastungstests (Berstungsdruck und Durchgängigkeit) stand.

Zweitens: Durch die Manipulation im Rektum kann es statt zur Heilung des Tieres zu einer Verschlimmerung der schon vorhandenen Notfallsituation kommen. Der geringen Wahrscheinlichkeit auf Erfolg steht das erhöhte Risiko einer Verschlimmerung des Krankheitszustandes bei dieser Nahttechnik gegenüber.

Drittens: Trotz guter allgemeinchirurgischer Erfahrung eines Tierarztes ist diese Nahttechnik mit einem erheblichen Zeitaufwand und hohen Anforderungen an chirurgisches Können im Bereich von Darmnähten verbunden, an deren Ende kein garantierter Verschluss der Läsion steht (siehe Erstens). Dieser erhöhte Zeitaufwand ergibt sich durch die oben genannten Schwierigkeiten.

Claes et al. (2008) sahen in der Naht der Verletzung über einen medianen laparotomischen Zugang die einzig mögliche Therapie von Rektumverletzungen vierten Grades. In einem Fallbericht von 1999 wurde ein Zugang über den Leistenpalt gewählt, durch den die Perforation vierten Grades durch eine Enterotomie intraluminal genäht wurde. Zehn Tage post operationem konnte der Hengst als gesund entlassen werden. Eine Nachuntersuchung nach vollständiger Erholung wurde nicht durchgeführt (*Mathea und Meyer-Wilmes* 1999). Seit 1999 wurden weitere sieben Pferde mit einer Rektumperforation vierten Grades mit dieser Technik als gesund entlassen (persönliche Mitteilung *Mathea und Meyer-Wilmes*). In einem anderen Fallbericht fand diese Nachuntersuchung nach 18 Monaten statt. Zu diesem Zeitpunkt war die Stute bei ungestörtem Allgemeinbefinden und im achten Monat tragend. Sie erlitt zuvor eine Läsion dritten Grades, die intraluminal über einen medianen laparotomischen Zugang mittels Enterotomie verschlossen wurde (*Wilson und Stone* 1990). Der minimal invasive laparoskopische Zugang an der Flanke, wie er von *Brugmans* (1997) an drei Pferden durchgeführt wurde, war bei allen drei Pferden bis sieben Tage post operationem erfolgreich. Die Naht zeigte bei der Sektion der Pferde gute Heilungstendenzen. Diese minimal invasive Technik scheint ebenfalls eine mögliche Therapieform einer Verletzung vierten Grades zu sein (*Brugmans* 1997).

Fazit für die Praxis

Die höchste Wahrscheinlichkeit eines sicheren Verschlusses einer Rektumläsion vierten Grades ist nach den Ergebnissen dieser Untersuchung am stehenden Pferd nicht gegeben. Demnach erscheint nach Erkennen einer Rektumperforation eine sofortige Überweisung in eine Klinik notwendig.

Literatur

Arnold J., Meagher D. und Lohse C. (1978a) Rectal tears in the horse. *J. Equine Med. Surg.* 2, 55–61

- Ballantyne G. H.* (1983) Intestinal suturing. Review of the experimental foundations for traditional doctrines. *Dis. Colon Rectum* 26, 836–843
- Brugmans F.* (1997) Minimalinvasives Operationsverfahren der Mastdarmperforation beim Pferd. *Diss. Med. Vet. Hannover*
- Claes A., Ball B. A., Brown J. A. und Kass P. H.* (2008) Evaluation of risk factors, management, and outcome associated with rectal tears in horses: 99 cases (1985–2006). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 233, 1605–9
- Eastman T. G., Taylor T. S., Hooper R. N. und Honnas C. M.* (1999) Treatment and prognosis for Horses with rectal tears: 83 cases (1986–1998). In: *Annual Convention of the Am. Assoc. Equine Pract.* 87–88
- Faleiros R. R., Macoris D. G., Alves G. E. S., Souza D. G., Teixeira M. M. und Moore R. M.* (2008) Local and remote lesions in horses subjected to small colon distension and decompression. *Can. Vet. J.* 72, 68–76
- Gerhards H.* (2001) Nottfälle in der Pferdepraxis: Rektumruptur. 20. Bayer. Tierärztetag. München
- Gerhards H. und S. Leser* (2011) Perforierende Rektumruptur: Was ist machbar? Tagungsband der XIX. Tagung über Pferdekrankheiten im Rahmen der EQUITANA am 19.03.2011 in Essen
- Huskamp B.* (1994) Die operative Versorgung von Mastdarmverletzungen *Prakt. Tierarzt* 11, 943–948
- Leser S.* (2010) Direkter intraluminaler Wundverschluss einer artifiziellen Rektumperforation 4. Grades am Präparat. *Diss. Med. Vet. München*
- Mathea J. und Meyer-Wilmes M.* (1999) Die chirurgische Versorgung einer Rektumperforation beim Islandpferd durch den Inguinalkanal - ein Fallbericht. *Prakt. Tierarzt*, 50, 416–423
- Merkt H., Graser A., Sackman H. und Gunzel A.-R.* (1979) Mastdarmperforation beim Pferd. Versuche zur temporären medikamentösen Peristaltikhemmung *Prakt. Tierarzt*, 3 189–190
- Meyer G., Lang R. A., Prodingner P. M. und Stier C.* (2007) Grundlagen und Biologie der Anastomosenheilung. *Viszeralchirurgie* 42, 134–144
- Moore R. M., Hance S. R., Hardy J., Moore B. R., Embertson R. M. und Constable P. D.* (1996) Colonic luminal pressure in horses with strangulating and nonstrangulating obstruction of the large colon. *Vet. Surg.* 25, 134–141
- Priesching A.* (1967) Einflußfaktoren auf die Reißfestigkeit von Gastrotomien und Enterotomien. Experimentelle Untersuchungen im Hinblick auf die Nahtdehiszenz in der Karinomchirurgie. *Klein. Med. Österr. Z. Wiss. Prakt. Med.*, 22, 241–260
- Raab M., Günther M., Godehardt E. und Juninger T.* (1985) Tierexperimentelle Untersuchungen zum Nahtmaterial und zur Nahttechnik am Magen. *Langenbecks Arch. Chir.*, 365, 267–277
- Rick M. C.* (1989) Management of rectal injuries. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 5, 407–428
- Sayegh A. I., Adams S. B., Peter A. T. und Wilson D. G.* (1996) Equine rectal tears: causes and management. *Comp. Cont. Edu.c Pract. Vet.* 18, 1131–1139
- Spensley M. S., Meagher D. M. und Hughes J. P.* (1985) Instrumentation to facilitate surgical repair of rectal tears in the horse: A preliminary report. *Proc. Am. Assoc. Equine Pract.* 553–563
- Watkis J. P., Taylor T. S., Schumacher J., Taylor J. R. und Gillis J. P.* (1989) Rectal tears in the horse: an analysis of 35 cases. *Equine Vet. J.* 21, 186–188
- Wilson D. G. und Stone W. C.* (1990) Antimesenteric enterotomy for repair of a dorsal rectal tear in a mare. *Can. Vet. J.* 31, 705–707

Prof. Hartmut Gerhards
 Universität München
 Klinik für Pferde
 Veterinärstraße 13
 80539 München
 gerhards@lmu.de