

zwischen Manie und Blödsinn, gehört zu den psychischen Schwächeständen und wird ebenfalls bei einer grossen Zahl von Krankheiten beobachtet, die schliesslich in den Blödsinn übergehen.

Die Formen Verrücktheit, Verwirrtheit und Blödsinn sind selbst als Zustandsformen bisher am wenigsten beobachtet und meist nur in ganz allgemeinen Umrissen beschrieben worden und doch bieten gerade sie eine reiche Fundgrube für charakteristische Symptome dar, mit deren Hülfe es möglich ist, aus jenen Endstadien heraus noch die Krankheitsform zu diagnosticiren, die zu diesem Stadium geführt hat.

Der angeborene Blödsinn, die Idiotie ist schon lange als besondere Form beschrieben worden; aber auch die Blödsinnszustände nach den verschiedenen psychischen Krankheiten unterscheiden sich von einander. Die Demenz der „Paralyse“ ist eine andere als die der *Vesania typica*, diese wiederum von der der Hebephrenie durch deutliche Symptome abzugrenzen; ähnlich etwa, wie man aus der Beschaffenheit einer Narbe oft auf die Wunde selbst einen Rückschluss machen und sagen kann, ob eine Schnittwunde oder eine Brandwunde etc. vorgelegen hatte. Den Beweis dieser Behauptung werden die folgenden Aufsätze liefern, welche ebenso wie der vorliegende den Zweck haben, im Sinne der von Kahlbaum gegebenen Gruppierung, den klinischen Standpunkt in der Psychiatrie aufrecht zu erhalten.

XIV.

Ueber die Veränderungen der Piagefässe in Folge von Reizung sensibler Nerven.

Von Dr. Franz Riegel und Dr. Friedrich Jolly,
Assistenten am Juliushospitale zu Würzburg.

Im Verlaufe einer grösseren Versuchsreihe fanden wir Veranlassung, die Ansichten über den Einfluss der Reizung sensibler Nerven auf die Pia- und Hirngefässe, wie sie auf Grund der Experimente von Nothnagel ¹⁾ sich Geltung verschafft haben, einer erneuten experimentellen Prüfung zu unterziehen.

¹⁾ Die vasomotorischen Nerven der Gehirngefässe von Dr. H. Nothnagel. Dies. Archiv Bd. XL. 1. u. 2. Heft. S. 203.

Nothnagel hatte gefunden, dass sowohl bei electrischer als mechanischer Reizung sensibler Nerven die Arterien der Pia sich deutlich verengten. Zur Reizung wurde von demselben am häufigsten der Nervus cruralis verwendet und es zeigte sich auch hier in analoger Weise, wie dieses für andere Reflexe bereits festgestellt war, dass die Wirkung leichter von den Endausbreitungen der sensiblen Nerven aus erfolge, als von den Hauptstämmen aus. Eine gleiche reflectorische Verengerung erzielte er jedoch auch durch Reizung anderer Hautstellen, z. B. der Gesichtshaut.

Diese Resultate Nothnagel's hatten um so grössere Wahrscheinlichkeit für sich, als sie mit den längst sichergestellten Erfahrungen über die Veränderung des Blutdrucks bei Reizung sensibler Nerven in vollem Einklang standen. Ebenso schienen dieselben auf gewisse pathologische Vorgänge wie insbesondere die Reflex-epilepsie ein neues Licht zu werfen.

Vor der Mittheilung unserer eigenen Resultate, die von den durch Nothnagel erhaltenen wesentlich abweichen, wird es nöthig sein, die Technik und Methode des Letzteren kurz zu recapituliren. Zu allen seinen Experimenten wurden Kaninchen benutzt und mit Ausnahme eines, bei welchem Curare angewendet wurde, nie in der Narcose operirt. Zur Beobachtung der Piagefässe wurde auf einer oder beiden Seiten neben der Mittellinie des Schädels eine entsprechend grosse Oeffnung mit der Trephine angelegt, die nach Bedürfniss mit der Knochenzange erweitert wurde. Nach Stillung der Blutung durch Gegendrücken eines Schwammes wurde mit Ausnahme dreier Experimente die Dura abgetragen, selbstverständlich mit Schonung des Sinus longitudinalis. In der nun blossliegenden Pia waren Arterien und Venen stets deutlich zu unterscheiden und es konnten Veränderungen derselben bei Einwirkung von Reizen auf die sensiblen Nerven deutlich beobachtet werden. Die Reizversuche stellte Nothnagel am häufigsten in der Art an, dass er nun entsprechend dem Verlaufe des N. cruralis die metallenen Electroden eines kräftigen Inductionsapparates aufsetzte und kurze Zeit den Strom durchgehen liess. Hierbei erzielte er jedesmal eine deutliche Verengerung der Piagefässe und zwar um so deutlicher, je kräftiger das Versuchsthier war. Der Versuch gelang jedoch in der Regel nicht öfter als etwa viermal hinter einander. Ueber den Gang der Verengerung, ob dieselbe in centrifugaler oder centripe-

taler Richtung erfolge, war er zu keinem entscheidenden Resultate gekommen.

Indem wir nun zur Beschreibung unserer eigenen Versuche übergehen, bemerken wir zunächst, dass dieselben an Hunden, Katzen und Kaninchen angestellt wurden. Da wir die ersten Versuche an Katzen und Hunden anstellten, so mussten wir, um den heftigen Abwehrbewegungen der Thiere vorzubeugen, dieselben narcotisiren. Die Thiere wurden bis zu voller Narcose chloroformirt und während des ganzen Versuches in derselben erhalten. Da wir aber schon hierbei von Nothnagel abweichende Resultate erhielten, so sahen wir uns genöthigt, zunächst eine grössere Reihe von Versuchen an Kaninchen ganz in der von ihm angegebenen Weise anzustellen.

Die Kaninchen wurden in der bekannten Weise auf ein Brett aufgespannt, der Kopf indessen nur mit der Hand fixirt. Die Trepanation wurde fast ausnahmslos doppelseitig vorgenommen. Nach vollständiger Stillung der in der Regel nicht beträchtlichen Blutung wurde die Dura in einigen Fällen sofort abgetragen, in der Regel jedoch zuerst bei erhaltener Dura die Reizversuche angestellt, um nach Ausschneidung derselben nochmals wiederholt zu werden. Bei den meisten Kaninchen gelingt es leicht durch die Dura hindurch die Piagefässe deutlich zu beobachten und etwa eintretende Veränderungen derselben mit Sicherheit zu unterscheiden.

Da, wie auch schon Nothnagel erwähnt, die Gefässe der Pia sich auf verschiedene directe Reize, wie Andrücken eines Schwammes, Bespülen mit Wasser und dergl. in sehr rascher und ergiebiger Weise verengern, so verfahren wir bei der Blutstillung, besonders wenn solche nach Abtragung der Dura noch nothwendig wurde, in der Art, dass wir mittelst kleiner Stückchen Fliesspapier das hervorquellende Blut aufsaugten.

Nach Abtragung der Dura und vollständiger Sistirung der Blutung wurden die Piagefässe stets einige Zeit theils mit unbewaffnetem Auge theils mit der Lupe beobachtet, um etwaige selbständige Arteriencontractionen oder solche, die durch die vorhergehenden Manipulationen producirt sein konnten, ausschliessen zu können.

Da bei diesem zur Besichtigung der Pia nothwendigen Aufbinden der Thiere in Bauchlage der N. ischiadicus der Reizung bequemer zugänglich war, als der N. cruralis, so wählten wir in der Mehrzahl der Fälle den ersteren; doch wurde bei einer Reihe von

Versuchen der Effect der Reizung an beiden Nervenstämmen geprüft. Es bedarf kaum einer besonderen Erwähnung, dass, um den Nerven besser zugänglich zu machen, die Haare des Oberschenkels vorher mit der Scheere entfernt wurden. Die percutane Reizung wurde mit breiten, befeuchteten Electroden vorgenommen und sowohl nach Dauer der Einwirkung als nach Intensität des Stromes in den verschiedensten Graden abgestuft. Nur in einigen wenigen Versuchen haben wir die Nervenstämmе nach vorheriger Durchschneidung von den centralen Enden aus direct gereizt.

Es würde zu weit führen, alle einzelnen Versuche hier aufzuzählen, weshalb wir uns darauf beschränken, die Resultate derselben nebst einigen wichtigeren Daten mitzuthеilen. Unsere nächste Versuchsreihe betraf wie erwähnt nicht narcotisirte Kaninchen und wir erzielten hier bei einer beträchtlichen Anzahl von Thieren Resultate, die uns vollkommen die von Nothnagel erhaltenen zu bestätigen schienen. Es muss indessen schon hier hervorgehoben werden, dass diese Verengerung der Piaarterien nach Reizung sensibler Nerven nur bei Anwendung sehr beträchtlicher Stromstärken eintrat, Stromstärken, bei denen fast stets die betreffenden Muskeln in nahezu tetanische Starrheit geriethen und die fast stets von heftigem Geschrei und Abwehrbewegungen des Thieres begleitet waren. Wir stellten die Versuche stets in der Weise an, dass wir von den gelindesten Stromstärken mit entsprechenden Pausen bis zu den höchsten Graden stiegen.

Auffallend war ferner, dass bei diesen beträchtlichen Stromstärken, die stets mehrmals hinter einander zur Anwendung kamen, der Effect in einigen Fällen ausblieb. Weiterhin kam es vor, dass bei demselben Versuchsthier und bei derselben Stärke und Dauer des Stromes das eine Mal deutliche Verengerung eintrat, das andere Mal bei weitem weniger deutlich, während sie bei einer später wiederholten Reizung, die durch keine längere Pause von der vorhergehenden getrennt war, nochmals deutlich sichtbar wurde.

Endlich fiel uns auf, dass in einigen Versuchen, in denen wir die Reizung auf mehrere Minuten ausdehnten, nur im Anfang der Reizung gleichzeitig mit starkem Geschrei und Pressen des Thieres Verengerung der Piaarterien eintrat, während dieselbe im weiteren Verlaufe der Reizung schwand, als das Thier ruhiger geworden war und nicht mehr presste.

Der Verdacht, dass es sich bei diesen Verengerungen möglicherweise um andere als reflectorische Vorgänge handeln könne, war darum mehr als begründet und es stellte sich somit die Nothwendigkeit heraus, die verschiedenen Einwände, die, wie schon Nothnagel angibt, gegen seine Deutung der Versuche erhoben werden können, einer näheren Prüfung zu unterziehen.

Da jede stärkere Reizung eines sensiblen Nerven bei unvergifteten Thieren eine Summe von Erscheinungen zu Tage fördert, die in directer oder indirecter Weise den Kreislauf zu beeinflussen im Stande sind, so war es zunächst nothwendig, durch Narcotisirung der Thiere wenigstens einen Theil dieser Einflüsse auszuschalten. Zu diesem Zwecke wurde nun bei einigen Versuchen an Katzen Chloroform, in allen übrigen Opiumtinctur, Morphinum, Chloralhydrat und Curare in subcutaner Form angewandt. Speciell bei Kaninchen kam ausser dem Curare nur das Chloralhydrat in einer grösseren Anzahl von Versuchen zur Anwendung. Dasselbe wurde subcutan injicirt und zwar in der Dosis von $\frac{3}{4}$ bis 1 Gramm. Die Wirkung äusserte sich in der Regel schon sehr früh abgesehen von der Muskeler schlaffung in einer beträchtlichen Verlangsamung der Respiration, die dann im weiteren Verlaufe noch zunahm. Bis zur vollen Narcose bedurfte es einer verschieden langen Zeit, je nach dem Kräftezustand der Thiere, meist aber war im Verlauf einer halben Stunde vollständige oder nahezu vollständige Reactionslosigkeit eingetreten. Wir hatten hierbei öfter Gelegenheit uns von der von Heidenhain ¹⁾ gefundenen, von Stricker ²⁾ und Horwarth ³⁾ bestätigten Thatsache zu überzeugen, dass die Reizung sensibler Nerven ein Sinken der Temperatur im Rectum zur Folge hat. Es zeigte sich nemlich, dass sowohl der Reiz einer subcutanen Injection wie das einfache Aufbinden der Thiere oder das gewaltsame Festhalten an den Extremitäten genügte, um einen Temperaturabfall im Rectum bis zu 2° C. und darüber hervorzurufen. Dass dieser Temperaturabfall im Rectum nicht etwa eine specifische Wirkung

¹⁾ Tagesblatt der 43. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Innsbruck. 1869. S. 203.

²⁾ Ueber das Wundfieber von Prof. Stricker. Wiener medic. Presse. No. 34. 1870.

³⁾ Zur Physiologie der thierischen Wärme von Dr. Horwarth aus Kieff. Centralblatt f. d. med. Wissensch. 1870. No. 35.

des Chloralhydrats ist, ergibt sich schon daraus, dass wir in Parallelversuchen durch Injection von Wasser den gleichen Effect erzielten.

Die Operation wurde in der Mehrzahl der Fälle erst nach dem Eintritt vollständiger Reactionslosigkeit vorgenommen. In der Regel wurden auch hier die Thiere aufgebunden, in einigen Versuchen jedoch zur Controle, um auch den Reiz des Aufbindens ausschliessen zu können, einfach auf den Tisch gelegt und mit der Hand fixirt.

Bei allen diesen Versuchen, bei denen wir noch in der Regel die Vorsicht gebrauchten, dass wir die Reizungen erst bei erhaltener Dura vornahmen und dann nach Aufschneiden derselben in gleicher Weise wiederholten, ergab sich mit Ausnahme einiger später zu besprechender Abweichungen ein vollständig negatives Resultat. Wir verfahren auch hier in der Weise, dass wir von den gelindesten Reizungen bis zu den höchsten Stromstärken stiegen und die Dauer der Reizung von einer halben Minute bis auf fünf Minuten anwachsen liessen. Ein gleiches negatives Resultat erhielten wir bei anderen als electricischen Reizungen, z. B. starkem Kitzeln und Kneifen der Nasenschleimhaut. Der nächste gegen diese Versuche zu machende Einwand würde die Möglichkeit einer lähmenden Wirkung des Chloralhydrats auf den Sympathicus und die vasomotorischen Nerven sein. Um diesem Einwande zu begegnen, haben wir in den meisten dieser Versuche vor der Trepanation den Sympathicus ein- oder beiderseitig präparirt und umschlungen und ihn erst nach Vornahme der anderen sensiblen Reizungsversuche durchschnitten. Die bekannten Wirkungen auf Ohrgefässe und Pupille waren hier in allen Fällen zu beobachten, ebenso trat bei Reizung des centralen Sympathicusendes regelmässig starke Verengerung der Ohrgefässe und Erweiterung der Pupille ein.

Dass auch die Reizbarkeit des Ischiadicus oder Cruralis nicht etwa durch die Einverleibung des Chloralhydrats verloren gegangen war, ergab sich aus der regelmässig eintretenden Contraction der von diesen Nerven versorgten Muskeln.

Um auch etwaige Einflüsse der sensiblen Reizungen auf die Respiration ausschalten zu können, stellten wir die gleichen Versuche an zwei mit Curare vergifteten Kaninchen an, bei denen selbstverständlich die künstliche Respiration eingeleitet wurde. Auch hier erhielten wir selbst bei den beträchtlichsten Stromstärken keine Spur einer Veränderung im Kaliber der Piagefässe.

Auch eine Anzahl von Katzen haben wir späterhin mit Chloralhydrat vergiftet. Bezüglich der zur völligen Narcotisirung dieser Thiere nöthigen Dosis von Chloralhydrat sind wir zu weniger bestimmten Resultaten gekommen, indem wir fanden, dass gleich starke Thiere auf gleiche Dosen, in der verschiedensten Weise reagierten und häufig bei ganz schwach narcotisirten Thieren eine geringe Steigerung der Dosis genügte, um plötzlich den Tod herbeizuführen.

Die Resultate der sensiblen Reizung waren daher auch dem entsprechend verschieden, indessen erzielten wir in den Fällen, wo volle Narcose eingetreten war, denselben Effect, wie bei chloralisirten Kaninchen.

Bei den zu den Versuchen verwendeten Hunden wurde ausschliesslich Opiumtinctur oder Morphinum injicirt, dabei aber in der Regel nicht vollkommene Narcose erzielt. Die hier erhaltenen Resultate können erst später besprochen werden.

Solche differente Resultate, wie wir sie in den früheren und in den zuletzt erwähnten Versuchen erhielten, mussten entschieden zu der Annahme drängen, dass die Verengerung der Piagefässe nach sensiblen Reizungen, wenn überhaupt eine Folge dieser, jedenfalls nicht eine constante Erscheinung sei.

Als einfache Reflexwirkung hätte dieselbe aber ebenso constant eintreten müssen, wie die Erhöhung des Blutdrucks nach Reizung sensibler Nerven.

Es wird also unsere Aufgabe sein, die weiteren Bedingungen zu erörtern, die etwa als Ursache der genannten Verengerungen angesehen werden können.

Durch die Narcose der Thiere war sicherlich ein Theil dieser Bedingungen beseitigt, insbesondere die forcirten Athembewegungen, das heftige Schreien und Pressen der Thiere, die starken Muskelbewegungen und dgl. Was zunächst die Athmung betrifft, so konnten wir bei narcotisirten Thieren wesentliche Differenzen in der Tiefe und Frequenz der Athemzüge in Folge der Reizung niemals beobachten; anders dagegen bei nicht narcotisirten, die auf jede stärkere Reizung durch eine grössere Tiefe und Dauer der einzelnen Athmung reagierten und in Folge starken Schreiens und Pressens oft während der ganzen Reizung unter erhöhtem Expirationsdruck verharreten. Bei diesen forcirten Athembewegungen gelang es mehr-

mals, eine Differenz im Füllungszustand der Piaarterien bei In- und Expiration zu beobachten in der Art, dass bei der Expiration die Gefässe sich in geringem Grade verengten, bei der Inspiration wieder erweiterten, während unter normalen Umständen ein solcher Wechsel nie zu beobachten ist. Eine Verwechslung mit dem von A. Schultz ¹⁾ beschriebenen fortwährenden spontanen Lumenwechsel der Piaarterien ist um so weniger anzunehmen, als derselbe nur mit Hülfe des Mikroskops zu beobachten ist und mit den Respirationsphasen nicht zusammenfällt. Man kann sich aber ferner leicht davon überzeugen, dass bei diesen schmerzhaften Reizungen das Gehirn sich fast ununterbrochen unter starkem Expirationsdruck befindet, der nur von ganz kurz dauernden und flachen Inspirationsbewegungen zuweilen unterbrochen wird. Als ein Zeichen dieses verstärkten Gehirndrucks bei der Reizung mag hier die Thatsache Erwähnung finden, dass in mehreren Fällen durch die straff über das Gehirn gespannte Arachnoidea Tröpfchen klarer Flüssigkeit hervorgepresst wurden.

Hiermit sind schon einige Momente angedeutet, die das Lumen der Gefässe während der Reizung beeinflussen konnten und deren Nichtvorhandensein während der Narcose von selbst einleuchtet. Als höchste Grade der forcirten Expirationsbewegungen sind aber das heftige Schreien und Pressen der Thiere aufzufassen, das bei allen stärkeren Reizungen ohne Narcose eintrat. Von dieser verengernden Wirkung des Schreiens hatten wir wiederholt Gelegenheit uns direct zu überzeugen, indem bei Reizungen, die sich über mehrere Minuten erstreckten, es öfter vorkam, dass Thiere nur im Beginne derselben schrieten, um sich im weiteren Verlaufe wieder zu beruhigen; in diesen Fällen trat die Verengerung sofort mit dem Beginne des Schreiens ein und liess mit Aufhören desselben trotz fortdauernder Reizung wieder nach.

Noch ein weiteres Moment kommt hier in Betracht, das auch Nothnagel erwähnt, nemlich das Anpressen der Gehirnoberfläche gegen den Rand des Trepanlochs. Dasselbe findet allerdings auch bei starken Expirationen keineswegs regelmässig statt, da das Gehirn durch Abfluss einer grösseren Menge von Cerebrospinalflüssigkeit häufig schon zu tief unter den Knochenrand eingesunken ist.

¹⁾ Zur Lehre von der Blutbewegung im Innern des Schädels von Alex. Schultz. St. Petersburger med. Zeitschrift. Bd. XI. 1866. S. 122.

In einzelnen Fällen aber, zumal in solchen, in denen die Dura erhalten war, war dies Gegenpressen sehr deutlich zu beobachten und wir konnten hierbei wiederholt eine Verengung der Arterien wahrnehmen, die in den dem Knochenrand zunächst gelegenen Theilen begann und sich dann weiter gegen die nach der Medianlinie zu gelegenen Endausbreitungen fortpflanzte, in vielen Fällen sich indess nur auf die Randpartien beschränkte.

An einer früheren Stelle wurde bereits bemerkt, dass bei den heftigen Expirationsbewegungen der Thiere in einigen Fällen der Austritt von Arachnoidealflüssigkeit in Form kleiner Tropfen beobachtet wurde. Hier war nun oft deutlich wahrzunehmen, dass beim Abfluss dieser Tropfen über die Gehirnoberfläche diejenigen Partien der Piaarterien sich verengten, mit denen die Flüssigkeit in Contact gerieth. Dieselbe Erscheinung wurde auch in Fällen beobachtet, in denen vom Rande der Trepanöffnung her Cerebrospinalflüssigkeit die Gehirnoberfläche überspülte. Ebenso war eine deutliche Verengung der Piaarterien beim zufälligen Darüberfließen von Blut zu beobachten.

Diese durch den Contact der Flüssigkeit hervorgerufene Verengung hatten wir allerdings in der Regel während der Reizung selbst beobachtet, da hier die Bedingungen für den Austritt dieser Flüssigkeiten wesentlich günstigere sind und man könnte darum einwenden, dass die Verengung dennoch nicht Folge der Berührung der Arterie mit diesen sei, sondern Folge der anderen gleichzeitig mitwirkenden Ursachen. Den positiven Beweis, dass auch die genannte Berührung allein im Stande ist, eine Verengung der Arterien zu erzeugen, können wir durch die Beobachtung mehrerer Fälle liefern, in denen dieselbe auch ohne Reizung im Momente des Austritts der Flüssigkeit und nur in der Ausdehnung, in der die Arterie von derselben bespült wurde, eintrat.

Zur besseren Beleuchtung dieser Thatsache diene auch noch folgender Versuch: Bei einem schwach narcotisirten Hunde, dem nach rechtsseitiger Trepanation die Dura ausgeschnitten war, wurde der rechte Ischiadicus percutan 1 Minute lang mit mässig starkem Strom gereizt, worauf eine mässige Verengung der Piaarterien eintrat. Das Thier hatte während des Versuchs gepresst und gleichzeitig war ziemlich viel Cerebrospinalflüssigkeit über die Piaoberfläche geflossen. Nach Wiedererweiterung der Arterien auf ihr

früheres Volumen sollte der gleiche Versuch wiederholt werden. Im Momente des Beginns der Reizung trat durch das Pressen veranlasst Flüssigkeit aus; der Strom wurde sofort unterbrochen; trotzdem trat die gleiche Verengung wie im vorigen Versuche an den von der Flüssigkeit bespülten Stellen ein. Es wurde nun der Kopf des Thieres so gehalten, dass die am Trepanrande vorquellende Flüssigkeit nicht über die Piaoberfläche hinfließen konnte und von Neuem der Ischiadicus mit der gleichen Stromstärke gereizt. Hierbei trat nicht die geringste Verengung ein. Alle diese Versuche wurden an demselben Thiere nochmals wiederholt und gaben genau dieselben Resultate.

Diese Verengung der Arterien in Folge des Contacts mit den erwähnten Flüssigkeiten sahen wir auch in Fällen eintreten, in denen die Thiere sich in tiefster Narcose befanden und wir konnten auf dieses Moment alle die früher erwähnten Ausnahmen zurückführen, in denen Verengung bei vollständig narcotisirten Thieren eingetreten war. In diesen Fällen gelang es regelmässig, durch entsprechende Haltung des Kopfes die gleiche Verengung sowohl während, als ausserhalb der Reizung nach Willkür zu erzeugen.

Diese Erscheinung steht im Einklang mit den Resultaten, die man beim Aufträufeln von Wasser auf die Pia erhält. Es tritt nemlich hierbei, wie schon die früheren Beobachter erwähnt haben, constant unmittelbar nach der Application eine deutliche Verengung der Gefässe ein sowohl wenn frisches als wenn längere Zeit gestandenes Wasser in Anwendung kommt. Die höchsten Grade bis zum vollständigen Verschwinden des Lumens erreichte jedoch die Verengung, wenn ganz kaltes Wasser verwendet wurde. Wir benutzten dieses Verhalten in allen Fällen, um uns bei diesen sich oft über Stunden erstreckenden Versuchen zum Schlusse jedesmal von dem Fortbestehen der directen Reizbarkeit der Gefässe zu überzeugen. Zu dem gleichen Zweck diente uns die auf mechanische Reize eintretende Verengung der Arterien.

Nachdem es sich also gezeigt hatte, dass eine Anzahl von mechanischen Momenten Ursache der bei den sensiblen Reizungen eintretenden Arterienverengungen sein könne, wiederholten wir nochmals die ersten ganz in der von Nothnagel beschriebenen Weise angestellten Versuche ohne die Thiere zu narcotisiren und

es gelang hierbei jedesmal, eintretende Verengerungen auf eines der genannten Momente zurückzuführen.

Es erschien nun noch wünschenswerth, um diese Momente möglichst auszuschliessen, auch unter den Bedingungen des geschlossenen Schädels die Versuche zu wiederholen. Wir verfahren zu diesem Zweck in der Art, dass wir ein nach der Angabe von Leyden ¹⁾ construirtes Glasfenster in die Trepanöffnung einschraubten. Den Raum zwischen Glas und Gehirnoberfläche füllten wir mit verdünnter Kochsalzlösung aus. Die meisten dieser Versuche scheiterten nun zwar daran, dass die Flüssigkeit unter dem Glase sich zu rasch trübte; indessen gelang es uns einmal, während hinreichend langer Zeit die Gefässe durch das Fenster hindurch genau zu beobachten. Dem betreffenden Hunde, der sich in mässiger Narcose befand, wurde nach Abtragen der Dura das erwähnte Glasfenster in die Trepanöffnung eingeschraubt und der freie Raum mit Kochsalzlösung ausgefüllt. Die Piaarterien waren deutlich durch das Fenster hindurch zu beobachten und es wurde nun der Ischiadicus der betreffenden Seite mehrmals hinter einander mit den verschiedensten Stromstärken von 1—3 Minuten Dauer gereizt, ohne dass eine Spur von Verengerung zu beobachten gewesen wäre. Nach Abschrauben des Fensters ergab dieselbe Reizung, die vorher ohne Erfolg geblieben war, eine sehr deutliche Verengerung der Arterie. Das Thier hatte während der sämtlichen Reizungen starke Abwehrbewegungen gemacht und gewimmert. Sollten nun aber auch bei geöffnetem Schädel die erwähnten mechanischen Momente nicht für alle Fälle hinreichen, um die bei Reizung sensibler Nerven eintretenden Verengerungen der Piaarterien zu erklären, so ist doch durch unsere Versuche an narcotisirten Thieren der Beweis erbracht, dass makroskopisch sichtbare Veränderungen auch bei den stärksten Reizen sensibler Nerven auf reflectorischem Wege in den Piaarterien nicht eintreten. Dabei soll natürlich nicht in Abrede gestellt werden, dass geringere nur mit Hülfe des Mikroskops sichtbare Veränderungen im Kaliber der Arterie nicht etwa auf diesem Wege zu Stande kommen könnten.

Bei diesen über die reflectorischen Veränderungen an den Piagefässen angestellten Experimenten war die Frage nach den Bahnen

¹⁾ Beiträge u. Untersuchungen zur Physiologie u. Pathologie des Gehirns. Dies. Arch. Bd. XXXVII. 1866.

der vasomotorischen Nerven für die Pia nicht ganz zu umgehen. Obschon wir auch hier nicht zu ganz entscheidenden Resultaten gelangt sind, so mag doch bei den zur Zeit noch so wenig zahlreichen Untersuchungen über diesen Gegenstand eine kurze Erwähnung unserer Resultate hier am Platze sein.

Die von Brachet, Schiff und Bernard über den Einfluss der Sympathicusdurchschneidung und Exstirpation des Ganglion supremum auf das Gehirn angestellten Versuche kommen hier nicht in Betracht, da bei denselben keine directe Beobachtung der Pia-gefäße während des Lebens angestellt wurde. Directe Beobachtungen derart liegen jedoch vor von van der Becke Callenfels ¹⁾, A. Schultz ²⁾ und Nothnagel. Van der Becke fand, dass Ausreissung des Ganglion supremum keinen erkennbaren Einfluss auf die Piaarterien hatte, dass dagegen dieselben unter dem Einfluss des Halssympathicus stehen. Er hatte bei einem doppeltseitig trepanirten Kaninchen, bei welchem er durch die intacte Dura hindurch die Piaarterien beobachtete, während der Reizung des Sympathicus Verengerung der Piaarterien erhalten, der sofort nach der Reizung eine deutliche Erweiterung folgte. Dieser Versuch wurde 3—4mal mit gleichem Erfolge wiederholt. Das gleiche Resultat erhielt er auf der anderen Seite, während die Ausreissung beider Ganglien keine weitere Veränderung zur Folge hatte. Dieser Versuch wurde in solcher Weise indessen nur an einem einzigen Thiere angestellt. Zu mehr negativen Resultaten war dagegen A. Schultz gelangt, der bei einer Reihe von Durchschneidungs- und Reizungsversuchen am Halssympathicus des Kaninchens nie eine Contraction oder Erweiterung der Piagefäße beobachtete, während der Effect auf die Ohrgefäße nur ausnahmsweise ausblieb. Schultz folgert hieraus, dass die motorischen Nerven der in der Pia des Kaninchens verlaufenden Gefäße nur anormaler Weise durch den Halssympathicus gehen.

In den Versuchen von Nothnagel fand sich bei einer grossen Versuchsreihe, dass in einigen wenigen Fällen die Durchschneidung des Halssympathicus eine Erweiterung der Piaarterien zur Folge hatte. In drei Versuchen fand er bei Reizung des centralen Sym-

¹⁾ Ueber den Einfluss der vasomotorischen Nerven auf den Kreislauf und die Temperatur. Zeitschr. f. ration. Medic. Neue Folge. Bd. 7. 1855.

²⁾ l. c.

pathicusendes deutliche Verengerung der Piaarterien, in allen anderen hatte er keine oder zweifelhafte Erfolge.

Bei Ausreissung des Ganglion supremum fand er deutliche Erweiterung der Piaarterien.

Er folgert aus seinen Experimenten, dass die vasomotorischen Nervenfasern für die Gefässe der Pia zum Theil im Halssympathicus verlaufen und dass ein anderer vielleicht noch bedeutenderer Theil an das Ganglion cervicale supremum tritt; endlich dass auch noch oberhalb des Ganglion Bahnen für dieselben existiren. Was nun unsere eigenen Versuche anlangt, so haben wir bei einer grossen Reihe von Durchschneidungen des Halssympathicus niemals auch nur die geringste Veränderung im Füllungszustand der Piagefässe beobachten können. Ein gleiches negatives Resultat erhielten wir bei Reizung des centralen Endes des Halssympathicus, während der Effect auf Ohrgefässe und Pupille in keinem dieser Versuche ausblieb. Unsere Resultate stimmen demnach vollständig mit den von Schultz erhaltenen überein.

Fast in allen Fällen, in denen wir die Durchschneidung und Reizung des Halssympathicus vorgenommen hatten, haben wir nachträglich das Ganglion cervicale supremum ausgerissen. Mit Ausnahme zweier Fälle, in denen wir deutliche Erweiterung der Piaarterien auf der Seite der Ausreissung ein bis mehrere Minuten nach derselben erhielten, ergab sich stets ein vollkommen negatives Resultat.

Dieses Verhalten spricht dafür, dass auch die Ganglia cervicalia suprema wenigstens keineswegs regelmässig vasomotorische Nervenfasern für die Piaarterien führen.

Zum Schlusse sprechen wir Herrn Professor von Recklinghausen, der uns gestattete, den grössten Theil dieser Versuche in seinem Laboratorium anzustellen, hierfür unseren Dank aus.

Würzburg im November 1870.
