

Zur Physiologie der Darmbewegungen und der Darmverdauung.

Von

Rob. Baumstark und **Otto Cohnheim.**

(Aus dem physiologischen Institut Heidelberg.)

(Der Redaktion zugegangen am 24. März 1910.)

In der vorhergehenden Mitteilung haben wir einen Hund mit einer Jejunalfistel beschrieben. Wir haben diesen Hund zu einer Reihe weiterer Beobachtungen benutzt. Die Fistel lag — bei der Sektion gemessen — 37 cm unterhalb des Pylorus, etwa 9 cm von der Stelle, an der der Dünndarm mit ganz kurzem Mesenterium an der Rückwand angeheftet ist, die Stelle, die man beim Hunde wohl als Grenze zwischen Duodenum und Jejunum bezeichnen kann. Es wurde eine Kanüle mit Einspritzvorrichtung wie an den Duodenalfisteln eingeführt, die glatt einheilte.

Aus dieser Kanüle entleerte sich nun der Darminhalt in kräftigen Schüssen, die aus der Kanüle in derselben Weise und mit derselben Energie herausgespritzt wurden, wie es bei Duodenalfisteln der Fall ist. Wenn der Hund reichlich Flüssigkeiten soff — wir haben ihm mehrmals Bouillon gegeben, außerdem Milch, Wasser und ein Probefrühstück —, so begann die Entleerung 1—2 Minuten nach dem Anfang des Saufens, und die Schüsse folgten sich recht regelmäßig alle 14—16 Sekunden, also 4 in der Minute; die Schüsse waren ungleich groß: im Durchschnitt betrug jeder etwa 6 ccm. Bekam der Hund Fleisch oder Brot, die im Magen und im Duodenum erst verflüssigt wurden, so waren die Schüsse kleiner — etwa 1 ccm — und erfolgten mit geringerer Regelmäßigkeit, zeitweise etwa im gleichen Tempo, wie bei den Flüssigkeiten, zeitweise mit Pausen von 30—50 Sekunden.

Wir haben nun das aus der Fistel Herausgespritzte abwärts eingespritzt — der im Darm liegende Schlauch war 17 cm lang —, und beobachteten dabei, daß die Entleerungen aus der Kanüle durch diese Einspritzungen gehemmt wurden, wieder in ganz derselben Weise, wie die Entleerungen des Magens aus einer Duodenalfistel durch Einspritzungen in das Duodenum gehemmt werden. In der Regel haben wir das aus der Kanüle Ausfließende, nachdem es gemessen war, wieder eingespritzt, ferner haben wir Wasser von Körpertemperatur und Salzsäure von 0,2% eingespritzt. Wasser bewirkt nur eine geringe Hemmung der Bewegung. Bei der Verabreichung von Flüssigkeiten fielen meist nur 1 oder auch 2 Entleerungen aus, einigemal war gar keine deutliche Einwirkung zu sehen. Einspritzung von 20 ccm 0,2%iger Salzsäure oder von Darminhalt nach Fleischfütterung bewirkte bei Flüssigkeiten eine Hemmung von durchschnittlich 3 Minuten, bei Fleischfütterung von 3 bis 5 Minuten. Auch waren die Pausen bis zum 2. und 3. Schuß noch meist etwas verlängert. Der 1. Schuß nach einer solchen Pause war meist deutlich größer als die vorhergehenden Schüsse. 40 ccm Wasser konnten wieder eingespritzt werden, ohne daß etwas zurücklief, bei Darminhalt nach Fleisch-, Brei- oder Brotfütterung konnten 10 ccm ohne Rücklauf eingespritzt werden, von 20 ccm liefen einige Tropfen zurück. Von Salzsäure erfolgte nach Einspritzung von 20 ccm eine starke rückläufige Entleerung. Worin die Hemmung der Entleerung besteht, geht aus diesen Beobachtungen nicht mit Sicherheit hervor. Es kann sein, daß die Bewegungen des Darmes, die zu der Entleerung aus der Kanüle führen, einfach stillgestellt werden. Es kann aber auch sein, daß auf den Reiz der Einspritzung die Ringmuskulatur sich sphinkterartig kontrahiert und deshalb die weitere Entleerung aufgehoben ist. Das eigentümliche starke Zurücklaufen des Eingespritzten nach Salzsäureeinspritzung zeigt vielleicht, daß es sich nicht um ein bloßes Aufhören der Bewegung handelt.

Die schußweise, kräftige Entleerung von flüssigem Darminhalt aus der Jejunumfistel kann nicht etwa auf der Tätigkeit des Magens beruhen; das verbieten die anatomischen Verhält-

nisse, da sowohl der Pylorus wie das Ende des Duodenums beim Hunde an der Rückwand des Bauches kurz angeheftet sind, das Duodenum aber mit seinem langen Mesenterium sich weit von der Rückwand entfernt. Die Flüssigkeit mußte — das ließ sich bei der Sektion gut sehen — durch mehrere Windungen durchgespritzt werden. Daß der Speisebrei nicht unbeträchtliche Zeit im Duodenum verweilt, beweist auch die deutlich vorhandene Resorption in einigen Versuchen.

Die von uns beobachteten Bewegungen sind aber auch keine Peristaltik; diese ist langsamer und wird durch festen Darminhalt hervorgerufen. Die Spritzbewegungen sind aber auch nicht die «rhythmic segmentations», die Cannon¹⁾ mit Röntgenstrahlen und Magnus²⁾ am isolierten Darm untersucht haben. Ihr Tempo ist ein anderes, 10—12 in der Minute, und sie sind nicht für eine Fortbewegung geeignet. Vielmehr haben wir es mit einer dritten, ganz anderen, Art von Dünndarmbewegungen zu tun, durch die flüssiger Darminhalt mit großer Schnelligkeit fortbewegt wird. Bei der Aufnahme von Flüssigkeiten und von solcher Nahrung, die schon im Magen und im oberen Duodenum weitgehend oder ganz verflüssigt wird, Milch, Fleisch, Brot, Brei, spielen diese Bewegungen aber offenbar die entscheidende Rolle. Durch sie werden auch bei trockener Nahrung die gewaltigen Mengen der Verdauungssekrete fortbewegt. Mit Wismut- und Röntgenstrahlen lassen sich diese Bewegungen offenbar nicht beobachten, weil sie eben nicht Festes transportieren, sondern flüssigen Inhalt. Und am isolierten Darm, zumal in einzelnen Stücken, hat Magnus hauptsächlich die kurzen, regelmäßigen Bewegungen untersucht, die den rhythmic segmentations Cannons, den Misch- oder Knetbewegungen, entsprechen. Dagegen zeigt der isolierte Darm auch größere, seltener Bewegungen, die Magnus Tonusschwankungen nennt, und die wahrscheinlich unseren Bewegungen entsprechen. Es sind wohl dieselben Bewegungen, die man bei eröffneter Bauchhöhle, bei Tieren im Kochsalzbad, als das starke Drehen und

¹⁾ W. B. Cannon. Americ. Journ. of Physiol., Bd. VI, S. 251 (1902); Bd. XII, S. 387 (1904).

²⁾ R. Magnus. Pflügers Archiv, Bd. CII, CIII, CVIII, CXI.

Winden des Darmes sieht, und die von den älteren Beobachtern Pendelbewegungen genannt worden sind. Besonders gut sieht man sie, wenn ein stark mit Flüssigkeit gefüllter ganzer Darm in Ringerscher Lösung schwimmt.¹⁾ Die Ursache der Bewegungen ist bisher nicht bekannt. Gehemmt oder reguliert werden sie durch einen Chemoreflex.

Für viele physiologische Beobachtungen ist es von Wichtigkeit, zu wissen, daß die Bewegungen des Dünndarms von unterhalb gelegenen Darmabschnitten aus reguliert werden. Bei der Magenverdauung hat der eine von uns wiederholt darauf hingewiesen, daß Untersuchungen, bei denen der Mageninhalt einfach aus einer Duodenalfistel aufgefangen wird, nicht unter physiologischen Bedingungen angestellt sind. Dasselbe gilt nun für das Auffangen von Darminhalt aus Darmfisteln ohne Einspritzung von Darminhalt in die abwärts gelegenen Darmteile. Auch hier würde man die Verdauung bei einfachem Auffangen unter ganz abnormen Bedingungen untersuchen. Es gilt das für die zahlreichen Untersuchungen von London und seinen Mitarbeitern.

Wir haben nun die aus der Kanüle sich entleerende Flüssigkeit untersucht, und haben bereits in der vorigen Mitteilung beschrieben, daß bei Fleischfütterung die Reaktion auf Lackmus stark sauer ist. Dasselbe gilt für die Fütterung mit Brot, Brei und Suppe (s. u.). An der gelbbraunen Farbe ist deutlich zu sehen, daß sich dem Inhalt reichlich Galle beigemischt hat, und die Acidität ist erheblich kleiner als am Pylorus. Wir haben die Acidität mit Phenolphthalein titriert, ohne indessen bei den komplizierten Verhältnissen des pepton- und gallehaltigen Gemisches viel Wert auf die Zahlen legen zu können.

Es wurden bis zur Rötung 3,2 bis 8,7 ccm $\frac{1}{10}$ -n-NaOH für 10 ccm verbraucht, also Aciditäten zwischen 32 und 87. Die gelbbraune Farbe des Chymus zeigte die Beimischung von Galle an, außerdem kamen zwischen den sauren Schüssen gelegentlich, besonders gegen Ende des Verdauungsversuches, ein-

¹⁾ O. Cohnheim, Zeitschrift f. Biol., Bd. XXXVIII, S. 419 (1899).

zelne, die heller aussahen und rotes Lackmuspapier bläuten, die Durchmischung des sauren Chymus mit den Duodenalsekreten war also noch nicht vollkommen. Jedenfalls bestehen im Duodenum und gewiß auch noch weiter herab die Bedingungen für Pepsinverdauung, und wir haben in der vorhergehenden Mitteilung deren Bedeutung für die Bindegewebsverdauung gewürdigt. Man kann in dieser weit in den Darm fortgesetzten Magenverdauung ein Analogon zu der von Boldireff festgestellten Darmverdauung im Magen bei Hunger und sehr fetter Nahrung erblicken. So überraschend die starke Salzsäurereaktion so tief im Darm auf den ersten Blick sein mag, so leicht läßt sich nachträglich die natürliche Erklärung finden. Das Prosekretin in der Darmschleimhaut bedarf zu seiner Aktivierung der Resorption großer Mengen Salzsäure und es ist durch Starling und Bayliss erwiesen, daß die Darmschleimhaut bis zur Mitte des Dünndarms Sekretin enthält.

Wir lassen eine Reihe von Einzelbeobachtungen mit verschiedener Fütterung folgen. Der Vergleich der hier aufgefangenen Gewichtsmengen mit den aus der Duodenalfistel ablaufenden¹⁾ zeigt, daß im Duodenum eine recht beträchtliche Resorption stattgefunden haben muß. Das rasche Abfließen von Flüssigkeit aus dem Magen war auch an der Jejunumfistel gut zu sehen. Warme Bouillon erschien in einem Falle 53 Sekunden nach Beginn des Saufens. Das Auslaufen von 350 ccm war in 20 Minuten beendet.

Probemahlzeit, bestehend aus Schleimsuppe, Kartoffelbrei, gut zerkleinertem Fleisch, etwas menschlichem Speichel, zusammen 642 g, dazu im Laufe des Versuches 200 g Wasser. Dauer 6—7 Stunden. Aufgefangen 1064 g. In der 5. Stunde Acidität 40. Der Chymus ist viel stärker verflüssigt, als was aus der Duodenalfistel kommt, nur ganz vereinzelt kleine Fleischstückchen zu sehen.

Probefrühstück. 1 Brötchen von 53 g und 200 ccm lauwarms Wasser. Die Entleerung von Flüssigkeit beginnt

¹⁾ L. Tobler, Diese Zeitschrift, Bd. XLV, S. 185 (1905). — O. Cohnheim, Münchener mediz. Wochenschr., 1907, S. 2581. — O. Cohnheim und G. L. Dreyfus, Diese Zeitschrift, Bd. LVIII, S. 50 (1908).

wenige Minuten nach dem Fressen: in weniger als 25 Minuten sind 130 ccm abgelaufen. Nach dieser Zeit erscheint Brotbrei, der viel stärker verflüssigt ist, als an der Duodenalfistel. Nach 97 Minuten ist die Entleerung in der Hauptsache beendet, zieht sich aber mit immer größeren Zwischenräumen noch 50 Minuten hin. 1 Stunde nach dem Fressen Gesamt-Acidität 32. Gesamtmenge des Aufgefangenen 391 g.

Fleisch, feingehackt, 50 g. 11 Minuten nach der Fütterung kommt zuerst Mageninhalt. Nach 93 Minuten in der Hauptsache beendet, zieht sich noch 40 Minuten langsam hin. Gesamtmenge des Aufgefangenen 204 g. Nach 1 Stunde Acidität 86, nach 90 Minuten 89. Nach Entfernung des Eiweißes zeigt der Chymus starke Biuretreaktion.

Milch, 100 g. Nach 2 Minuten Beginn der Entleerung. Nach 14 Minuten rötet der Chymus deutlich Lackmus. Dauer der Entleerung etwa 3 Stunden, zum Schluß deutlich verlangsamt. Im ganzen 274 g aufgefangen. Acidität nach 2 Stunden 42.