

# Referenzwerte im Liquor cerebrospinalis bei Kälbern im Alter von vier bis acht Wochen

H. Stocker<sup>1</sup>, D. Sicher<sup>1</sup>, P. Rüschi<sup>1</sup>, H. Lutz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departement für Fortpflanzungskunde und <sup>2</sup>Departement für Innere Veterinärmedizin der Universität Zürich

## Zusammenfassung

Von 27 Mastkälbern im Alter von vier bis acht Wochen wurden Referenzwerte für folgende Parameter im *Liquor cerebrospinalis* bestimmt: Spezifisches Gewicht, Proteinkonzentration, Erythrozytenzahl, Gesamtleukozytenzahl mit Zelldifferenzierung, Aktivität der Kreatinkinase, Glukose und Natrium. Die Befunde wurden soweit möglich und falls vorhanden mit jenen anderer Autoren beim Kalb und beim erwachsenen Rind verglichen. Die 90%-Quantile der Gesamtleukozytenzahl lag mit 24.3 Zellen pro  $\mu\text{l}$  deutlich oberhalb von vergleichbaren Angaben für das erwachsene Rind. Somit muss in einzelnen Fällen bei Kälbern mit deutlich höheren Leukozytenzahlen im *Liquor cerebrospinalis* gerechnet werden. Übereinstimmend mit anderen Angaben für das Kalb war die Proteinkonzentration etwas geringer als beim erwachsenen Rind. Der Referenzbereich für die Aktivität der Kreatinkinase war grösser und derjenige für die Natriumkonzentration lag etwas höher als bei früheren Untersuchungen beim Kalb und beim erwachsenen Rind.

**Schlüsselwörter:** Rind – Kalb – Liquor cerebrospinalis – Referenzwerte

## Reference values in the cerebrospinal fluid of calves between four and eight weeks of age

Reference values for the following parameters were established in the cerebrospinal fluid of 27 calves between four and eight weeks of age: specific weight, protein concentration, erythrocyte count, total leucocyte count with cell differentiation, creatin kinase activity, glucose and sodium.

If possible, the findings were compared with those of other authors in calves and adult bovines. With 24.3 cells per  $\mu\text{l}$  the 90% quantile of the total leucocyte count was seated significantly above comparable values for adult bovines. Hence, in individual cases markedly higher leucocyte counts can be expected in the cerebrospinal fluid of calves.

In agreement with other authors, the protein concentration in calves was lower than in adult bovines. The reference range for creatin kinase activity was increased whereas the one for sodium was only slightly increased compared to earlier investigations in calves and in adult bovines.

**Key words:** bovine – calf – cerebrospinal fluid – reference values

## Einleitung

Die Diagnostik bei neurologischen Erkrankungen stellt oftmals eine besondere Herausforderung für den praktizierenden Tierarzt dar. Neben einer gründlichen klinischen Untersuchung ist die Untersuchung des *Liquor cerebrospinalis* (LC) ein wichtiger Bestandteil der Diagnostik (Green und Smith, 1992; Mayhew, 1989). Beim LC handelt es sich um eine wässrigklare, zellarme Flüssigkeit von artspezifischer Zusammensetzung. Sie erfüllt alle Binnenräume des Zentralnervensystems, durchtränkt seine nervöse Substanz als Gewebesaft und umspült auch die Oberfläche von Gehirn und

Rückenmark (Seiferle, 1975). Abnorme Liquorbefunde weisen auf eine pathologische Veränderung hin, ein normaler LC hingegen schliesst eine Krankheit nicht aus (Bailey und Vernau, 1997). Für die Interpretation der Befunde braucht es tierart- und altersspezifische Referenzwerte. Diese sind aber nicht nur von den Probanden, sondern auch von den verwendeten Laborgeräten und Messmethoden abhängig. Die Resultate der Liquoruntersuchung bei Kälbern der Klinik für Geburtshilfe führten immer wieder zu Interpretationsschwierigkeiten, da insbesondere die Leuko-

zytenzahl höher ausfiel als die zugänglichen Literaturangaben zum Teil erwarten liessen (Binkhorst, 1982; St. Jean et al., 1997). Ziel der vorliegenden Untersuchung war es daher, Referenzwerte für den LC von gesunden Kälbern im Alter von vier bis acht Wochen zu erarbeiten und speziell die Frage zu klären, ob Kälber im LC im Vergleich zum erwachsenen Rind physiologisch eine höhere Leukozytenzahl aufweisen.

## Tiere, Material und Methoden

### Tiere

Zur Untersuchung gelangten 40 Mastkälber im Alter von 4 bis 8 Wochen. Von 27 dieser Tiere genügte der gewonnene LC hinsichtlich Menge und Blutkontamination den Anforderungen an eine Referenzwertbestimmung. Davon waren 17 Tiere männlichen und zehn Tiere weiblichen Geschlechts. Zehn Tiere gehörten der Rasse Schweizer Fleckvieh und sechs dem Schweizer Braunvieh an. Weitere sechs Tiere waren Kreuzungen dieser beiden Rassen und fünf Kälber waren Kreuzungen mit anderen Rassen. Die Kälber wurden in Gruppen von acht bis zehn Tieren auf Tiefstreu gehalten. Über einen Tränkeautomaten hatten sie ad libitum Zugang zu Vollmilch. Zudem standen den Tieren Stroh und Torferde zur Verfügung. Vor der Liquorentnahme wurde jeweils eine kurze klinische Untersuchung durchgeführt. Es wurden nur Tiere in die Studie einbezogen, die aufgrund der klinischen Untersuchung sowie der hämatologischen und blutchemischen Untersuchungen als gesund betrachtet werden konnten.

### Liquorentnahme

Die Entnahme des *Liquor cerebrospinalis* erfolgte durch Punktion des *Foramen lumbosacrale* in sternaler Liegeposition mit weit unter den Körper gestreckten Hintergliedmassen (Radostits et al., 2000). Dazu wurden die Kälber vorgängig mit einer intramuskulären Injektion von 0.2 mg Xylazin pro kg Körpergewicht (Rompun®, Bayer AG, Leverkusen) sediert. Die Punktionsstelle wurde rasiert und chirurgisch vorbereitet. Der Einstich erfolgte in leicht kranioventraler Richtung in einer elastischen «Delle», die in der Mitte zwischen den medialen Darmbeinwinkeln, dem Dornfortsatz des letzten Lendenwirbels und dem Kreuzbein spürbar war (Stöber, 1990).

Es wurde eine Spinalkanüle von 0.90 × 90 mm verwendet (Terumo®, Cosanum AG, Schlieren, Schweiz). Nach dem Durchdringen der Dura mater, das sich als leichtes Zucken der Tiere bemerkbar machte, wurde die Nadel noch wenige

Millimeter weiter vorgeschoben. Danach wurden der Mandrain entfernt und mit aufgesetzter steriler Spritze 1 bis 2 ml Liquor aspiriert. In einigen Fällen musste der Sitz der Spinalkanüle korrigiert werden. Der so gewonnene *Liquor cerebrospinalis* wurde in ein steriles Röhrchen ohne Zusatz sowie in ein Röhrchen mit Fluoridbeschichtung verbracht, auf Eis gekühlt und ins Labor gebracht, wo die Untersuchung bis längstens eine Stunde nach der Entnahme erfolgte.

### Untersuchung des *Liquor cerebrospinalis*

Im Labor wurden visuell die Transparenz sowie die Farbe des Liquors beurteilt und protokolliert. Das spezifische Gewicht wurde refraktometrisch unter Berücksichtigung einer Temperaturkontrolle bestimmt. Zur Bestimmung der Metabolite und Enzymaktivitäten wurden die Liquorproben während 5 Minuten 800 × g zentrifugiert. Der Überstand wurde vom Sediment getrennt und wie nachstehend beschrieben weiter untersucht.

Sämtliche Messungen wurden auf einem Cobas Integra 700 Gerät (Roche Diagnostics, Rotkreuz, Schweiz) unter den durch die International Federation of Clinical Chemistry (IFCC) definierten Bedingungen vorgenommen. Die Proteinkonzentration wurde unter Verwendung des TPU-C-Testkits (Roche Diagnostics) bestimmt.

Die Parameter Kreatinkinase und Glukose wurden mit den dazu vorgesehenen Reagenzien von Roche Diagnostics bestimmt. Die Konzentration der Natriumionen erfolgte mittels einer ionenselektiven Elektrode. Das aus der Zentrifugation resultierende Zellsediment wurde mit zwei Tropfen steril filtriertem Pferdeserum resuspendiert und in einer Zytozentrifuge (Shandon, Zytospin 2, Instrumentengesellschaft, Zürich) während 10 Minuten bei 80 rpm auf Objektträger sedimentiert und nach Lufttrocknung mittels May-Grünwald-Giemsas in einem Färbeautomaten (Hematek, vertreten durch Bayer AG, Zürich, Schweiz) gefärbt. Wenn immer möglich wurden für die Differenzierung 100 Zellen beurteilt. Falls weniger als 100 Zellen auf dem Zytospin auffindbar waren, wurde die Gesamtzahl der nachgewiesenen Zellarten registriert. Die Zahl der Leukozyten wurde mittels Verdünnung der Probe mit Samson-Lösung und Einfüllung in die Zählkammer mikroskopisch bestimmt. Die Zahl der Erythrozyten wurde durch direktes Einfüllen der Liquorprobe in die Zählkammer mikroskopisch ermittelt. Kontaminationen der Liquorprobe durch Blut wurden bezüglich der Leukozyten dann korrigiert, wenn die Gesamtzahl der Erythrozyten über 1000/μl betrug. Bei massiven Erythrozytenzahlen (über 10000/μl) und geringen Leukozytenwerten wurde die Probe

nicht in die Referenzwertbestimmung einbezogen.

**Blut- und Urinentnahme**

Für die Bestimmung hämatologischer und blutchemischer Referenzwerte sowie von Referenzwerten im Urin wurden den Kälbern aus der Jugularvene Blutproben und bei spontanem Harnabsatz Urinproben entnommen. Die Resultate dieser Untersuchungen werden separat veröffentlicht (Sicher et al., in Bearbeitung).

**Statistische Auswertung**

Die Berechnung der Quantilen und der Korrelationskoeffizienten wurden mit Hilfe des Programmes Statistix® für Windows (Anonym, 1996) erstellt.

**Ergebnisse**

In 22 Fällen war der LC klar und farblos. Bei fünf Tieren war er bedingt durch eine leichtgradige Blutkontamination leicht trüb und hellgelb, wurde aber durch Zentrifugation ebenfalls klar und farblos. Bei weiteren neun Kälbern war die Blutkontamination stärker, sodass diese Liquorproben nicht in die Referenzwertbestimmung einbezogen wurden. In vier Fällen konnte kein oder zuwenig LC gewonnen werden.

Von den Resultaten der biochemischen Untersuchungen, der Zellzahlbestimmungen und der Zellzahldifferenzierung sind in Tabelle 1 die 10%, 50%- und 90%-Quantilen für die verschiedenen Parameter dargestellt. Auf die Berechnung von Mittelwerten und Standardabweichungen wurde bewusst verzichtet und stattdessen eine von der Verteilung unabhängige Darstellung gewählt.

Für die Aktivitäten der Kreatinkinase bzw. die Natriumkonzentrationen im LC und im Blutserum wurde ein Korrelationskoeffizient von -0.06 bzw. -0.26 ermittelt.

**Diskussion**

In der vorliegenden Untersuchung konnte bei zwei Dritteln der Kälber wasserklarer Liquor in ausreichender Menge mit nur geringgradiger Blutkontamination gewonnen werden. Im Vergleich mit Angaben von Buchner et al. (1996) und Lippmann (1968), die nur bei jedem zweiten bzw. jedem fünften erwachsenen Rind wasserklaren Liquor gewinnen konnten, kann dieses Resultat als befriedigend bezeichnet werden. Für eine erfolgreiche Punktion ist es wichtig, dass die Wirbelsäule eine gerade Linie darstellt und die Nadel exakt in der Medianebene eingeführt wird. Zudem müssen die Kälber ausreichend sediert sein, um Abwehrbewegungen während der Punktion zu verhindern. Eine Stauung der *Vena jugularis* kann die Liquorentnahme erleichtern (Doll, 1987; Jamison und Prescott, 1987; Buchner et al., 1996), kam aber bei unseren Untersuchungen nicht zur Anwendung.

Ein Vergleich der eigenen Resultate der Liquoruntersuchung mit denjenigen im Schrifttum gestaltet sich schwierig, da letztere meistens als Mittelwert und absoluten Bereich anstelle von Quantilen angegeben worden sind (Tab. 2). Eine Erhöhung des Proteingehaltes im LC ist pathologisch. Es handelt sich um eine diagnostisch wichtige Veränderung, die allerdings unspezifisch ist und bei verschiedenen Krankheiten vorkommt (Bailey und Vernau, 1997). Beim Vergleich der Proteinkonzentrationen sind zudem die zur Bestimmung eingesetzten Methoden und die als Standard verwendeten Materialien zu berücksichtigen, da diese zu unterschiedlichen Resultaten führen können. Eine erhöhte Proteinkonzentration ist eine Indikation für das Vorliegen einer organischen Läsion im zentralen Nervensystem oder für Abflussstörungen des Liquors. Die in dieser Untersuchung erhobenen Proteinwerte im LC scheinen vergleichbar mit den Angaben anderer Autoren für das Kalb (Lippmann, 1968; Binkhorst, 1982; Scott, 1996; St. Jean et al., 1997), liegen jedoch etwas tiefer als die Referenzwerte für das erwachsene Rind (Stöber, 1990; Welles et al., 1992).

Liquor eines gesunden Tieres ist zellarm. Erhöhte Zellzahlen (Pleozytose) werden am häufigsten bei entzündlichen Krankheiten festgestellt. Das Zellbild korreliert häufig mit der Art des Krankheitsprozesses: Neutrophile Granulozyten überwiegen bei bakteriellen Infektionen und/oder Gewebsuntergang, mononukleäre Zellen bei Virusinfek-

Tabelle 1: Ausgewählte Parameter im Liquor cerebrospinalis von 27 Kälbern.

	10% Quantile	50% Quantile (Median)	90% Quantile
Spez. Gewicht	1005.0	1005.0	1006.0
Protein (g/l)	0.12	0.20	0.31
Erythrozyten (pro µl)	3.0	160.0	2238.0
Leukozyten (pro µl)	1.4	3.3	24.3
Lymphozyten (%)	31.4	64.0	86.8
Monozyten (%)	13.2	30.0	61.4
Neutrophile (%)	0	0	10.2
CK (U/l)	0	8	135.6
Glukose (mmol/l)	3.5	4.1	4.5
Natrium (mmol/l)	138.0	143.0	154.0

Tabella 2: Referenzwerte im Liquor cerebrospinalis beim Kalb und Rind.

	Kälber, 5 Wo. alt (Binkhorst, 1982) n = 8 $\bar{x}$ (Bereich)	Kälber, 7 Wo. alt (Binkhorst, 1982) n = 9 $\bar{x}$ (Bereich)	Kälber, 8 Wo. alt (St. Jean et al., 1997) n = 10 $\bar{x}$ (Bereich)	Kälber, 3–12 Wo. alt (Lippmann, 1968) n = 30 $\bar{x}$ (Bereich)	Kälber, Alter unbekannt (Scott, 1996) n = 33 $\bar{x}$ (Bereich)	Kühe (Welles et al., 1992) n = 16 $\bar{x}$ (Bereich)	Rind (Stöber, 1990) Bereich
Spezifisches Gewicht			1.0056 (1.005–1.006)		1.007 (1.006–1.011)		
Protein (g/l)	0.19 (0.15–0.22)	0.19 (0.15–0.24)	0.16 (0.11–0.33)	0.23 (0.15–0.26)	0.28 (0.06–0.73)	0.39 (0.23–0.66)	0.1–0.4
Erythrozyten (pro $\mu$ l)			70.1 (0–471)			190 (5–1930)	sehr wenige
Leukozyten (pro $\mu$ l)	2.1 (0.67–3.67)	2.1 (0–3.33)	3.0 (0–10)	4.2 (0–11.33)	12 (12–250)	2.88 (0–9)	0–10
Lymphozyten			57.39% (33.8–71%)	92.11% (86–97%)		1.461/ $\mu$ l (0.000–8.100)	60–80%
Monozyten			38.26% (28–66.2%)			0.259/ $\mu$ l (0.000–1.330)	20–40%
Neutrophile			4.3% (0–34%)			0.033/ $\mu$ l (0.000–0.180)	selten, vereinzelt
CK (U/l)			2.17 (0–4)			11.44 (2–48)	
Glukose (mmol/l)	5.23 (4.107–6.77)	5.03 (4.16–6.33)	3.3 (3.03–4.24)			2.38 (2.05–2.83)	
Natrium (mmol/l)			137.27 (134–139)			140 (132–142)	

tionen und Makrophagen bei Hirnrindennekrose (Vandeveld und Fankhauser, 1987).

Die Referenzwertangaben für die Leukozytenzahl beim Kalb variieren stark. Untersucher mit geringen Tierzahlen fanden tiefe Leukozytenzahlen mit geringer Streubreite (Binkhorst, 1982; St. Jean et al., 1997), während bei grösseren Tierzahlen höhere Mittelwerte mit grösseren Streuungen resultierten (Lippmann, 1968; Scott, 1996). Die eigenen Untersuchungen ergaben mit 3.3 Zellen pro  $\mu$ l eine 50%-Quantile, die in vergleichbarer Höhe wie die Mittelwerte anderer Angaben für Kälber und erwachsene Rinder liegt. Die 90%-Quantile liegt jedoch mit 24.3 Zellen pro  $\mu$ l wesentlich höher als die obere Bereichsgrenze früherer Untersuchungen. Einzig Scott (1996) fand noch höhere Leukozytenzahlen, wobei das Alter der Probanden nicht angegeben wurde. Nach Lippmann (1968) haben Kälber unter drei Monaten signifikant höhere Zellzahlen im LC als solche im Alter von über vier Monaten. Eine Erklärung hierfür wurde jedoch nicht gegeben. Die eigenen Untersuchungen haben ebenfalls gezeigt, dass bei Kälbern im Gegensatz zum erwachsenen Rind im LC höhere Leukozytenzahlen als physiologisch beurteilt werden müssen. Über die Ursache dieses Unterschieds kann nur spekuliert werden. Es wäre denkbar, dass aufgrund von Reifeunterschieden bei Jungtieren eine grössere Anzahl von Zellen die Blut-Liquorschranke passiert, die Rate der Zellyse im LC geringer ist oder

eine geringere Anzahl von Zellen zurück ins Blut wandert. Die Zelldifferenzierung in der eigenen Untersuchung ergab, wie zu erwarten war, mehrheitlich Lymphozyten und Monozyten, hingegen nur vereinzelt neutrophile Granulozyten. Eine ähnliche Verteilung fanden andere Autoren bei acht Wochen alten Kälbern (St. Jean et al., 1997).

Die Bestimmung der Glukose im LC ergab mit 3.5–4.5 mmol/l ähnliche Werte wie bei St. Jean et al. (1997), hingegen etwas tiefere Werte als bei den Untersuchungen von Binkhorst (1982). Dies ist vermutlich die Folge eines unterschiedlichen Blutglukosespiegels dieser Kälbergruppen. Die Glukose im LC stammt ausschliesslich aus dem Blutplasma und erreicht bei gesunden Tieren in der Regel 60–80% des Glukosewertes im Blut. Schwankungen des Blutglukosespiegels wirken sich auch auf den Glukosespiegel im LC aus, und zwar mit einer Verzögerungszeit von etwa einer bis zwei Stunden (Bailey und Vernau, 1997). Bei Zerebrokortikalektrose kann die Glukosekonzentration im LC erhöht (Grottker, 1982), bei bakteriell bedingten Entzündungen des Zentralnervensystems dagegen erniedrigt sein (Vandeveld und Fankhauser, 1987). Verglichen mit dem Protein- und dem Zellgehalt des LC ist die diagnostische Aussagekraft der Glukosekonzentration jedoch von untergeordneter Bedeutung (Doll, 1987).

Die Kreatinkinase (CK) kann die Blut-Hirnschranke nicht passieren (Welles et al., 1992;

Buchner et al. 1996). Somit ist die im LC bestimmte CK lokalen Ursprungs und weist auf eine organische Schädigung des Zentralnervensystems hin, ist jedoch nicht diagnostisch für bestimmte Krankheiten (Vandeveld und Fankhauser, 1987). Der in der vorliegenden Arbeit ermittelte Referenzbereich für die CK-Aktivität im LC (0–135.6 U/l) ist weit grösser als diejenigen von anderen Autoren. St. Jean et al. (1997) erhoben bei Kälbern einen Referenzbereich von 0–4 U/l. Bei erwachsenen Rindern wurden Referenzbereiche von 2–48 U/l bzw. 0–4 U/l bzw. 0.2–18.7 U/l ermittelt (Welles et al., 1992; Doll et al., 1993; Buchner et al. 1996). Übereinstimmend mit anderen Autoren (Welles et al., 1992; Buchner et al. 1996) konnte keine Korrelation zwischen der CK-Aktivität im LC und im Blutserum festgestellt werden. Die 50%-Quantile für die CK-Aktivität im LC (8 U/l) war tiefer als im Blutserum (108 U/l), was schon mehrfach beobachtet worden ist (Welles et al., 1992; Buchner et al. 1996; St. Jean et al. 1997). Bei einzelnen Tieren

(3 von 27 Kälbern) konnte jedoch wie bei Helm (1994) im LC eine höhere CK-Aktivität als im Blutserum ermittelt werden.

Die Natriumkonzentration im LC war mit 138–154 mmol/l etwas höher als im Serum (140–145.2 mmol/l), eine Korrelation konnte jedoch nicht festgestellt werden. Der erhobene Referenzbereich im LC lag etwas über demjenigen anderer Autoren bei der Kuh und beim Kalb (Welles et al., 1992; St. Jean et al. 1997). Eine Natriumkonzentration im LC von über 160 mmol/l weist auf eine Kochsalzvergiftung hin (Sandals, 1978).

Die vorliegende Untersuchung hat bestätigt, dass für die Interpretation von Liquorbefunden beim Kalb altersspezifische Referenzwerte notwendig sind. Es konnte insbesondere gezeigt werden, dass die Leukozytenzahlen im LC von gesunden vier bis acht Wochen alten Kälbern deutlich über den Referenzwerten beim erwachsenen Rind liegen können.

#### Valeurs de référence pour le liquide cérébrospinal chez des veaux âgés de quatre à huit semaines

Des valeurs de référence suivantes ont été déterminées dans le *liquide cérébrospinal* chez 27 veaux d'engrais âgés de quatre à huit semaines: le poids spécifique, la concentration en protéines, le nombre des érythrocytes, le nombre total des leucocytes avec différenciation des cellules, l'activité de la créatine-kinase, le glucose et le sodium. Les résultats ont été comparés dans la mesure du possible avec ceux d'autres auteurs pour les veaux et les bovins adultes. La valeur du 90<sup>ème</sup> quantile du nombre total des leucocytes était avec 24.3 cellules par  $\mu$ l beaucoup plus élevée que les valeurs correspondantes chez les bovins adultes. Ainsi dans certains cas chez le veau, il y a un nombre de leucocytes nettement plus élevé dans le *liquide cérébrospinal*. En accord avec d'autres données pour le veau, la concentration en protéines était légèrement moins élevée que chez l'animal adulte. Le domaine de référence pour l'activité de la créatine-kinase était plus élevé et celui pour la concentration du sodium était légèrement plus élevé que lors d'autres examens chez le veau et chez l'animal adulte.

#### Valori di referenza nel liquor cerebrospinalis in vitelli di un'età compresa tra 4 e 8 settimane

Per definire i valori di referenza i seguenti parametri sono stati determinati nel *liquor cerebrospinalis* di 27 vitelli: peso specifico, concentrazione delle proteine, numero degli eritrociti, numero totale dei leucociti con differenziazione delle cellule, attività della creatinichinasi, glucosio e sodio. I risultati sono stati confrontati nell'ambito del possibile e quando disponibili con i valori di altri autori riguardanti il vitello e il manzo adulto. Il quantile del 90% del numero totale di leucociti si trovava con il valore di 24,3 cellule al  $\mu$ l chiaramente al disopra del valore indicato per il manzo adulto. Quindi per i vitelli in certi casi bisogna aspettarsi un numero maggiore dei leucociti nel *liquor cerebrospinalis*. I valori della concentrazione delle proteine nel vitello erano concordanti, mentre erano leggermente inferiori se paragonati con i valori del manzo adulto. La zona di referenza per l'attività della creatinichinasi era maggiore e quella per la concentrazione di sodio era leggermente più alta che in esami eseguiti precedentemente nel vitello e nel manzo adulto.



## Literatur

- Anonym (1996):* Statistix® für Windows (Analytical Software, Tallahassee FL).
- Bailey C.S., Vernau W.:* Cerebrospinal fluid. In: Clinical Biochemistry of Domestic Animals. Eds. Kaneko J.J., Harvey J.W. and Bruss M.L., 5<sup>th</sup> ed., Academic Press, San Diego, London, 1997, 785–827.
- Binkhorst G.J.:* Cerebrospinal fluid as an aid in the differential diagnosis of nervous diseases. Proc. XII<sup>th</sup> World Congr. Diseases of Cattle, Vol. II, 1982, 864–868.
- Buchner A., Baumgartner W., Helm U.:* Vergleichende Bestimmung der Kreatinkinase-Aktivität im Liquor cerebrospinalis und im Blut bei gesunden Rindern. Tierärztl. Prax. 1996, 24: 353–356.
- Doll K.:* Liquorentnahme und Liquordiagnostik in der Rinderpraxis. Prakt. Tierarzt, 1987, 69: 75–78.
- Doll K., Trela T., Matzke P., Dahme E., Hafner A., Dirksen G.:* Bovine progressive degenerative Myeloencephalopathie («Weaver-Syndrom») bei Brown Swiss x Braunvieh-Rindern: Klinik, Verlauf, Blut- und Liquorbefunde. Tierärztl. Umschau, 1993, 48: 467–476.
- Green S.L., Smith L.L.:* Meningitis in neonatal calves: 32 cases (1983–1990). J. Am. Vet. Med. Assoc. 1992, 201: 125–128.
- Grottker S., Martens J., Rüdiger B.:* Vergleichende Untersuchungen postokzipital und lumbal entnommener Liquorproben (Liquorzytologie, Glukose, Gesamteiweiss). Proc. XII<sup>th</sup> World Congr. Diseases of Cattle, Vol. II, 1982, 869–873.
- Helm, U.:* Klinisch-chemische Untersuchungen ausgewählter Laborparameter im *Liquor cerebrospinalis* und Blut gesunder Rinder. Dissertation, Universität Wien, 1994.
- Jamison J.M., Prescott J.F.:* Bacterial meningitis in large animals - Part I. Comp. Cont. Educ. Pract. Vet. 1987, 9: F399–F406.
- Lippmann R.:* Die Bedeutung der Liquoruntersuchung für die intravitale Neurodiagnostik beim Rind. Wiss. Z. d. Karl-Marx-Univ. Leipzig, 1968, 17: 191–196.
- Mayhew I.G.:* Ancillary diagnostic aids. In: Large Animal Neurology. A Handbook for Veterinary Clinicians. Ed. Mayhew I.G., Lea & Febiger, Philadelphia, 1989, 49–55.
- Radostits O.M., Gay C.C., Blood D.C., Hinchcliff K.W.:* Diseases of the nervous system. In: Veterinary Medicine. A Textbook of the Diseases of Cattle, Sheep, Pigs, Goats and Horses. Eds. Radostits O.M., Gay C.C., Blood D.C., Hinchcliff K.W., 9<sup>th</sup> ed., W.B. Saunders, London, New York, 2000, 501–549.
- Sandals W.C.D.:* Acute salt poisoning in cattle. Can. Vet. J. 1978, 19: 136–137.
- Scott P.R.:* Indications for lumbosacral cerebrospinal fluid collection in ruminant species in field situations. Agri-Practice 1996, 17: 30–34.
- Seiferle E.:* Zentralnervensystem. In: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Bd IV, Hrsg. R. Nickel, A. Schummer und E. Seiferle, Parey Buchverlag, Berlin, 1975, 27–188.
- Sicher D., Rüsch P., Lutz H., Stocker H.:* Referenzwerte verschiedener Parameter im Blut und im Harn bei Kälbern im Alter von vier bis acht Wochen (in Bearbeitung).
- St. Jean G., Yvorchuk-St. Jean K., Anderson D.E., Moore W.E.:* Cerebrospinal fluid constituents collected at the atlanto-occipital site of xylazine hydrochlorid sedated, healthy 8-week-old Holstein calves. Can. J. Vet. Res. 1997, 61: 108–112.
- Stöber M.:* Zentrales Nervensystem. In: Die klinische Untersuchung des Rindes. Hrsg. G. Dirksen, H.-D. Gründer und M. Stöber, Parey Buchverlag, Berlin, 1990, 592–625.
- Vandeveld M., Fankhauser R.:* Einführung in die veterinärmedizinische Neurologie. Pareys Studientexte 57, Parey Buchverlag, Berlin, 1987, 60–114.
- Welles E.G., Tyler J.W., Sorjonen D.C., Whatley E.M.:* Composition and analysis of cerebrospinal fluid in clinically normal adult cattle. Am. J. Vet. Res. 1992, 11: 2050–2057.

## Korrespondenzadresse:

Dr. med. vet. FVH H. Stocker, Kantonales Veterinäramt Zürich, Culmannstrasse 1, 8090 Zürich  
 Fax +41 1 268 60 10, E-Mail [hans.stocker@veta.zh.ch](mailto:hans.stocker@veta.zh.ch)