

VAGOTOMISCHE UNTERSUCHUNGEN AN KATZEN

Von

E. MINKER und A. ÁBRAHÁM

Aus dem Institut für Allgemeine Zoologie und Biologie der Universität Szeged
(Eingegangen am 10. Juli, 1958)

Einleitung

Es ist bekannt, dass bei Säugetieren vorgenommene bilaterale cervikale Vagotomie binnen kurzer Zeit zum Tode des Versuchstieres führt. Die Todesursache wird gewöhnlich in einer Pneumonie erblickt. TIGYI und Mitarbeiter (3) hatten festgestellt, dass in der Entstehung der Vaguspnemonie die Steigerung der Permeabilität eine wichtige Rolle spielt und als Folge davon in der Lunge Ödeme und zellige Infiltrationen entstehen. Dieser Vorgang ist bis zu einem gewissen Grade mit bestimmten Mitteln, z. B. Progesteron, Lutocyclin und teils auch mit Desoxycorticosteron zu hemmen oder kann mit Cortison noch erschwert werden. Im Laufe weiterer Untersuchungen stellten diese Forscher fest, dass die Vaguspnemonie auch mittels thorakaler Sympathektomie verhindert werden kann (4). KESZTYÜS und Mitarb. (2), die den Salz- und Wasserhaushalt der vagopneumonischen Lunge untersuchten, beobachteten nach vorangegangener bilateraler cervikaler Vagotomie gewöhnlich eine Überlebensdauer von 1—6 Tagen.

Methodik und Ergebnisse

Wir haben zum Studium der Vagusinnervation teils einseitige und teils beiderseitige cervikale Vagotomie vorgenommen. Nach dem einseitigen Eingriff zeigten die Versuchstiere wenige Stunden nach der Operation ein normales Verhalten, und bei der am 7.—12. postoperativen Tage vorgenommenen Sektion konnte keine auffallende makroskopische Veränderung beobachtet werden.

In weiteren Versuchen haben wir dann eine beiderseitige cervikale Vagotomie versucht. Der Eingriff erfolgte an vollentwickelten Katzen in Aethernarkose, wobei stets an die Verhinderung einer eventuellen Regenerationsmöglichkeit gedacht und deshalb je 10 mm lange Stückchen aus dem *Vagus* herausgeschnitten und der zentrale Stumpf an die Oberfläche der Halsmuskeln genäht wurde.

In den Fällen, wo die beiderseitige Unterbrechung der Vagi in einer Sitzung vorgenommen worden war, trat sofort nach dem Aufwachen aus der Narkose hochgradige Dyspnoe in Erscheinung und bald darauf verendeten die Tiere. Das gleiche beobachteten wir auch dann, wenn die beiden Vagi nicht gleichzeitig, sondern in Abständen von 1 bzw. 3 Wochen unter-

brochen wurden. Die aus der Narkose erwachenden Tiere machten grosse Anstrengung, mit offenem Munde und unter pfeifenden Töhnen Luft zu holen, aber vergebens. Einige von ihnen hielten diesen Zustand einige Stunden, andere aber nur Minuten lang aus und verendeten dann.

Bei dem einen Versuchstier hatten wir 22 Tage nach der Durchtrennung des linken *Vagus* die zweite Operation an der rechten Seite vorgenommen. Nach dem Erwachen war das Tier symptomfrei und ging lebhaft auf und ab. Etwa 2 Std. später traten immer heftigere Atmungsbeschwerden auf. Das Tier versuchte angestrengt mit offenem Munde Luft zu bekommen, dieser Zustand führt sichtlich zu immer stärkerer Erschöpfung und nach ca. $\frac{1}{4}$ Std. trat der Tod ein. Die Sektion ergab in den Luftwegen nichts auffallendes, die Stimmritze war geöffnet. Die Lunge wies lebhaft rote Flecken auf, und zwar vorwiegend an der rechten Hälfte. Die Muskulatur der linken Herzkammer war krampfhaft kontrahiert und die der rechten vollkommen erschlafft.

In weiteren Versuchen liessen wir eine grössere Spanne Zeit zwischen den beiden Operationen vergehen. So blieb ein Tier, bei dem der rechte *Vagus* 38 Tage nach der ersten Operation durchtrennt worden war, am Leben. Drei Tage nach dem 2. Eingriff begannen wir das Tier mit Milch und Suppe zu füttern. Es frass überaus gierig, um aber nach einigen Minuten alles zu erbrechen und begann dann von neuem zu fressen. Das Erbrechen blieb als charakteristisches Symptom ganz bis zum Tode des Tieres bestehen. Derartiges Erbrechen hatten wir bei der nur einseitigen Vagotomie niemals gesehen. Nach 1 Woche erhielt das Tier bereits auch feste Nahrung, die es gierig verschlang, aber ebenfalls erbrach. Dessenungeachtet begann es wieder erneut zu fressen. Dieses Tier ging am 62. Tage nach der zweiten Operation infolge Erstickens ein. Die Sektion ergab folgende hochgradige und charakteristische Veränderungen:

Sofort nach der Eröffnung des Brustkorbes fiel die veränderte Speiseröhre und das stark hypertrophisierte Herz auf. Die Speiseröhre war aussergewöhnlich dilatiert, ihre Wand verdünnt und hatte ihre Elastizität verloren. Sie enthielt ähnliche Speisereste wie der Magen. An der Speiseröhre hatten sich im wesentlichen zwei grössere Erweiterungen herausgebildet, die erweiterte Speiseröhre erreichte einen Kubikinhalte von 50 ml. (Abb. 1). Nach Untersuchungen von BRÜCKE und STERN (1) verursacht die bilaterale cervikale Vagotomie bei Kaninchen Cardiaspasmus, der mit Adrenalin und Atropin zu beheben und mit Pilocarpin und Eserin zu steigern ist. Nach unseren Beobachtungen hatte sich dieser Cardiaspasmus auch bei unseren Tieren herausgebildet, weshalb die heruntergeschluckte Nahrung nicht hatte in den Magen gelangen können und in der Speiseröhre stecken geblieben war. Dieser Zustand scheint sich mit der Zeit etwas gemildert zu haben, so dass ein Teil der Nahrung doch in den Magen gelangte. Unsere Versuche lassen ferner annehmen, dass die Aufhebung der Vagusinnervation einen starken Einfluss auf den trophischen Zustand der Speiseröhre ausübt, indem sowohl in diesem Falle, als auch bei späteren ähnlichen Fällen sich ergab, dass die Muskulatur der Speiseröhre völlig erschlafft war und ihre Elastizität verloren hatte. Die Bauchhöhle enthielt einige ml gelblicher Flüssigkeit, aus der während des Stehens wenig Eiweis ausgefällt wurde. Die Ursache für das Auftreten dieses Transsudates erblicken wir in der insuffizient gewordenen Zirkulation. Die Magenschleimhaut wies ausgesprochene Erosionen auf. Die

Todesursache war Ersticken. Infolge der teilweisen Ausschaltung der Vagusinnervation haben sich in der Funktion des Kehlkopfs gewisse Störungen ergeben, denn das Tier verschluckte sich sehr häufig, konnte aber gewöhnlich die in die Luftwege geratene Nahrung wieder aushusten. Bei der einen Gelegenheit aber gelangten so grosse Nahrungsmengen in das Vestibulum laryngis, dass sie die Stimmritze völlig verstopften; das Tier konnte sie nicht aushusten und erstickte.

Es wurden nun die beiden Vagusunterbrechungen in kürzeren Zeitabständen durchgeführt. Bei einem weiteren Tiere haben wir den anderen



Abb. 1. Katze: dilatierte Speiseröhre

Vagus 1 Woche nach dem ersten Eingriff durchschnitten, rechneten aber schon im Voraus mit den eventuell zu erwartenden Atmungsbeschwerden. Diese traten mit der schwächer werdenden Narkose denn auch ein. Wir beugten vor, indem wir durch eine Tracheotomie eine Kanüle in die Luftröhre einführten, deren Durchmesser kleiner war als der der Luftröhre. Mehrmals suchten wir durch Bedecken des herausstehenden Kanülenendes mit dem Finger festzustellen, ob der Luftaustausch schon auf dem natürlichen Wege eingesetzt habe. Am 3. Tage widersetzte sich das Tier dem Zuhalten des Kanülenendes nicht mehr und atmete ruhig weiter. Nun wurde die Kanüle sofort entfernt und die Öffnung geschlossen. Dieses Tier hat die 2. Operation um zwei Wochen überlebt. Auf Grund dieser Erfahrung haben wir erneut versucht, die beiden N. vagi innerhalb von 1 Woche zu unterbrechen, natürlich wieder unter Benutzung einer Kanüle nach der 2. Operation. Auch bei diesem Tier traten nach dem Eingriff das charakteristische Erbrechen und die Schluckbeschwerden in Erscheinung und blieben auch ganz bis zum Ableben

des Tieres bestehen. 38 Tage nach der zweiten Operation wurde die Katze getötet, die Sektion ergab auch hier eine gewisse Erweiterung der Speiseröhre, die aber weit hinter der an Abb. 1 gezeigten zurückblieb. Dies dürfte teilweise dadurch bedingt gewesen sein, dass erstens die Überlebenszeit eine kürzere war und zweitens das Tier nicht so ausdauernd frass wie sein Vorgänger. Bei der Sektion war die Lunge blass rosafarben und trug stellenweise Spuren früherer punktartiger Blutung. Das Tier war stark heruntergekommen. Der zentrale Vagusstumpf war stark verdickt und fest auf den Muskel gewachsen.

Nach diesen Versuchen ist also die in kurzer Zeit vorgenommene bilaterale cervikale Vagotomie von schwerer Atemnot und heftigen Erstickungserscheinungen gefolgt, welche in unseren Fällen maximal binnen wenigen Stunden zum Tode der Versuchstiere führten. Die Ursache hierfür glauben wir darin erblicken zu dürfen, dass wegen der Vagotomie infolge des Ausfalles des *N. recurrens* im Kehlkopf Veränderungen auftreten, die unmittelbar zum Erstickungstode führen. Es kommt also nach der Vagotomie nicht allein zum Cardiaspasmus, sondern wahrscheinlich auch zum Spasmus der Kehlkopfmuskeln. Dieser kann sich — ebenso wie der Cardiaspasmus — binnen 3—4 Tagen bis zu einem gewissen Grade lösen, darauf aber in weniger schwerer Form, in vorübergehenden Atmungsstörungen auch wieder erscheinen. Diese Atmungsstörungen können, auch wenn sie nur in milderer Form auftreten, Störungen in der Sauerstoffversorgung hervorrufen, was natürlich mit der an sich schon bestehen den Überbelastung des Herzens und der zunehmenden Verschlechterung der Blutzirkulation unumgänglich zur Dekompensation und zu Lungenödemem führt. Es ist wahrscheinlich, dass diese Möglichkeit auch in der Entstehung der Vaguspneumonie eine Rolle spielt. Hierdurch wird die die Vaguspneumonie hemmende Wirkung der permeabilitätsherabsetzenden Substanzen verständlich. Höchstwahrscheinlich kommt die Vaguspneumonie als allgemeines Symptom der Verschlechterung des Kreislaufes zustande und — falls es gelingt, diese zu verhindern und die Tiere über diese kritische Zeit hinwegzuhelfen —, so kann mit einer längeren Überlebenszeit gerechnet werden, während derer sich eine Möglichkeit zu langfristigeren Beobachtungen und zur Herausbildung der anatomischen Veränderungen ergibt.

Zusammenfassung

Unsere Beobachtungen an Katzen nach bilateraler cervikaler Vagotomie lassen uns zu folgenden Feststellungen kommen:

1. Die beiderseitige Vagotomie ist nicht unbedingt tödlichen Ausganges, wenn, die Ausschaltung der beiden *N. vagi* nicht gleichzeitig, sondern in gewissen Zeitabständen vorgenommen wird. Auf diese Weise konnten die Versuchstiere nach bilateraler Vagotomie längere Zeit hindurch am Leben erhalten werden.

2. Im Anschluss an die beiderseitige Durchtrennung der Halsvagi entwickelt sich ein Cardiaspasmus, der zunächst vollkommen und später weitgehend das Weitergelangen der verschluckten Nahrung in den Magen verhindert. Infolgedessen bleibt ein grosser Teil der verschlungenen Nahrung in

der Speiseröhre stecken die Begleiterscheinung davon ist das andauernde charakteristische Erbrechen.

3. Infolge des Cardiaspasmus wird die Speiseröhre stark dilatiert, ihre Muskulatur ist wegen des Ausfalles der Vagusinnervation stark verdünnt und verliert ihre Elastizität.

4. Wird die Unterbrechung der beiden. *N. vagi* binnen kürzerer Zeit (1 Woche) vollzogen, so treten Atmungsbeschwerden auf, die sich aus der hochgradigen Verengung der Stimmritze ergeben. Dieser Zustand dauert ungefähr 3—4 Tage, wird dann aber bedeutend milder.

5. Durch Einbinden einer Kanüle in die Trachea während der erschwerten Atmung kann den Tieren über die kritische Zeit hinweggeholfen und dadurch eine längere Überlebenszeit erreicht werden.

6. Eine Ursache für die Vaguspneumonie dürfte u. a. auch die wegen der Atemnot auftretende Verschlechterung der Blutzirkulation sein.

Schrifttum

- (1) Brücke, F. Th. und P. Stern: Archiv für exp. Path. und Pharm. **189**, (1938).
- (2) Keszttyüs, L., L. Kocsár, I. Jókay und I. Szalai: Acta Physiol. Acad. Sci. Hung. **8**, 237—245 (1955).
- (3) Tigyí, A., K. Lissák and J. Derjanetz: Acta Physiol. Acad. Sci. Hung. **6**, 33—40
- (4) Tigyí, A. and K. Lissák: Acta Physiol. Acad. Sci. Hung. **6**, 477—483 (1954).