

Methoden der Narkosetiefenbestimmung beim Pferd

I. Klinische Parameter

K. Otto¹ und E. Deegen²

¹ Abt. Anästhesiologie II, Zentrum Anästhesiologie, Medizinische Hochschule Hannover (Direktor: Prof. Dr. S. Piepenbrock)

² Klinik für Pferde der Tierärztlichen Hochschule Hannover (Direktor: Prof. Dr. E. Deegen)

Einleitung

Primäres Zielorgan der Allgemeinanästhetika ist das Zentrale Nervensystem (ZNS). Der Grad der zentralnervösen Dämpfung durch Anästhetika sollte kontinuierlich an die ständig wechselnde Intensität chirurgischer Stimuli angepaßt (Hug 1986) und so gewählt werden, daß „Schmerzreaktionen“ bei nur minimaler Dämpfung der Vitalfunktionen des Herzkreislauf- und Atmungsapparates unterbunden werden können (Steffey 1983). Die Bewertung der zentralnervösen Dämpfung anhand der Beurteilung der Aktivitäten spezifischer Reflexmuster wurde von Guedel (1920) für den Humanpatienten durchgeführt und u.a. von Campbell und Lawson (1958) und Westhues und Fritsch (1961) für die Narkosetiefenbestimmung bei den Haustieren modifiziert. Die von Guedel (1920) für die Äthernarkose beschriebenen Reflexmuster sind bei Narkosen mit Dissoziativanästhetika nur bedingt anwendbar und zeigen einen vom Zustand des Pferdes (z.B. Lidschwellung bei Kolikpatienten) sowie von der Narkosedauer abhängigen Aktivitätsverlust (Hubbell 1991). Des weiteren wurden in den bisherigen Schemata für die Narkosetiefenbestimmung die in Abhängigkeit von der Narkosetiefe und Stimulationsintensität auftretenden Blutdruck- und Herzfrequenzveränderungen nicht berücksichtigt. In der vorliegenden Arbeit sind einzelne klinische Parameter hinsichtlich ihrer Aussagekraft für die Beurteilung der Narkosetiefe bei den derzeit gebräuchlichen Narkoseverfahren des Pferdes zusammengefaßt worden.

Kriterien der adäquaten Narkosetiefe

Die Kriterien einer adäquaten Narkosetiefe beim Pferd sind in Tabelle 1 zusammengefaßt. Von besonderer Bedeutung für die Allgemeinnarkose beim adulten Pferd ist die Vermeidung der während der Inhalationsnarkose mit Halothan oder Isofluran auftretenden arteriellen Hypotension (Steffey und Howland 1980), die als Absinken des arteriellen

Zusammenfassung

Die auf die Narkosestadieneinteilung von Guedel zurückzuführende Beurteilung von Augen-, Pharynx- und Larynxreflexen sowie der Spontanatmung ist für die Bestimmung der Narkosetiefe des Pferdes nach wie vor von vorrangiger Bedeutung. Für eine umfassende Beurteilung des Patientenzustands sollten bei den derzeit eingesetzten Anästhetika jedoch zusätzlich zu den von Guedel beschriebenen Reflexprüfungen so viele Herzkreislauf- und Atmungsparameter wie möglich herangezogen werden. Dies gilt insbesondere auch für die Beurteilung der Wirkung von Dissoziativanästhetika, bei denen die von Guedel beschriebenen Reflexprüfungen nur eine beschränkte Aussagekraft haben. Des weiteren sollte zur Vermeidung lebensbedrohlicher tiefer Narkosestadien berücksichtigt werden, daß die Sensibilität des Patienten gegenüber einem Anästhetikum durch Störungen im Säure-Basen- und Elektrolythaushalt sowie durch Trächtigkeit, Hyperkapnie, Hypoxämie, Hypotension oder Hypothermie gesteigert sein kann.

Schlüsselwörter: Allgemeinanästhesie, Narkosetiefenbestimmung

Methods of Monitoring the Depth of Anaesthesia in Horses - I. Clinical Signs.

Adequate surgical anaesthesia must be defined to avoid the possibility of the horse perceiving noxious stimuli as well as to minimize undesirable depression of vital organ system functions. The appropriate depth of general anaesthesia in horses can be achieved and maintained by using predetermined drug doses applied either in mg/kg of body weight or volume percent. The individual drug effects should be assessed by means of specific clinical signs of anaesthesia based on Guedel's classic model. Inadequate deep or light planes of general anaesthesia can result from the variance of stimulus intensity during surgery, drug interactions between anaesthetic agents and concurrently administered drugs, or modifiers of anaesthetic requirements as hypo-, hyperthermia, pregnancy, hypercapnia, hypoxemia, or hypotension. Although the clinical signs proposed by Guedel still remain important for the assessment of anaesthetic depth other clinical signs (e.g. changes in heart rate or arterial blood pressure) not included in Guedel's scheme should be used additionally to increase patient safety during general anaesthesia. Ocular, pharyngeal, and laryngeal reflexes as well as skeletal muscle tone are not applicable for monitoring anaesthetic depth after administration of dissociative agents (e.g. ketamine).

keywords: General anaesthesia, depth of anaesthesia

len Mitteldrucks auf Werte unter 70 mm Hg definiert ist (Muir 1991). Blutdruckabfälle auf Werte bis zu 55 – 65 mm Hg (Part.), die länger als eine halbe Stunde bestehen, können zu einer postanästhetischen Myopathie führen (Klein 1978, Grandy et al. 1987). Die Hypotension sollte daher umgehend durch Reduzierung oder kurzfristige Unterbrechung der Zufuhr des Inhalationsanästhetikums und ausreichenden Volumenersatz, ggf. in Verbindung mit der streng kontrollierten Gabe eines Sympathikomimetikums (Dobutamin, Dopamin) behandelt werden (Muir 1991). Bei kritisch kranken, hypotensiven Patienten können zur Vermeidung zu flacher Narkosestadien niedrige Konzentrationen eines volatilen Anästhetikums mit der Bolusinjektion von Ketamin (0,2 – 0,4 mg/kg KM i.v.) kombiniert

Tab. 1: Kriterien der adäquaten Narkosetiefe (modifiziert nach Hug 1986, Steffey 1983)

Aspects of the adequate depth of anaesthesia

1. Bewußtlosigkeit
2. Analgesie
3. Muskelrelaxation
4. Reflexunterdrückung
4.1 Somatische Reflexe (Abwehrbewegungen)
4.2 Autonome Reflexe (Tachy-, Bradyarrhythmien, Hyper-, Hypotension)
4.3 Endokrine Reflexe (z.B. vermehrte Ausschüttung von Katecholaminen)
5 HÄMODYNAMISCHE STABILITÄT

werden (Muir und Hubbell 1991). Die Konzentration des Inhalationsanästhetikums sollte auch dann verringert werden, wenn Patienten trotz Inhalation von reinem (100%) Sauerstoff eine arterielle Hypoxämie aufweisen. Die durch Halothan oder Isofluran bedingte Abnahme des Herzzeitvolumens (Steffey und Howland 1980) wird als eine Ursache für die beim Pferd während der Allgemeinanästhesie auftretenden Verringerung des arteriellen Sauerstoffpartialdrucks angesehen (Muir 1991).

Steuerung der adäquaten Narkosetiefe

Für die Einleitung und Durchführung einer Allgemeinnarkose werden Richtdosierungen (mg/kg, Vol.%) appliziert und der Effekt der Anästhetika auf den Patienten mit Hilfe der für die Narkosestadieneinteilung verwendeten klinischen Parameter (Guedel 1920, Campbell und Lawson 1958, Westhues und Fritsch 1961) beurteilt. Da die Empfindlichkeit der Patienten gegenüber Anästhetika starken individuellen Schwankungen unterliegt und die für die Narkosetiefenbestimmung nach Guedel (1920) benutzten klinischen Parameter bei den derzeit verwendeten Anästhesieverfahren nur eine begrenzte Aussagekraft haben, ist die Gefahr einer relativen oder absoluten Anästhetikaüberdosierung besonders bei kritisch kranken Patienten groß.

Ermittlung der individuellen Dosis

Für die Berechnung der individuellen Dosis müssen krankheits- und altersbedingte Veränderungen in der Pharmakokinetik und -dynamik der Anästhetika sowie mögliche Arzneimittelinteraktionen berücksichtigt werden. Bei Patienten mit einer Azidämie (McGrath 1987) oder Hypoalbuminämie (Klein 1985, McGrath 1987) ist z.B. der Bedarf an Thiobarbituraten reduziert. Des Weiteren kann die perioperative Gabe von Phenylbutazon zur Verstärkung

und Verlängerung der Thiobarbituratwirkung führen (McGrath 1987). Ähnlich wie bei den Injektionsanästhetika existieren auch für Inhalationsanästhetika Faktoren, die zu einer Bedarfssenkung (MAC-Reduktion) oder Bedarfssteigerung (MAC-Erhöhung) führen (Tabelle 2). Die minimale alveoläre Konzentration (MAC) eines jeden Inhalationsanästhetikums ist ein Maß für seine Wirkungsstärke (Eger 1974).

Tab. 2: Faktoren, die den Bedarf an Inhalationsanästhetika beeinflussen (nach Eger 1974, Quasha et al. 1970)

Facts on which the consumption of anaesthetics depend

MAC-Reduktion Bedarfssenkung	MAC-Steigerung Bedarfserhöhung
Hypothermie	Hyperthermie
Hyponatriämie	Hypernatriämie
ZNS-Dämpfung (Prämedikation)	ZNS Stimulation (z.B. Ephedrine)
Trächtigkeit	
PaO ₂ < 40 mm Hg	
PaCO ₂ > 95 mm Hg	
P _{art.} < 50 mm Hg	
zunehmendes Alter	
MAC = minimale alveoläre Konzentration (Vol%), P _{art.} = arterieller Mitteldruck	

Narkosestadieneinteilung

Bei der Narkosestadieneinteilung (Guedel 1920, Campbell und Lawson 1958, Westhues und Fritsch 1961) wurden spezifische Reflexmuster wie Lidschluß-, Kornealreflex, Pupillenweite, Nystagmus, Atemfrequenz und -typ, etc. mit unterschiedlichen Graden der zentralnervösen Dämpfung korreliert. Die mit zunehmender Narkosetiefe einhergehende Abnahme der Reflexaktivitäten bis hin zum völligen Sistieren ist für die Beurteilung der Narkosetiefe nach wie vor unerlässlich, besitzt aber nur eine eingeschränkte Gültigkeit. Aus diesem Grund sollten für die Beurteilung der Anästhetikawirkung möglichst viele klinische Parameter herangezogen werden. Verschiedene Parameter sind entsprechend ihrer Aussagekraft für die Beurteilung der Narkosetiefe in Tabelle 3 zusammengefaßt. In diesem Zusammenhang ist zu betonen, daß für die Narkosetiefenbestimmung auf die in Tabelle 3 aufgeführten Parameter mit moderater oder geringer Aussagekraft nicht verzichtet werden kann. Dies gilt insbesondere für Allgemeinanästhesien, die unter Praxisbedingungen durchgeführt werden und bei denen weder die Möglichkeit der EKG-, Blutdruck- oder Blutgaskontrolle noch der Kapnographie oder Pulsoximetrie gegeben ist.

Tab. 3: Bestimmung der Narkosetiefe beim adulten Pferd (modifiziert nach *Hubbell* 1991, *Riebold* 1990, *Steffey* 1983, *Steffey* 1991)

Determination of the anaesthetic depth in adult horses

Aussagekraft für die Beurteilung der Narkosetiefe	Zeichen einer adäquaten Narkosetiefe
*** systol. arterieller Blutdruck	90 – 120 mm Hg
*** arterieller Mitteldruck	70 – 100 mm Hg
*** Stellung des Bulbus	nasaler Augenwinkel
*** Nystagmus	n.v./langsamer lat. Nystagmus
*** PaCO ₂ ^ ^ P _{ET} CO ₂	40 – 60 mm Hg 30 – 50 mm Hg
*** Abwehrbewegung	n.v.
** Herzfrequenz (-rhythmus)	30 – 45/min (regelmäßig)
** Atemfrequenz	6 – 12/min (regelmäßig)
** Schluckreflex ¹	n.v.
** Schwitzen	n.v.
** Kornealreflex ¹	auslösbar
** Lidschlußreflex ¹	verzögert auslösbar/n.v.
* Tränensekretion	n.v./minimal
*** = hohe, ** = moderate, * = geringe Aussagekraft; n.v. = nicht vorhanden; ET = endexpiratorisch. ¹ Augenreflexe und Schluckreflex sind für die Beurteilung der Narkosetiefe bei Ketanestnarkosen nur bedingt anwendbar.	

Schlußfolgernd muß somit festgestellt werden, daß lebensbedrohlich tiefe oder zu flache Narkosestadien nur durch die kontinuierliche Beurteilung möglichst vieler klinischer Parameter verhindert werden können.

Literatur

- Campbell, J.R.* und *D.D. Lawson* (1958): The signs and stages of anaesthesia in domestic animals. *Vet. Rec.* 27, 545–550.
- Eger, E.I., II* (1974): MAC. In: *Anesthetic uptake and action*. Williams & Wilkins, Baltimore, 1–25.
- Grandy, Jaqueline L., E.P. Steffey, D.S. Hodgson* und *M.J. Woliner* (1987): Arterial hypotension and the development of postanesthetic myopathy in halothaneanesthetized horses. *Am. J. Vet. Res.* 48, 192–197.
- Guedel, A.E.* (1920): Third stage ether anesthesia: A subclassification, with significance of position and movement of the eyeball. *Pennsylvania Medical Journal* XXIV, 375–380.

- Hubbell, J.A.E.* (1991): Monitoring. In: *Muir, W.W.* und *J.A.E. Hubbell* (Hrsg.): *Equine anesthesia. Monitoring and emergency therapy*. Mosby Year Book, St. Louis, 153–179.
- Hug, C.C., Jr.* (1986): Monitoring. In: *Miller, R.D.* (Hrsg.): *Anesthesia*. Band 1, 2. Aufl., Churchill Livingstone, New York, 411–463.
- Klein, Lin* (1978): A review of 50 cases of post-operative myopathy in the horse - intrinsic and management factors affecting risk. *Proc. Annu. Meet. Am. Assoc. Equine Pract.* 24, 89–94.
- Klein, Lin* (1985): Anesthesia for neonatal foals. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 1, 77–89.
- McGrath, C.J.* (1987): Drug interactions. In: *Short, C.E.* (Hrsg.): *Principles and practice of veterinary anesthesia*. Williams & Wilkins, Baltimore, 154–157.
- Muir, W.W.* (1991): Complications. Induction, maintenance, and recovery phases of anesthesia. In: *Muir, W.W.* und *J.A.E. Hubbell* (Hrsg.): *Equine anesthesia. Monitoring and emergency therapy*. Mosby Year Book, St. Louis, 419–443.
- Muir, W.W.* und *J.A.E. Hubbell* (1991): Anesthetic techniques. In: *Muir, W.W.* und *J.A.E. Hubbell* (Hrsg.): *Equine anesthesia. Monitoring and emergency therapy*. Mosby Year Book, St. Louis, 444–460.
- Quasha, A.L., E.I. Eger, II* und *J.H. Tinker* (1970): Determination and applications of MAC. *Anesthesiology* 53, 315–334.
- Riebold, T.W.* (1990): Monitoring equine anesthesia. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 6, 607–624.
- Steffey, E.P.* (1983): Concepts of general anesthesia and assessment of adequacy of anesthesia for animal surgery. In: *Kitchel, R.L.* und *H.H. Erickson* (Hrsg.): *Animal Pain*. Bethesda, MD: American Physiological Society, 133–150.
- Steffey, E.P.* (1991): Inhalation anesthetics and gases. In: *Muir, W.W.* und *J.A.E. Hubbell* (Hrsg.): *Equine anesthesia. Monitoring and emergency therapy*. Mosby Year Book, St. Louis, 352–379.
- Steffey, E.P.* und *D. Howland* (1980): Comparison of circulatory and respiratory effects of isoflurane and halothane anesthesia in horses. *Am. J. Vet. Res.* 41, 821–825.
- Westhues, M.* und *R. Fritsch* (1961): Grundlagen der Narkose (Allgemeinnarkose, allgemeine Anästhesie). In: *Die Narkose der Tiere*. Band II. Allgemeinnarkose. Verlag Paul Parey, Berlin, 16–58.

Die Arbeit war Teil eines Vortrages über „Die adäquate Narkosetiefe beim Pferd“ anlässlich der DVG-Tagung „Pferdekrankheiten“ vom 24. bis 25. März 1994 in Wiesbaden.

Dr. K. Otto und Prof. E. Deegen

*Klinik für Pferde
Tierärztliche Hochschule Hannover
Bischofsholer Damm 15
D-30173 Hannover*

Tel.: 0511-856-7233