

Pferdeheilkunde 2 (1986) 1 (Jan) 3–17

Sir-Frederick-Hobday-Gedächtnis-Vortrag

## Praxis, Lehrtätigkeit und Forschung – eine allgemeine Betrachtung

### Grundlagen der Überwachung bei kritischem Zustand des neugeborenen Fohlens

Peter D. Rossdale

Beaufort Cottage Stables,  
Newmarket, Suffolk, England

#### Praxis, Lehrtätigkeit und Forschung – eine allgemeine Betrachtung

Immer wieder gehen in jedem Beruf Menschen mit außergewöhnlichen Fähigkeiten und Charaktereigenschaften in die Geschichte ein und werden zur legendären Gestalt. In unserem Beruf war *Hobday* eine solche Persönlichkeit. Er war viele Jahre in der Praxis tätig und entwickelte eine Anzahl chirurgischer und anästhesiologischer Verfahren, u. a. die Operation, die heute noch seinen Namen trägt.

Beim ersten Sir-Frederick-Hobday-Gedächtnisvortrag, der von der British Equine Veterinary Association gehalten wurde, sprach *Formston* (1972) von dem Opportunismus *Hobdays*, mit dem dieser die Operationsweise der Ventrikulektomie von *W. L. Williams* übernommen hatte. Er praktizierte sie so intensiv, daß sie als „Hobdaying“ weiter bekannt wurde. *Formston* bezeichnete dies als Folge „des Enthusiasmus, Unternehmungsgeistes und brennenden Ehrgeizes des jungen Professors, der jetzt in der Praxis arbeitet“.

In den medizinischen Berufen kann man viele Beispiele von chirurgischen Verfahren mit Eponymen nennen. Das am häufigsten gebrauchte ist vielleicht die Operationsmethode nach *Woodman*, bei der im Falle einer Lähmung die Stimmfalten lateral fixiert werden. „*Woodman*“ ist aber ein Adjektiv geblieben und hat nicht wie „*Hobday*“ die Auszeichnung erfahren, ein Verb der englischen Sprache zu werden.

*Hobday* vereinigte in seiner Person Kunst und Wissen des praktischen Tierarztes, des Wissenschaftlers und des Dozenten der drei grundlegenden Arbeitsbereiche, in denen

Sir Frederick Hobday wurde 1870 geboren und studierte am Royal Veterinary College, London, wo er 1892 das Examen ablegte. 1922 wurde Hobday Vorstand dieser Fakultät. Er starb 1939. Die Operation, die seinen Namen trägt, ist eine modifizierte Ventrikelektomie nach *Williams*.

#### Peter D. Rossdale

ist Absolvent des Jahrgangs 1953 am Royal Veterinary College, London, und ist seitdem in der Praxis tätig. 1960 erhielt er ein Stipendium für seine Dissertation mit dem Titel „Klinische und labormedizinische Beurteilung des Gesundheitszustands des neugeborenen Vollblutfohlens“. 1985 verlieh ihm die Universität Cambridge auf Grund von Sonderbestimmungen für seine Veröffentlichungen den Titel „Doktor der Philosophie“. Am Australian College of Veterinary Scientists wählte man ihn 1975 zum Ehrenmitglied.

Er war Mitglied des Organisationsausschusses, aus dem 1960 die British Equine Veterinary Association gegründet wurde, und hatte darin das Amt des Geschäftsführers (1960–1965), des Vorsitzenden des Veranstaltungsausschusses (1973–1975) und des Präsidenten (1976) inne. Seit 1980 ist er Herausgeber des EVJ und wurde 1978 zum Ehrenmitglied des Verbandes auf Lebenszeit ernannt. Er ist seit der Gründung der BEVA-Stiftung an ihr mitbeteiligt, war von 1978 bis 1982 ihr Vorsitzender und ist Vorsitzender ihres Forschungskontraktausschusses seit 1979.

Peter D. Rossdale war von 1974 bis 1976 Sekretär des International Equine Reproduction Symposia Committee, war sein Geschäftsführer von 1976 bis 1980 und bekleidet dieses Amt wieder seit 1984. Er führte auch von 1980 bis 1984 den Vorsitz und war Mitherausgeber von zwei der drei Ausgaben, die als Sonderausgaben 23 und 32 zum Heft über Fortpflanzung und Fertilität veröffentlicht wurden.

Er war Mitglied des Veterinary Advisory Committee des Welcome Trust und ist derzeit Mitglied des Animal Health Trust Scientific Advisory Committee, des Horserace Betting Levy Board Veterinary Advisory Committee und des Royal College of Veterinary Surgeons' Equine Board.

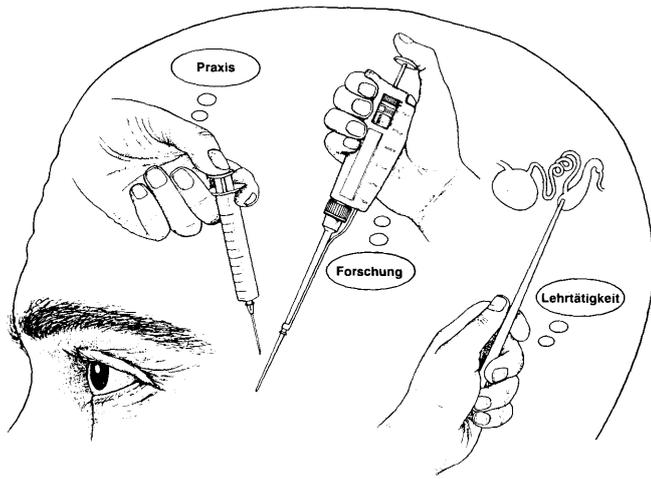
1978 hielt er den D. L. T.-Smith-Inauguralvortrag in Saskatoon und wurde zum Träger des John-Henry-Steel-Gedächtnispreises (1978), des William-Hunting-Preises (1973) und des George-Fleming-Preises (1968).

Seit 1980 ist Peter Rossdale Herausgeber des Equine Veterinary Journal und seit Gründung der Zeitschrift *Pferdeheilkunde* Mitglied des wissenschaftlichen Beirates.

Angehörige unseres Berufsstandes tätig sind (Abb. 1). In dieser Hinsicht war er ein Mensch seiner Zeit, weil diese Kombination in seinen Tagen möglich war, praktikabel und vertretbar innerhalb des Berufs und gegenüber der Klientel. Als sich das Wissensspektrum erweiterte und man neue diagnostische und therapeutische Verfahren entwickelte, trat bei uns ein Wandel in der Berufsstruktur ein. Die Absolventen der veterinärmedizinischen Fachbereiche der Universitäten teilen sich in zunehmendem Maße auf, einerseits in diejenigen, die Forschungsarbeiten ausführen oder sich der Lehrtätigkeit widmen, und andererseits in die praktischen Tierärzte. Die Schranke zwischen ihnen und uns, zwischen dem Akademiker und dem praktischen Tierarzt, ist bedauerlicherweise stärker und höher geworden und damit schwerer zu überwinden.

In neuerer Zeit hat man am Royal College of Veterinary Surgeons die Notwendigkeit der Spezialisierung erkannt. Fachärzte haben eine hervorragende Befähigung zur Lehrtätigkeit. Nun werden aber in Zukunft viele Spezialisten in die Praxis gehen. Ihre Erfahrungen sollte man daher in den Dienst des Ausbildungssystems stellen.

Ebenso sollten sich Fachärzte an der Forschung beteiligen. Der Grundgedanke der „inneren Medizin“, der in Deutschland in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts aufkam, war der, Ärzte sowohl an Forschungsarbeiten zu beteiligen als auch mit klinischen Belangen zu befassen.



**Abb. 1:** Der Tierarzt muß sich derzeit für einen von drei Arbeitsbereichen entscheiden, in dem er tätig sein will; Praxis, Forschung oder Lehre. Im Text wird dargelegt, daß unser zukünftiges Ziel sein sollte, dem einzelnen Gelegenheit zu geben, diese Gebiete bei seiner Arbeit zu verbinden.



Man erkannte, daß zu der von einem Internisten ausgeübten medizinischen Tätigkeit auch die Durchführung von Experimenten in Physiologie und Pathophysiologie gehört, was besondere Übung und besonderes Wissen und Geschick erfordert (Bean, 1982).

Dieses Konzept steht auch in Übereinstimmung mit der Philosophie von Claude Bernard, wonach Kliniker und Medizinstudenten den Kontakt zu einer gut organisierten klinischen Forschung pflegen sollten. Forschung ist ein geordneter Prozeß, bei dem neues Wissen erworben wird, indem man mit bestimmten Methoden Untersuchungen zur Überprüfung von Hypothesen durchführt. Die praktischen Tierärzte spielen bei diesem Vorgang eine Rolle, und das Zusammentragen und Vergleichen ihrer Beobachtungen bildet einen unverrückbaren Anteil der praxisbezogenen Forschungsarbeit.

Klinischen Problemen nachzugehen führt zur Zusammenarbeit mit Leuten an den Universitäten und Institutsabteilungen von Physiologie und experimenteller Medizin, die sich ausschließlich der Forschung widmen. Dem Kliniker kommt dieser multidisziplinäre Weg und der ununterbrochene Kontakt zu Fachleuten in besonderem Maß zugute.

Es gibt einen weiteren Anlaß für alle Mitglieder unseres Berufsstands, dozierend, forschend und praktizierend tätig zu sein. Unsere Studenten werden heutzutage aufgrund ihrer hohen geistigen Auffassungsgabe zugelassen. Es ist paradox, daß viele von ihnen einen gehobenen Ausbildungsstand erreichen, um dann in der Praxis eine Ernüchterung dadurch zu erleben, daß es keine Aufstiegsmöglichkeiten gibt, wie sie sie im Hinblick auf ihren hohen Ausbildungsstand erwarten dürften.

Die Spezialisierung wird die Hoffnungen der Hochschulabsolventen auf berufliches Weiterkommen mit Sicherheit eher steigern als verkleinern, und die Erwartungen werden sich bei einer Tätigkeit in der Praxis wahrscheinlich so lange nicht verwirklichen lassen, als nicht eine veränderte Organisation und alternative Berufsformen es Leuten, die sich zur Lehr- und/oder Forschungstätigkeit hingezogen fühlen, ermöglichen, ihren Bestrebungen innerhalb der Praxisarbeit nachzukommen.

Ich glaube, daß der Grundgedanke, wenn nicht die gegenwärtige Themenstellung überhaupt, in Übereinstimmung mit *Hobdays* Philosophie steht, und daher habe ich ihn zum Gegenstand der Betrachtungen in meinem Vortrag zum Gedenken an *Hobday* gewählt.

Die Überwachung bei kritischem Gesundheitszustand erfordert Maßnahmen in einem weiten Bereich auf der Basis der Kenntnis fundamentaler physiologischer Hauptvorgänge deshalb, weil sie im wesentlichen darin besteht, den Anforderungen, die ein „Patient“ mit mehr oder weniger stark gestörtem innerem Milieu stellt, symptomatisch gerecht zu werden.

Zum Beispiel kann bei einem „Patienten“ an erster Stelle die Notwendigkeit stehen, das Flüssigkeits- und Elektrolytgleichgewicht einzustellen, während bei anderen Nebenierenrindeninsuffizienz, Ernährungsfragen, Thermoregulation, Stoffwechsel- oder Verdauungsstörungen vordergründig sind. Das größte Einzelproblem bei Tieren aber ist, im Gegensatz zum Menschen, das Erfordernis, Verhaltensstörungen unter Kontrolle zu bringen und zu behandeln. In allen Fällen muß der Kliniker in der Lage sein, eine kausale oder substituierende Therapie durchzuführen.

Vom praktischen Tierarzt wird erwartet, daß er ganz geradlinig die Voraussetzungen für die somatische Stabilität des Neugeborenen schafft. Dafür muß er Experte hinsichtlich Diagnostik und Therapie sein.

Man muß aber gleich hinzufügen, daß kein Mensch in einem so weiten Wissensbereich wie dem hier geforderten überall große Erfahrung erwerben und auch nicht mit den Neuentwicklungen auf jedem Gebiet und in allen Zweigen dieser Wissenschaft, die den Bedürfnissen des Neugeborenen zugrunde liegt, Schritt halten kann.

Der Kliniker soll in der Lage sein, die komplexen Zusammenhänge und die Fachsprache zu verstehen und zu interpretieren und dieses Verständnis klinisch mit dem „Patienten“ in Verbindung zu bringen, mit der Zusatzverpflichtung, es den Besitzern und Tierhaltern zu erklären.

Während es gute Gründe für eine Spezialisierung auf sehr kleinen Gebieten des tierärztlichen Wirkungsbereichs gibt, weil dies ein Beitrag zur besseren Versorgung des „Patienten“ ist, können wir uns in unserem kleinen Berufsstand

keine Mitglieder leisten, die sich ausschließlich mit dem einen oder anderen der drei untereinander in Beziehung stehenden Teile der beruflichen Verantwortung befassen.

*Hobdays* Vorbild soll uns daran erinnern, daß jeder Angehörige unseres Berufs Übungsmöglichkeiten in der Forschungsarbeit, Lehrtätigkeit und in der klinischen Praxis hat und auch ein ununterbrochenes und waches Interesse daran behalten sollte. Der bestehende Trend zur Spezialisierung sollte dies nicht überlagern, sondern verstärken.

Wer die Notwendigkeit leugnet, daß jeder von uns einen ausgewogenen Beitrag leisten muß, bringt unseren Beruf in dieselbe Situation wie einen Dreifuß, dem man Beine wegnimmt. Das ist nicht nur ein Widerspruch in der Terminologie, sondern auch in der Zweckbestimmung.

## Grundlagen der Überwachung bei kritischem Zustand des neugeborenen Fohlens

### Einleitung

Die American Academy of Paediatricians hat drei Stufen der Überwachungsintensität festgelegt (*Anon*, 1971): a) normale Überwachung des Neugeborenen, b) mittlere Überwachung, c) Intensivüberwachung. Die Intensivüberwachung wird unterteilt in geringe Abhängigkeit von einer Betreuung bei mäßiger kurzzeitiger Erkrankung und hohe Abhängigkeit mit ununterbrochener Überwachung und Unterstützung von lebenswichtigen Körperfunktionen (Abb. 2). In der Veterinärmedizin erscheint der Begriff „Überwachung bei kritischem Zustand“ besser geeignet, weil beim Tier nicht in der Intensität wie in humanmedizinischen Kliniken lebenserhaltende Maßnahmen durchgeführt werden.

Verhaltensstörungen beim neugeborenen Fohlen treten als Unfähigkeit, zu stehen, die Mammakomplexe der Stute zu finden und zu saugen, in Erscheinung. Schwerwiegender sind Krämpfe, Opisthotonus und Starre der Extensoren oder Verlust des Muskeltonus und Koma. Dies sind die pathologischen Manifestationsbilder zentralnervöser Störungen, die durch Hämorrhagien, Ödeme und ischämische Nekrosen verursacht werden, und biochemischer und reifungsbedingter Störungen in den Organsystemen, von deren Funktion die Anpassung an die selbständige Lebensform abhängt. Die Unterstützung lebenswichtiger Funktionen und die korrigierende Therapie im Hinblick auf Organstörungen sind ein zentraler Bestandteil der Überwachung bei kritischem Zustand. Den Intensitätsgrad der Überwachung bei kritischem Zustand, die dem „Patienten“ zuteil wird, bestimmen in der Veterinärmedizin dessen Wert und die Einstellung seines Besitzers, die wiederum von gefühlsmäßigen und wirtschaftlichen Erwägungen beeinflusst wird. Die Möglichkeiten, die dem Kliniker bei der Betreuung des Falls zur Verfügung stehen, und das Maß an Unterstützung durch entsprechend ausgebildetes, technisches und ungelernetes Personal gehen in die Gleichung ein;

zudem muß die Prognose als Gegengewicht zu anderen Überlegungen berücksichtigt werden.

Die Überwachung bei kritischem Zustand erfordert eine genaue Diagnose hinsichtlich des Zustands der Organsysteme, eine Festlegung der in der jeweiligen Situation zu treffenden Maßnahmen und ihre Durchführung innerhalb des im Einzelfall praktisch Möglichen. Ein Haupterfordernis bei der Überwachung bei kritischem Zustand ist die Kontrolle des Befindens des „Patienten“ unter besonderer Berücksichtigung der Veränderungen, die auf die Therapie hin und als Adaptationsreaktionen des Tieres auftreten.

Die somatische Stabilität des Neugeborenen, verglichen mit dem erwachsenen Tier, hat als Grundlage einerseits eine schwächere Reaktion auf äußere Reize und andererseits eine größere Fähigkeit, in einem vom Physiologischen abweichenden Zustand zu existieren. Besteht der Reiz über einen längeren Zeitraum hinweg, so kann sich ein neuer Dauerzustand einstellen, wenn die Reaktion darauf ausreichend wirksam wird, um ein weiteres Abrücken vom Normalzustand im herkömmlichen Sinn zu verhindern (*McCance*, 1961).

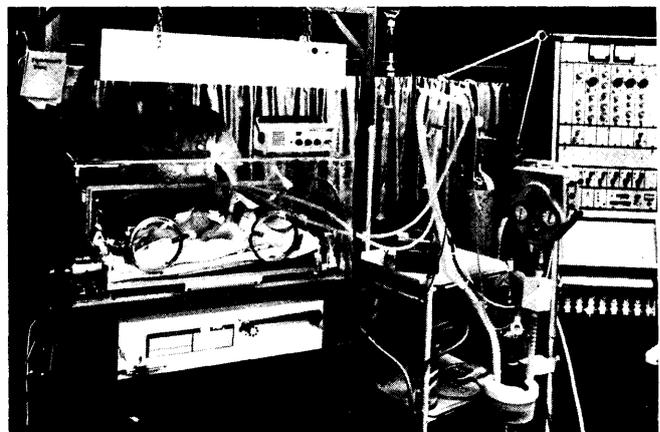


Abb. 2: Säugling auf der Intensivpflegestation des Mill Road Maternity Hospital.  
Photo: Dr. N. R. C. Robertson

In der Pferdepraxis ist die Technik der Überwachung des physiologischen Zustands eines Patienten erst in Entwicklung begriffen. In jeder Situation hängt sie aber von den problemlos verfügbaren Einrichtungsgegebenheiten ab. Diese können unterschiedlich sein, je nachdem, ob der „Patient“ sich stationär in einer Klinik oder in einem Gestüt befindet und ob die diensthabenden Ärzte mit Unterstützung eines Labors arbeiten können. Man kann die Möglichkeiten zur praktischen Durchführung in drei Stufen einteilen:

1) Entsprechend eingewiesenes Personal ohne spezielle Ausbildung kann rektal die Körpertemperatur, die Atem- und Pulsfrequenz messen, das Reflexverhalten prüfen, kontrollieren, ob Kotabsatz vorhanden ist, sowie die Farbe der Schleimhäute beurteilen. Diese Parameter sollten stündlich auf einer Stallkarte festgehalten werden. Die Werte sind vergleichsweise leicht erhältlich und lassen eine vertretbare Gesamteinschätzung des wechselnden Zustands des „Patienten“ zu.

2) Der Hämatokrit und die Leukozytenzahl können in den meisten Fällen bestimmt werden. Die Auszählung eines Differenzialblutbildes wird schon seltener möglich sein, es sei denn, man arbeitet mit einem Krankenhaus am Ort oder einem anderen geeigneten Labor zusammen. Bei schwer erkrankten Tieren sollten diese Messungen mindestens einmal täglich vorgenommen werden.

3) Arterielle Blutgaskonzentration und venöser Säure-Basen-Status; Plasmakonzentrationen von Natrium und Kalium (die Ermittlung der Serumkonzentrationen erfordert Zeit, bis das Serum von der Blutprobe abzentrifugiert ist); Serumprotein- und Harnstoffkonzentration sollte man mindestens zweimal in 24 Stunden bestimmen. Diese Messungen sind nur da verwertbar, wo unmittelbar die Möglichkeit dazu besteht und die Ergebnisse eine oder höchstens zwei Stunden zurückübertragen werden können. Die Bestimmung der Serumenzymkonzentrationen (SDH, LDH,  $\gamma$ -GT, CK und AST) ist von Nutzen, wenn sie täglich vorgenommen wird.

### Verhaltensstörungen

Die Beurteilung von Verhaltensstörungen als solchen hat die genaue Kenntnis des normalen Reflexverhaltens zur Grundlage. Die Stellreflexe sind diejenigen, die es dem Fohlen ermöglichen, sich aus der Seitenlage auf die Brust zu drehen, seine Vorderbeine zu strecken, seine Hinterbeine anzuwinkeln und so wie ein erwachsenes Pferd auf die Beine zu kommen, indem es erst die vordere und dann die hintere Körperhälfte anhebt. Der Saugreflex und die Stellaktivität, in der es Kopf und Nacken streckt, treten unter Umständen schon auf, bevor das Fohlen steht. Sobald es auf den Beinen ist, sucht und findet es die Milchdrüse, wo es dann saugt. Dieser Vorgang ist Ausdruck für die Hauptweisszüge der Anpassung im Verhalten des neugeborenen Fohlens an das, was es braucht, um sich zu ernähren, und was es dabei am stärksten antreibt. Adams und Mayhew (1984) berichteten über einen Weg, den neurologischen Zustand des neugeborenen Fohlens objektiv zu beurteilen. Wenn ein Pfleger das Fohlen in den Armen hält, läßt sich aus der Reaktion auf die Manipulation neurologisch ein Gesamteindruck gewinnen (Abb. 3).

Der wechselseitige Streckreflex, bei dem ein Fohlen in Seitenlage die untere Gliedmaße streckt und den Kopf hebt, wenn die obere Gliedmaße passiv gebeugt wird, hemmt neugeborene Fohlen mit neurologischen Defekten am Saugen.

Pathologische Verhaltensweisen kommen durch Störungen des Zentralnervensystems und/oder der autonomen Nervensysteme zustande, die durch biochemische, reifungsbedingte oder „traumatische“ Faktoren ausgelöst werden. Zur Pathogenese sind zerebrale Hämorrhagien, Ödeme und die darauffolgenden ischämischen Nekrosen zu rechnen, die man als Resultat asphyktischer Veränderungen oder Veränderungen des Gefäßinnendrucks vor, während oder nach der Geburt ansehen kann.

Palmer und Rosedale (1976), Rosedale, Jeffcott und Palmer (1976), Rosedale et al. (1979) und Palmer, Leadon, Rosedale und Jeffcott (1984) haben die Neuropathologie des neonata-



**Abb. 3:** Reflexbedingte Haltung beim Aufheben normaler Fohlen (links) im Vergleich zu der solcher Tiere, die, wie bei Geburtsunreife oder in der Phase nach Krämpfen, unter Hypotonie leiden (rechts).

len Maladaptationssyndroms beschrieben; Tiere, bei denen es beobachtet wurde, hatte man früher als „Beller“ (Reynolds, 1930), „Wanderer“, „Dummies“ und kräftige Fohlen bezeichnet (Mahaffey und Rosedale, 1957). Charakteristische Erscheinungen sind die Unfähigkeit, zu stehen, zu sehen, das Euter zu suchen und zu saugen, Krämpfe, Extensorstarre oder Koma und Verlust des Muskeltonus.

Haughey und Jones (1976) und Mayhew (1982) berichteten über subarachnoidale Hämorrhagien im Rückenmark und in der Schädelhöhle, und sie werden häufiger in Verbindung mit klinischen Anzeichen von Hypotonie, Kollaps und Zustandsformen von allgemeiner Unreife gesehen als im Zusammenhang mit Krämpfen, die öfter bei voll ausgeprägten Fohlen auftreten. Thoraxschäden wie Rippenquetschungen und -frakturen und Myokardquetschungen, verursacht durch Kompression bei der Geburt, spielen eine Rolle bei der Pathogenese des Maladaptationssyndroms, wie Reynolds (1930) es als erster bei der Besprechung von „Bell-Fohlen“ beschrieb. Diese pathologischen Erscheinungen treten jedoch nicht bei allen Fohlen auf, die im Anschluß an eine Aufeinanderfolge von Krämpfen sterben. Man kann daher den Schluß ziehen, daß die geburtsbedingte Traumatisierung des Brustkorbs nur eine indirekte Rolle bei der Entstehung der pathologischen Veränderungen am Gehirn spielt, vielleicht indem sie einen vorübergehenden Herzstillstand oder anormale Druckwellen in Gefäßen verursacht.

### Fallbeispiel

Ein Vollblutfohlen wurde zum physiologischen Geburtszeitpunkt durch Kaiserschnitt entwickelt, weil sich die Stute in einer Ernährungskrise befand. Anfangs traten Schwierigkeiten bei der Atmung auf, und man mußte an dem Fohlen Wiederbelebensmaßnahmen durchführen, bevor sich eine rhythmische Atmung einstellte. Mr. P. Sutton



**Abb. 4a:** Gehirn eines Fohlens, das durch Kaiserschnitt entwickelt und im Alter von 15 Tagen euthanasiert wurde. Die rechte Hirnhemisphäre ist fast in ihrer gesamten Ausdehnung mit Blutergüssen und nekrotischem Gewebe durchsetzt. *Photo: Dr. A. C. Palmer*

MRCVS überwies den Fall an die Klinik des Autors zur Überwachung des kritischen Zustands. Während der 15 Tage, bevor das Fohlen aus humanitären und wirtschaftlichen Gründen getötet wurde, durchlief es Phasen von Koma, milden Krämpfen und zeitweiligem Verlust des Saugreflexes. Manchmal war es nicht in der Lage, seine Stellreflexe zu gebrauchen und zu stehen. Es wurde permanent



**Abb. 4b:** Schnitt durch die Hirnhemisphäre, der schwere diffuse Hämorrhagien sowohl in der weißen als auch in der grauen Substanz zeigt. *Photo: Dr. A. C. Palmer*

überwacht, und die meiste Zeit war ein Pfleger bei ihm. Man hielt es mit enteraler und intravenöser Ernährung und anderen Unterstützungsmaßnahmen am Leben. Gegen Ende stellten sich Erscheinungen einer Pneumonie ein.

Vor der Euthanasie konnte das Fohlen auf die Beine kommen, stehen und erkannte seinen Pfleger, bei dessen Anblick es gelegentlich wieherte und hinter ihm herlief. Der Saugreflex war vorhanden, und es konnte aus einer Flasche mit künstlicher Zitze trinken. Es zeigte jedoch schwere neurologische Fehlerscheinungen, u. a. Schwierigkeiten bei der Koordination des Saug- und Schluckakts. Man konnte die Tendenz zu Kreisbewegungen und zu einer linksgerichteten Schwanzhaltung sowie das Zurückziehen der Oberlippe, besonders beim Versuch zu saugen, feststellen; sein Körperzustand war schlecht.

Die Autopsie ergab, daß sich im Bereich der rechten Gehirnhälfte in deren annähernd ganzer Ausdehnung massive Blutungen, Ödeme und Nekrosen der Basalganglien befanden (Abb. 4). Bei der histopathologischen Untersuchung zeigten sich subarachnoidale Hämorrhagien, umschriebene Bereiche ischämischer Hirnrindennekrose und die ischämische Nekrose der lateralen und medialen Corpora geniculata und der Substantia nigra; am Cerebellum oder der Medulla fand man dagegen keine pathologischen Veränderungen (A. C. Palmer, unveröffentlichte Angaben). Ähnliche Befunde wurden schon am Gehirn von Tieren erhoben, die von einem temporären Herzstillstand wieder genesen waren, z. B. unter der Anästhesie (Palmer und Walker, 1970), ein Vorbericht, der mit dem im vorliegenden Fall hinsichtlich Geburt und Wiederbelebung übereinstimmt.

Dieser Fall stellt ein Beispiel von Überwachung bei kritischem Zustand dar, die das Leben eines Tieres verlängern, aber keine vollständige Genesung herbeiführen konnte. Trotzdem macht es deutlich, bis zu welchem Grad lebenserhaltende Maßnahmen bei mäßiger zerebraler Schädigung mit Erfolg durchgeführt werden können. Die bei der Sektion festgestellte Lungenhepatisation steht in Übereinstimmung mit Veränderungen, die man häufig bei Fohlen gefunden hat, die in ähnlichen Situationen lange Zeit festlagen. Im besprochenen Fall haben aber unter Umständen auch der anormale Saug- und Schluckreflex des Fohlens dazu beigetragen, Milch in die Trachea zu aspirieren.

#### *Behandlung von Verhaltensstörungen*

Neurologisch gestörte Fohlen benötigen Hilfe zur Verminderung ihres Energiebedarfs, der bei hyperaktiven Fohlen weit über den von normalen Fohlen während des neonatalen Zeitraums hinausgeht.

Zu der Unterstützung gehört, die Bedürfnisse, die mittels Stell-, Steh- und Saugreflex befriedigt werden, vorausszusehen. Eine unterstützende medikamentelle Therapie, durch die der „Patient“ sediert oder sogar für unterschiedlich lange Zeiträume anästhesiert wird, kann erforderlich sein. Die Fixation in Seitenlage bei Anwesenheit eines Pflegers ist ein günstiger und wirkungsvoller Weg, den man auch während der intravenösen Flüssigkeitsinfusion, Nährstoff- und Sauerstoffverabreichung über die Nasenonde benutzen kann. Der Gebrauch eines „Vetbed“ (Vet Drug Co., Suffolk), auf das das Fohlen gelegt wird, vermindert die nachteiligen Ef-

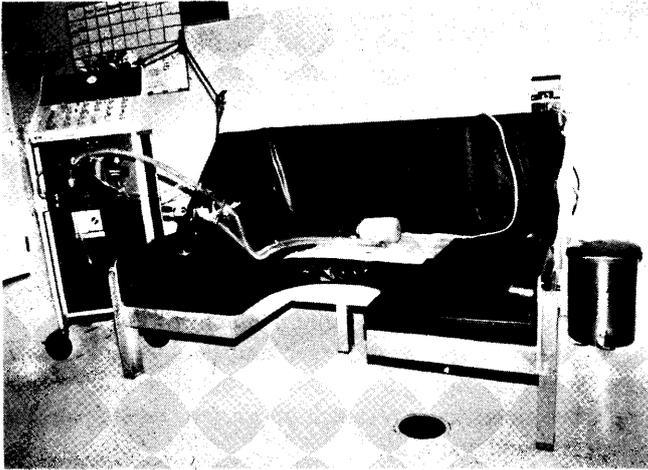


Abb. 5: Intensivlager für kranke Fohlen in Kentucky, USA.  
Photo: Dr. N. G. Hicks

fekte der Beschmutzung. In den USA hat man speziell ausgestattete „Betten“ entwickelt (Abb. 5). Wichtig ist es, zu verhindern, daß Stroh in das Maul des Fohlens gelangt, weil dies möglicherweise gekaut und abgeschluckt wird und so Ulkusbildung im Magen verursacht.

Manche Fohlen scheinen bei der Fixierung in Seitenlage Krämpfe zu bekommen, versuchen aber wahrscheinlich nur, sich mit Hilfe ihrer gestörten Stellreflexe auf die Brust zu drehen. Hilft man ihnen, in diese Stellung zu kommen und sie beizubehalten, beruhigen sie sich. Diese Position unterstützt auch die Atemfunktion, wie unten erläutert wird.

### Venenkatheterisierung

Venenkatheter sind unerlässlich während der Überwachung bei kritischem Zustand, sie stellen einen unbehinderten Weg, Flüssigkeit zu verabreichen, dar und erlauben rasche Applikation von Medikamenten sowie einfache und den „Patienten“ wenig beunruhigende Blutentnahme.

Es sind drei Typen erhältlich: mit innen oder außen gelegener Führungskanüle und solche, die direkt in das Gefäß einzubringen sind. Ein Katheter mit innerer Führungskanüle ist vorzuziehen, weil diese zu entfernen ist, sobald der Katheter liegt. Die Jugularvene wird wegen ihrer Größe und Zugänglichkeit am häufigsten benutzt. Die Vena saphena oder cephalica ist jedoch bei einem Fohlen, das im Liegen ernährt wird, ebenfalls gut zu punktieren. Die Cathlon- und Jelco-Katheter (Critikon Ltd, Berkshire) haben den Vorzug, über die Braunüle gelegt zu werden (B. Braun Melsungen AG, West Germany), sie sind so leichter durch die Haut zu führen. Ungünstigerweise haben sie nur eine kleine Fläche zum Festnähen, und manchmal ist es erforderlich, ein Stück Klebestreifen über den Ringen an der Basis des Katheters anzubringen und dieses an die Haut zu nähen. Der Vorteil, an der Vena cephalica und saphena zu punktieren, ist, daß man den Katheter mit einem Verband in situ halten kann. In die Jugularvene wird ein 14- oder 16-G-Katheter gelegt und in kleinere Venen ein 18-G-Katheter.

Arterien sind leicht mit einem Führungskatheter (Vygon Ltd, Gloucester) zu katheterisieren. Für die große Metatarsalarterie eignet sich ein 22-G-Katheter. Die Kanüle wird in die Arterie gesetzt und der Führungsdraht in die Arterie gelegt. Man zieht nun die Kanüle heraus und bringt den Katheter auf dem Draht ein, der dann herausgezogen wird. Nun kommt ein Verschluß (Vygon Ltd; B. Braun Melsungen AG) auf den Katheter, und man injiziert heparinisierte physiologische Kochsalzlösung hindurch. Die Griffplatte des Katheters wird nach Infiltration eines Lokalanästhetikums an der Haut festgenäht und mit einem Klebeband geschützt und an ihrem Platz gehalten.

### Elektrolyt- und Stoffwechselgleichgewicht

#### Allgemeine Grundsätze

Das Elektrolyt- und Flüssigkeitsgleichgewicht ist eine unabdingbare Grundlage für ein physiologisches inneres Milieu. Die klinische Beurteilungsmöglichkeit ist begrenzt, da sich die Parameter auf das Blut im Gefäßraum beziehen, ein Anteil von nur 5 Prozent der Gesamtkörperflüssigkeit. Rose (1981) gibt einen Überblick über die Verteilung von Flüssigkeit und Elektrolyten beim erwachsenen Pferd. Dieser Autor lenkte die Aufmerksamkeit auf die komplexe Wechselbeziehung zwischen Herzkreislauf-, Nieren- und endokrinen Mechanismen bei der Aufrechterhaltung der Homöostase. Flüssigkeits- und Elektrolytverlust tritt bei der Ausscheidung von Urin, Faeces, Schweiß und/oder Verdunstung über die Lungen auf. Dünndarm und Kolon bilden ein externes Flüssigkeitsreservoir, wobei Flüssigkeitsverlust in die Bauchhöhle hinein möglich ist. Im klinischen Bereich beeinflussen pathologische Zustände wie Krämpfe und Durchfall sowie Nierenfunktions- und Verdauungsstörungen das Flüssigkeits- und Elektrolytgleichgewicht. Beim neugeborenen Fohlen kann auch das frühzeitige Reißen der Nabelschnur eine Beeinträchtigung des Flüssigkeits- und Elektrolytgleichgewichts bewirken.

#### Therapie

Die therapeutische Flüssigkeits- und Elektrolytsubstitution erfolgt per os, iv oder weniger häufig subkutan. Verabreicht man große Mengen Flüssigkeit bzw. Elektrolyte intravenös, so gelangen sie unter Umständen direkt über die Nieren in den Urin und verteilen sich nicht auf den extrazellulären (ECF) und intrazellulären (ICF) Flüssigkeitsraum. Des Weiteren kann zu viel Flüssigkeit, besonders wenn man sie rasch verabreicht, zu einer Kreislaufüberlastung und den damit verbundenen Gefahren von Hypervolämie, Gehirnödem und erhöhtem Zentralvenendruck führen. Daher ist es wichtig, langsam und über mehrere Stunden hinweg zu infundieren. Der Kliniker muß sich auf Messungen verlassen, die er auf Grund der Blutzusammensetzung erhält. Sie beschreiben nur den Status eines relativ kleinen Flüssigkeitsraums, woran der Tierarzt das Flüssigkeits-/Elektrolytgleichgewicht und die Notwendigkeit einer Substitution zu erkennen hat.

Kami, Merritt und Duelly (1984) berichteten, daß das mittlere ( $\pm$  Standardabweichung) Plasmavolumen beim neuge-

borenen Fohlen  $7,07 \pm 0,46$  Prozent des Körpergewichts (KG) ausmacht. Dies ist etwa das Doppelte des Werts beim erwachsenen Pferd. Der extrazelluläre Flüssigkeitsraum betrug bei der Bestimmung mit der ungenaueren Methode mit Hilfe von Natriumthiocyanat 43,8 Prozent des KG und im Alter von drei Wochen 34,5 Prozent. *Carlson et al* (1979) berichteten über Werte von 22 Prozent des KG beim erwachsenen Pferd.

Unter Verwendung dieser Meßergebnisse läßt sich die extrazelluläre Flüssigkeitsmenge eines 50 kg schweren Fohlens mit 22 Litern und das Plasmavolumen mit 3,5 Litern berechnen. Das Gesamtblutvolumen beträgt bei einem Hämatokrit von 40 etwa 6 Liter.

Zwischen den Lösungstoffen, die mit die Osmolalität einstellen, besteht eine enge Wechselbeziehung. Hyponatriämie kann zum Beispiel die Folge eines primären Natriumverlusts, eines primären Kaliumverlusts, einer primär zu großen Wassermenge oder einer Kombination dieser Vorgänge sein (*Edelman, Leibman, O'Meara und Birkenfeld, 1958*).

Der Flüssigkeitsverlust kann hyper-, hypo- oder isotoni-scher Art sein. *Brownlow und Hutchins* (1982) haben dieses Thema behandelt. Die Osmolalität wird von Lösungstoff und Lösungsmittel (Wasser) bestimmt und durch den Verlusttyp beeinflusst. Wenn der Verlust von Wasser und Elektrolyten im gleichen Verhältnis erfolgt, bleibt die isotoni-sche Osmolalität der ECF bestehen, wogegen Hypertonie eintritt, wenn der Wasserverlust denjenigen an Elektrolyten übersteigt. Hypotonisch wird sie, wenn der Elektrolytverlust größer als der Wasserverlust ist. Das Ziel einer Substitutionstherapie besteht darin, die Osmolalität wieder einzustellen oder zu erhalten, und daher sollte die infundierte Flüssigkeit bei isotoni-scher ECF isotoni-sch polyionisch sein; bei hypotonischer ECF muß man eine hypertonische und bei hypertonischer ECF eine hypotonische Lösung applizieren.

Der Verabreichungsweg bei der Substitutionstherapie hängt vom Flüssigkeitsvolumen und von der Art der erforderlichen Elektrolyte ab. Eine iv Infusion von Kalium darf zum Beispiel eine Maximalgeschwindigkeit von 20 mmol/l/h wegen möglicher Nebenwirkungen auf die Herz-tätigkeit nicht übersteigen, und man sollte abwägen, ob einer Applikation per os nicht der Vorzug zu geben ist; 4 g (53 mmol) Kaliumchlorid dreimal täglich reichen aus, um einen Verlust von 400 mmol/l zu ersetzen (*Carlson, 1979*). Der Typ der verwendeten Lösung hängt von der Art des Zustandes ab. *Rose* (1981) gibt einen Überblick über einige auf dem Markt befindliche Lösungen: Mit physiologischer Kochsalzlösung verabreicht man eine Flüssigkeit, deren Natriumchloridkonzentration beträchtlich höher als die physiologische Natriumchloridkonzentration von Pferde-plasma ist. Die iv Infusion führt deshalb möglicherweise zu Hypokaliämie, Hyperchlorämie und metabolischer Azido-se infolge einer Verdünnung der körpereigenen Puffer-basen. Die Applikation polyionischer Lösungen (z.B. Hart-man's solution; Boots Hospital Products) stört das Elektrolytgleichgewicht am wenigsten. Fünf Prozent Dextrose ge-währleisten eine Quelle isotoni-scher elektrolytfreier Flüssigkeit.

Ein Basenmangel läßt sich nach der Formel berechnen:  $0,3 \times \text{KG (kg)} \times \text{negativer Basenexzeß (mmol/l)}$ . Ein 50 kg schweres Fohlen mit schwerem Durchfall oder Krämpfen hat vielleicht ein Plasma-Bikarbonat-Defizit von angenom-men 12 mmol/l und daher einen Bedarf von 180 mmol/l, d.h. 300 ml einer 5prozentigen Bikarbonatlösung. Natri-umbikarbonat hat zwar einen hohen Natriumgehalt (600 mmol/l), die Gefahr einer Natriumüberinfusion ist beim Neugeborenen aber wahrscheinlich geringer als beim erwachsenen Pferd, weil die Niere des Neugeborenen Na-trium nur in geringem Maße speichern kann (*Broughton Pipkin, Ousey, Wallace und Rossdale, 1984*).

### Ernährungszustand

Wie bei anderen Säugetierarten, so ist auch das fötale Fohlen vom mütterlichen Stoffwechsel abhängig, und die „Mutter“ ist diejenige, die sich an die dadurch veränderte Gleichgewichtslage adaptieren muß (*Fowden, Comline und Silver, 1984*). Der Fötus erhält ununterbrochen Nährstoffe in Form von Stoffwechselprodukten aus dem mütterlichen Kreislauf über die Umbilikalvene. Nach der Geburt treten grundlegende Veränderungen ein, auch den Weg der Auf-nahme und Absorption betreffend, der dann ein oraler be-ziehungsweise intestinaler ist. Die Nahrungszufuhr ge-schieht intervallmäßig, die Verdauungsprodukte gehen aber in gewissem Maße kontinuierlich in den Organismus über, wenn das Fohlen regelmäßig Futter aufnimmt. Die Hauptschwierigkeit beim Übergang von der fötalen Ernäh-rung zu der des Neugeborenen besteht darin, daß unter Umständen Mengen von Nahrungsstoffen vermutlich rela-tiv unreife Stoffwechselwege des Protein- und Fettabbaus belasten.

Das gesunde neugeborene Fohlen erhält Milch ad libitum von seiner Mutter, und die Frage nach der Deckung des Nahrungsbedarfs stellt sich normalerweise nicht. Der Tier-arzt muß nur dann eingreifen, wenn der Milchfluß der Mutter nicht ausreicht, um die für das Fohlen nötige Men-ge zu liefern, oder wenn im selteneren Fall das Fohlen nicht selbst trinken kann und künstlich ernährt werden muß.

#### Grundlage zur Berechnung des Nährstoffbedarfs

Es gibt zwei verschiedene Wege, die Grundlagen zur Be-stimmung des Nährstoffbedarfs festzusetzen. Wir können z. B. die Milchmenge berechnen, die ein normales Fohlen in 24 Stunden an der Stute aufnimmt. Diese Methode ist je-doch nur begrenzt anwendbar, weil dazu keine exakten Meßergebnisse vorliegen. Eine Vollblutstute produziert, wie man weiß, etwa 15 Liter pro Tag. Das entspricht einer Energiemenge von 30 bis 32 MJ.

Die zweite Möglichkeit ist, die Nahrungsenergie, mit der der Erhaltungsbedarf oder der Grundumsatz in der Ruhe gedeckt wird, zu bestimmen. In einer Umgebung, deren Temperatur im thermoneutralen Bereich liegt (weder zu kalt noch zu warm), ist der Grundumsatz des Fohlens das Resultat der unverzichtbaren Stoffwechselvorgänge. In kal-ter Umgebung muß es den Grundumsatz erhöhen, um die Homöothermie aufrechtzuerhalten. Außerdem muß das

Fohlen wachsen und sich bewegen. Bei einem normalen Tier wechseln Ruheperioden mit Phasen beträchtlicher Muskelaktivität ab. Beim kranken Fohlen, dem wahrscheinlich das größte Interesse von seiten der Klinik zuteil wird, hängt die Bewegungsaktivität vom Zustand unter der Behandlung ab. Krämpfe sind die Perioden starker Muskelaktivität, und Koma ist das Gegenstück dazu.

Der Energiebedarf wird von der Milch gedeckt, deren im Stoffwechsel nutzbare Energie mit 2,288 kJ/Liter berechnet wird; oder man muß ein ähnliches Energieäquivalent wie Milchersatz oder eine therapeutische parenterale Ernährung zuführen.

Bei Kindern wurde der Gesamtenergiebedarf mit 600 kJ/kgKG/24h bestimmt. Diese Berechnung bezieht sich auf ein Kind in einer Umgebungstemperatur im thermoneutralen Bereich bei einem Grund-Sauerstoffverbrauch von 7 ml/kg/Min.

Stewart, Rose und Barko (1984) haben den Sauerstoffverbrauch von Fohlen in der ersten Woche nach der Geburt gemessen. Ihre Daten zeigen eine abfallende Tendenz in den ersten 48 Stunden nach der Geburt von 8 auf 5 ml/kg/KG/Min. Der Trend dieser Werte steht in Übereinstimmung mit dem in unserem eigenen Labor gefundenen (Hull, Leadon und Rosedale, unveröffentlichte Angaben), die Werte selbst sind aber etwas niedriger (15 bis 10 ml/kgKG/Min.). Unsere Daten stammen jedoch aus Messungen in niedrigerer Umgebungstemperatur als derjenigen von Stewart und ihren Mitarbeitern. Eine Senkung um 2° C in den Temperaturbereich unterhalb der thermoneutralen Zone kann bei schlafenden, inaktiven, nicht zitternden Kindern einen Anstieg des  $V_{O_2}$  um 20 Prozent hervorrufen (Oliver und Karlberg, 1963).

Geht man von einem täglichen Sauerstoffverbrauch zur Deckung des Erhaltungsbedarfs eines 50kg schweren Fohlens von 720 Litern (d. h. 10 ml × 50 kg × 60 Min. × 24h) aus sowie von einem Wärmeenergieäquivalent der Stutenmilch von 20kJ/Liter Sauerstoff, dann entsprechen 720 Liter Sauerstoff einer Energie von 14 400kJ. Berechnet man weiterhin die umsetzbare Energie von Stutenmilch mit 2,288kJ/Liter, so benötigt das Fohlen eine Milchmenge von 6,3 Litern täglich zur Deckung seines Erhaltungsbedarfs.

In den ersten 12 Stunden ist am wichtigsten, daß Kolostrum in den Magen gelangt, weil der Organismus in dieser Phase unbedingt Immunglobuline erhalten muß. Hat das Fohlen eine ausreichende Menge Kolostrum bekommen (man geht von etwa 500ml aus), dann gilt, daß die Wahrscheinlichkeit einer Überladung und bakteriellen Fermentation im Verdauungstrakt um so geringer ist, je häufiger die Milchmahlzeiten aufgenommen werden und je kleiner sie sind. Angaben aus früherer Zeit (Rosedale, 1972), wonach ein 50kg schweres Fohlen etwa 9400kJ/Tag benötigt, basierten auf der verabreichten Menge Ostermilch (Glaxo, Brentford), die Tierärzte in Newmarket verwendeten. Diese willkürliche Rechengrundlage hat sich in letzter Zeit als zu niedrig erwiesen, und der Energiebedarf eines 50kg schweren Fohlens beträgt etwa 18 000kJ/Tag, das entspricht ungefähr 8 bis 10 Litern Milch (T. A. Cudd und P. C. Kosch, persönliche Mitteilungen).

#### Verbreichungsarten für künstliche Nahrung

In der Praxis kann ein Fohlen mit Hilfe einer Flasche gefüttert werden, wenn der Saugreflex vorhanden ist. Ist er aufgehoben, so kann dem Fohlen in zeitlichen Abständen durch eine Nasen-Magen-Sonde Nahrung eingegeben werden. Die Sonde kann jeweils neu geschoben oder aber an ihrem Platz belassen werden. In diesem Fall befestigt man ihr proximales Ende mit Nahtheften am Kopf und fixiert es mit einem Klebestreifen. Es eignet sich ein Ryle-Tubus (H. G. Wallace Ltd). Statt der Nahrungseingabe in den Magen oder als unterstützende Maßnahme ist auch die parenterale Ernährung möglich.

Die Wahl der Menge und der Häufigkeit und Art der Applikation wird nicht nur von der Notwendigkeit bestimmt, ausreichend Nährstoffe zur Deckung des Energiebedarfs zur Verfügung zu stellen, sondern auch von den wohlbekannten Schwierigkeiten im Zusammenhang mit künst-

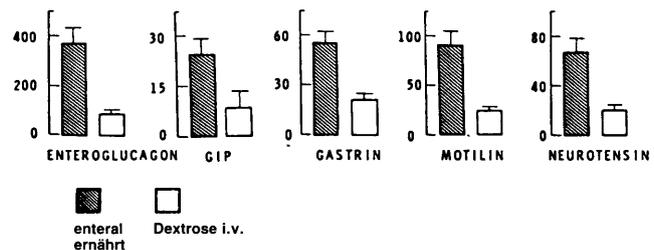


Abb. 6: Physiologische Plasmakonzentrationen von Darmhormonen am sechsten Lebenstag bei frühgeborenen Kindern, die von der Geburt an enteral ernährt wurden, verglichen mit solchen, die ausschließlich iv Infusion von Dextroselösung erhielten (pmol/Liter ± Standardabweichung).  
Diagramm: Lucas, 1981

licher Ernährung. Speziell führen Magen- und Darmdilatation und Ileus klinisch zu Kolikerscheinungen, Tympanie und/oder Verstopfung im Dickdarm mit breiigem Kot. Die Magendilatation verursacht auch eine Behinderung der Atmung durch den Druck auf die Lunge und die Verkleinerung des Gasvolumens in den unten befindlichen Lungenteilen bei einem Fohlen in Seitenlage.

Parenterale Ernährung vermindert diese Risiken, und der behandelnde Arzt kann die Energiezufuhr steigern, ohne große Mengen Flüssigkeit per os einzugeben. Eine parenteral verabreichte Gesamtmenge von 3,75 ml/kg/h einer Nährstofflösung, die 5 Prozent kristalline Aminosäuren und 25 Prozent Dextrose sowie Elektrolyte, Vitamine und Spurenelemente enthält, liefert 376 kJ/kgKG/d, d. h. 18 800 kJ für ein 50kg schweres Fohlen (T. A. Cudd, persönliche Mitteilung). Eine andere Fütterungsempfehlung für ein 50kg schweres Fohlen lautet auf 1750 ml pro Tag einer Infusionslösung mit Glukose (0,273 g/ml), Fett (0,110 g/ml) und Aminosäuren (0,045 g/ml) (D. L. Frape, persönliche Mitteilung). Spurenelemente, Vitamine und Mineralstoffe werden hierbei separat appliziert.

Nach Erfahrung des Autors traten in Verbindung mit, wenn nicht sogar als Ursache von ausschließlicher parenteraler Ernährung Magenulzera und -perforation auf. Man hat bei anderen Spezies die Vermutung geäußert, daß die orale Nahrungsaufnahme nach der Geburt im Darm Struk-

tur- und Wachstumsveränderungen bewirkt, die zur korrekten Funktion nötig sind. Milch hemmt die Aktivität der Darmenzyme und hält die Konzentration darmregulatorischer Neuropeptide niedrig (Lucas, 1981; Abb. 6).

### Thermoregulatorische Kontrolle

Die charakteristische Fähigkeit homöothermer Tiere ist, ihre Körpertemperatur mit einer Schwankungsbreite von weniger als 2° C zu halten, indem sie innerhalb des Bereichs der normalen Körpertemperatur für die Einstellung eines exakten Gleichgewichts von Wärmeverlust und Wärmeproduktion sorgen. Die thermoneutrale Zone ist die Spanne zwischen der niedrigsten und der höchsten Umgebungstemperatur, in der der Grundumsatz so niedrig wie möglich ist und die Thermoregulation allein mit Hilfe nichtevaporativer physikalischer Vorgänge geschieht (Heim, 1981). Für das Pferd liegt die thermoneutrale Zone laut einem Bericht zwischen 10 und 30° C, und die untere kritische Temperatur beträgt für ein Fohlen direkt nach der Geburt etwa 14° C, im Alter von 48 Stunden ist sie dagegen wahrscheinlich auf etwa 8° C abgesunken. Die thermoneutrale Wärmeproduktion eines 48 Stunden alten Fohlens dürfte, ausgehend von den Werten eines 50 kg schweren Kalbes, bei 13,2 MJ/d liegen; die Zuwachsrates unterhalb der unteren kritischen Temperatur beträgt 2,5 Prozent (Webster, 1983).

In der Praxis läßt sich die Körpertemperatur zufriedenstellend anhand rektaler Messungen kontrollieren. Die Temperatur eines neugeborenen Fohlens bewegt sich mit Schwankungen von etwa 1° C bei 38,05° C. Eine ZNS-Störung kann jedoch die Thermoregulation stören, und in Krämpfen steigt bei Fohlen die rektale Temperatur unter Umständen bis auf 41° C während eines Anfalls an und fällt auf Werte unter Raumtemperatur, wenn sich die Spasmen gelöst haben und eine komatöse Phase nachfolgt.

Körperwärme geht durch Strahlung, Konvektion und Konduktion verloren. Für diese Vorgänge hat man die Bezeichnung „sensibler“ Wärmeverlust gewählt. Sie werden nicht vom Tier, sondern von seiner Umgebung gesteuert. Die evaporative Wärmeabgabe durch Wasserverdunstung über die Haut und den Atmungsstrakt liegt innerhalb des Bereichs physikalischer Vorgänge, über den das Tier Kontrolle hat. Die Wärmeproduktion hängt von der Wirkung der Katecholamine, Kortikosteroide und des Thyroxins ab; sie mobilisieren körpereigenes Fett, Protein und Glykogen und setzen dabei Fettsäuren, Aminosäuren und Glukose frei. Beim neugeborenen Fohlen sind an fünf untersuchten Stellen keine Hinweise auf etwa vorhandenes braunes Körperfett gefunden worden (Hull, Leadon, Jeffcott und Rossdale; unveröffentlichte Angaben). Das neugeborene Fohlen hält seine Körpertemperatur daher offensichtlich durch Kältezittern und gewinnt seine Energie ausschließlich aus der Nahrung und über Muskelaktivität.

Ein kühles oder kaltes Fohlen hat seine Körperwärme zu mindestens 75 Prozent über sensible Vorgänge verloren, wobei den Anteil der einzelnen ursächlichen Prozesse solche Faktoren bestimmen wie, ob das Fohlen aufsteht oder sich hinlegt – und die Luftbewegung im Stall. Die Maßnah-

men zur Warmhaltung eines Fohlens, das seine Körpertemperatur nicht halten kann, sollten sich logischerweise darauf konzentrieren, Wärmeisolation durch Decken zu schaffen und Wärmestrahler anzubringen. Die Wände und Decken von Stallbereichen, in denen Fohlen untergebracht sind, müssen gut isoliert sein. Unter das Fohlen sollten Decken und Stroh oder anderes wärmedämmendes Material zur Isolation gelegt werden. Den Verlust durch Konduktion kann man durch elektrische Heizdecken oder wassergefüllte Wärmendecken vermindern. Der Verdunstungsverlust verringert sich bei Vermeidung von Zugluft. Bei Fohlen mit gestörter Thermoregulation sollten alle diese Vorkehrungen getroffen werden.

### Entwicklungspharmakologie

Die Kinetik pharmakologisch wirksamer Stoffe beim Neugeborenen unterscheidet sich bei allen Spezies von der beim erwachsenen Tier; das Fohlen macht hier keine Ausnahme (Baggot und Short, 1984). Die Verteilung intramuskulär (im) verabreichter Substanzen wird unter Umständen durch die relativ kleinere Muskelmasse und Abweichungen im lokalen Blutfluß und in der Sauerstoffspannung des jungen Muskels im Vergleich zum älteren negativ beeinflusst. Andere Verhältnisse im Gastrointestinaltrakt wie die Größe der Oberfläche, die Schleimhautenzyme, Verdauungssäfte, Mikroflora, die Passagerate der Ingesta und ihr pH nehmen Einfluß auf die Absorption von per os applizierten Pharmaka.

Der Verteilung pharmakologisch wirksamer Stoffe im Körper hängt ab vom Grad der Bindung an die Plasmaproteine, der beim jungen Tier oft geringer als beim erwachsenen ist, und vom relativen Wassergehalt der Extra- und/oder Intrazellulärflüssigkeit. Außerdem bestehen Unterschiede in der Größe der Fettdepots und vermutlich in der Bindungsfähigkeit der Gewebe.

Bei vielen Verbindungen ist die Eliminationsrate, die allgemein proportional zur Plasmahalbwertszeit ist, beim Neugeborenen länger. Beim Fohlen beträgt zum Beispiel die Serumclearance von Ampicillintrihydrat im Alter von zwei bis drei Tagen 17,7 ml/Min./kg KG, wogegen sie beim Tier mit 16 bis 21 Tagen einen Wert von 35,8 ml/Min./kg KG hat (Brown, Gronwall, Kroll und Beal, 1984).

Die Dosierungsintervalle sollten deshalb bei einigen pharmakologischen Substanzen größer sein, um Kumulation und toxische Wirkung zu verhindern. Ungünstigerweise muß man dazu die Absorptionsrate und die Verteilungskurven der Verbindung kennen, worüber für die beim Fohlen gewöhnlich angewandten Pharmaka kaum Angaben erhältlich sind. Weiterhin basiert der Effekt der Therapie mit Arzneimitteln auf ihrer Gewebekonzentration am Ort der Wirkung, und diese wird eventuell von physiologischen Abweichungen beim Neugeborenen, verglichen mit den Verhältnissen beim erwachsenen Tier, beeinflusst. Als Beispiel sei die Permeabilität der Blut-Hirn-Schranke genannt.

Krampflösende Medikamente sind bei der Überwachung des neugeborenen Fohlens bei kritischem Zustand von besonderer Bedeutung, da einer übermäßigen Muskelaktivität

entgegenzuwirken ist. Intravenös (iv) verabreichtes Pentobarbiton leistet hierbei gute Dienste. Die Applikation von 300 mg an ein 50 kg schweres Fohlen unter Berücksichtigung individueller Schwankungen reicht aus, um Krämpfe unter Kontrolle zu bringen. Die Dosis kann wiederholt verabreicht werden, je nach Intensität der Reflexantwort, die nach der Injektion festzustellen ist. Wichtig ist die langsame Infusion der Lösung, damit nicht Nebenwirkungen wie Atemstillstand und Blutdruckabfall auftreten. Ein zentrales Analeptikum wie Doxapramhydrochlorid (Dopram-V, Willow Francis Veterinary) sollte bereitstehen, damit man atemdepressiven Tendenzen begegnen kann, oder besser noch sollte die Möglichkeit zur positiven Druckbeatmung gegeben sein. Die Verabreichung von Pentobarbiton in verdünnter Form ist empfehlenswert, (z. B. 300 mg in 20 ml destilliertem Wasser).

Phenobarbital ist ein Langzeitbarbiturat mit sedativer und spasmolytischer Wirkung. Dosierungsratschläge lauten auf 20 mg/kgKG iv als initiale Gabe und 9 mg/kgKG alle 8 Stunden als Erhaltungsdosis (Spehar, Hill, Mayhew und Hendes, 1984). Damit erreicht man Serumspiegel von 11,6 bis 53 µg/ml, was mit dem therapeutischen Wirkspiegel von 15 bis 40 µg/ml beim Menschen übereinstimmt.

Phenobarbiton ist einer der aktiven Metaboliten von Primidon, dessen Anwendung in Dosen von 500 bis 2000 mg per os schon praktiziert wurde. Man kann die Applikation viermal täglich oder nach Bedarf wiederholen. Es treten nur sehr geringe Nebenwirkungen auf; das Medikament wird mehr zur Erhaltung des Zustandes von Fohlen, die sich in der Erholungsphase befinden, empfohlen als zur Behandlung solcher, die schwere Krämpfe haben.

Phenytoin wirkt durch Membranstabilisierung und weniger durch Heraufsetzung der Schwelle zur Krampfbereitschaft wie im Fall des Pentobarbiton- und Primidoneffekts. Es hemmt die tonische Phase, läßt aber die klonische Phase unter Umständen verstärkt auftreten. Die Plasmahalbwertszeit beträgt bei Hunden 3 bis 6 Stunden, für das Fohlen liegen keine Angaben vor. Es ist in der empfohlenen Dosierung von 5 mg/kgKG iv oder im zu injizieren, wobei das Fohlen auf eine Erhaltungsdosis von 125 mg dreimal täglich oder öfter eingestellt werden kann. Nebenwirkungen in Form von Thrombophlebitis sowie große Stoffwechselschwankungen wurden beobachtet, besonders bei gleichzeitiger Verabreichung anderer Pharmaka wie Diazepam.

Diazepam ist ein Tranquilizer, Spasmolytikum, Sedativum und Muskelrelaxans. Beim Fohlen appliziert man 10 bis 20 mg je nach Stärke der Erscheinungen bei einer Höchstdosis von 30 mg über einen Zeitraum von 8 Stunden hinweg. Die Injektion hat streng iv und langsam (5 mg/Min.) zu erfolgen, vorzugsweise in verdünnter Lösung. Die empfohlene Erhaltungsdosis beträgt 10 mg zwei- bis dreimal täglich. Als Nebenwirkungen, zu welchen vor allem geschwächte „Patienten“ neigen, können u. a. Schläfrigkeit, Ataxie, Blutdruckabfall und Atemstillstand (während der Applikation) auftreten.

Zu den unterstützenden Maßnahmen der krampf lösenden Therapie gehört die Verabreichung von Kortikosteroiden wegen ihrer entzündungswidrigen und ödemhemmenden

Wirkung. Vor der passiven Immunisierung oder ohne gleichzeitige Antibiose sind Kortikosteroide aber nicht indiziert. Dexamethason hat im Plasma eine biologische Halbwertszeit von 190 Minuten. Die Empfehlung für die Dosierung zur Therapie eines Hirnödems bei einem 50 kg schweren Fohlen lautet auf 10 mg iv, gefolgt von 4 mg zwei- bis dreimal täglich. Zu den Nebenwirkungen von Dexamethason gehören die Sekretionshemmung von endogenem ACTH, eine erhöhte Infektionsanfälligkeit, niedriger Blutdruck und Natriumretention.

Tetrakosaktrinazetat (BP) ist ein synthetisches Polypeptid, das in seinen Aminosäuren mit den ersten 24 der 39 Aminosäuren von ACTH übereinstimmt. Gaben von 0,4 mg an ein 50 kg schweres Fohlen im Abstand von 8 Stunden sind die empfohlenen Dosen über einen Zeitraum von mindestens 24 Stunden hinweg, um der negativen Feedbackwirkung der Kortikosteroidtherapie zu begegnen.

Mannitol (BP) kann man als osmotisches Diuretikum zur Verminderung des Hirnödems applizieren. Eine langsam intravenöse Infusion von bis zu 500 ml einer 20prozentigen Lösung ist möglich, die Verbindung verursacht aber unter Umständen Thrombophlebitis und generalisiertes Ödem, wenn die renale Sekretion unzureichend ist.

### Atemfunktion

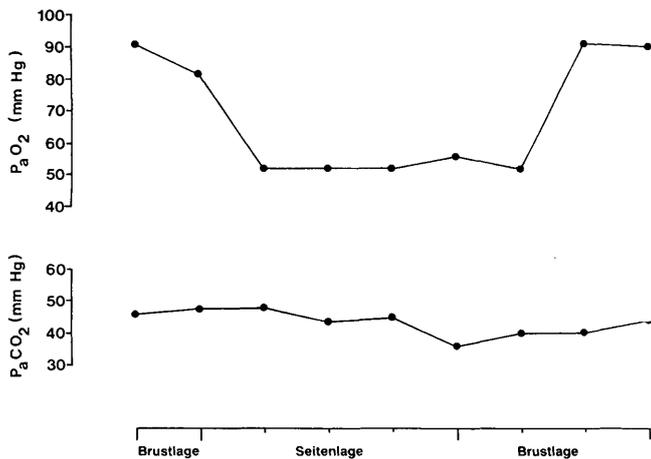
Zur Atemfunktion gehören der Eintritt von Luft in die Luftwege und die Lungen (Ventilation), der Übertritt von Sauerstoff und CO<sub>2</sub> an der Gas-Blut-Austauschfläche (Diffusion) und der Gastransport im Blut durch die Lungen (Perfusion) (Abb.7). Das Kreislaufsystem ist für den Sauerstofftransport in die Gewebe verantwortlich, wo er dem aeroben Stoffwechsel der Zellen dient. Dabei entsteht Kohlendioxid als Abfallprodukt, das in umgekehrter Richtung zwecks Exkretion zurück in die Alveoli gebracht wird. Funktionsstörungen können an allen Stellen im Ablauf zwischen den oberen Luftwegen und den Geweben auftreten. Dabei verursachen Hypoventilation, Hypodiffusion oder Hypoperfusion wahrscheinlich eine verminderte Sauerstoffspannung in den Geweben. Klinisch werden Funktionsstörungen daher anhand der Messung von Lungen-, Gefäß- und Stoffwechselfparametern festgestellt.

Wenn Blut unter Umgehung der Lungen von der rechten auf die linke Seite des Kreislaufs passiert, handelt es sich um einen anatomischen Shunt. Dies trifft sowohl für das Foramen ovale als auch für den Ductus arteriosus zu. Hindurchfließendes Blut wird nicht mit Hilfe der Lungenventilation arterialisiert. Im Falle eines physiologischen Shunts perfundiert das Blut eine nicht ventilierte Lunge, zum Beispiel die kollabierten Lungenteile bei einer Atelektase.

Das Verhältnis von Ventilation (V) zu Perfusion (Q) sollte einem Quotienten von 1:1 oder 1:1,1 entsprechen. Stehen Ventilation/Perfusion (V/Q) in einem Mißverhältnis und ist der Quotient vergrößert oder verkleinert, so ist gleichzeitig die Sauerstoff- und Kohlendioxidspannung in den Alveolen und im venösen Blut, das die Lunge verläßt, verändert (Abb.8).

Beim Fohlen besteht vor Erreichen der Geburtsreife ein sächlicher physiologischer Shunt anders als beim voll aus-

fache und wirkungsvolle Hilfestellung besteht darin, das Fohlen in Brust- statt in Seitenlage zu halten (Abb.9). Ein bemerkenswerter Fortschritt in der technischen Durchführung bei der Unterstützung der Atemtätigkeit war die Entwicklung eines intranasalen endotrachealen Tubus (Webb, Coons, Koterba und Kosch, 1984). Er kann bei sedierten, anästhesierten Fohlen oder bei vollem Bewußtsein eingesetzt werden. Man kann damit eine intermittierende positive Druckbeatmung (IPPV) mit einem pneuPAC-Ventilator (PAC Ltd) durchführen (Butcher, Rossdale und Ousey, unveröffentlichte Daten), der auf 500 ml  $V_T$  und 17 Atemzüge pro Minute mit einer Beendigung der Inspirationsphase beim Druck von 40 oder 60 cm  $H_2O$  eingestellt ist. Wenn solche Stützsysteme über mehrere Stunden hinweg eingesetzt werden, sollte man auch Maßnahmen zur Luftbefeuchtung ergreifen.



**Abb. 9:** Einfluß der Körperhaltung auf die arteriellen Blutgaswerte bei einem geburtsunreifen Fohlen mit respiratorischer Insuffizienz. Zu beachten ist die deutliche Ausprägung und die rasche Veränderung der Sauerstoffspannung (in Anlehnung an Kosch, Koterba, Coons und Webb, 1984).

*Überwachung der Ergebnisse der unterstützenden Therapie*  
Bei Zuführung eines erhöhten  $FI_{O_2}$  und/oder Unterstützung der Atmung muß auf irgendeine Art die Wirkung überwacht werden. Unter Praxisbedingungen sind wahrscheinlich Atemfrequenz und -typ die einzigen Hinweise bei der Beurteilung der Ergebnisse, wenn man auch das Allgemeinbefinden und das Verhalten des Fohlens mitberücksichtigen kann. Zur ununterbrochenen Kontrolle des  $pO_2$  müssen serienmäßig Blutproben zur Bestimmung der arteriellen Blutgasspannung genommen werden, wozu man wiederholt Arterien punktieren muß. Das ist unter Umständen wegen der Schwierigkeit, mit der Kanüle in eine Arterie zu gelangen, undurchführbar, besonders bei Fohlen mit niederem Blutdruck und schwachem peripherem Kreislauf. Die Einführung eines Arterienkatheters, wie oben beschrieben, erleichtert die Probenentnahme, aber die Probleme im Zusammenhang damit, die Proben in ein Labor zu bringen und die Analyseergebnisse übermittelt zu bekommen, bleiben. Transkutane Sauerstoffüberwa-

chungssysteme scheinen beim Pferd keine befriedigenden Resultate zu liefern (Warren, Webb, Kosch, und Coons, 1984); und Gasspannungselektroden zur Anbringung an der Konjunktiva werden gegenwärtig untersucht. Elektroden zur kontinuierlichen  $pO_2$ -Kontrolle sind erhältlich (Life Support Systems, High Wycombe, Bucks), sind aber zur Zeit für die Anwendung unter Praxisverhältnissen noch nicht geeignet.

#### Kreislaufzustand

Die klinische Beurteilung des Kreislaufzustandes beschränkt sich in der Praxis auf die technischen Möglichkeiten zur Bestimmung der Herzfunktion, des Blutdrucks und der ungestörten Durchblutung. Pulsfrequenz und -qualität, Farbe der sichtbaren Schleimhäute, positive Venenstauprobe oder Jugularvenenpuls stellen die Hauptindikatoren dar, mit Hilfe deren man sich ein Urteil bilden kann. Eine Myokardfunktionsstörung kann als Folge einer Azidämie, Hypoxie, von Störungen der Druckgradienten oder nach einem Geburtstrauma auftreten.

Arterielle Blutdruckwerte, die bei Ponyfohlen mit Hilfe von Doppler-Ultraschalltechniken gemessen wurden, zeigen steigende Tendenz bei einem Anfangsniveau, das niedrig, verglichen mit Werten von älteren Fohlen und erwachsenen Tieren, ist (Lombard, Evans, Martin und Tehrani, 1984). Unter Anwendung dieser Methoden ist eine klinische Einschätzung des Blutdrucks auf nichtinvasivem Weg möglich, wenn auch weder Höchstwerte, hervorgerufen durch Stresssituationen wie beim Umschlagen, zu erhalten sind noch der Blutdruck in Phasen aktiver Bewegung gemessen werden kann.

Direkt läßt sich der mittlere arterielle Blutdruck mit einem intraarteriellen Katheter und angeschlossenen Anaeroid-Manometer (z. B. Pressurveil, Henleys Medical Supplies) überwachen.

Die präzise klinische Beurteilung des Kreislaufzustandes setzt jedoch eine weitergehende Diagnostik mit den Mitteln nichtinvasiver Methoden wie der Echokardiographie voraus.

Ein Überblick über die Grundsätze der Überwachung bei kritischem Zustand des neugeborenen Fohlens umfaßt einen so weiten Bereich klinischer und physiologischer Belange, daß er zwangsläufig etwas oberflächlich abgehandelt werden muß. Weiterhin treten fast jedes Jahr tiefgreifende Veränderungen in der Methodik und den Verfahrensweisen ein, und dem Verfasser bleibt nur die Hoffnung, einen Wegweiser gesetzt zu haben, von dem aus der Leser seine Reise auf der Straße fortsetzen mag, auf der sich viele Möglichkeiten zur Bereicherung des klinischen Ethos in der Zukunft auftun. Diese Veröffentlichung möchte Tierärzte in die Lage versetzen, die Sterblichkeit neugeborener Fohlen herabzusetzen und die Überlebenschancen von Tieren mit guten Voraussetzungen für eine leistungsfähige Gesundheit zu verbessern. In diesem Zusammenhang sollten wir der Tatsache mehr Beachtung schenken, daß das Überleben per se als Ziel wahrscheinlich keine Berechtigung hat; man muß den Erfolg der Überwachung des Neugeborenen bei kritischem Zustand auch im Hinblick auf das Endergebnis beurteilen.

Tierärzte vertrauen dem Rat von Experten, und in diesem Sinn danke ich vielen Kollegen in der Praxis, an Universitäten und anderen Instituten. Besonders die folgenden Personen haben bei der Vorbereitung des Manuskripts hilfreich mitgearbeitet: D. L. Frappe, FIBiol, PhD; P. M. Taylor, MRCVS; A. C. Palmer, FRCVS, und A. J. F. Webster, MA, VetMB, PhD, MRCVS. Bei der Ausarbeitung für den Vortrag wurden auch Ratschläge von J. Sanford, MRCVS; N. J. Wingfield Digby, MRCVS; N. R. C. Robertson, MA, PhD, FRCP; P. C. Kosch, DVM; T. A. Cudd, DVM, und N. G. Hicks, DVM, entgegengenommen. Ebenso bin ich J. Fuller für das Zeichnen der Abbildungen 1, 3, 7 und 8 und Jan Wade für ihre Unterstützung bei der Fertigstellung des Manuskripts zu Dank verpflichtet.

## Literatur

- Adams, R., und Mayhew, I. G. (1984): Neurological examination of newborn foals. *Equine Vet. J.* 16, 306–312.
- Anon (1971): Central community of regionalized perinatal intensive care. Statement of House of Delegates of the American Medical Association.
- Baggot, J. D., und Short, C. R. (1984): Drug disposition in the newborn animal, with particular reference to the foal. *Equine vet. J.* 16, 364–367.
- Bean, W. B. (1982): Origin of the term „internal medicine“. *New England Journal of Medicine* 306 (3), 182–183.
- Broughton Pipkin, F., Ousey, J. C., Wallace, C. P., und Rossdale, P. D. (1984): Studies on equine prematurity 4: Effect of salt and water loss on the renin-angiotensin-aldosterone system in the newborn foal. *Equine vet. J.* 16, 292–297.
- Brown, M. P., Gronwall, R., Kroll, W. R., und Beal, C. (1984): Ampicillin trihydrate in foals: serum concentrations and clearance after a single oral dose. *Equine vet. J.* 16, 371–373.
- Brownlow, M. A., und Hutchins, D. R. (1982): The concept of osmolality: Its use in the evaluation of „dehydration“ in the horse. *Equine vet. J.* 14, 106–110.
- Carlson, G. P. (1979): Fluid therapy in horses with acute diarrhoea. *Vet. Clin. N. Am. Pract.* 1, 313–329.
- Carlson, G. P., Harrold, D., und Rumbaugh, G. E. (1979): Volume dilution of sodium thiocyanate as a measure of extracellular fluid volume in the horse. *Am. J. vet. Res.* 40, 587–589.
- Edelman, I. S., Leibman, J., O'Meara, M. P., und Birkenfeld, L. W. (1958): Interrelations between serum sodium concentrations, serum osmolality and total exchangeable sodium, total exchangeable potassium and total body water. *J. clin. Invest.* 37, 1236–1256.
- Formston, C. (1972): Man, surgeon and principal of the Royal Veterinary College. First Sir Frederick Hobday Memorial Lecture. *Equine Vet. J.* 4, 44–56.
- Fowden, A. L., Comline, R. S., und Silver, M. (1984): Insulin secretion and carbohydrate metabolism during pregnancy in the mare. *Equine vet. J.* 16, 239–246.
- Haughey, K. G., und Jones, R. T. (1976): Meningeal haemorrhage and congestion associated with the perinatal mortality of foals. *Vet. Rec.* 98, 518–522.
- Heim, T. (1981): Homeothermy and its metabolic cost. In: *Scientific Foundations of Paediatrics*. 2nd edition. Ed. J. A. Davis and J. Dobbing. London, William Heinemann Medical Books Ltd.
- Kami, G., Merritt, A. M., und Duelly, P. (1984): Preliminary studies of plasma and extracellular fluid volume in neonatal ponies. *Equine vet. J.* 16, 356–358.
- Kosch, P. C., Koterba, A. M., Coons, T. J., und Webb, A. I. (1984): Developments in management of the newborn foal in respiratory distress 1: Evaluation. *Equine vet. J.* 16, 312–318.
- Lombard, C. W., Evans, M., Martin, L., und Tehrani, J. (1984): Blood pressure, electrocardiogram and echocardiogram measurements in the growing pony foal. *Equine vet. J.* 16, 342–347.
- Lucas, A. (1981): Gut hormones and infant feeding. In: *Scientific Foundations of Paediatrics*. Ed. John A. Davis and John Dobbing. Publ. London, William Heinemann Medical Books Ltd.
- McCance, R. A. (1961): Characteristics of the newly born. In: *CIBA Foundation Symposium on Somatic Stability in the Newly Born*. Ed. G. E. W. Wolstenholme and M. O'Connor. London, J & A Churchill Ltd.
- Mahaffey, L. W., und Rossdale, P. D. (1957): Convulsive and allied syndromes in newborn foals. *Vet. Rec.* 69, 1277.
- Mayhew, I. G. (1982): Observations on vascular accidents in the central nervous system of neonatal foals. *J. Reprod. Fert. Suppl.* 32, 569–575.
- Oliver, T. K. (Jnr), und Karlberg, P. (1963): Gaseous metabolism in newly born human infants. *Am. J. dis. child.* 105, 427–435.
- Palmer, A. C., Leadon, D. P., Rossdale, P. D., und Jeffcott, L. B. (1984): Intracranial haemorrhage in pre-viable, premature and full term foals. *Equine vet. J.* 16, 383–389.
- Palmer, A. C., und Rossdale, P. D. (1976): Neuropathological changes associated with the neonatal maladjustment syndrome in the Thoroughbred foal. *Res. vet. Sci.* 20, 267–275.
- Palmer, A. C., und Walker, R. G. (1970): The neuropathological effects of cardiac arrest in animals: a study of five cases. *J. Small. Anim. Pract.* 11, 779.
- Reynolds, E. B. (1930): Title to be checked. *Vet. Rec.* 10, 277.
- Rose, R. J. (1981): A physiological approach to fluid and electrolyte therapy in the horse. *Equine vet. J.* 13, 7–14.
- Rose, R. J., Hodgson, D. R., Leadon, D. P., und Rossdale, P. D. (1983): Effect of intranasal oxygen administration on arterial blood gas and acid base parameters in spontaneously delivered, term induced and induced premature foals. *Res. vet. Sci.* 34, 159–162.
- Rose, R. J., Stewart, J. H., und Barko, A. M. (1984): Respiratory studies in foals from birth to seven days old. *Equine vet. J.* 16, 323–328.
- Rossdale, P. D. (1969): Measurements of pulmonary ventilation in normal newborn Thoroughbred foals during the first three days of life. *British vet. J.* 125, 157.
- Rossdale, P. D. (1972): Differential diagnosis and treatment of equine neonatal disease. *Vet. Rec.* 581–588.
- Rossdale, P. D., Falk, M., Jeffcott, L. B., Palmer, A. C., und Ricketts, S. W. (1979): A preliminary investigation of cerebrospinal fluid in the newborn foal as an aid to the study of cerebral damage. *J. Reprod. Fert. Suppl.* 27, 593–599.
- Rossdale, P. D., Jeffcott, L. B., und Palmer, A. C. (1976): Raised foetal blood pressure and haemorrhage in CNS of newly born foals. *Vet. Rec.* 99, 111–112.
- Spehar, A. M., Hill, M. R., Mayhew, I. G., und Hendes, L. (1984): Preliminary study on the pharmacokinetics of phenobarbital in the neonatal foal. *Equine vet. J.* 16, 368–371.
- Stewart, J. H., Rose, R. J., und Barko, A. M. (1984): Respiratory studies in foals from birth to seven days old. *Equine vet. J.* 16, 323–328.
- Stolk, P. W. Th. (1982): The effect of anaesthesia on pulmonary blood flow in the horse. *Proc. Ass. vet. Anaes. Supp. to No.* 10.
- Warren, R. G., Webb, A. I., Kosch, P. C., und Coons, L. (1984): Evaluation of transcutaneous oxygen monitoring in anaesthetised pony foals. *Equine vet. J.* 16, 358–361.
- Webb, A. I., Coons, T. J., Koterba, A. M., und Kosch, P. C. (1984): Developments in management of the newborn foal in respiratory distress 2: Treatment. *Equine vet. J.* 16, 319–323.
- Webster, A. J. F. (1983): Nutrition and the thermal environment. In: *Nutritional Physiology of Farm Animals*. Ed. J. A. F. Rook and P. C. Thomas. London, Longman, 639–669.
- West, J. B. (1977): *Ventilation/blood flow and gas exchange*. Third edition, Blackwells Scientific Publications.
- Widdowson, E. M. (1981): Nutrition. In: *Scientific Foundations of Paediatrics*. Ed. John A. Davis and John Dobbing. Publ. London, William Heinemann Medical Books Ltd.
- Zaslow, I. M. (1984): *Veterinary Trauma and Critical Care*. Lea & Febiger; Philadelphia, U.S.A.