



Lisa Brumund (Autor)

Einsetzbarkeit und Prädiktivität einer deutschsprachigen Version des zweiteiligen CHARIOT zur präanästhetischen Einschätzung des Narkoserisikos beim Pferd

Wissenschaftliche Reihe
der Klinik für Pferde

Herausgegeben von
Karsten Feige, Harald Sieme, Florian Geburek,
Sabine Kästner, Bernhard Ohnesorge



Lisa Brumund

Einsetzbarkeit und Prädiktivität einer
deutschsprachigen Version des zweiteiligen
CHARIOT zur präanästhetischen Einschätzung des
Narkoserisikos beim Pferd



STIFTUNG TIERÄRZTLICHE HOCHSCHULE HANNOVER

60



Cuvillier Verlag Göttingen
Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/8947>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,
Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>

1 Einleitung

Allgemeinanästhesien des Pferdes sind im Vergleich zu denen von Menschen (Haller et al., 2011) und Kleintieren (Johnston et al., 1995; Johnston et al., 2002; Brodbelt et al., 2008) mit bedeutend höheren Mortalitätsraten assoziiert. Während in der Humanmedizin 0,04–7 Todesfälle pro 10 000 Anästhesien (Haller et al., 2011) auftreten, besitzen gesunde Hunde und Katzen Mortalitätsraten von 0,17 % und 0,24 % (Brodbelt et al., 2008). Bei Pferden sind in Studien mit unterschiedlichster Methodik hingegen häufig Mortalitätsraten um 1 % dokumentiert (Johnston et al., 1995; Johnston et al., 2002; Jago et al., 2015; Dugdale et al., 2016; Laurenza et al., 2020; Gozalo-Marcilla et al., 2021). Multiple patienten- und operationsspezifische Risikofaktoren für eine erhöhte perianästhetische Mortalität des Pferdes sind bereits erforscht. So wirken sich ein höheres Alter (Johnston et al., 2002; Dugdale et al., 2016; Laurenza et al., 2020), höhere „American Society of Anaesthesiologists“-Klassifikation (ASA) (Dugdale et al., 2016; Laurenza et al., 2020), höheres Körpergewicht (Adami et al., 2020; Laurenza et al., 2020), intraoperative Tachykardie (Proudman et al., 2006; Adami et al., 2020) und Acidose (Adami et al., 2020) oder Operationen außerhalb der regulären Arbeitszeit (Johnston et al., 2002), längere Anästhesiezeiten (Johnston et al., 1995; Dugdale et al., 2016; Laurenza et al., 2020), fehlende Prämedikation oder eine Mononarkose mit volatilen Anästhetika (Johnston et al., 2002) negativ auf die Mortalitätsrate aus. Positiv assoziiert sind hingegen eine totale intravenöse Anästhesie (TIVA) und die Prämedikation mit Acepromazin (Johnston et al., 2002).

Obwohl viele Risikofaktoren bereits bekannt sind, haben sie in der präanästhetischen Risikoevaluation bisher nur wenig Berücksichtigung gefunden. Die auch in der Pferdemedizin zunehmende Komplexität chirurgischer und bildgebender Verfahren mit prolongierten Anästhesiezeiten macht eine Verbesserung der perianästhetischen Versorgung jedoch unabdingbar (Hubbell et al., 2021). Die ASA-Risikoklassifikation dient derzeit sowohl in der Human- als auch in der Tiermedizin als Standardmethode zur präoperativen Einschätzung des Anästhesierisikos (Irlbeck et al., 2017; Hubbell et al., 2021), wengleich sie ursprünglich zu anderen Zwecken entwickelt wurde (Saklad, 1941) und aufgrund ihrer Subjektivität kritisiert wird (Owens et al., 1978; Haynes & Lawler, 1995; Ranta et al., 1997; Mak et al., 2002; McMillan & Brearley, 2013; Riley et al., 2014; Sankar et al., 2014; Adami et al., 2020; Hauber & Alef, 2020). Um die präanästhetische Einschätzung des Narkoserisikos des Pferdes zu optimieren,

schlagen Hubbell et al. (2021) einen multifaktoriellen Risikoindex vor, der sowohl patientenspezifische als auch operationsspezifische Risikofaktoren inkludiert. Dieser Risikoindex wird von den Autoren als „Combined Horse Anaesthetic Risk Identification and Optimisation Tool (CHARIOT)“ bezeichnet und besteht aus der Kombination einer modifizierten Version der ASA-Klassifikation (ASA-PS-Equine) und einem 10-Punkte-Risikoscore.

In dieser prospektiven Studie sollte die Einsetzbarkeit und Prädiktivität des CHARIOT untersucht werden. Die Hypothese lautete, dass das CHARIOT im klinischen Alltag einfach anzuwenden ist und die perianästhetische Mortalität und Morbidität der Pferde präziser prognostizieren kann als der ASA-PS-Equine oder der 10-Punkte-Risikoscore allein.

2 Literaturübersicht

2.1 Anästhesiebedingte Mortalität und Morbidität

Wie in der Humanmedizin unterscheiden sich auch viele tiermedizinische Studien bezüglich der Definition anästhesiebedingter Mortalität, des beobachteten perianästhetischen Zeitraums, der Fallzahlen und Einschlusskriterien (Haller et al., 2011). Monozentrische Studien, die ausschließlich den perioperativen Zeitraum betrachten, dokumentieren eine Gesamtmortalitätsrate von 1,1 % (Dugdale et al., 2016), Mortalitätsraten überwiegend elektiver Eingriffe von 0,12–0,9 % (Mee et al., 1998a; Bidwell et al., 2007; Dugdale et al., 2016;) und Laparotomien von 1,6 % (Dugdale et al., 2016) und 35,5 % (Mee et al., 1998b). In einer Studie von Bidwell et al. (2007) verdoppelte sich die anästhesiebedingte Mortalität auf 0,24 % bei einer Verlängerung des zuvor rein perioperativen Beobachtungszeitraums auf sieben Tage. Insgesamt beschreiben monozentrische Studien über einen längeren postoperativen Zeitraum (48 Stunden bis 7 Tage), Mortalitätsraten von vorwiegend elektiven Eingriffen um 1 % (Jago et al., 2015; Laurenza et al., 2020). Umfangreichere multizentrische Studien, die Todesfälle jeweils über sieben Tage festhalten, geben ähnliche Gesamtmortalitätsraten von 1–1,9 % wieder (Johnston et al., 1995; Johnston et al., 2002; Gozalo-Marcilla et al., 2021). Werden Kolikoperationen aus diesen Berechnungen eliminiert, sinkt die Mortalität auf 0,6–0,9 % (Johnston et al., 1995; Johnston et al., 2002; Gozalo-Marcilla et al., 2021) und rangiert bei der ausschließlichen Betrachtung von Kolikoperationen bei 3,4 % (Gozalo-Marcilla et al., 2021).

Trotz der zum Teil erheblichen Beeinträchtigung des Gesundheitszustandes der Pferde sind perianästhetische Morbiditäten seltener dokumentiert (Deutsch & Taylor, 2021). Nicht differenziert nach der Schwere der Erkrankung, berichten verschiedene Autoren von 1–17,5 % perianästhetischer Morbidität (Young & Taylor, 1993; Senior et al., 2007; Jago et al., 2015; Dugdale et al., 2016; Laurenza et al., 2020). Als Folge kann es zu einem verlängerten Klinikaufenthalt, steigenden Kosten, einer Beeinflussung des zukünftigen Leistungsniveaus oder der Euthanasie des Patienten kommen (Deutsch & Taylor, 2021). Als Gründe für eine intraoperative Euthanasie werden in der Literatur inoperable Läsionen, eine schlechte Prognose oder beschränkte finanzielle Ressourcen der Pferdebesitzer:innen genannt (Mee et al.,

1998b; Dugdale et al., 2016; Laurenza et al., 2020). Während die kombinierte Euthanasierate während oder nach elektiven Eingriffen und Notfalloperationen, bei 4,9–10,5 % (Johnston et al., 1995; Dugdale et al., 2016; Gozalo-Marcilla et al., 2021) liegt, rangiert sie bei Laparotomien zwischen 4,8–31,2 % (Mee et al., 1998b; Johnston et al., 2002; Laurenza et al., 2020; Gozalo-Marcilla et al., 2021). Pferde, die ausschließlich für elektive Eingriffe anästhesiert werden, werden in 1,3–3,6 % der Fälle euthanasiert (Mee et al., 1998a; Johnston et al., 2002; Gozalo-Marcilla et al., 2021).

2.2 Das Narkoserisiko beeinflussende Faktoren

2.2.1 Intrinsische Faktoren

2.2.1.1 Alter, Rasse, Geschlecht

Das perioperative Mortalitätsrisiko des Pferdes wird maßgeblich durch sein Alter beeinflusst. Die bis zum heutigen Zeitpunkt größte multizentrische Studie, die 41 824 Fälle über einen Zeitraum von sechs Jahren bis zu sieben Tage *post* Anästhesie evaluierte (Confidential Enquiry into Perioperative Equine Fatalities 1 and 2 (CEPEF 1 und 2)), zeigte, dass die perioperative Mortalitätsrate adulter Pferde mit dem Alter ansteigt (Johnston et al., 2002). Das höchste Risiko zu versterben besitzen dabei Pferde ab 14 Jahren (Johnston et al., 2002). Auch die retrospektiv durchgeführte unizentrische Studie von Dugdale et al. (2016) ergab, dass Pferde im Alter von zwölf bis vierzehn Jahren ein doppelt so hohes und Pferde zwischen fünfzehn und dreißig Jahren ein nahezu verdreifachtes Mortalitätsrisiko im Vergleich zu Pferden zwischen null und elf Jahren aufweisen. Ähnlich stellten sich die Ergebnisse der Studie von Johnston et al. (1995) dar, hier besaß die Altersgruppe der über zwölf Jahre alten Pferden ein höheres Risiko verglichen mit der Gruppe der zwei- bis vierjährigen Pferde. Eine häufige Ursache postanästhetischer Todesfälle älterer Pferde besteht in der Entstehung von Frakturen in der Aufstehphase, so traten bei Bidwell et al. (2007) sieben von acht Frakturen bei älteren Vollblutstuten zwischen neun und achtzehn Jahren auf. Ursächlich hierfür kann die Progression osteoporotischer Veränderungen mit steigendem Alter sein (Johnston et al., 2002). Insgesamt können durch steigendes Alter die Auswirkungen von Ermüdungserscheinungen von Pferden, die für Bauchhöhlenoperationen vorgestellt werden, weiter zunehmen (Johnston et al., 2002; Bidwell et al., 2007). Dass die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Komorbiditäten mit zunehmendem Alter steigt, ist bereits bei anderen Spezies nachgewiesen (Jones, 1989). Neben älteren Pferden besitzen auch jüngere Tiere ein besonderes

Mortalitätsrisiko. Fohlen unter einer Lebenswoche sind dabei besonders gefährdet, aber auch im Alter zwischen einer Woche und einem Monat und einem Monat und drei Monaten besteht ein erhöhtes Risiko verglichen mit der Altersgruppe der zwei- bis vierjährigen Pferde (Johnston et al., 1995; Johnston et al., 2002).

Multiple Studien dokumentieren, dass die Rasse eines Pferdes sowohl bei Notfalloperationen als auch bei der Durchführung elektiver Eingriffe keinen signifikanten Einfluss auf die perioperative Mortalitätsrate besitzt (Johnston et al., 1995; Johnston et al., 2002; Bidwell et al., 2007; Dugdale et al., 2016). Konträr dazu fiel jedoch eine retrospektive Untersuchung an 401 Kaltblütern von O'Donovan et al. (2022) aus, in der bei primär Belgischen Kaltblutpferden eine erhöhte Mortalitätsrate von 2,24 % nachgewiesen werden konnte. Zusätzlich kann sich die Pferderasse durch die bestehende Korrelation zum Körpergewicht der Tiere indirekt auch auf die Qualität der Aufstehphase auswirken (Dugdale et al., 2016). Bei Miniaturrassen wurde bereits eine signifikant bessere Aufstehqualität dokumentiert (Dugdale et al., 2016). Andererseits hatte die Pferderasse in einer retrospektiven Studie mit 1 314 hauptsächlich orthopädischen Eingriffen keinen Einfluss auf die Qualität der Aufstehphase (Young & Taylor, 1993). Obwohl anekdotischen Berichten zufolge Vollblüter anspruchsvoller zu anästhesieren sind, gibt es hierfür bisher keine wissenschaftlichen Belege (Young & Taylor, 1993; Johnston et al., 2002; Bidwell et al., 2007; Dugdale et al., 2016). In einer prospektiven und randomisierten Studie, in der das nicht assistierte Aufstehverhalten nach elektiven Eingriffen verschiedener Pferderassen mittels einer visuellen Analogskala erfasst wurde, zeigten Araber signifikant geringere Scorewerte und damit eine schlechtere Aufstehqualität (Woodhouse et al., 2013). Auch Kaltblutpferderassen sind für perioperative Komplikationen prädisponiert, so zeigten sich im Anschluss an die Allgemeinanästhesie in sechs von siebzehn Fällen eine verlängerte Aufstehphase und in zwei Fällen ausgeprägte neuromuskuläre Defizite (Gleed & Short, 1980). Während Alter und Geschlecht bei der Untersuchung primär nicht assistierter Aufstehphasen nach Isoflurananästhesien keinen Einfluss auf die Dauer der Aufstehphase hatten, brauchten Warmblüter im Vergleich zu Voll- und Kaltblütern weniger Zeit bis zum Erreichen des sicheren Stands (Voulgaris & Hofmeister, 2009).

Das Geschlecht und auch das prinzipielle Vorliegen einer Trächtigkeit wirkt sich nicht auf das perianästhetische Risiko eines Pferdes aus (Johnston et al., 1995; Dugdale et al., 2016). Bei der genaueren Betrachtung des Trächtigkeitzeitpunkts besaßen Stuten

im dritten Trimester allerdings ein signifikant höheres Risiko perioperativ zu versterben als Stuten im ersten oder zweiten Trimester (Johnston et al., 1995). Postoperative Todesfälle durch das Auftreten von Tibiafrakturen werden gehäuft bei älteren und multiparen Stuten beschrieben (Bidwell et al., 2007). Als ursächlich hierfür wird eine reduzierte Knochendichte bis zu 24 Wochen *post partum*, bei unzureichender Kalziumaufnahme auch bis 40 Wochen *post partum*, angesehen (Glade, 1993). Auch die Möglichkeit, dass potenziell strangulierende gastrointestinale Läsionen sich manifestieren und folglich zu einer stärkeren kardiovaskulären Kompromittierung führen, könnte das Narkoserisiko dieser Pferde potenziell erhöhen, sollten sie aufgrund ihrer Gravidität erst verzögert einer Operation zugeführt werden (Johnston et al., 1995).

2.2.1.2 Körpergewicht

Der Einfluss des Körpergewichts auf die perioperative Mortalitätsrate wird in der Literatur kontrovers diskutiert. Bei Dugdale et al. (2016) besaß es keinen Effekt auf die Anzahl der Todesfälle, lediglich eine Assoziation zwischen einem höheren Körpergewicht und einer geringeren Qualität der Aufstehphase konnte festgestellt werden. Gegensätzlich dazu ist eine Erhöhung der perioperativen Mortalitätsrate nach Laparotomien bei einem Körpergewicht ≥ 500 kg dokumentiert (Adami et al., 2020). Auch Laurenza et al. (2020) und O'Donovan et al. (2022) konnten zeigen, dass die Mortalitätsrate pro Erhöhung des Körpergewichts um 100 kg um das 1,5-Fache ansteigt. Zusätzlich verstärkt ein höheres Körpergewicht, vermutlich aufgrund einer stärkeren Kompression von Muskulatur und Nerven während der Allgemeinanästhesie das Risiko für das Auftreten eines postanästhetischen Myopathie-Neuropathie-Syndroms (Bidwell et al., 2007). Insgesamt treten Paralysen des *N. radialis* und *N. femoralis* besonders bei großen, schweren und stark bemuskelten Pferden auf (Hubbell, 2005). In einer retrospektiven Studie von Franci et al. (2006), in der das Auftreten eines postanästhetischen Myopathie-Neuropathie-Syndroms (PAMNS) nach Magnetresonanztomografie und chirurgischen Eingriffen bei 633 Pferden verglichen wurde, konnte gezeigt werden, dass bei einem höheren Körpergewicht die Inzidenz eines PAMNS zunimmt. Zusätzlich wirkt sich das Körpergewicht auf Parameter des Gasaustausches aus. Es besteht eine signifikante positive Korrelation zwischen Körpergewicht und alveolo-arterieller Sauerstoffpartialdruckdifferenz, der Ausbildung intrapulmonaler Shunts und der arteriell-alveolären

Kohlenstoffdioxidpartialdruckdifferenz (Hall & Trim, 1975; Schatzmann, 1982; Stegmann & Littlejohn, 1987; Moens, 1989).

2.2.1.3 Temperament

Das Temperament des Pferdes kann sich auf sein Verhalten während der Aufstehphase auswirken und folglich gravierende postanästhetische Komplikationen hervorrufen. Verschiedene Studien belegen einen Zusammenhang zwischen dem interindividuellen Verhalten und der Qualität und Dauer der Aufstehphase (Matthews et al., 1998; Leece et al., 2008; Hubbell & Muir, 2009). Gut trainierte und als „gelassen“ beschriebene Pferde zeigen sicherere Aufstehphasen (Hubbell, 2005). Eine experimentelle Studie dokumentierte, dass sich das Temperament der Pferde vor der Allgemeinanästhesie nicht auf den Zeitpunkt von Augen-, Ohren-, Kopf- oder Gliedmaßenbewegung auswirkt, es aber einen Einfluss auf das erste Anheben des Kopfes im Anschluss an eine Inhalationsanästhesie hat (Whitehair et al., 1993). Zusätzlich hat bei einer endexpiratorischen Isoflurankonzentration von unter 0,2 Vol. % oder wenn die Pferde bereits erwacht sind, lediglich das Temperament eine Auswirkung auf die Aufstehqualität, den Zeitpunkt der Extubation, des ersten Aufstehversuchs und des sicheren Stands (Whitehair et al., 1993). Eine Studie mit 100 Allgemeinanästhesien zu magnetresonanztomografischen Untersuchungen, in der eine ausführliche Beurteilung des Temperaments der Pferde im Vorfeld der Anästhesie durchgeführt wurde, ergab ebenfalls eine Korrelation zwischen dem Temperament und der Aufstehqualität (Leece et al., 2008). Konträr dazu fiel die Studie von Donaldson et al. (2000) aus, in der kein Zusammenhang zwischen dem Verhalten und der Aufstehqualität von gesunden Rennpferden nach elektiven Arthroskopien nachgewiesen werden konnte. Ein ausgeprägter Fluchtinstinkt kann das Risiko für Frakturen erhöhen, da er die Pferde trotz der Restwirkung der Arzneimittel und beeinträchtigter Muskelkoordination zu verfrühten Aufstehversuchen animiert (Bidwell et al., 2007). Diese besondere Charaktereigenschaft, die das Pferd von Menschen und einigen Kleintieren unterscheidet, kann einer weiteren Reduktion perianästhetischer Komplikationen entgegenstehen (Bidwell et al., 2007; Dugdale et al., 2016).

2.2.1.4 Ataxie, präanästhetische Lahmheit

Pferde mit neurologischen Vorerkrankungen können, verglichen mit gesunden Pferden, während der Induktion einer Allgemeinanästhesie und in der Aufstehphase eine ausgeprägtere Ataxie aufweisen (Hubbell et al., 1988; Mullen et al., 2015).

Folglich steigt das Risiko eines unkontrollierten Niedergehens mit konsekutivem Rückenmarkstrauma (Hubbell et al., 1988). Mullen et al. (2015) konnten zeigen, dass sich eine präanästhetisch bestehende Ataxie nach einer Myelografie in 25 % der Fälle um weitere ein bis zwei Grade potenziert. Bezüglich der Auswirkungen einer präanästhetischen Lahmheit auf die anästhesiebedingte Mortalität oder Morbidität des Pferdes gibt es nach dem Wissen der Autorin keine Studien, allerdings scheint zumindest eine Beeinträchtigung der Aufstehqualität durch eine ausgeprägte Lahmheit wahrscheinlich.

2.2.1.5 Schmerzintensität

Der Einfluss der präoperativen Schmerzintensität auf die intra- und postoperative Mortalitätsrate des Pferdes ist in der Literatur primär bei Pferden, die eine Koliksymptomatik aufweisen beschrieben (Mair & Smith, 2005a; Proudman et al., 2006). Mair und Smith (2005a) untersuchten den Zusammenhang zwischen präoperativen Schmerzen und der Mortalitätsrate bis zum Zeitpunkt der Entlassung aus der Klinik bei Pferden nach Laparotomien. Diese Autoren dokumentierten, dass Pferde mit hochgradigen (hgr.) Schmerzen öfter versterben oder euthanasiert werden müssen. Konträr dazu fanden Proudman et al. (2006) heraus, dass Pferde ohne oder mit geringgradigen (ggr.) Schmerzen eine höhere intraoperative Mortalität aufweisen. Eine progressive Ischämie des Darms, die zwar zu einer Reduktion der Schmerzintensität, aber zu einer zunehmenden Gefäßschädigung und Endotoxämie führt, wird durch die Autoren als mögliche Ursache angesehen.

2.2.1.6 Abdomenprofil

Das Abdomenprofil, definiert als die seitliche Kontur des Bauches eines Pferdes, ist mit der Entwicklung einer relativen Hypoxämie während einer Allgemeinanästhesie assoziiert (Moens et al., 1995; Hubbell et al., 2021). Unabhängig von ihrer Lagerung während der Narkose weisen Pferde mit einem runden Abdomenprofil verglichen mit denen mit einem flachen Abdomenprofil einen reduzierten Sauerstoffpartialdruck und eine erhöhte alveolo-arterielle Sauerstoffpartialdruckdifferenz bei Atmung von Raumluft auf (Moens et al., 1995). Bei der Messung des Tidalvolumens funktionell getrennter Lungen bei Lagerung in Seitenlage, verteilt sich dieses bei Pferden mit einem flachen Abdomenprofil gleichmäßig zwischen beiden Lungen, ist bei Pferden mit einem runden Abdomenprofil in der unten liegenden Lunge hingegen deutlich reduziert (Moens et al., 1995). Diese ungleichmäßige Verteilung des Tidalvolumens

durch regionale Compliance-Unterschiede wird anhand des sigmoiden Kurvenverlaufs des Druck-Volumen-Diagramms erklärt, demzufolge benötigt die unten liegende Lunge einen höheren Druck für Volumenzunahmen während einer Allgemeinanästhesie (Moens, 1992). Rundbäuchige Pferde besitzen entweder einen größeren Abdomeninhalt oder eine dehnbarere Bauchwand, wodurch die Fehlverteilung der Atemluft potenziert wird (Moens et al., 1995). In Seitenlage übt der Abdomeninhalt Druck auf die unten liegende Lunge und das Zwerchfell aus, entstehende Konformationsänderungen und Bewegungseinschränkungen der Brustwand führen zu einem zunehmenden Ventilations-Perfusions-Missverhältnis (Moens et al., 1995). Die Verringerung des Abdomeninhalts durch Nahrungskarenz im Vorfeld einer Narkose kann sich positiv auf die Ventilation auswirken. So führt eine für das Pferd unphysiologische und experimentell durchgeführte prolongierte Nahrungskarenz von vier bis neun Tagen zu merklich höheren Sauerstoffpartialdrücken bei volumenkontrolliert beatmeten Pferden (Moens et al., 1995), während eine bis zu zwölf Stunden lange Hungerperiode keinen Einfluss besitzt (Dobromylskyj et al., 1996). Neben dem Abdomenprofil hat auch die Konformation des Thorax Auswirkungen auf die Oxygenierung eines Pferdes. So weisen besonders Ponys mit größeren Thoraxumfängen einen höheren arteriellen Sauerstoffpartialdruck auf (Mansel & Clutton, 2008).

2.2.2 Extrinsische Faktoren

2.2.2.1 Art des chirurgischen Eingriffs

Das perioperative Mortalitätsrisiko eines Pferdes variiert abhängig von der Art und Dringlichkeit des durchgeführten chirurgischen Eingriffs (Johnston et al., 1995; Johnston et al., 2002; Johnston et al., 2004; Kim et al., 2014; Dugdale et al., 2016; Laurenza et al., 2020; O'Donovan et al., 2022). In einer Studie von Laurenza et al. (2020) besaßen Pferde, an denen invasive orthopädische Eingriffe durchgeführt wurden ein 9,8-fach erhöhtes perioperatives Mortalitätsrisiko (Laurenza et al., 2020). Die höchste perioperative Mortalität besteht bei der Durchführung von Osteosynthesen (Johnston et al., 2002). Während die Gesamtmortalitätsrate innerhalb variabler perioperativer Zeiträume bei elektiven Eingriffen zwischen 0,63–0,9 % (Mee et al., 1998a; Johnston et al., 2002; Dugdale et al., 2016) rangiert, liegt sie bei Notfalloperationen bei bis zu 31,4 % (Mee et al., 1998b). Patienten, bei denen Notfalloperationen wie Laparotomien aufgrund von Koliksymptomatik, Kaiserschnitte oder assistierte vaginale Entbindungen durchgeführt werden, weisen ein annähernd

13-fach erhöhtes Mortalitätsrisiko im Vergleich zu operativen Eingriffen an Ohren, Nase oder Rachen auf (Johnston et al., 1995). Dies kann möglicherweise primär auf das bereits präoperativ deutlich beeinträchtigte Allgemeinbefinden der Patienten anstatt auf die Allgemeinanästhesie oder Operation *per se* zurückzuführen sein (Johnston et al., 1995). Dugdale et al. (2016) zeigten, dass Laparotomien mit Darmresektionen ein geringeres Mortalitätsrisiko zu besitzen scheinen, wiesen aber auch daraufhin, dass diese Ergebnisse möglicherweise aufgrund der frühzeitigen Euthanasie von Fällen mit besonders schlechter Prognose entstanden seien. Während eine monozentrische Studie mit 1 416 Fällen eine Gesamtmortalitätsrate von 1,6 % bei Notfalloperationen ergab, konnten keine Todesfälle bei Pferden, die nicht aufgrund von Koliksymptomatik operiert wurden, erfasst werden (Dugdale et al., 2016). Das auch ausschließlich bildgebende Untersuchungen wie Magnetresonanztomografien zu Todesfällen führen, zeigten Franci et al. (2006) in ihrer Untersuchung zur Entstehung postanästhetischer Myo- und Neuropathien, bei denen aufgrund der Schwere der Symptomatik in 0,6 % der Fälle eine Euthanasie erforderlich wurde.

Neben den Effekten auf die Mortalitätsrate beeinflusst die Art des durchgeführten Eingriffs auch die Dauer und Qualität der Aufstehphase (Young & Taylor, 1993; Voulgaris & Hofmeister, 2009). Unabhängig von der Art des durchgeführten Eingriffs und der Anästhesiedauer verlängert sich die Dauer assistierter Aufstehphasen nach Notfalleingriffen (Voulgaris & Hofmeister, 2009). Pferde nach notfallmäßigen Kolikoperationen benötigen zusätzlich circa zwölf Minuten länger bis zum nicht assistierten Erreichen eines sicheren Standes als nach anderweitigen Notfalloperationen (Voulgaris & Hofmeister, 2009). Zusätzlich wirken sich weniger invasive Eingriffe positiv auf die Aufstehqualität aus (Young & Taylor, 1993), während sehr schmerzhafte Prozeduren zu Abweichungen vom typischen Aufstehmuster wie der Vermeidung der Sternallage und direkten Aufstehversuchen führen können (Hubbell, 2005).

2.2.2.2 Lagerung während des Eingriffs

Die Lagerung in Seitenlage während eines chirurgischen Eingriffs reduzierte in der Studie von Johnston et al. (1995) das Mortalitätsrisiko der Pferde im Vergleich zu einer Lagerung in Rückenlage um nahezu ein Drittel. Eine entsprechende Reduktion der Mortalität um das 4-Fache bei Lagerung in Seitenlage konnten Dugdale et al. (2016) feststellen, wobei die Lagerung eine Kovarianz der Kolik-Operation darstellte. Da die