Weitere Versuche und Betrachtungen zur Lehre von den Nervencentren.

Von

B. Luchsinger.

Als Ausgangspunkt meiner vorstehenden Untersuchung über die Reizmittel, welche während des Lebens die gangliösen Endapparate der Schweissnerven im Rückenmarke zu erregen vermöchten, mussten mir die Erfahrungen dienen, die man zum Theil schon längst, zum Theil erst in neuerer Zeit an andern theilweise schon sehr sorgfältig studirten Nervenmechanismen erworben hatte.

Nachdem schon früh für die Athembewegungen eine gewisse Venosität des Blutes als Reiz betrachtet worden, fand man in der Folge, dass auch andere, wie es damals schien, nachbarliche Apparate — die Centren für Gefässinnervation, für die Herzhemmung — ebenfalls schon bei normaler Blutmischung einen gewissen Tonus besitzen und durch Steigerung der Venosität gleichfalls in stärkste Erregung versetzt werden könnten. Ebenso hatten schon mehrfach jene peripheren Nervenapparate des Darms, des Uterus etc. die Aufmerksamkeit der Forschung auf sich gezogen, auch für diese wurde gesteigerte Venosität des Blutes als mächtiges Reizmittel erkannt.

So lag denn wirklich Veranlassung genug vor, auch für die nun von mir festgestellten Schweisscentren des Rückenmarks diesen so oft bewährten Reiz zu erproben. Nur Ein Bedenken hätte allenfalls abmahnen können.

Schon seit den ältesten Zeiten sind die heftigen Krämpfe der gesammten Sceletmuskeln bekannt, welche als Folge der Verblutung ausbrechen. Gleiche Erscheinungen lernte man als Effecte der Erstickung kennen, schon von dem vielverdienten Marshall Hall ¹⁾ war auf die fundamentale Identität dieser Processe hingewiesen.

1) Comparison of the effects of strangulation and epilepsy, in M. Hall. Synopsis of cerebr. and spin. seizures 1842.

Aber diese Krämpfe sollten nicht, wie eine unbefangenste Auffassung hätte meinen können, wie ein Versuch des eben erwähnten Forschers geradezu zu beweisen schien, zum Theil wenigstens in einer durch die venöse Blutmischung bedingten Reizung des Rückenmarks selbst ihren Sitz haben, sondern dieselben sollten nur von einem kleinen, engumschriebenen Heerde an der Hirnbasis, von dem sog. Krampfcentrum ihren alleinigen Ausgang nehmen können. Denn die viel besprochenen Versuche von Kussmaul und Tenner¹⁾ sagten in der That aus, dass bei durchschnittenem Rückenmark die Erstickungskrämpfe nur in jenen Muskelgebieten auftreten, welche oberhalb des Schnittes ihre Innervationscentren besitzen, dass aber unterhalb des Schnittes Alles in Ruhe bliebe.

»Das Rückenmark braucht sonach in den Paroxysmen keine andere Rolle zu spielen als die eines leitenden Stranges, der die Erregung motorischer Ganglienheerde den motorischen Nerven der Peripherie bereitwillig übermittelt«. Kussmaul und Tenner l. c. p. 94. Und diese Anschauung zieht sich nun durch eine ganze Reihe nachfolgender Arbeiten durch, ja in der letzten Schrift dieses Gegenstandes von Högyes²⁾ wird sogar Thieren, die bloss ihre Hemisphären eingebüsst hatten, die Möglichkeit bestritten, in Erstickungskrämpfe zu verfallen. Allerdings passte dies Alles nicht übel zu einem der wunderbarsten Dogmen der Nervenphysiologie, zu dem Glauben an die Unempfindlichkeit des Rückenmarks gegen die verschiedensten Reize.

Allein sollte die so durchsichtige Homologie zwischen Hirn und Rückenmark, wie solche sich schlagend in Bau und Entwicklung darthut, denn wesentlich andere physiologische Qualitäten bedingen? Getragen von solcher Ueberzeugung hatten ja schon deutlich die bahnbrechenden Untersuchungen von Goltz am Lendenmark des Hundes gezeigt, wie dasselbe für vielerlei Functionen eben keineswegs mehr als blosser leitender Strang, vielmehr als eigener Erreger jener Fähigkeiten anzusehen sei. Und so nahm ich denn unbekümmert um die Widersprüche der Vorgänger neue Versuche über den Ein-

1) Untersuchungen über Ursprung und Wesen der fallsuchtartigen Zuckungen bei der Verblutung etc. Moleschott's Untersuchungen Bd. III.

2) Experimentelle Beiträge über den Verlauf der Athmungsbewegungen während der Erstickung, Archiv f. experimentelle Pathologie 1875.

fluss des Erstickungsblutes auf Motilität und Secretion am Lendenmark der Katze auf, und gelangte — Dank den Winken jener Untersuchung von Goltz — zu Resultaten, welche sich mehr conform einer vergleichenden Betrachtung gestalten.

Auch am isolirten Rückenmark bewirken Erstickung sowie Verblutung mächtige Erregungen — Muskelkrämpfe und Schweisssecretion —, sobald nur dasselbe überhaupt in reizbarem Zustande sich befindet. — Unser Zusatz enthält die Ursache des Misserfolgs der Vorgänger. Dieselben hatten unmittelbar nach dem heftigen Eingriffe der Durchschneidung die Versuche unternommen, sich mit dem negativen Resultate begnügt.

Jene Versuche von Goltz haben gezeigt, wie stark unmittelbar nach dem Schnitte die Erregbarkeit des Rückenmarks herabgesetzt ist, wie eben dann sogar oft nicht einmal die einfachsten Reflexe gelingen. Uebereinstimmend damit zeigten meine Versuche, dass eine Erstickung, die unmittelbar auf die Durchschneidung folgt, ebenso wie alle andern es beschrieben haben, das Rückenmark unterhalb des Schnittes nicht oder doch nur in sehr geringem Grade reizt; nur leise Zuckungen am Schwanz, oft auch noch an den Hinterbeinen waren dann bisweilen sichtbar. Wartet man aber nur einige Stunden, so zeigen sich die Erscheinungen schon prompter, nach 24 Stunden oder noch später kann man die deutlichsten Krämpfe beobachten. Zuerst zeigen sich nur schwache Zuckungen in den Hinterbeinen und im Schwanz, dann klonische Krämpfe des Afterschliessers, endlich eine mächtige Streckung der Beine, der darauf eine Beugung derselben mit Einziehen des Schwanzes folgt. Dieses letzte Bild ist entweder Schlussact oder kann sich auch in günstigen Fällen noch ein- bis mehrmal wiederholen.

Selbstredend folgte allen diesen Versuchen die Section und wurden nur solche Fälle zur Discussion verwendet, deren Schnitt untadelhaft das ganze Mark durchtrennte.

Dass auch die Schweisscentren, gleichwie die motorischen Apparate des Marks, unmittelbar nach dem Schnitte eine gesunkene Erregbarkeit besitzen, hernach aber wie diese, sich von der schädlichen Wirkung jenes Eingriffs wieder erholen, ist bereits in vorstehendem Aufsatze dargethan.

Wiederum lehren nun auch diese Ergebnisse, wie jene frühern von Goltz, alle jene unmittelbar nach einem operativen Eingriffe am Centralnervensystem erlangten negativen Resultate mit einem

gewissen Misstrauen zu betrachten. — Auch aus den genauen Protokollen von Kussmaul und Tenner kann man übrigens schon deutlich ersehen, wie hemmend eingreifende Operationen wirken. So sind dort (vergl. p. 78) oft schon nach Durchschneidung der Grosshirnschenkel die Zuckungen herabgesetzt, und beschränken sich die Krämpfe nur auf die Hinterbeine. Deren Centren zeigen also hier, wie in meinen Versuchen jene für die Bewegungen des Schwanzes eine grössere Erregbarkeit, wohl nur deshalb, weil sie von dem Orte des Schnittes weiter entfernt sind, also weniger von seiner schädlichen Wirkung zu leiden haben dürften. Wie sehr übrigens unmittelbar nach einer Verletzung des Centralnervensystems die Erregbarkeit gesunken, wie stark sie sich schon nach wenigen Stunden erholt haben kann, beweist deutlich Versuch XI von Kussmaul und Tenner.

Danach dürfte es sich kaum verlohnen, auf alle andern negativen Versuche (wie z. B. jene von Högyes) näher einzugehen. Zu dem bereits erwähnten Uebelstande gesellt sich häufig noch ein weiterer — die Narkose —; wissen wir ja doch bereits durch Kussmaul und Tenner, dass die Krämpfe schon an bloss ätherisirten, sonst aber gar nicht einmal operirten Thieren auszubleiben pflegen ¹⁾).

Dagegen muss ich noch ausdrücklich einiger Versuche gedenken, in denen ich den Einfluss des Hirns nicht durch Schnitt, sondern durch Abschluss arteriellen Blutes eliminirte. Auch hier sah ich nach Aussetzen der künstlichen Athmung neben den Erstickungsschweissen oft recht beträchtliche Erstickungskrämpfe am Hinterthiere auftreten ²⁾).

1) Dieser Aufsatz war leider schon dem Drucke übergeben, als ich durch eine Besprechung mit Herrn Professor Goltz auf Versuche aufmerksam gemacht wurde, die mit den meinigen in voller Uebereinstimmung sind: Ueber die Wirkung des Strychnins und Bemerkungen über die reflectorische Erregung der Nervencentren von Dr. A. Freusberg, II. Theil, Archiv für exper. Pathol. III. Bei der völligen Nichtbeachtung, welche diese Versuche auch bei den andern spätern Untersuchern (vgl. Högyes l. c., Sigmund Mayer l. c.), wie es scheint, gefunden haben, sei derselben jetzt noch nachträglich besonders gedacht.

2) Vgl. dagegen Sigmund Mayer, Wiener acad. Sitzungsber. Bd. LXXIII. Abthlg. III. 1876.

Ermuthigt durch den Erfolg meiner Versuche konnte ich mich nun an die Lösung jener weitem Frage von allgemeinerer Bedeutung wagen: Wird denn wirklich in diesen Versuchen das Rückenmark direct durch das Erstickungsblut gereizt, oder empfängt es nicht vielmehr seine Erregungen reflectorisch, werden also vielleicht nur die peripheren Enden sensibler Fasern primär erregt?¹⁾

Die besondere Versuchsbedingung ist Isolirung des durchschnittenen Rückenmarks von allen sensiblen Erregungen, also Durchschneidung aller hintern Wurzeln. Da ein solcher Eingriff erheblich grösser, wie der einer einfachen Durchschneidung, ist Aussicht auf Erfolg nur denkbar bei äusserst sorgfältiger Präparation und nach geraumer Erholungsfrist.

Anstatt den Leser mit einer umständlichen Aufzählung aller Versuche zu ermüden, will ich nur zwei als Beispiele vorführen.

Katze von ca. 6 Monaten, wird chloroformirt, das Rückenmark hinter dem letzten Brustwirbel durchschnitten, die Haut mit Lappenbildung von der ganzen Lendengegend lospräparirt, die Muskeln sauber von den Wirbelbögen aller Lendenwirbel getrennt, dieselben mit scharfer Knochenscheere durchbrochen und die dura mater der Länge nach gespalten. Jetzt liegen sämtliche hintere Wurzeln des untern Markabschnitts zu Tage, sie werden sämtlich beiderseits durchschnitten, der Rest des Marks, der hinter den breiten Sacralwurzeln liegt, in die Höhe gehoben und durchtrennt. Der Hautlappen wird über die Wunde zurückgeschlagen und dicht mit der übrigen Haut vernäht. — Nach drei Stunden zeigt ein Erstickungsversuch nur leise, aber deutliche Zuckungen im linken Hinterbein. Durch künstliche Respiration erholt sich das Thier bald wieder. 15 Stunden nach der Operation wird ein zweiter Erstickungsversuch vorgenommen. Jetzt treten deutliche klonische Krämpfe in beiden Hinterbeinen, so wie auch am Schwanze auf, das Thier wird getödtet. Die Section zeigt das Rückenmark gänzlich durchtrennt, auch von den hintern Wurzeln war ebenfalls Nichts erhalten geblieben.

Der nämliche Versuch wird an einem ganz jungen, noch blinden Kätzchen ausgeführt. Die Operation ist hier viel leichter anzustellen. 3 Stunden nach der Operation wird das Thierchen erstickt. Erst zeigt sich lang-

1) Die volle Bedeutung der Frage erhellt aus Traube, gesammelte Beiträge zur Pathologie und Physiologie Bd. I. p. 340: »Der natürliche Erreger der vitalen Nervensysteme, die Kohlensäure, wirkt wahrscheinlich bei keinem direct auf den Centralapparat, sondern bei allen vieren (nämlich Respirations- und Hemmungscentrum, vasomotorisches Centrum und intracardiales muskulomotorisches Centrum) auf das periphere Ende centripetaler Nervenfasern, welche ihre Erregung also mittelst des gangliösen Centrums auf die aus diesem Centrum abgehenden centrifugalen Fasern übertragen«.

sames Flimmern und Zittern in Pfoten und Schwanz, hernach ausgiebigere Bewegungen der Beine, endlich starke Streckkrämpfe derselben. Auch hier erwies sich bei der Section die Durchtrennung des Marks, sowie aller hintern Wurzeln als untadelhaft gelungen.

Für die Demonstration dieser Versuche dürften gerade neugeborne, noch blinde Kätzchen äusserst werthvoll sein.

Wie unsere frühern Versuche (vgl. vorstehenden Aufsatz S. 379) die directe Reizbarkeit der Schweisscentren des Rückenmarks durch überhitztes, sowie venöses Blut erwiesen, so zeigen jetzt diese Versuche die directe Reizbarkeit der motorischen Ganglien des Rückenmarks durch Erstickungsblut aufs schlagendste.

Da diese Versuchsreihen nun aber gerade an jenem nervösen Centralorgane angestellt sind, dessen Reizbarkeit überhaupt, und noch ganz speciell durch Erstickungsblut am meisten bestritten worden ist, so dürfte nun um so mehr die Folgerung Anerkennung finden, dass Erstickungsblut, sowie überhitztes Blut ganz allgemein für alle Nervencentren directe Reize sind.

Wie nun aus einer einfachsten Ueberlegung folgt, werden aber diese Ganglienmassen keineswegs alle eine gleich hohe Erregbarkeit für diese Reize besitzen. Für jeden derselben dürfte vielmehr eine Stufenleiter von den leichtest erregbaren bis zu den schwerst erregbaren Organen aufzustellen sein und für die verschiedenen Reize dürften diese Reihen selbst vielleicht keineswegs identische werden.

Die Abhängigkeit der Athemfolge von der Venosität des Blutes ist seit lange bekannt, nicht minder sicher ist dieselbe als Function der Temperatur des Blutes erwiesen. Aber bislang waren immer noch die Angriffspunkte dieser Reize streitig.

Denn bekanntlich hatte die alte Lehre (Volkmann, Traube) die Athmung als blossen Reflexact bezeichnet; jene Agentien müssten dann also entweder direct reizend auf periphere Enden sensibler Fasern einwirken, oder es könnte durch jene Mittel allerdings auch die Erregbarkeit der Centren erhöht werden, müssten aber gleichwohl sensible Erregungen den ersten nothwendigen Anstoss geben. Erst Rosenthal ersah in der Kohlensäure des Blutes einen directen Reiz für jene Ganglienapparate der medulla oblongata. Allein der entscheidende Versuch — Trennung des verlängerten

Markes von allen sensiblen Erregungen — ergab beiden Lehren entsprechende Resultate, indem v. Wittich Aufhören der Athmung nach Durchschneidung aller sensiblen Fasern, Rosenthal dagegen Fortdauer derselben behauptet.

Specielle Versuche über den Einfluss des überhitzten Blutes auf die Athemfrequenz hat Goldstein angestellt. Derselbe sah schon nach blossem Erhitzen des Carotidenblutes jene Wärmedyspnoe auftreten und ist wohl geneigt, dieselbe als directe Reizwirkung des Athemcentrums anzusehen, doch fehlt, wie leicht ersichtlich, auch diesen Versuchen eine bindende Schlusskraft.

Die Tragweite unserer am Lendenmark der Katze erlangten Resultate für die Beurtheilung dieser Fragen ist einleuchtend. Wenn dort an den schwerer erregbaren Centren des Rückenmarks das Erstickungsblut direct reizend einwirkt, so wird auch ein geringerer Grad von Venosität im Stande sein, eben ohne weiteres direct die leichter erregbaren Athemcentren zu reizen. Jene negativen Resultate von Wittich in jenem experimentum crucis stehen dann eben auf gleicher Linie mit jenen zahlreichen negativen Erfolgen über den Einfluss des Erstickungsblutes auf das Rückenmark. Und wie dort das überhitzte Blut ebenso direct die Schweisscentren erregt, so wird es auch im Stande sein gleichfalls direct reizend auf die noch erregbareren Gebilde der medulla oblongata einzuwirken.

Bereits Eingangs dieses Aufsatzes habe ich einer Reihe von Erscheinungen gedacht, in denen die Kohlensäure des Blutes die reizende Rolle spielt, ebenso liessen sich leicht Thatsachen aufführen, in denen die erregende Wirkung der erhöhten Bluttemperatur ersichtlich. Anstatt aber jetzt weiter in eine Erörterung dieser bekannteren Vorgänge einzugehen, will ich lieber gleichsam als Corollar unserer Betrachtung einen bis jetzt noch nicht in dieser Richtung studirten Nervenmechanismus — das Speichelcentrum — untersuchen.

1. Die Erstickungserscheinungen an der Submaxillardrüse des Hundes.

Auch hier stelle ich statt mehrerer sich durchaus gleichen Versuche nur einen als Muster vor.

Versuch. Grosser Hund, mässige Morphinumarkose, die Kiefer durch einen Strick unbeweglich gegeneinander fixirt, Canülen in die Gänge der beiden Submaxillardrüsen eingebunden, auf der einen Seite die Chorda durch-

schnitten, Tracheotomie. Da schon seit einiger Zeit aus den Canülen kein Speichel ausfliesst, wird Trachealcanüle verschlossen. Sowie die Krämpfe in vollem Ausbruche, entströmt auch reichlich Speichel aus der Canüle auf der Seite mit erhaltener Chorda, auf der andern aber keine Spur (in andern Fällen höchstens ein Paar Tropfen). Mit Oeffnen der Trachealcanüle legt sich allmählich wieder die Secretion.

Der Speichel kann hier nicht etwa durch die Muskelkrämpfe z. B. nur aus den Drüsengängen ausgedrückt sein, der gewaltige Unterschied beider Seiten findet in einer directen Erregung der centralen Endigungen der Speichelnerven durch das Erstickungsblut seine ungezwungene Erklärung.

2. Einfluss der Temperatur des Blutes auf die Speichelsecretion.

Ich beginne mit einem an heissen Sommertagen alltäglichen Vorkommniss, das aber, wie es scheint, bis jetzt noch nicht die Beachtung der Physiologen auf sich gezogen hat.

Sobald Hunde in starker Hitze sind, in starker Wärmedyspnoe sich befinden, so findet man die stark geröthete, oft weit zum Maule heraushängende Zunge stets feucht, glänzend, ja in nicht seltenen Fällen kann man sogar Tropfen von Speichel an der Zungenspitze sich sammeln, von dieser auf den Boden abträufeln sehen.

In der Versuchsreihe 1 kamen bisweilen die Thiere stark erhitzt zum Versuch. Waren diese noch in jagender Respiration, so fand man auch stets mehr weniger ausgiebige Mengen von Speichel den eingelegten Kanülen entrinnen und musste man dann selbstredend den Thieren einige Zeit zur Abkühlung gönnen, bis mit Nachlass der raschen Athemfolge auch die Secretion aufhörte und nun erst jene weitem Versuche angestellt werden konnten.

Leider habe ich bislang noch keine Zeit gefunden, dieser an sich nicht uninteressanten Frage experimentell noch näher zu treten.

So wie Erstickungsblut und überhitztes Blut werden nun aber voraussichtlich eine Unzahl anderer Agentien, die wir wohl meist in der Klasse der Gifte finden werden, auf die Nervencentren einwirken. Als Muster dürfte Nicotin anzuführen sein; als dessen hauptsächlichste Wirkungen auf das centrale Nervensystem sind ja bekannt Beschleunigung der Athmung, Eintritt von Speichelsecretion, clonische Convulsionen, Ausbruch von Schweissen.