

Elektrophysiologische Parameter einzelner Dickdarmabschnitte des Ponys

W. v. Engelhardt, M. Burmester, K. Hansen und G. Becker

Physiologisches Institut
der Tierärztlichen Hochschule Hannover

Schlüsselworte: Dickdarmabschnitte, Kurzschlußströme, Leitfähigkeit

Einleitung

Untersuchungen der letzten Jahre haben gezeigt, daß Resorptions- und Sekretionsmechanismen in einzelnen Dickdarmabschnitten sehr verschieden sein können. Darüber hinaus gibt es Hinweise, daß zwischen den Tierarten große Unterschiede bestehen.

Methodisches

Von 8 Ponys wurden isolierte Epithelien der einzelnen Dickdarmabschnitte in Ussing-Kammern eingespannt. 4 Ponys wurden mit Wiesenheu „Heu“ und 4 Ponys mit Kraftfutter und Wiesenheu „Kraftfutter“ gefüttert (Engelhardt et al., 1992 a). Der Versuchsaufbau wurde kürzlich beschrieben (Engelhardt und Rechkemmer, 1992). Die Kurzschlußströme (I_{sc}) und die transepitheliale Leitfähigkeit (g_t) wurden gemessen. Auf beiden Seiten der Epithelien wurde eine konventionelle Krebs-Ringer-Lösung mit je $10 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ Acetat, Propionat und Butyrat zugegeben. Alle Lösungen enthielten Indomethacin (10^{-6} M), um die endogene Prostaglandinbildung zu hemmen.

Ergebnisse

Die transepithelialen Leitfähigkeiten (g_t) (Tabelle 1) steigen vom Caecum und 1. Segment des proximalen Colons zu den weiter distal gelegenen Dickdarmabschnitten hin an. Die niedrigen Leitfähigkeiten am Beginn des Dickdarmes sind unerwartet. Im Caecum der Ponys sind sie nur halb so hoch wie bei Schwein (unveröffentlicht), Meerschweinchen (Engelhardt und Rechkemmer, 1992; Engelhardt et al., 1992 b) und Ratte (Manns, in Vorbereitung). Im 1. Segment des proximalen Colons (linkes ventrales Colon) beträgt die

Zusammenfassung

Kurzschlußströme und transepitheliale Leitfähigkeiten wurden an isolierten Epithelien des Caecums sowie des proximalen und distalen Colons von je 4 Ponys untersucht, die entweder mit Heu oder mit Kraftfutter gefüttert worden waren. Bei den Leitfähigkeiten und den Kurzschlußströmen liegen zwischen den einzelnen Dickdarmabschnitten große Unterschiede vor. Der Vergleich mit Ratte, Meerschweinchen und Schwein zeigt die vorhandenen großen tierartlichen Unterschiede.

Electrophysiological Parameters of Different Compartments of the Hindgut of Ponies

Short-circuit current and transepithelial conductance were measured in isolated epithelia from the caecum, the proximal and distal colon of 2 groups of 4 ponys fed hay or concentrates, respectively. Conductances and short-circuit currents are different in the 4 segments studied along the hindgut. A comparison with rat, guinea pig and pig illustrates the marked species differences.

g_t nur $1/3$ der Werte von Ratte und Meerschweinchen; bei Schweinen sind die Werte geringfügig höher als bei den Ponys. Vom 1. zum 2. Segment des proximalen Colons der Ponys steigen die Leitfähigkeiten an; im 2. Segment ist die g_t gegenüber dem 1. Segment etwa verdoppelt. Bei Schweinen sind dagegen zwischen dem 1. und 2. Segment keine nennenswerten Unterschiede erkennbar; bei den Untersuchungen an Ratte und Meerschweinchen wurde das proximale Colon nicht in getrennte Abschnitte unterteilt. Im distalen Colon der Ponys (kleines Colon) sind die transepithelialen Leitfähigkeiten fast dreimal so hoch wie im Caecum und im 1. Segment des proximalen Colons. Die Werte sind um fast das Doppelte höher als bei Schwein und Ratte, sie sind auch höher als beim Meerschweinchen; bei diesen Tieren nimmt im Gegensatz zu den Ponys die Leitfähigkeit von den proximalen zu den distalen Dickdarmabschnitten hin ab.

Bei Kraftfutterfütterung war die g_t bei den Ponys in beiden Abschnitten des proximalen Colons signifikant niedriger als bei Heufütterung; die g_t ist bei Heufütterung doppelt so hoch wie bei Kraftfutter.

Auch bei den Kurzschlußströmen (I_{sc}) (Tabelle 1) sind die Werte zwischen den einzelnen Dickdarmabschnitten und den verschiedenen Tierarten ähnlich vielfältig. Im Caecum und im proximalen Colon sind die I_{sc} bei den Ponys ähnlich denen von Ratte und Schwein; beim Meerschweinchen ist der Kurzschlußstrom etwa dreimal so hoch. Im 1. Segment des proximalen Colons sind die I_{sc} bei den diskutierten Tierarten vergleichbar. Im 2. Segment des proximalen Colons waren bei den Ponys die I_{sc} nur halb so hoch wie beim Schwein. Im distalen Colon unterscheiden sich die I_{sc} bei den Ponys nicht signifikant von Null. Bei Schwein, Ratte und Meerschweinchen sind dagegen eindeutige Kurzschlußströme vorhanden. Die Werte im distalen Colon sind bei Schwein, Ratte und Meerschweinchen ähnlich wie im Caecum; bei den Ponys sind die I_{sc} dagegen von denen im Caecum signifikant verschieden.

Die Fütterung hat im Caecum, im 2. Segment des proximalen Colons und im distalen Colon keinen Einfluß auf den

I_{sc} . Lediglich im 1. Segment des proximalen Colons waren bei Krafftutter die I_{sc} höher als bei Heu.

Diskussion

Die elektrophysiologischen Daten zeigen große Unterschiede zwischen den einzelnen Dickdarmabschnitten der Ponys. Auch beim Meerschweinchen (Engelhardt und Reckemmer, 1992; Engelhardt et al., 1992 b), bei der Ratte (Fromm und Hegel, 1978), beim Kaninchen (Clauss and Hörnicke, 1984) und beim Schwein (unveröffentlicht) wurden große Unterschiede zwischen einzelnen Dickdarmabschnitten gefunden.

Zwischen den einzelnen Tierarten bestehen ebenfalls gravierende Unterschiede. Selbst Tierarten, die ähnliches Futter aufnehmen, unterscheiden sich erheblich. Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse scheint das Pferd eine gewisse Sonderrolle einzunehmen. Während bei Ratte, Meerschweinchen, Kaninchen und Schwein die transepitheliale Leitfähigkeit im Colon von proximal nach distal deutlich abnimmt, steigt sie bei den Ponys signifikant von proximal nach distal. Auch Argenzio et al. (1974, 1977) haben bei Ponys eine Zunahme der Leitfähigkeit zum Rectum hin gesehen. Für eine Regulation des Na^+ - und Wasserhaushaltes wäre im distalen Colon ein dichtes, aldosteronempfindliches Epithel günstig. Der Vorteil einer relativ hohen Leitfähigkeit im distalen Colon der Pferde ist für uns nicht erkennbar.

Kurzschlußströme sind Ausdruck von transepithelialen elektrogenen Transportvorgängen. Über detaillierte Transportmechanismen in den einzelnen Abschnitten des Pferdedickdarms wissen wir bisher sehr wenig. Argenzio et al. (1977) haben für das proximale Colon des Ponys gezeigt,

Tab. 1: Kurzschlußströme (I_{sc}) und Leitfähigkeiten (g) von Epithelien des Caecums, des 1. Segmentes des proximalen Colons (linkes ventrales Colon), des 2. Segmentes des proximalen Colons (rechtes dorsales Colon) und des distalen Colons (kleines Colon) von je 4 Ponys bei entweder Wiesenheu fütterung oder bei 90 % Krafftutter mit 10 % Wiesenheu. Mittelwerte \pm SEM; in Klammern Zahl der untersuchten Epithelien.

	I_{sc} [$\mu eq \cdot cm^{-2} \cdot h^{-1}$]		g , [$mS \cdot cm^2$]	
	Heu	Krafftutter	Heu	Krafftutter
Caecum	0,95 \pm 0,05 (7) n.s.	0,87 \pm 0,10 (6)	2,8 \pm 0,2 (7) n.s.	3,1 \pm 0,4 (6)
prox. Colon 1. Segment	0,59 \pm 0,04 (6) ***	1,04 \pm 0,08 (6)	4,2 \pm 0,4 (6) *	2,8 \pm 0,3 (6)
prox. Colon 2. Segment	0,52 \pm 0,11 (8) n.s.	0,46 \pm 0,36 (5)	8,9 \pm 0,5 (8) **	4,3 \pm 1,1 (5)
dist. Colon	-0,06 \pm 0,14 (8) n.s.	0,18 \pm 0,25 (6)	11,6 \pm 0,8 (8) n.s.	10,9 \pm 0,4 (6)

Der Einfluß der Fütterung wurde für jeden Darmabschnitt auf Signifikanz geprüft:

n.s. – nicht signifikant; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

daß die Na^+ -Cl-Resorption elektroneutral verläuft, dieses Epithel ist jedoch zu einer elektrogenen Cl-Sekretion befähigt. Aufgrund der elektrophysiologischen Daten allein können für die einzelnen Dickdarmabschnitte im Hinblick auf Resorptionsmechanismen nur Vermutungen angestellt werden. Eingehende Untersuchungen wurden bisher vor allem an Labortieren gemacht (s. Clauss, 1993). Verglichen mit den anderen bisher untersuchten Tieren, sind die unter Kontrollbedingungen gemessenen, fehlenden Kurzschlußströme im distalen Colon der Ponys unerwartet. Bei einigen Versuchen an Ponys wurde durch Zugabe von Amilorid der elektrogene Natriumtransport gehemmt (unveröffentlicht), dabei wurde ein negativer Kurzschlußstrom von etwa $1 \mu eq \cdot cm^{-2} \cdot h^{-1}$ gemessen. Dies deutet darauf hin, daß im distalen Colon der Ponys ebenso wie bei anderen Tierarten ein elektrogener Natriumtransport vorhanden ist. Der unter Kontrollbedingungen fehlende Kurzschlußstrom deutet darauf hin, daß eine dem elektrogenen Natriumtransport entsprechende elektrogene Anionensekretion (wahrscheinlich Cl) vorliegt.

Die vergleichenden elektrophysiologischen Untersuchungen in den einzelnen Dickdarmabschnitten des Pferdes zeigen, wie wichtig und dringend notwendig weitere Untersuchungen über Transportmechanismen bei unseren Haustieren sind. Um auftretende Störungen bei der Regulation des Elektrolyt- und Wasserhaushaltes im Dickdarm verstehen zu können, müssen die beteiligten Mechanismen in den einzelnen Dickdarmabschnitten bekannt sein.

Literatur

- Argenzio, R. A., Southworth, M., und Stevens, E. C. (1974): Sites of organic acid production and absorption in the equine gastrointestinal tract. *Am. J. Physiol.* 226, 1043 – 1050.
- Argenzio, R. A., Southworth, M., Lowe, J. E., und Stevens, E. C. (1977): Interrelationship of Na, HCO₃, and volatile fatty acid transport in equine large intestine. *Am. J. Physiol.* 233, E 469 – E 478.
- Clauss, W. (Ed.) (1993): Ion Transport in Vertebrate Colon. *Adv. Comp. Environm. Physiol.*, Springer-Verlag (in press).
- Clauss, W., und Hörnicke, H. (1984): Segmental differences in K-transport across rabbit proximal and distal colon in vivo and in vitro. *Comp. Biochem. Physiol.* 79 A, 267 – 269.
- Engelhardt, W. v., Burmester, M., Hansen, K., und Becker, G. (1992 a): Transepithelialer Transport von Acetat, Propionat und Butyrat im Caecum, im proximalen und im distalen Colon von Ponys. *Pferdeheilkde.* (im Druck).
- Engelhardt, W. v., Burmester, M., Hansen, K., Becker, G., und Reckemmer, G. (1992 b): Effects of amiloride and ouabain on short-chain fatty acid transport in guinea pig large intestine. *J. Physiol.* (London) (in press).
- Engelhardt, W. v., und Reckemmer, G. (1992): Segmental differences of short-chain fatty acid transport across guinea pig large intestine. *Exp. Physiol.* 77, 491 – 499.
- Fromm, M., und Hegel, U. (1978): Segmental heterogeneity of epithelial transport in rat large intestine. *Pflügers Arch.* 378, 71 – 83.

Dr. W. v. Engelhardt
 Physiologisches Institut der
 Tierärztlichen Hochschule Hannover
 Bischofsholer Damm 15
 D-3000 Hannover 1