

Über die zentripetalen Bahnen, welche die Ausstrahlungen und Reflexerscheinungen an dem Kopfende bei visceralen Erkrankungen vermitteln.

Von

Prof. Michael Lapinsky, Zagreb.

(Eingegangen am 5. Oktober 1926.)

An Dutzenden und Hunderten klinischen Fällen konnte man zu der Überzeugung kommen, daß verschiedene motorische, vasomotorische Neurosen, Talg- und Schweißsekretion-Störungen, Schmerzen und Parästhesien am Kopfende des Körpers als Reflex- oder Irradiationsvorgänge vorkommen können, und zwar unter einer näheren Teilnahme resp. Vermittelung des N. trigeminus, wobei die erste Ursache dieser Ausstrahlungen in den Erkrankungen oder Störungen der entfernten Visceralorgane oder verschiedener Organe des Kopfes selbst gesucht werden mußte. Daß der Trigeminuskern bei diesen Neurosen eine Rolle gespielt hat, konnte man auf Grund des gleichzeitigen Bestehens der *Headschen* Zonen behaupten, mit deren Schwinden auch der übrige Reflexvorgang auslöschte. In mehreren Fällen kam die *Headsche* Zone allein eine lange Zeit vorher zum Vorschein, wobei auch hier ein visceraler Prozeß als Grund dieser Zone betrachtet werden konnte; erst später entwickelte sich die eine oder die andere Neurose am Kopfende, und zwar dann, wenn die primäre viscerale Erkrankung weiter dauerte. In mehreren Fällen trat dieselbe Neurose (Tick, Hautödem, Ohrensausen, Schwindel usw.) auf, wenn die primäre Affektion im Gebiete des N. trigeminus lag — (Parulis, Angina catarrhalis, Absceß an der Zunge, Excoriationen in der Nase, Haimoritis usw.), und heilte auch, nachdem das befallene Organ im Gebiete des N. trigemini genas.

Der Umstand, daß der N. trigeminus bei allen oder bei vielen dieser Neurosen mitwirkte, ließ auch den Schluß ziehen, daß sich das Erfolgszentrum der endgültigen Neurose nicht im Brustmark oder in den unteren Segmenten des Halsmarkes, sondern sich in den zwei bis drei oberen Halssegmenten, in der Medulla oblongata, Pons varolii und vielleicht auch im Mittel- und Zwischenhirn (mit ihren sympathischen) Zentren befand.

Das interessanteste in diesen klinischen Bildern war der Umstand, daß die Neurose sich an einem ganz kleinen Felde resp. in einem sehr

kleinen Nervenzentrum abzuspielen pflegte. Auch hier, wie es an anderer Stelle¹⁾ erwähnt wurde, sollen daher zwei ätiologische Vorgänge in Betracht kommen; erstens der des Chemotaxis, zweitens der des Neurotropismus. Die Hormone resp. Toxine z. B. bearbeiteten schon lange vorher den einen oder den anderen Kern resp. sein kleines Partikelchen und machten dieselben für eine eventuelle aufsteigende (neurotropische) Reizung sehr empfindlich. Diese letztere kam nun jedesmal während einer visceralen Störung oder Erkrankung, sogar unter physiologischen Bedingungen, z. B. im Beginn der Menstruation, und zwar unter Vermittelung des N. trigeminus, dessen commissurale Fasern mit mehreren cerebralen Kernen und Zentren in enger Verbindung stehen.

Ich erinnere mich eines dysmenorrhöischen Mädchens, bei welchem im Beginn ihrer Mensesperiode für einige Stunden ein rechtseitiger Hippus und eine Paresis des M. rectus internus dexter einzutreten pflegten, wobei die Pupille mehrmals in der Sekunde bald stecknadelkopfschmal, bald mydriatisch breit war und gleichzeitig auch das rechte Auge nach außen abgelenkt wurde. Bei objektiver Untersuchung fand sich hier rechts eine positive *Headsche Zone temporalis* und leichte Hypästhesie des rechten Trigeminusgebietes. Den ganzen Vorgang betreffs des rechten Auges konnte man auf die Weise auffassen, daß eine neurotropische Reizwelle unter Vermittelung des rechten Quintuskernes das Gebiet des rechten Oculomotoriuskernes befallen hat. Der stärkere Strom ging durch den Kern für den rechten M. rectus internus, welcher dadurch müde oder gelähmt wurde, die parallelen Zweige derselben Welle griffen auch den Kern des M. constrictor iridis an, waren aber von einer leichten Intensität, konnten ihn daher nicht lahm machen, sondern nur reizen. Daß diese Welle durch den Kern N. trigeminus floß, wird dadurch die Hypästhesie der rechten Gesichtshälfte und durch das Auftreten einer *Headschen Zone* rechts bewiesen. Daß der ganze Vorgang eines reflektorischen Ursprunges war, ging daraus hervor, daß erstens — das ganze klinische Bild nur im Beginn der Menses zum Vorschein kam und — zweitens, daß alle diese Erscheinungen und auch die Dysmenorrhöe verschwanden, nachdem die Kranke mit *Collodium cantharidatum* 3 Wochen nacheinander, und zwar im Gebiet des rechten Hypogastrium 3mal tüchtig bepinselt wurde, wobei jedesmal eine große Blase zutage trat.

Eine andere Kranke, die an Leberhyperämie seit langer Zeit litt, wurde selbst auf ein Symptom am linken Ohre und am M. levator palati molliis aufmerksam gemacht. Vor 2 Monaten, bevor des Eintritts in die Klinik, bemerkte die Patientin, und zwar, wenn sie in der vertikalen Lage war — also beim Stehen oder Sitzen — ein Geräusch im linken Ohre, welches auch für die anderen Anwesenden hörbar wurde und welches am leichtesten durch eine langsame Vibration der Membrana tympani erklärt werden konnte, gleichzeitig wurden auch tickartige Bewegungen am Palatum molle beobachtet, welches auch langsam vibrierte. Alle diese Bewegungen hörten auf oder waren abgeschwächt, wenn die Kranke aus der vertikalen Position in die horizontale Lage kam.

In diesem Falle konnte man an eine motorische Neurose im Gebiete des linken Facialiskernes resp. eines kleinen Partikelchen des-

¹⁾ *Lapinsky*: Zur Frage über das Gefäßspiel bei Erkrankungen der inneren Organe. Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psychiatrie **105**. 1926.

selben, d. h. des Zentrums für den *M. stapedius* und den *M. petrosalpingo-staphilingus* sprechen. (Die Gesichtssensibilität zeigte hier keine Abweichung von der Norm, was aber die Teilnahme des Trigeminskernes an diesem Bilde noch gar nicht ausschließen konnte.) Das ganze Bild wurde als eine Reflexneurose oder eine Irradiation aus der angeschwellenen Glissonschen Kapsel resp. aus dem Ligamentum suspensorium, vielleicht auch aus irgendeinem anderen Organ, welches durch die bei vertikaler Lage herabsinkende Leber jedesmal bedrängt und disloziert zu werden pflegte. Eine drastische Therapie, welche die Leberhyperämie verminderte, ihre Druckempfindlichkeit und auch wahrscheinlich ihr Gewicht reduzierte, schwächte auch das Spiel der *Membrana tympani* und *Palatum molle* ab, welche nach der Beendigung der drastischen Kur vollkommen verschwand.

In einem Falle, welcher unter der Diagnose einer Myasthenie ging, handelte es sich um eine Ermüdung der Kaumuskulatur, und zwar nur des linken *M. masseters*. In diesem Falle zeigte sich an der rechten Gesichtshälfte eine Hyperästhesie. Die Erscheinungen traten immer eine Stunde nach dem Mittagessen auf, morgens aber, und zwar bei leerem Magen zeigten weder das Gesicht Sensibilität, noch der *M. masseter* eine Abweichung von der Norm an. Hier fand sich eine starke Hyperacidität, welche nach Magnesiumperhydrol, heißen Umschlägen und unter Anwendung einer passenden Diät zurückging. Gleichzeitig aber stellte sich die Kraft des *M. masseteris* und die Gesichtsempfindlichkeit wieder ein.

Auch in diesem Falle fand sich eine reflektorische Hemmung eines kleinen Kernpartikelchen des motorischen Quintuskernes (nur des linken für den *M. masseter*), und zwar von der Magenstörung aus.

In einem Falle verging der Blepharospasmus am linken Auge, nachdem die Druckhyperalgesie der linken Beckenseite unter der Behandlung mit Vesicatorien am linken Hypogastrium verschwand.

Hier war also der Kernteil von *N. facialis* (das kleine Zentrum für *M. orbicularis oculi*) erregt, und zwar reflektorisch aus der Kleinbeckenhöhle.

Bei einem Kranken, der an Vertigo mit Neigung nach rechts zu fallen litt, und zwar am Nüchtern, wobei auch nystagmusartige Zuckungen nach rechts vorhanden waren, nach dem Essen aber zu verschwinden pflegten, fand sich eine Anacidität, mit viel Schleim und Gärungsprodukten in dem Mageninhalt. Auch hier war eine *Headsche Zone* im Trigeminusgebiet nachweisbar, was für eine Beteiligung an dem klinischen Bild auch des Quintusnervs sprach. Alle pathologische Erscheinungen verschwanden hier, nachdem der Magen wieder gesund wurde¹⁾.

Hier konnte man von einem Hemmungsvorgang reflektorischen Ursprungs, und zwar in *Medulla oblongata*, wo der sensible Kern für das Labyrinth (Deiterscher Kern) liegt, sprechen und zwar dem Magen aus. Bei vielen Kranken wurden auch massive, d. h. ausgebreitete Störungen beobachtet.

¹⁾ *Lapinsky*: a) Gesichtsneuralgie. Arch. f. Psychiatrie u. Nervenkrankh. 1912.
b) Ischias. Ibidem 67. 1926.

In einem Falle einer linkseitigen Spermatocystitis chronica bestand eine Torticollis, wobei der rechte M. sternocleidomastoideus angespannt war. Der Kern der N. accessorius Willisii war also hier in einem erregten Zustande. Nach einer langedauernden Behandlung der Spermatocystitis stellte sich der normale Zustand der Spermatocystitis und gleichzeitig kam auch der M. sternocleidomastoideus zur Ruhe. Da in diesem Falle eine *Headsche* Zone am Genick (der Cervicalwurzel, I.) und eine rechtseitige Temporalis-Zone festgestellt wurden, sprach dieser Umstand dafür, daß der Irradiationsvorgang unter Vermittelung des Trigeminuskerns vonstatten ging. Auch diese Zonen verschwanden mit der Ausheilung der Spermatocystitis.

In einem Falle litt ein Kranker an tickartigen Zusammenzuckungen in dem rechten N. facialis-Gebiet und hatte außerdem einen breiten hyperästhetischen Fleck an der rechten Wange, welche als mehrere zusammengefloßene *Headsche* Zonen aufgefaßt werden könnten. Außerdem hatte er einen Prozeß im rechten Hypochondrium, welcher als Perihepatitis diagnostiziert wurde. Nach heißen Umschlägen an das schmerzhaftes Hypochondrium ließen die Schmerzen nach und gleichzeitig lösten sich auch die tickartigen Zuckungen; gleichzeitig verschwand auch die *Headsche* Zone usw.

Bei mehreren Kranken pflegten auch die Gesichtneuralgie¹⁾ und verschiedene Parästhesien als Begleiterscheinung eines visceralen, pathologischen Prozesses vorzukommen. In vielen Fällen konnte man von einem Gefäßspasmus oder Gefäßerweiterung der kranken Gesichtshälfte sprechen, auch die Schweiß- und Talgsekretion zeigte an dieser Gesichtshälfte einige Anomalien. In allen diesen Fällen bestand eine oder sogar mehrere *Headsche* Zonen. Mit dem Gesundwerden des einen oder des anderen visceralen Organs hörten auch die *Headsche* Zone und auch die Schmerzen, Schweiß- und Talgsekretionanomalien und vasomotorische Störungen auf.

Die dabei spielenden Mechanismen bestehen (worüber weiter noch ausführlicher gesprochen werden wird) in einer Bahnung oder Hemmung der Zentren resp. der Kerne, welche als Erfolgsorgan hier wirken resp. werden die Schaltzellen, welche denselben vorlagern, unter der Wirkung der neurotropischen Reizwellen bald gehemmt, worauf der betreffende Kern unbeeinflußt und gelähmt bleibt, bald erregt, woran wieder der ihnen angehörige Kern in eine Erregung treten kann. Tritt eine Erregung der Schaltzellen ein, so gehen leicht die neurotropischen Reizwellen durch, erreichen das Zentrum und erregen dasselbe. Als Folge dieser leichten Erregung treten klonische und tonische Zuckungen und Krämpfe, spastische Gefäßerscheinungen, Schweiß- und Talgausbrüche (Kerne in Zwischenhirn auf). Nimmt dagegen die Reizwelle eine starke Intensität an, dann werden die Schaltzellen und das Erfolgsorgan müde, gelähmt, worauf in der Peripherie eine Muskelparese, Gefäßerweiterung usw. zum Vorschein kommen. Diese Schaltzellen resp. der ganze voranliegende Zellenapparat soll in diesen Fällen in dem Trigeminuskern gesucht werden.

Auch die *Headschen* Zonen sind eine Folge eines Hemmungs- oder Bahnungsvorgangs in diesen vorgeschalteten Apparaten, d. h. in dem Kern des N. quintus; diese *Headsche* Zonen, welche in Form eines

hyperästhetischen oder hypästhetischen Hautflecken verschiedener geometrischer oder geographischer Figur zutage treten, werden nicht nur in dem schmerzenden Gebiet, sondern auch in den Nachbarterritorien konstatiert und nach der Heilung des betreffenden primär erkrankten Organes vollständig gleichzeitig mit den anderen irradiierten Symptomen verschwinden. Die Entstehung dieser Zonen einer Störung des Ernährungszustandes der Haut, einer lokalen Hyperämie resp. Ischämie, einem Ödem der Haut oder einer Atrophie ihrer Bestandteile zuzuschreiben und damit die Störungen der Hautempfindlichkeit in bestimmten Räumen zu erklären, wäre schon deswegen schwer, weil die Haut in den Grenzen dieser Zonen in den meisten Fällen ganz normale Verhältnisse in dieser Beziehung zeigte. Andererseits könnte man auch hier, wie an der anderen Stelle¹⁾ dargelegt war, nicht bei Erklärung des Mechanismus des Zustandekommens dieser Zonen die Vermutung eines dynamischen sich in der Trigeminuswurzel abspielenden Momentes zurückweisen, das mit einer erhöhten oder gehemmten Empfängnisfähigkeit der Trigeminuswurzelzellen einhergeht. An diesem dynamischen Prozesse sollten einerseits zentripetale, aus dem primär gereizten Organ aufsteigende Erregungen und andererseits die hinteren Hörner des oberen Cervicalmarkes, die Schaltzellen der sensiblen Wurzelzellen des N. trigeminus teilnehmen.

In bezug auf diese Schaltneuronen müssen die anatomischen Daten, die leider viel zu wünschen übrig lassen, und zwar die des Quintuskernes, d. h. kurze und lange Neuronen II. und III. Ordnung der Trigeminuswurzel in Betracht gezogen werden. Aus den diese Frage betreffenden Ergebnissen, worüber noch unten genauer gesprochen werden wird, folgt es, daß der N. trigeminus mehrere Kerne, und zwar den mesencephalischen, caudalen, frontalen und den spinalen Kern (lingualis, mandibularis, maxillaris usw.) besitzt, deren Projektionsfelder auf dem Gesicht und in der Mundhöhle verschiedener Form sind. *Marburg, Breuer* und andere, welche sich mit dem Studium des Trigeminuskernes befaßten, fanden nämlich in dem Ramus descendens N. quinti außer Nervenfasern Gasserischen Ursprungs, welche bei Durchschneidung des Quintusstammes zugrunde gehen, noch viele kleinere Nervenzellen, die nach diesem Eingriff an dem Stamm von N. trigemini keiner Degeneration anheimzufallen pflegten. Diese Zellen haben kurze Axiten und stellen eigentlich den Kern N. quinti dar. Die erwähnten Axiten, als *Fibrae concomitantes*, verbinden verschiedene Höhen der grauen Substanz der Quintuswurzel und andere nebenan liegende Stationen untereinander. Diese Zellenmassen dienen als sensible Zwischenstation für verschiedene Kopfgebiete, sind nach

territoriellem Prinzip in zwei mehr oder weniger abgesonderte kleinere Kerne, und zwar Ramus ophthalmicus (oder frontalis) und Ramus maxillo-mandibularis angesammelt und bilden das Zwischenglied zwischen den Wurzelfasern von N. trigemini und Schleifefasern. Wie es scheint, von diesen Kernen unterscheidet sich der mesencephalische Kern dadurch, daß er vermittelt seiner zentripetalen Fasern direkt und ohne Unterbrechung und ohne Schaltungsvorrichtung einerseits mit der Schleifebahn und andererseits mit dem ihm untergeordneten peripherischen Organ, und zwar mit der Kaumuskulatur in Verbindung steht; man kann daher diesen mesencephalischen Quintuskern für echt sensibles Zentrum halten, welches durch seine eigenen Neuriten die Empfindungen direkt von der Peripherie her bekommt und dessen Zellen keine Zwischenstation dulden. Die Nuclei caudatus und frontalis stellen dagegen nichts weiteres, als ein Schaltneuron dar, da sie aus kurzen und langen Neuronen bestehen, welche periphere Empfindungen nur vermittelt der extracerebral liegenden Zellen des Ganglions semi-lunare Gasseri bekommen.

Die physiologische Bedeutung dieser Kerne ist an verschiedenen Teilen ihres Gebietes sehr verschieden. Der *mesencephalische* sensible Kern leitet das Muskelgefühl für die Kaumuskulatur. Der *frontale* sensible Kern ist den *Goll*schen und *Burdach*schen Kernen der Medulla oblongata ganz analog; dagegen ist der *caudale* Kern seiner Funktion nach den antero-lateralen Bahnen der Medulla oblongata vollkommen gleich. Daher ändert sich hauptsächlich das Temperaturgefühl und die Schmerz Wahrnehmungen bei der Läsion des caudalen Kernes (*Brauer*) und sehr wenig das Tastgefühl.

Eine Anregung der diese Kerne umgebenden Schaltneuronen wird die Leitung der Hautreizungen erleichtern, wobei die Umschaltung derselben von dem peripheren Trigemini-neuron auf die Schleifebahn vermittelt dieser Schaltzellen cerebrälwärts schneller gehen, was sich in einer Hyperästhesie eines umschriebenen Hautflecks aufweisen wird. Eine Hemmung resp. Ermüdung dieser Schaltzellen wird dagegen diese Umschaltungen stören und verhindern, wobei eine hypästhetische oder eine ganz negative *Headsche* Zone zutage treten kann. Da, wie gesagt, einzelne Teile der Quintuswurzel auch für verschiedene Empfindungsqualitäten spezialisiert sind, so kann eine Hemmung oder ein Anfachen der genannten Schaltneuronen zur dissoziierten Wahrnehmungsstörung beitragen.

Daß die *Headschen* Zonen meistens auf der Stirn-, Schläfe-, Oberlippe-, Zygomaticus- und in der Halsgegend, und zwar bei Erkrankungen in dem Kleinbecken, auftreten, kann leicht dadurch erklärt werden, daß die von den Kleinbecken-Organen aufsteigenden Reizimpulse leichter die oberen Halssegmente und den unteren Teil des

verlängerten Markes (wohin nämlich die Sensibilität der aufgezählten Territorien geleitet wird), erreichen können, als den oberhalb im Pons und oberen Teilen des verlängerten Markes liegenden maxillo-mandibularen Kern, welcher das untere und hintere Gesichtsfeld bedient.

Daß auch so hoch, d. h. bis zum mesencephalischen Kern viscerale Reizungen aufstehen können, beweisen die tagtäglichen klinischen Fälle. In meiner Behandlung stand nämlich ein Priester, der über eigentümliches Zittergefühl in der Kiefer- und Wange-Muskulatur seit 3 Jahren klagte. Das Zittern selbst fehlte aber dabei ganz, auch konnte der Patient mit den Kiefern alle möglichen Kaubewegungen vollziehen, ohne irgendeine Spannung in diesen Teilen wahrzunehmen. Bei objektiver Untersuchung seiner Sensibilität am Gesichte konnte man bei dem Kranken keine Störungen in der Tast-, Wärme-, Kälte-, Schmerz- und Druckempfindung wahrnehmen. Es blieb deshalb weiter nichts übrig, als die geklagten Empfindungen zu den Parästhesien des Muskelgefühls zu zählen, d. h. eine *Headsche* Zone aber im Bereich der Muskelsinne anerkennen. Da dieses Zittergefühl bei vollem Magen zu beginnen pflegte und nach dem Aufhören der Magenverdauung gewöhnlich aufhörte, da die Magensaftuntersuchung eine volle Anacidität aber viel Schleim aufwies, da sich auch seine Leber vergrößerte und sich sehr druckempfindlich zeigte, so ist die Möglichkeit gegeben, dieses Zittergefühl durch Magen-Leberstörung zu erklären. Diese Vermutung hat sich vollkommen vergewissert, nachdem diese Parästhesien bei dem Kranken unter der Behandlung dessen Verdauungsorgane mit heißen Bauchumschlägen, Diät und antidiszeptischer Kur im Laufe von zwei Monaten vollständig verschwanden.

In einigen Fällen von Glossodynie mit Hyperästhesien und Schmerzen an der Zunge konnte das ganze klinische Bild auch als eine *Headsche* Zone im Gebiet des N. lingualis aufgefaßt werden, wobei der Ursprungsort dieser Projektion im Magen oder überhaupt in den visceralen Organen zu suchen war.

Der ganze hier in Betracht kommende Hemmungs- resp. Bannungsmechanismus braucht für sein Zustandekommen specielle zentripetale Bahnen, welche viscerale Organe mit Quintuskern resp. mit dem Obercervicalmark und Hirnstamm verbinden.

Der N. vagus gehört wie bekannt zwischen die Gebilde, welche zentripetale und sogar schmerzleitende Fasern von den visceralen Organen besitzen.

Ranson behauptet auf Grund seiner Untersuchungen, daß die afferenten allgemein visceralen Fasern, die gewöhnlich den Spinalganglien entspringen und dem sympathischen Nervensystem angeordnet sind, auch in dem zehnten cerebralen Nerv obwalten.

Förster glaubt, daß *N. vagus* als zentripetale Bahn in den Mechanismus der irradiierten Schmerzen dient. Er gründet diese Meinung auf den klinischen Ergebnissen, und zwar darüber, daß man bei Magendarmkrankungen *Headsche* Zonen nicht nur an der Brust und dem Bauch, sondern auch in Vorder- und Hinterkopfe findet. Dieses Ergebnis erklärt der Autor durch die Fortleitung der visceralen Reizungen mit Hilfe des *N. vagi* in die Wurzel von *N. trigeminus*. Zu demselben Schluß kommt *Förster* auch auf Grund solcher klinischer Beobachtungen, wo die Kranken infolge einer im Cervicalmark entwickelten Rückenmarks-Unterbrechung an dem Brustumpf und an den Extremitäten vollkommen anästhetisch geworden sind. Wenn man bei solchen Kranken mit der Faust den Magen drückt, ruft man dabei ein eigentümliches Druckgefühl und Übelkeit hervor, was nur durch die zentripetale Leitungsfähigkeit des *N. vagi* erklärt werden kann.

Bei schweren Magenkrämpfen sah *Mackenzie* Schmerzen im Nacken und in der Kinnlade auftreten. Daraus schließt er, daß die Magenreizungen die *Trigeminus*gegend und die Zentren der oberen Cervicalnerven auf dem Wege des *N. vagus* erreichen.

Durch dieselbe zentripetale Leitung den *N. vagi* entlang kann auch (*Gibson*) die *Urina spastica* und der Speichelfluß während der *Angina pectoris* erklärt werden. Die Reizungen, welche die Endigungen des *N. vagi* dabei im Herzmuskel erleiden, werden den bulbären Zentren für Speichel und Urinabsonderung mitgeteilt, die in der Nähe von Solitärwurzel des *N. vagi* liegen. Diese Beeinflussung ist auch dadurch erleichtert, weil die sensiblen Fasern von Bronchien, Rachen, Kehlkopf und Ohren zum *Nucleus solitarius* direkt durch *N. vagus* resp. seine Wurzel oder durch die Wurzel *N. trigemini* laufen.

Tägliche klinische Erfahrungen bezeugen zentripetale Leitungsfähigkeit des *N. vagi*, und es liegt kein Grund vor, anzuzweifeln, daß der *N. vagus* auch bei Menschen spezielle sensible Fasern besitzt, welche auch zu den Irradiationen im Gesicht beitragen können.

Während dem bei dem *Nervus vagus* immer die zentripetale Leitungsfähigkeit anerkannt wird, wird das *Ramus ascendens N. sympathici* für ein rein motorischer Nerv gehalten, welcher also nur zentrifugal leiten kann.

Solcher Meinung sind nämlich *Gaskell* und seine Schüler; derselben Meinung sind auch mehrere französische und italienische Physiologen und auch viele deutsche Autoren. Die meisten derzeitigen Gelehrten halten die Fasern vom Halssympathicus für motorische postganglionäre Neurone, deren trophisches Zentrum in den cervicalen sympathischen Ganglien liegen und ihr präganglionäres motorisches Neuron im Rückenmarke beginnt.

Dieser Anschauung nach besitzen die cervicalen Ganglien nur motorische Zellen, wobei jede Zelle unter dem Einfluß von mehreren präganglionären zentrifugalen Fasern aus dem Rückenmark steht. Das Zählen solcher Zellen in dem Ganglion supremum und der afferenten Fasern (*Kuntz*) in den unterliegenden Abschnitten des *Ramus ascendens* hat gezeigt, daß die Zahl der Zellen in dem Ganglion superius im Vergleich mit dem der afferenten Fasern viel kleiner ist. Jede Zelle steht in Verbindung mit mehreren präganglionären Neuronen.

In einer der in dieser Beziehung neuesten Arbeiten vertreten *Ranson-Billingsley* die Meinung, daß der Halssympathicus aus präganglionären Fasern besteht, die aus dem oberen Dorsalsegmente stammen und in den cervicalen Ganglien enden. In den Zellen des ersten cervicalen Ganglions entspringen die postgan-

glionären Fasern für Drüsen und Gefäßapparat und für andere Organe mit glatten Muskeln des Kopfes. Der Cervicalteil des Grenzstranges enthält, seiner Meinung nach, keine sensible Fasern. Diese Behauptung stützt sich nämlich darauf, daß eine hohe Durchschneidung des Halssympathicus von keiner Degeneration in unteren Abschnitten desselben Ramus ascendens gefolgt wird. Die von diesen Autoren angeführten Ergebnisse sprechen aber nur dafür, daß das trophische Zentrum dieser (ob es sich um motorische oder um sensorische Fasern handelt, ist ganz gleich) Fasern in dem Ganglion supremum liegt. Ein solcher Schluß folgt nämlich aus anderen Untersuchungen derselben Autoren. Durch eine Durchschneidung des Halssympathicus, und zwar 2 Zoll unter dem Ganglion supremum, brachte *Ranson* den proximalen Teil des Ramus ascendens zur Degeneration. *Diese letzte ist aber nicht vollständig ausgefallen, sondern einige Bündel dieses Nerven sind noch normal zurückgeblieben.* Nach 18 Tagen nach dieser Operation wurde ein Bündel amyliner Nervenfasern und 10 Myelinfasern im oberen Halsstrang vollkommen normal festgestellt. Dieser Befund muß so gedeutet werden, daß das trophische Zentrum dieser intakt gebliebenen Fasern irgendwo oberhalb der Unterbrechungsstelle, vielleicht im ersten Cervicalganglion, vielleicht in den Ganglien, welche sich den anderen cerebralen Nerven entlang treffen, liegt. Da aber nicht nur myelinhaltige Fasern, sondern auch amyeline, der Meinung einiger Autoren nach (*Huber, Dogiel, Langley*), zentripetale Funktion verrichten können und da die erwähnten Fasern nach einer Durchschneidung nicht degeneriert gefunden wurden, so lassen diese Ergebnisse immerhin den Schluß ziehen, daß der Halssympathicus zwischen den zentrifugalen auch zentripetale Fasern besitzt, welche ihr trophisches Zentrum im Ganglion cervicale supremum haben.

Der Umstand, daß der Ramus ascendens N. sympathici amyeline Fasern und gleichzeitig sehr viel myelinhaltige Fasern enthält, drängt den Gedanken auf, daß diese im Grunde verschiedenartig gebauten Fasern auch verschiedene Funktion tragen, auch für bestimmte Zwecke bestimmt sind. Wenn amyeline Fasern z. B. als zentrifugal betrachtet werden müssen, so sind die myelinhaltige als zentripetal, und zwar fähig, mannigfaltige Empfindungsqualitäten und Modulationen wahrzunehmen und fortzuleiten, weil diese Faserart nicht gleich einander sind.

Übrigens läßt *Ranson* in seiner anderen Arbeit zu, daß im Halsympathicus 2—3 myelinhaltige Fasern liegen, welche zentripetale Funktion haben können (S. 321). Ebenso ist auch derselbe Autor damit einverstanden, daß einige besonders dicke myelinhaltige Fasern des Ramus ascendens auch zu den sensiblen gerechnet werden sollten, welche als Anastomosen zwischen cervicalen Nerven I, II, III und Ganglion supremum ziehen.

Langley fand nach der Durchschneidung des Halsstranges unter dem Ganglion stellatum bei mikroskopischen Untersuchungen des Ramus ascendens oberhalb dieses Ganglion, und zwar 2 Wochen nach dieser Operation ganz normal zurückgebliebene Nervenfasern. Um diesen Befund sich leichter erklären zu können und eventuelle schmerzleitende Fasern festzustellen, reizte *Langley* den Ramus ascendens N. sympathici und, da er keine Reflexerscheinungen dabei bemerkte, faßt er aus seinen Untersuchungen den Schluß, daß der sympathische Halsstrang sicher der schmerzleitenden Fasern entbehrt. Das Normalbleiben der sympathischen Fasern im Ramus ascendens in den Versuchen des berühmten Gelehrten erlaubt aber anderseits die Vermutung daraus aufzustellen, daß die zentripetale Leitungsfähigkeit des Halssympathicus, wenn auch unvollkommen, und zwar mit Ausnahme der Schmerzempfindungen, doch zulässig ist.

Zugunsten dessen, daß der Halsstrang zentripetale Fasern hat, sprechen auch die Ergebnisse *Bränckners* Untersuchungen, laut deren N. cardiacus superior ein

Zweig des Ganglion supremum ist. Dieser Zweig enthält nämlich viele sensorische Fasern und kommt bei der *Eppinger-Hofferschen* Operation in Betracht; nach Durchschneidung dieses Nervenzweiges verschwinden sofort die sogenannten anginösen Schmerzen. Ebenso schmerzstillend wirkt bei Angina pectoris auch die Exstirpation des Ganglion stellatum und anderer Halsganglionen, was natürlich als Beweis dienen kann, daß durch diese Ganglien die zentripetalen Fasern verlaufen, welche entweder zur Fortleitung anginöser Schmerzreizungen bis zu dem Rückenmark und noch höher zur Gehirnrinde beitragen oder die Reizungen zum vasomotorischen Zentrum in der Med. oblongata führen, den Blutdruck steigern, was zur Schmerzentstehung im Herzen beiträgt. Nach Resektion derselben fällt diese durch die zentripetale Leitung genannter Faser bedingte Verrichtung aus.

Der Meinung einiger Autoren nach (*Brünnig*) ist der N. cardiacus superior bei dem Menschen nichts anderes als N. depressor der Tiere oder überhaupt dessen Analogon, dessen zentripetale Leitungsfähigkeit schon längst anerkannt ist. Der Meinung *Sharpey-Schaffer*, welche sich mit dieser Frage lange Zeit befaßt haben, besteht N. cardiacus superior aus zentripetalen sensiblen Fasern und ist nichts anders als ein Zweig von Ganglion supremum.

Diesen Nerv, d. h. Ramus cardiacus superior leitet auch *Joneskou* direkt von dem Ganglion supremum ab und schreibt demselben rein sensorische Tätigkeit zu. Da N. depressor seine zentripetalen Wurzeln in die oberen Cervicalsegmente und in die Medulla oblongata sendet, so steht demzufolge mit diesen Teilen in einer zentripetalen Verbindung auch das Ganglion sympathicum supremum.

Auch *Ramson-Billingsley* fanden bei der Katze, daß N. depressor, welcher bei diesen Tierspezies als Zweig von N. laryngeus superior auftritt, in das Ganglion supremum eintritt, dabei (374) er einige amyeline Fasern in sich aufnimmt und von dem entgegengesetzten resp. unteren Pol desselben Ganglion heraustritt. Auch dieses Ergebnis, nämlich die innigste Verbindung eines rein sensiblen Nervenzweiges, wie z. B. N. laryngeus superior und N. depressor mit dem Ganglion supremum, kann so gedeutet werden, daß dieses Ganglion in der zentripetalen Leitungsfähigkeit eine gewisse Rolle spielt und daher sensible Gebilde enthalten soll.

Die chirurgischen Erfolge bei verschiedenen Erkrankungen, wo eine Resektion oder Exstirpation des Ramus ascendens N. sympathici resp. seine Ganglien oder Zweige einem pathologischen Syndrom Ende machte, sprechen auch dafür, daß der Halssympathicus zentripetale Fasern hat.

Generisch hatte mehrere Male Exstirpation des Halssympathicus bei Asthma bronchiale mit einem großen günstigen therapeutischen Resultate unternommen. Das Aufhören des Bronchenkrampfes, welcher von den bulbären Zentren beeinflusst wird, wird in diesem Falle nach der erwähnten Operation dadurch erklärt, daß die zentripetalen Bahnen von den Lungen, welche in diesem Nerv verlaufen, durch diese Operation getrennt wurden. Ähnliche operative Eingriffe hatten auch *Florkens*, *Witzelis*, *Käp* und mehrere andere Autoren gemacht.

Ebenso bestätigen zentripetale Leitungsfähigkeit des Halssympathicus die erwähnten Fälle von *Joneskou*, wo dieser Autor Neuralgia N. trigemini durch Exstirpation des Ramus ascendens N. sympathici ausgeheilt hatte. Im Falle nämlich, wenn diese Neuralgie durch eine Störung der bulbären vasomotorischen Zentren verursacht wurde, konnte diese Operation nur dann von einem Nutzen sein, wenn die zentripetalen Bahnen, welche die bulbären Vasomotorenzentren aus dem Gleichgewicht gebracht haben, entfernt wurden.

In demselben Sinn müssen auch die Resultate chirurgischer Eingriffe von *Reid-Mont* und *Gustav-Eckstein* gedeutet werden, welche zum Anschluß an Exstirpation des linken cervicalen Sympathicus einschließlich der Cervicalganglien und des Ganglion thoracicum primum das Auftreten der Schmerzen im Bereich

der Nn. trigeminus und occipitalis minor, ähnlich wie bei einer Neuralgie festgestellt haben.

Daß der Halssympathicus zentripetale Fasern besitzt, kann man auch daraus schließen, daß eine Ligatur a. thyreoideae superioris ihre periarteriellen Fasern reizte und, wie *Odermatt* davon berichtet, Schmerzen verursacht. Die zentripetale Leitungsfähigkeit dieser periarteriellen Fasern wurde von *Odermatt* genauer geprüft, wobei es sich nämlich fand, daß das periarterielle Netz an der erwähnten Arterie gegen Kälte, Wärme, stumpfe und spitzige Berührungen ganz unempfindlich war, daß der faradische Strom dagegen eine Schmerzreaktion erzeugte usw.

Das wichtigste ist an diesen Beobachtungen aber nicht die Schmerzempfindung, sondern die Anwesenheit in den sympathischen Gebilden zentripetal-leitender Fasern. Ein solcher Schluß kann auch aus den Versuchen gezogen werden, wo das eine oder das andere Zentrum in der Medulla oblongata bei Reizung des Halsstranges oder seiner Zweige angeregt wurde.

Aubert und *G. Röver* z. B. haben in ihren Versuchen gezeigt, daß der sympathische cervicale Strang zentripetale Fasern enthält, welche mit den Blutdruckzentren in der Medulla oblongata in Verbindung stehen. Eine Reizung des zentralen Stumpfes des zerschnittenen am Halse Rami ascendens bei Kaninchen brachte den Blutdruck um 30—40 mm in die Höhe.

Bezold hatte auf den enthirnten Tieren (Hunde, Kaninchen) dasselbe erzielt, als er bei ihnen den proximalen Abschnitt des durchschnittenen Grenzstrang am Halse reizte.

Daß der Halssympathicus zentripetale Fasern enthält, ersieht man auch aus den Versuchen *Paganos*, welcher den Blutdruck nur durch Injektion einer Nitratlösung in A. carotis communis heben konnte, und zwar dann, wenn der Halsstrang an derselben Seite intakt war. Nach Zerstörung desselben ließ sich diese Wirkung auf den Blutdruck nicht mehr erzielen.

In dem Ergebnisse dieses Versuches ist es wichtig festzustellen, daß die Blutdrucksteigerung vermißt wurde, wenn der Halsstrang auf der Versuchsseite zerstört wurde; wären die vasomotorischen Zentren in Medulla oblongata oder in Zwischenhirn bei diesen Versuchen direkt chemisch (d. h. durch injizierte Lösungen auf die Zellen dieser Zentren) und nicht auf reflektorischem Wege von A. carotis communis aus erregt, so wäre der Blutdruck auch dann gestiegen, wenn der cervicale Strang des N. sympathicus zerstört wurde, weil die Filtration chemisch wirkender Stoffe durch die Capillaren und die Wirkung derselben auf die betreffenden Zentren nicht nach Zerstörung des Halsstranges vermindert würde. Aus diesen Versuchen folgt es, daß die sensiblen Bahnen für A. carotis in dem Ramus ascendens gleichnamiger Seite liegen. Um den allgemeinen Blutdruck zu steigern, sollen diese sensiblen Fasern in Medulla oblongata münden, weil das Zentrum für Blutdruck in Medulla oblongata liegt. Denselben Schluß über den Verlauf der zentripetalen Bahnen im Halsstrange kann man auch aus den Versuchen *Sicilianos* ziehen, der bei Zusammendrücken A. carotis communis den allgemeinen Blutdruck steigen sah. Dieser Erfolg aber mißglückte, nachdem der Experimentator das Ganglion cervicale supremum auf der Versuchsseite vorher exstirpiert hatte.

Odermatt hat sich bemüht, die Bahn festzustellen, wodurch diese zentripetalen Bahnen das Gehirn erreichen. Er rief bei dem Tiere den Schmerz hervor, als er die A. carotis communis unter einem starken, intravasculären lokalen Druck ausdehnte. Als er nachher das periarterielle Geflecht abgezogen hatte und denselben Versuch wiederholte, zeigte das Versuchstier keine Schmerzreaktion mehr. (Die Schmerzreaktion fiel auch dann aus, als das Versuchstier lumbalanästhetisch wurde oder auch in dem Falle, wenn eine Atropinlösung in den Stamm

Nervi vagosympathicus injiziert wurde.) Obwohl *Odermatt* die Mündungsstelle und den Verlaufsweg dieser Schmerzbahnen nicht näher feststellte, kann man sich aber ohnedies vorstellen, daß diese zentripetalen Fasern bis zum Gehirn hinauf steigen, und dahin die hervorgerufenen Reizungen hinaufbringen müssen, um das Versuchstier den Schmerz empfinden konnte. Da diese Empfindung ausfiel, nachdem dem Tiere in den Rückgratkanal Stovainlösung injiziert wurde, so läßt sich daraus schließen, daß diese Schmerzbahn durch Cervicalmark verläuft, weil sonst auf die schmerzwahrnehmenden Gehirnteile die Lumbalanästhesie nicht wirken konnte. Ob die Atropininjektion eine lokalanästhetische (Leitungsanästhesie) oder allgemeine narkotische Wirkung hatte, worauf das Tier keinen Schmerz gefühlt hatte, bleibt dahingestellt, weil die allgemeine narkotische Wirkung den Atropinpräparaten immerhin gebührt.

Sicher kann aus den *Odermattschen* Versuchen geschlossen werden, daß die zentripetalen (Schmerz-)Fasern in den periarteriellen Geflechten beginnen und in den Halsstrang und in dem Cervicalmark weiter cerebrālwärts verlaufen. Da die cerebralen Nerven wie Nn. V, IX, X von der A. carotis communis sehr weit hoch liegen, da N. phrenicus mit der A. carotis auch keinen Zusammenhang hat, so bleiben als peripherische schmerzleitende Bahnen nur die des sympathischen Halsstrangs mit ihren Rami communicantes übrig.

Daß der Ramus ascendens N. sympathici zentripetale Fasern enthält, welche unter anderen auch vasosensible Nervenfasern mit den Blutdruckzentren in Medulla oblongata verbinden, folgt aus den Versuchen *Paganos*, welcher durch intraarterielle Injektion von „acide prussique“ in art. carotis communis den Blutdruck steigern konnte, und zwar auch dann, wenn er den kraniellen Teil dieses Gefäßes unterbunden hat, so daß die vasomotorischen Zentren in Medulla oblongata für dieses Mittel unreichbar wurden. Der Blutdruck ist aber nicht hinaufgestiegen, als der Ramus ascendens, das Ganglion supremum und das Ganglion stellatum exstirpiert wurden. Um den Versuch noch weiter zu führen, wurde dasselbe Mittel demselben Versuchstiere aber nur auf der gesunden Seite eingespritzt, wonach die Blutdrucksteigerung wiederum beobachtet wurde. Daraus folgt es, daß der Ramus ascendens und die cervicalen Ganglien mit den vasomotorischen Zentren in Medulla oblongata vermittelt zentripetaler Fasern verbunden sind.

Einige Schlüsse über die Eigenschaft des Ramus ascendens N. sympathici können auch daraus gezogen werden, daß sich zwischen den Zellen dessen Ganglien solche befinden, welche ihrem Aussehen nach mehr den sensiblen, als den motorischen Zellen annähern.

Ramon y Cajal hatte nämlich in diesen Ganglien Zellen gefunden, welche denselben aus den Spinalganglien vollkommen identisch sind. Der Form nach sind diese Zellen also sensibler Natur.

Auch *Dogiel* und einige seiner Schüler fanden auch in den ersten Cervicalganglien sensible Zellen, so daß jetzt kein Zweifel besteht über die gemischte Natur der cervicalen sympathischen Ganglien, wo die motorischen und die sensiblen Zellen nebenan liegen. *Dogiels* Meinung nach haben die sensorischen sympathischen Zellen zwei Fortsätze. Der eine geht aus dem sympathischen Ganglion zu den visceralen Organen herab, der andere steigt dagegen proximalwärts, sogar cerebrālwärts empor.

Dieser Befund *Dogiels* wurde von *Kuntz* (191) bestätigt.

Noch mehr über die zentripetale Leitungsfähigkeit des Ramus ascendens N. sympathici, und zwar besonders bei Menschen spricht der Umstand, daß N. sympathicus in nächster Verbindung mit N. Vagus steht, daß dieser Nerv beim

Menschen deswegen dünner im Vergleich mit ihrem Analogon bei den nieder ihm stehenden Tieren erscheint, weil er einige seiner Fasern dem Ramus ascendens übergibt und daß diese Fasern nur zentripetaler Natur sein können. Der Ramus ascendens zeichnet sich also beim Menschen zum Unterschied von den wenig evolutionierten Rassen durch einen ganz anderen Bestand seiner Fasern aus. Die Möglichkeit dieses Faserübertritts aus N. vagus in den Halsstrang folgt schon aus dem anatomischen Bestandbau des N. vagus-Kernes. Der sogenannte dorsale Vagus Kern enthält nämlich Zellen (*Levy*, S. 368), welche ihre Fortsätze teilweise in den Vagusstamm, teilweise in den Halssympathicus senden. Eine Exstirpation des Gangl. cervical. supremum oder inferius ruft daher eine Reaktion á distance in dem dorsalen Kerne N. vagi hervor. Diese Beimischung autonomer Fasern zu den sympathischen ist leicht verständlich, wenn man daran erinnert, daß sympathische Fasern bei Fröschen im Inneren des autonomen N. vagi gesetzmäßig liegen.

Rörbeck fand, daß in dem dorsalen Vagus kern mehrere Fasern zugrunde gehen, wenn das Ganglion supremum exstirpiert wird, woraus folgt, daß das trophische Zentrum dieser Fasern in dem Ganglion supremum liegt und daß diese Fasern zentripetaler Natur sind; die Annahme, daß diese degenerierten Fasern zentrifugal leiten können, stünde also mit den physiologischen Gesetzen in Widerspruch.

Ebenso müssen auch die Ergebnisse histologischer Untersuchungen von *Huet* und *Onuf-Collins* verstanden werden, wo nach Exstirpation des Gangl. stellatum degenerierte Fasern in der Nähe des Kernes Nervi glossopharyngei festgestellt wurden. *Onuf-Collins*, die sich die Aufgabe gestellt haben, das Verhältnis des sympathischen Grenzstranges zum verlängerten Mark aufzuklären, fanden in dem letzteren bei der Katze in der Höhe der Kerne der Nn. vagi, glossopharyngei, acustici und trigemini Zellenanhäufungen, die mit dem abdominalen Teile des Grenzstranges in Verbindung stehen sollen. Dieser Befund der genannten Autoren war später von *Huet*, *Kohnstam-Wolffstein* bestätigt worden, ohne daß die Autoren sich näher über die Bedeutung dieser Zellenanhäufungen ausgesprochen haben. Natürlich können diese Beziehungen so verstanden werden, daß einige sensible sympathische Zellen, welche in den sympathischen Bauchgeflechten oder in den Cervicalganglien liegen und ihren proximalen Fortsatz cerebralwärts senden, in diesen Zellenanhäufungen eine dem Nucl. sensorius des Hinterhornes analoge Zwischenstation treffen. In diesem Falle werden die diesen Fasern entlang aufsteigenden Reizungen in dieser Zwischenstation differenziert, deren Zellen aber dadurch angeregt oder gehemmt werden, was für die Leistungsfähigkeit der nebenliegenden Kerne der Nn. V—IX, X und anderen Kerne von großer Bedeutung ist. Das Vorhandensein einer solchen Schalt- oder Aufnahmestation steht in vollem Einklang mit den physiologischen Gesetzen. Die Zellenkerne genannter Nerven werden, dank dieser Schaltstation auf eine ganz verschiedene Weise gegen die aufstehenden Reizungen reagieren; die zu starken Regungen werden diese Zwischenstation ganz hemmen ohne daß der Kern des betreffenden Nerven in seiner Tätigkeit auf irgendeine Weise gestört wäre; die wenig intensiven Reizungen werden die Zwischenstation leicht durchströmen und je nach ihrer Intensität die naheliegenden Kerne — den des N. V. inbegriffen — anregen.

Es kann auch angenommen werden, daß diese Zellenanhäufungen trophische Zentren der Fasern sind, welche durch den sympathischen Halsstrang zu den visceralen Organen ziehen. Einige Autoren sind nämlich der Meinung, daß trophische Zentren einiger sensiblen sympathischen Neuronen nicht nur in den spinalen Ganglien, sondern auch im Rückenmark liegen und ihre zentripetale Axiten

in die visceralen Räume durch die im Rückenmark herabsteigenden Bahnen aussendet¹⁾.

Diese Annahme, mit welcher auch *Roux, Laignele-Lavastine* und andere Autoren einverstanden sind, bekommt ihre vollständige Glaubwürdigkeit, wenn man die Embryologie des sympathischen Nervensystems berücksichtigt, die beweist, daß die sensiblen sympathischen Nervenzellen in den Ganglien und Geflechten aus der ependymalen Schicht des Rückenmarks entstanden sind und im Wege einer Migration durch das hintere Horn dahin wanderten. Sich auf diese Daten stützend, kann man leicht eine weitere Schlußfolgerung gelten lassen, daß ein Teil solcher sympathischer sensiblen Zellen bei den Säugetieren, den Menschen inbegriffen, nicht genug Zeit gehabt hatte, die ependymale Schicht der Medulla oblongata zu verlassen, daß sie aber doch ihre sensiblen Axite in die visceralen Höhlen herabsteigen lassen.

Aber auch dann, wenn die erwähnten Zellen in den Versuchen von *Collins, Onuf, Hütt, Kohnstam* zu den motorischen Elementen gerechnet werden sollten, würde ihr Vorhandensein auf der Höhe erwähnter cerebralen Wurzelkerne auch zu dem Schluß ziehen lassen, daß auch zentripetale viscerale Fasern auf derselben Höhe münden sollen, weil der Reflexbogen des sympathischen Nervensystems den Untersuchungen *Bocks* zufolge homosegmentär ist, d. h. die Eintrittsstelle der zentripetalen sympathischen Fasern liegt in denselben Segmente und auf derselben Höhe, wo auch die motorischen zu den betreffenden angehörigen Zellen ihren Platz nehmen. Von diesem Standpunkte aus ist es leicht zum Schlusse zu kommen, daß die zentripetalen den Zellen von *Onuf-Collins* entsprechenden Fasern auf der Höhe der genannten Wurzelkerne V, VIII, IX, X in die Medulla oblongata eintreten und diese Kerne beeinflussen können.

Auch *Huet* stellte nach Exstirpation des Gangl. cervicalis supremi bei jungen Kaninchen Faserveränderungen in Medulla oblongata und in cervicalen Teilen des Rückenmarks fest. Dieser Befund *Huets* muß also so gedeutet werden, daß zwischen den Fasern Rami ascendens N. sympathici auch solche sind, deren trophisches Zentrum im Ganglion supremum liegt, deren Funktion zentripetaler sensibler Natur ist, und welche ihre sensorische Axite einerseits in die visceralen Höhlen hinabsenden und andererseits cerebralwärts gegen die Medulla oblongata richten. Diese Annahme steht im Einklang mit den Ausführungen *Onuf-Collins*, die zum Schluß gekommen sind, daß Fibrae afferentes N. sympathici nicht allein aus den Spinalganglien stammen, sondern auch in den Ganglien und Plexus des visceralen sympathischen Systems beginnen können. Diese sensible n sympathischen Fasern endigen um die Zellen der *Clarkschen* Säulen und besonders um den *Bechterewschen* Kern herum.

Auch die Ergebnisse *Michailows*, Untersuchungen mit Exstirpation des Gangl. stellatum, sind für die Annahme maßgebend, welche besagt, daß die trophischen Zentren der sympathischen zentripetalen Fasern in den sympathischen Ganglien liegen können und die betreffenden zentripetalen Fasern in den Hintersträngen emporsteigen.

Ebenso beweisend lassen für die zentripetale Leitungsfähigkeit des Ramus ascendens und seine (cervicalen) Ganglien auch die mikroskopischen Untersuchungen *Ficks* gelten, und zwar an menschlichen Leichen, wo er reiche Anastomosen zwischen dem Ganglion supremum und Ganglion nodosum N. vagi feststellte. Die Mehrzahl dieser anastomotischen Fasern sind in der Nähe des Ganglion supremum marklos, geben sich aber an der Grenze des Ganglions nodosum

¹⁾ *Lapinsky*: Zentripetale viscerale Bahnen. Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psychiatrie. 1926/27.

mit Markscheiden um und ziehen in dieses Ganglion zentralwärts hin. Ein Teil dieser markhaltigen Fasern wird nun kurz nach ihrem Eintritt in das Vagus-Ganglion unterbrochen, indem sie deutlich die dicken rundlichen Ganglienzellen des Ganglions nodosum umspinnen. Der andere Teil ähnlicher myeliner Fasern geht das Ganglion ohne Unterbrechung, und zwar (*Kohnstam, Mahon* usw.) *cerebralwärts durch die spinale Wurzel N. trigemini durch*. Da nun nach heutiger allgemeiner Ansicht das Gangl. nodosum nur sensible Zellelemente enthält, die vollständig den Spinalganglienzellen der Rückenmarksnerven entsprechen, so müssen die eben beschriebenen Bahnen, die aus dem N. sympathicus stammen, um in den Zellen des Gangl. nodosum umschalten, der Meinung *Ficks* nach, notwendigerweise auch als sensible anerkannt werden.

Was die nähere Natur dieser Fasern anbelangt, meint *Fick*, daß es sich hier um sympathisch-zentripetale Fasern handelt, die sich kurz vor dem Erreichen ihrer Ursprungszelle mit Markscheiden umgeben haben.

In 14 % seiner Fälle fand er eine vollständige innige Verschmelzung des Ganglion supremum mit dem Ganglion nodosum, während die Nervenstämme ober- und unterhalb davon wieder getrennt verliefen. Auf den mikroskopischen aus dem verschmelzten Ganglion gemachten Präparaten fand der Autor die typischen sensiblen Zellen und neben ihnen die multipolaren sympathischen Ganglienzellen, als ob dieses Ganglion für beide Nervenstämme diene, und zwar, als trophisches Zentrum für die sensiblen Neuronen, die auch in Ramus sympathicus ascendens herabsteigen könnten.

Es gibt auch Anastomosen N. vagi mit anderen cerebralen Nerven, so z. B. mit Nn. XI, IX, VII und V, was den zentripetalen sympathischen Nervenfasern die Möglichkeit verschafft, auch auf diesem Umwege die bulbären und cervicalen Zentren zu erreichen.

Diese Details der anastomotischen Verbindung sympathischer Gebilde mit den Kernen und Ganglien einzelner cerebraler Nerven lassen leicht die negativen Resultate an den Experimenten einiger Autoren erklären, welche aus der Anwesenheit oder aus dem Mangel der Fasern-degeneration in Ramus ascendens nach der Fortnahme eines oder mehrerer cervicalen sympathischen Ganglien auf die zentripetale Tätigkeit des Halssympathicus zu schließen suchten. Andererseits ist jetzt leicht verständlich, warum *Huet* bei der Exstirpation des Ganglion supremum und *Collins-Onuf* des Ganglion stellatum degenerierte sympathische Fasern in der Nähe des dorsalen Vagus-kern oder Glossopharyngeuskern fanden. Natürlich verlieren die sympathischen Fasern ihren Titel, wenn sie die Wurzel des N. depressoris oder N. vagi oder Nn. glossopharyngei trigemini, oder hypoglossi benutzen, um den Weg zu den cervicalen und bulbären Teilen des Zentralnervensystems zu finden; es versteht sich aber von selbst, daß die zentripetalen anastomotischen Fasern, welche ihr Zentrum im Gangl. nodosum, Gangl. jugulare usw. haben, ihren proximalen Fortsatz zum oberen cervicalen und verlängerten Mark und ihren distalen Axon in die sympathischen Bahnen schicken, *immerhin zu den sympathischen Gebilden gerechnet werden müssen und die zentripetale Tätigkeit derselben verrichten werden*. Mit Hilfe dieser zentripetalen Bahnen werden die visceralen Reizungen

den bulbären und obercervicalen Zentren zugeführt werden, wobei es für die visceralen Organe vollkommen gleichgültig ist, ob das auf direktem Wege in dem sympathischen Halsstrang oder durch die Wurzeln der Nn. V, VIII, IX, X usw. geschehen wird. Für unser Thema handelt es sich nicht um Titel und Namengebung dieser Fasern, sondern um das Feststellen derjenigen zentripetalen Bahnen, die im Mechanismus der Irradiation am Kopffende bei Erkrankungen visceraler Organe eine Rolle spielen. Auf Grund der hier dargelegten Erwägungen läßt sich eben der Schluß ziehen, daß der cervicale Sympathicusstrang, welcher als eine Verlängerung des Grenzstranges gilt, mit seinen zentripetalen Fasern, seinen Ganglien und deren anastomischen Zweigen genug mit zentripetalen Bahnen versehen ist, um die Hemmungs- oder Aufhebungsvorgänge in der grauen Masse des oberen Cervicalmarkes, des Bulbus und noch höher unter dem Einfluß visceraler Reizungen zutage zu bringen. Wenn man aber das für mangelhaft hält, kommt dazu noch Hilfe von der Seite der Nervi vagi, deren zentripetale Bahnen sich bis zum Colon transversum ausbreiten. (Ob ein Unterschied zwischen zentripetalen Fasern autonomen Systems und solchen sympathischen Systems in ihrer Wirkung bei der Erzeugung *Headscher* Zonen oder in anderen Irradiationsvorgängen wirklich besteht, bleibt dahingestellt.)

Bei dem Abschätzen der bis jetzt an der niederen Tierwelt in dieser Beziehung errungenen Kenntnisse muß es vergewissert werden, daß der sympathische Halsstrang beim höherstehenden Säuger, wie z. B. Hund, Katze, Kaninchen eine ganz andere Bedeutung und andere Bestandteile im Vergleich mit den wenig evolutionierten Tierorganismen haben muß. Noch mehr gilt es, was den Mensch anbelangt. Die Nervenfasern, welche bei primitiven Vertebraten in dem Stamm des N. vagus verlaufen, gehören bei höheren Tieren dem sympathischen System an. Der Vergleich niederer Tiere mit den höher stehenden Typen zeigt z. B., daß die Stammdicke des N. vagi bei dem ersteren die des Grenzstranges überwiegt, bei den besser entwickelten Rassen wird aber das Gegenteil festgestellt: der Halsgrenzstamm wird viel mächtiger im Vergleich mit dem N. vagus.

Eine gegenseitige anatomische Gleichgewichtsabhängigkeit und der beiderseitige Faseraustausch zwischen dem vagalen und sympathischen System lassen auch einige zufällige anatomische Anomalien verständlich machen, wo z. B. der N. vagus dick, während gleichzeitig der Halsstrang dünn ist und umgekehrt. Es ist auch bekannt, daß bei den einzelnen Tierindividuen, wo der N. vagus dick ist, wird sich in proportionalem Maße der Grenzstrang verschmälern und umgekehrt. Bei niederen Tieren, wo der Nerv X dicker ist, steigen seine Zweige tief zu den Eingeweiden herab. Sollte daraus nicht geschlossen werden,

daß dieselben Fasern, welche bei primitiven Tieren im Stamm N. vagi liegen, diesen Stamm bei höheren Tieren verlassen, um sich in die sympathischen Gebilde zu versetzen? Auf diese Weise können verschiedene Anastomosen zwischen Vagus und sympathischem System und zwischen diesem letzteren und verschiedenen cerebralen Nerven erklärt werden, welche in die Kategorie der Anomalien einregistriert werden können, welche aber den sympathischen Fasern (z. B. zentripetalen) erlauben, wenn auch mit Verspätung und auf verfehltm Wege (z. B. durch den Nn. vagus, quintus usw.) ihr Ziel in Medulla oblongata zu erreichen.

Bei dem Urteilmachen über die zentripetale Leitungsfähigkeit des Halssympathicus bei Menschen kann man sich daher nicht besonders streng an die Ergebnisse der Physiologie und anatomischer Untersuchungen an Kaninchen und an anderen niederen Tieren halten, wo der Halssympathicus viel dünner und der Vagus viel dicker als bei höheren Tieren, also auch bei Menschen, sind, weil die Fasern, welche im Vagustamm bei niederen Tieren liegen, bei Menschen in den Halsstrang eintreten. Daraus muß der Schluß gezogen werden, daß der Halsstrang bei Menschen viel mehr zentripetaler Fasern hat, wie es bei Kaninchen, Hunden, welche als Objekt für physiologische Experimente dienen, festgestellt wurde.

Aus diesen Ergebnissen und Erwägungen folgt, daß die erwähnten Teile der Trigeminuswurzel über genug zentripetale Bahnen im N. vagus und in dem sympathischen visceralen System — den Ramus ascendens inbegriffen — verfügen, um von erkrankten visceralen Organen beeinflusst werden zu können. Unter Vermittlung dieser Bahnen können die Headschen Zonen, wie auch alle anderen irradierten Vorkommnisse am Kopfende während der Erkrankung der Fortpflanzungsorgane und anderer Teile der Kleinbeckenhöhle zustande kommen.

Bei primitiven Tierorganismen ist der Quintusnerv den Nerven identisch, die aus den II.—III. Halswurzeln stammen und bei primitiven Vertebraten, Fischen ihre Kiemen und bei höher stehenden Embryonen auch bei den menschlichen ihre Branchialteile innervieren. Da gerade an dieser Cervicalhöhe bei höheren Tierorganismen die Müllerschen und die Wolffschen Kanäle beginnen, welche an der Schöpfung des Genitalapparates teilnehmen, so ist es leicht verständlich, daß die Organe des Kleinbeckens mit Trigeminuswurzeln in einer Fühlung stehen können und ihre Reizung in Schmerzen, im Spiele der Gefäße-, Motilitäts- und Sensibilitätsstörungen am Gesicht zutage treten lassen können. Daß diese caudalliegenden Organe mit den Trigeminuswurzeln in Verbindung stehen können, folgt auch daraus, daß die Radix descendens bei niederen, sogar erwachsenen Tieren viel tiefer caudalwärts in dem Rückenmark herabsteigen kann. Wie be-

kannt, lassen sich beim Frosche die zentripetalen Wurzelfasern des N. trigemini sogar bis zum Lumbalmark herab verfolgen.

Besser, wenn auch gar nicht so gut, wie es wünschenswert ist, sind wir in den anatomischen und physiologischen Daten orientiert, welche den N. trigeminus betreffen.

Vom phylogenetisch-anatomo-biologischen Standpunkte stellt N. trigeminus ein Erzeugnis einer durch Millionen Jahre dauernden organischen Arbeit dar; mehrere Schaffensperioden, Kampf um Dasein, Evolution, Auswahl der Arten, Adaption und andere Kulturfaktore trugen dazu bei, daß ein Nervengebilde mit dem Titel Nervus trigeminus geschaffen wurde, in welchem sich verschiedene Nervenelemente motorischen und sensorischen Charakters zu einem Ganzen und Gemeinsamen ansammelten. Die Elemente verschiedener Funktion und Natur haben, indem sie sich bei den Menschen zusammenkuppelten, versetzten, sich immer und immer weiter entwickelten und spezifierten, zuletzt aus vielen Kernen und Teilen den N. trigeminus geschaffen, welcher die ganze und lange vorausgegangene Geschichte der Zusammenbildung menschlicher vorderer Kopftheile aus einzelnen Metameren aufweist. In seinem ontogenetischen Stande ist dieser Nerv beim Menschen nicht nur sensorischen, sondern auch motorischen Obliegenheiten unterworfen, hat nicht nur seine motorische Faser, wie es sich allen motorischen Nerven geziemt, sondern trotzdem dieser Nerv ein Analogon der anderen sensorischen Nerven, welche ihr trophisches Zentrum nur in Ganglia intervertebralia zu haben pflegen, hat N. trigeminus zwei trophische Zentren für ihre zentripetalen Fasern, und zwar das eine in dem Ganglion Gasseri und das zweite in Gestalt des mesencephalischen Kernes in der Nähe des Aquaeducti silvii. Zahlreiche peripherische Zweige des N. trigeminus enthalten außer ihren eigenen Fasern auch gleichzeitig zentripetale und zentrifugale Leiter anderer nebenliegenden oder von weit gekommenen peripheren Nerven, denen sie eine bequeme Hülle darbieten oder Richtungsschnur angeben: die Geschmacksfasern des N. glossopharyngei, speichelabsondernde und tränenausscheidende Fasern der betreffenden Zentren, Vasomotoren der spinalen und cerebralen sympathischen Zentren usw.

Die zentrale Wurzel dieses Nerven, welche dem Ramus ophtalmica, Supra-maxillaris et mandibularis den Ursprung gibt, ist von einem sehr komplizierten Bau und reicht von der Commissura posterior entlang dem Aquaeductus Silvii durch die Medulla oblongata und bis zur unteren Grenze des zweiten Halssegmentes.

Klinische Besonderheiten einer Erkrankung dieser zentralen Wurzel sind leichter aufzuklären, wenn man sich mit dem anatomischen Bau dieses Nerven bei verschiedenen Tierklassen in aufsteigender Richtung bekannt macht.

Bei Amphioxus z. B., bei welchen die bei höheren Tieren schon im Gebiet des Kopfes liegenden Teile noch am vorderen Rumpfe Platz nehmen, entspricht diese Wurzel des Ramus ophtalmicus der zweiten Körperwurzel und die des Ramus maxillo-mandibularis der dritten Körperwurzel. Bei diesem primitiven Wassertiere gibt es schon ein Analogon des Nucl. mesencephalici in Gestalt eines sensiblen zentralen (spinalen) Kernes, dessen zentripetale peripherische Ausläufer im Stamme des dritten Körpernerven verlaufen.

Eine Cyclostomal Larve hat schon zwei abgesonderte rudimentäre Trigeminuskern, wobei Nucl. ophtalmicus etwas caudalwärts vom Nucl. maxillo-mandibularis liegt. Bei den erwachsenen Cyclostoma-Exemplaren sind diese zwei Wur-

zeln in einer vereinigt, welche in der Medulla oblongata ihren Hauptsitz hat, doch setzt sich die Radix ophthalmica tief in die Medulla spinalis herab, was z. B. in der Ausführung von reflektorischen Muskelbewegungen in den Proximalteilen des Rumpfes von dem Stirnhautgebiet aus bewiesen sein kann.

Bei Plagiostomata ist der Nucl. ophthalmicus von dem Nucl. maxill-mandibularis ganz abgesondert, und zwar liegt er mehr nach vorne von dem letzteren. Bei *Haye* wird die Radix descendens des N. V. von den zentripetalen Fasern der Nn. VII, IX und X begleitet. In dem spinalen Kerne des N. V werden auch aufsteigende Quintusbahnen unterschieden, welche an dem Kern des N. VIII vorübergehen und in das Tectum und die Mittelhirnhaupe eindringen. Der mesencephalische Quintuskern ist bei diesen Tierarten deutlich sichtbar.

Die Teleostiere haben zwei gesonderte Teile im Radix descendens Nervi quinti, wobei der Nucl. ophthalmicus in der Medulla oblongata ventralwärts von dem Nucl. maxillo-mandibularis, und zwar getrennt von demselben zu liegen kommt. Bei *Lopius* liegen diese Zellenaggregate soweit voneinander, daß eine Art Spalte zwischen denselben entsteht, in welche der Radix N. vagi durchdringt. Der Nucl. ophthalmicus setzt sich in das Halsmark unter dem Nucl. maxillo-mandibularis fort. Die Fasern des R. ophthalmicus breiten sich bei Amphibien (beim Frosche) bis zum lumbalen Mark (VIII. Spinalsegment), wobei sich synonyme Fasern beider Nervi quinti auf der Höhe des Calamus scriptoris kreuzen, um sich an die lateralen Säulen des Rückenmarkes anzulegen. Andererseits senden Radices descendentes auch ein Bündel zum Mittelhirn.

Ramus descendens N. V weicht bei Reptilien von einer dorsalen Richtung ab und kommt mit den Zellteilen des Kernes N. X zusammenmischend in die Nähe des Kernes N. X zu liegen. Auf der Strecke zwischen dem motorischen Kerne des N. V und Kernen der Nerven VI, VII erreicht der sensorische Kern des N. V seinen größten Umfang; der Ramus ophthalmicus bedeckt den Kopf des Hinterhorns des ersten Halssegmentes.

Bei Vögeln entsendet der frontale Kern des N. V zwei Bündel: a) Das eine besteht aus dickeren kreuzenden Fasern, die in Substantia reticularis bulbi enden; b) das zweite wird durch feine, ebenso kreuzende, Fasern s. g. tractus quinto-frontalis gebildet und endigt im Vorderhirn. Tractus quinto-mesencephalicus nimmt bei Vögeln die Richtung gegen die tiefe Schicht des Tectum opticum. Vom spinalen Abschnitte des Ramus descendens gehen ebenfalls kreuzende Fasern in der Substantia reticularis hinauf.

In der Klasse der Säugetiere unterscheiden sich mehrere zentrale Quintuskern. Am proximalsten liegt im Hirne der Nucleus mesencephalicus, welcher nach den Untersuchungen von *May-Horsley*, *Willims*, *Johnstein*, *Terni*, *Kosoka* und andere nicht nur sensorische, sondern auch motorische Nervenzellen für peripherische Nervenfasern enthält. Dieser Kern erstreckt sich bei höheren Tieren von der Commissura posterior alba bis zur Austrittsstelle der Radix motoria N. quinti am Pons Varol.

Der nächstfolgende Kern ist der Nucl. frontalis, welcher sich von der Austrittsstelle der Radix motoria N. quinti bis zu den unteren Zellkernen der med. oblongata ausbreitet. Der dritte große Kern, Nucl. spinalis seu caudalis liegt etwas rückwärts von dem frontalen Kern, gleichzeitig stellt er eine Fortsetzung der früher erwähnten Kerne dar und erreicht die obere Grenze des III. Halssegmentes.

Nucl. frontalis et Nucl. spinalis bilden zusammen die absteigende Wurzel des N. quinti. In diesen bulbären und cervicalen Kernmassen, welche dem N. trigeminus gehören, unterscheidet man Zellenaggregate von Nucl. ophthalmicus, Nucl. maxillaris und Nucl. mandibularis, welche als Zentren einzelner Trigeminus-

wurzeln dienen. Die Grenzen dieser Aggregate sind sehr verschwommen, und es kommt auch so vor, daß eine Trigeminiwurzel nicht in einem Kerne, sondern in zwei oder sogar in dreien ihren Ursprung nimmt.

Diese Kerne unterscheiden sich voneinander nicht nur ihrer Tätigkeit nach, sondern auch histologisch. Der spinale Kern besteht aus zahlreichen kleinen Nervenzellen, welche denselben besonders an der Peripherie umlagern, was das äußere Aussehen dieses Kernes demjenigen der Substantia gelatinosa ähnlich macht, oder als Fortsetzung dieser letzteren gelten läßt. Der frontale Kern hat dagegen keine solchen kleinzelligen Nervelemente in seinem Besitz. Der spinale Kern erinnert seiner Struktur nach an den Kopf des Hinterhorns des Rückenmarkes, während der frontale den Stammkernen der Goll- und Burdach-Säulen ganz analog erscheint.

O. Kohnstamm ist der Meinung, daß der sensible Kern N. trigemini überhaupt den hinteren Hörnern des Spinalmarkes identisch ist. Die Axonen des dorsalen Kernes N. vagi gehen durch spinale Wurzel des N. trigemini, und zwar seines ventralen Teils.

Der mesencephalische Kern unterscheidet sich wiederum von den beiden genannten durch seine histologische Struktur.

In den aufgezählten Quintuskernen, welche, wie gesagt, nur als Schaltneurone II.—III. Ordnung betrachtet werden müssen, lösen sich cerebrale und spinale Endungen von drei Hauptzweigen des N. V, d. h. Ramus ophthalmicus, supra-maxillaris und mandibularis auf. Diese Schaltzellen vermitteln also den Zentripetalreizen von der Gesichtshaut aus dem peripheren Quintusneuron sich auf die Schleifebahnen cerebralwärts einzuschalten.

Ramus I hat den breitesten zentralen Kern, der in mesencephalischem Kerne anfängt und sich caudalwärts bis in das Halsmark — obere Grenze des III. Halssegmentes — und sogar tiefer caudalwärts verfolgen läßt. Diese caudale graue Masse bildet seine Hauptlokalisation und trägt daher den Titel des Nucl. ophthalmicus.

Ramus II und III endigen in dem maxillo-mandibularen Kern, welcher in dem allgemeinen Quintuskern viel mehr dorsal und caudalwärts liegt. Ihre proximalste Faser tritt schon auch in dem mesencephalischen Kern und ihre caudalsten Fortsetzungen in den mandibularen, welcher nicht so tief reicht, wie der Nucl. ophthalmicus, aus welchem Ramus I seinen Ursprung nimmt. Es ist festgestellt, daß der Nucl. maxillaris (d. h. Zentrum des Ramus II) enger mit dem Nucl. ophthalmicus, als mit dem Nucl. mandibularis verbunden sein kann; infolgedessen kommt es in manchen Fällen zu einer ganz anderen Dislokation der Trigeminikerne. Anstatt des Nucleus ophthalmicus und Nucleus mandibulo-maxillaris, findet man in solchen Fällen einen Nucl. ophthalmomaxillaris und einen Nucl. mandibularis.

Übrigens gibt es bei verschiedenen Tierarten in dem Hauptkern des N. V auch noch andere kleinere Kerne, so z. B. besitzen die Ameisenbären und andere Tiere mit langer Zunge einen speziellen Nucl. lingualis, welcher in der nächsten Nähe zum fasc. solitarius in der Med. oblongata liegt. Bei den Nagetieren differenziert sich aus dem Nucl. mandibularis ein speziell eingeübtes Zentrum für die Beißmuskulatur. Die Tiervertreter, die mit der Schnauze in der Erde wühlen, und auch diejenigen Exemplare, die auf der oberen Lippe spezielle Tasthaare tragen, sollen auch einen speziellen Kern im Bereich des Mandibularis-Kernes entwickelt haben. Bei den Vogelrassen, die mit einem großen Kamm verziert sind, findet man auch ein spezielles Zellenaggregat in dem Maxillarkern usw.

Diese Aufzählungen zeigen überhaupt, daß der Nucl. N. trigemini nicht einen Kern besitzt, sondern aus mehreren kleinen Kernen besteht, in welchen die peri-

pherischen Trigeminasfasern umschalten. Diese Kerne unterscheiden sich voneinander durch ihre Größe, feine mikroskopische Struktur, durch ihre anatomische Lage, durch ihre Innervationsgebiet, ihr peripherisches Projektionsfeld und wahrscheinlich durch ihre spezifischen Wahrnehmungen. Es ist im ganzen eine große Sammlung verschiedener Zellenkerne, deren spezielles Studium in physiologischem, anatomisch- und klinisch-pathologischem Sinne bei Menschen kaum begonnen ist.

Aus den angeführten vergleichananatomischen Daten folgt, daß der sogenannte Kern N. quinti mehrere Trennungen, Zerteilungen, Verschiebungen und Versetzungen seiner einzelnen Bestandteile und Partikelchen im Laufe mehrerer Weltepochen erfahren hatte, um sich aus der primitivsten Architektonik bei *Amphioxus* bis auf den komplizierten Zusammenbau bei derzeitigen Menschen zu erheben. Als Folge solcher Wanderungen und Verirrungen kann man in dem gesamten Wurzelkern dieses Nerven in ihrem *ontogenetischen* Zustand einzelne kleine Zellen- und Faseraggregate unterscheiden, welche unter anderem auch als kleine sensible Zentren einzelner Hautterritorien am Kopf, entsprechend etwa der Lage und Größe einzelner *Head*schen Zonen im Verbreitungsgebiet N. trigemini geworden sind. Diese Schlußfolgerung steht im Einklang mit den Ergebnissen der *Woodschen* Untersuchungen, welcher meint, daß die Gesichtshaut aus einzelnen schmalen Dermatomen besteht, welche ihrer Innervation nach in Bereich vieler Zweige eines oder sogar mehrerer Nerven zu liegen kommen.

Die erste Besonderheit im Bau dieses Nerven ist die, daß die trophischen Zentren der Trigeminasfasern in zwei Orten liegen, und zwar — erstens — im Ganglion Gasseri, welches als ein Analogon des Ganglion intervertebrale betrachtet werden muß, und — zweitens — im Inneren des Hirnstamms, und zwar in der lateralen Wand des *Aqueductus Sylvii* (*Nucleus mesencephalicus*), wohin übrigens auch die zentripetalen Fasern ziehen, deren trophisches Zentrum sich im Ganglion Gasseri befindet. (Immerhin haben also die sensiblen Fasern des zu beachtenden Nerven nur einen trophischen Punkt, und zwar entweder in dem Ganglion Gasseri oder in dem mesencephalischen Kern.)

Das zweite Charakteristicum des zentralen Quintuskernes, insbesondere dessen *Radicis descendens*, betrifft das Bestehen einer großen Masse kleiner Nervenzellen mit kurzen Axiten (*Fibrae concomitantes* N. trigemini), welche einzelne Teile des Quintuskerns in Zusammenhang bringen.

Drittens — charakterisiert sich *Nucleus N. trigemini*, und zwar dessen *Ramus descendens* auch dadurch, daß er viele kürzere Nervenfasern, sog. sekundäre Bahnen entsendet und aufnimmt, welche in querer und in ventradorsaler Richtung verlaufen, um die Reflexbogen und andere sich ohne Kontrolle des Bewußtseins abspielenden Akte zu bedienen. Außerdem besitzt derselbe Teil des Trigeminskernes auch

lange Bahnen, welche in cerebraler Richtung ziehen und die Trigemiuswurzel mit den höheren Bewußtseinszentren verbinden.

Aus diesen anatomischen Daten läßt sich folgern, daß sich die Hemmungs- resp. Anbahnungsmechanismen in den Fällen, wo solche Prozesse, und zwar unter der Wirkung der von kleinen Becken, Bauch- und der Brusthöhle usw. aus aufsteigenden Reizimpulse, zu erwarten wären, nicht in dem ersten Neuron des Trigeminiussystems (welches sein trophisches Zentrum im Ganglion Gasseri hat), sondern in voller Analogie mit den Rückenmarksvorrichtungen in den Schaltneuronen der Quintuswurzel abspielen sollen, von wo die kurzen und langen sekundären Trigemiusbahnen ihren Anfang nehmen. Diesen sekundären Bahnen, und zwar besonders der langen sekundären Trigemiusbahn gebührt die größte Rolle in den Irradiationsmechanismen am Kopfende speziell im Verbreitungsgebiet des N. trigeminus im Verlauf einiger visceraler Erkrankungen, welchem Spiel das Entstehen der motorischen, vasomotorischen und anderer mehr Ausstrahlungen und auch der *Headschen Zonen* zugeschrieben werden muß.

Ekonomo unterscheidet hier zwei sekundäre Bahnen, und zwar die ventrale und die dorsale Trigemius-Schleifebahnen. *Die ventrale Bahn* beginnt im frontalen Kerne, kommt in die ventrale Hälfte der Medulla oblongata und Pontis Varolii zu liegen, nähert sich an der oberen Grenze der Varoliisbrücke der Raphe, um dieselbe unterhalb des hinteren Vierhügels zu überschreiten, und weiter an der lateralen Seite des roten Kernes vorübergehend im Thalamus opticus endlich abzuschließen. Eine Strecke vor dem Thalamus opticus trennt sich von dieser Bahn ein zentripetal verlaufendes Bündel, welches seine Richtung gegen die grauen Wände des III. Ventrikels und Corpora mamillaria nimmt.

Die dorsale Bahn beginnt in demselben frontalen Kern, zieht aber umgekreuzt und zwar in dem lateralen Haubenbündelchen hin, und tritt zwischen dem Bindearm und dem mesencephalen Kern innerhalb des Haubenfaszikels in den ventralen Kern Thalami optici ein. Der spinale Kern entsendet auch aufsteigende lange Fasern, die sich zusammen mit *Edingers* spinomesencephalischen Bündel nach einer Kreuzung cerebralwärts richten.

Bezüglich der Lokalisation verschiedene Gesichtshautbezirke nimmt man an, daß das Stirngebiet im Cervicalmark und überhaupt in den caudalen Kernen seine sensiblen Bezüge hat, da der Ramus ophthalmicus welcher, dieses Gebiet versorgt, mit den caudalen Kernen in näherer Beziehung steht.

Diese Schlußfolgerung wird auch durch physiologische Experimente bestätigt, wo z. B. eine Reizung der Haut in der Nähe des Augenhöhlenrandes von einer Kontraktion der Halsmuskulatur begleitet wird, welche nämlich von den oberen vorderen Cervicalsegmenten innerviert werden.

Andererseits wurde durch die Experimente *Wollenbergers*, und zwar auf den Kaninchen festgestellt, daß ein Messerstich in das Rückenmark im Gebiete des I. Halssegmentes (Ramus descendens N. V) zum Ausfall der Hautsensibilität an

der Schläfe derselben Seite (umgekreuzt), von der Augenhöhe beginnend, beiträgt. Eine Verletzung auf derselben Höhe, aber näher der Medialfurche des Halsmarkes ruft eine Sensibilitätsstörung an der Nasenwurzel und an der benachbarten Partie der Oberkieferhand. Eine Läsion der Medulla oblongata im Gebiete der Radix N. V auf der Höhe der Pyramiden-Kreuzung verursacht eine Hautanästhesie nach außen von dem Auge; wenn derselbe Eingriff mehr dorsalwärts vollzogen wird, so entsteht das anästhetische Hautfeld unterhalb des Auges. Wenn man die äußere Schicht der Medulla oblongata verletzt, und zwar noch mehr dorsalwärts, so entsteht das Anästhesiefeld auf der Nase und auf der oberen Lippe usw. Aus diesen Versuchen läßt sich folglich schließen, daß der caudale Teil des Ramus descendens dem Ausbreitungsgebiet des R. ophthalmicus entspricht. Dasselbe läßt sich auch aus den klinischen Beobachtungen von *Müller*, *Gowers* und anderen folgern, welche festgestellt haben, daß der Ramus mandibularis mit dem frontalen Kern und Ramus ophthalmicus mit dem caudalen Kern des N. quinti in Verbindung steht.

Damit stimmen auch die Befunde von *Kohnstam-Quenzel*, welche ergaben, daß die Sensibilität des Auges durch einen Zweig der Ramus I N. trigemini bedient wird, dessen trophischer Kern in den Zellengruppen von Locus coeruleus liegt.

Walkenberg behauptet, seinen Experimenten entsprechend, daß zentripetale Fasern aus allen drei Stammzweigen N. V im frontalen sensiblen Hauptkern endigen.

Johnstein, *Terni* und andere wurden dessen gewiß, daß der sensible mesencephalische Kern nur zur Fortleitung des Muskelgefühls beiträgt und die der dritten motorischen Wurzel untergeordnete Muskulatur versorgt. Beim Truthahn ist dieser Kern nicht nur mit dem dritten Ramus, sondern auch mit dem zweiten Trigemini-Stammzweig verbunden.

Für die zentrale Lokalisation sensibler Kerne N. V hat eine große Bedeutung die phylogenetische Entwicklung der Mundhöhle, welche sich bei höheren Tieren aus den Weichteilen des Kopfes entwickelt hat, die bei primitiven Tierorganisationen draußen liegen, aber durch die Adaptionsarbeit hinein in das vordere Ende des primitiven Darmrohres einbezogen worden waren. Während dieser schöpferischen Arbeit kamen die Wurzelfasern des N. V, dessen periphere Teile auch das von den Nerven VII, VIII, IX und X versorgte Gebiet gesamt innervierten, in der Medulla oblongata neben den Kernen dieser zuletzt genannten Nerven in die nächste Nähe zu liegen.

Bezüglich der funktionellen Absonderung in verschiedene zentripetale Trigeminiusbahnen im Cervicalmark und weiter cerebralwärts, nimmt *Woods* an, daß die taktile Sensibilität und das Druckgefühl in voller Analogie mit der Sensibilitätsleitung im Rückenmark, wo diese Sensibilitätsarten von dem Schmerzgefühl und dem Temperatursinn getrennt sind, auch hier andere Bahnen für sich in Anspruch nehmen. Das Druckgefühl und die taktile Empfindlichkeit werden von der Peripherie durch das Gangl. Gasseri in den Hauptkern N. V geleitet, von wo diese Sensibilitätsarten vermittelt der sekundär ventralen kreuzenden Bahn in die mediale Schleife cerebralwärts fortgeführt werden.

Die Schmerz- und Temperaturwahrnehmungen folgen dem peripheren Weg in ähnlicher Weise, schalten sich aber in der Medulla oblongata auf die direkte dorsale Bahn um und erreichen den Thalamus opticus in der Dicke der lateralen Schleife. Demzufolge ist die ventrale sensible Trigeminiusbahn dem Burdachschen und Gollsehen Bündel analog, die dorsale sekundäre Bahn ist mit den anterolateralen Bündelfasern des Rückenmarks identisch.

Im Einklange mit dieser Annahme stehen die Versuchsergebnisse von *Brouwer*, welcher eine Störung des Temperatur- und Schmerzsinnes an der Stirnhaut verzeichnete, nachdem die direkte Bahn der Trigeminiusschleife lädiert worden war.

Diese Ergebnisse erklären auch einige klinische Fälle, wobei sich auf der einen Gesichtseite des Hautareal eine Hyperalgesie (d. h. für Schmerzreizung) zeigt, während auf der anderen eine taktile Parästhesie oder eine taktile Anästhesie zutage tritt. Ein solches klinisches Bild ließ sich z. B. nach dem Abschälen der Tunica albuginea von dem linken an Hydrocele erkrankten Hoden bei einem Fünfzigjährigen feststellen, wobei dieser Zustand 5 Tage dauerte und mit dem Abklingen der traumatischen Reizerscheinungen an den Hoden auslöschte.

Über die anatomische Lage anderer hier in Betracht kommenden zentripetalen cerebralen Nerven I, III, VIII, IX und cervicalen Nerven I, II, III und über ihre gegenseitigen Beziehungen zu dem Kern des Nerven Trigeminus braucht man nicht viel zu sagen. Die Wurzelfasern erwähnter Nerven liegen sehr nahe an Trigeminiwurzel, und es liegt kein Zweifel vor, daß eine gegenseitige Beeinflussung dieser Gebilde ganz leicht möglich ist.

Nicht nur motorische, sekretorische, sensible und andere Irradiationen kommen am Kopfende vor, sondern auch einige Reflexstörungen vasomotorischer Natur.

Über die Gefäßzentren für den Kopf sind wir nicht vollkommen im klaren. Man glaubt, daß das Hauptzentrum für die Gefäße des Kopfes, und zwar das vasotonische im Brustmark liegt. Einige experimentelle und klinische Beobachtungen deuten darauf hin, daß die Gefäße des Gesichtes eine doppelte Innervation besitzen. Erstens werden die Blutbahnen für Gesicht von den spinalen Zentren verordnet, zweitens stehen sie unter der Leitung der bulbären Stationen.

Die Blutzirkulation des Kopfendes des Körpers wird demzufolge vermittelt des Ramus ascendens von dem Cervicalsegment I (*Marinesko-Pahron*), von den Segmenten C. VIII, D. I, II, III (*Budge*), vom C. VIII, D. I, II (*Salkovsky-Brown-Seward*) usw. versorgt. Andererseits sollen sich dabei die Vasomotoren, welche in den verschiedenen cerebralen Nerven liegen, beteiligen. R. meningeus N. vagi z. B. enthält auch vasomotorische Fasern usw. (*Müller, S. 424*). Da bei den von den erwähnten Gelehrten ausgeführten Experimenten die betreffenden Gefäße bald verengt, bald erweitert waren, so haben sie noch spezielle Zentren für Vasodilatation und besondere für Zusammenziehen der Gefäße angenommen. Daß die betreffenden Gefäße unter der Leitung der oberen Thoracal-Segmente stehen, folgt daraus, daß eine Reizung dieser Segmente oder des Ramus ascendens N. sympathici zur Verengung der Kopfgefäße führt. Andererseits wird eine Durchschneidung des Ramus ascendens von einer Gefäßerweiterung gefolgt. Daß aber die betreffenden Gefäße auch den anderen Gefäßzentren untergeordnet sind, geht daraus hervor, daß erstens die Gefäßerweiterung nach dem letzten Eingriff nicht immer zustande kommt, und daß zweitens die Gefäße eine Zeitlang später verengt bleiben (*Piotrovsky*), trotz der Durchschneidung des Hals-sympathicus. In solchen Fällen verlieren sie ihren Tonus erst nach Exstirpation des Gangl. Cervic. superius. Bei einigen Tieren (Katze) bringt auch diese letzte Operation (*Laudenbach, Tschiriew*) keine Gefäßerweiterung nach sich. Diese Zentren N. II für das Kopfende resp. für die Gesichtshaut müssen im Bulbus und Hirnstamm gesucht werden, und zwar wahrscheinlich dort, wo man die vasodilatatorischen Zentren lokalisiert. Die Beweise für eine dilatatorische Funktion

dieser Zentren sind nämlich gar nicht unwidersprechlich und die betreffenden Versuche lassen auch eine ganz andere Erklärung zu. Hierher gehören viele bekannte Beobachtungen, welche dafür sprechen, daß die vasotonischen Zentren im Bulbus liegen.

In ihren berühmten Experimenten reizten *Dastre-Morat* die thoracalen Wurzeln II—V und bemerkten dabei Gefäßerweiterung am Ohre, was sie im Sinne einer Wirkung der Vasodilatoren deuteten. Nach dem Reizen des ganzen Grenzstranges oberhalb des Ganglion stellatum sahen aber diese Gelehrten Verengung derselben Gefäße.

Langley reizte die Vorderwurzel des I. Brustsegment und bemerkte eine unbedeutende Verengung der Gefäße am Ohr, die sich nachher erweiterten.

Joylet reizte mit elektrischem Strome N. infraorbitalis, ohne ihn durchschnitten zu haben, und sah Gefäßerweiterung am Zahnfleisch, Gaumen, Ober- und Unterlippe. Er betrachtete dies als einen Reflex. Später wiederholte er seinen Versuch gemeinsam mit *Laffont*, aber jetzt hatte er diesen Nerv durchgeschnitten und reizte bloß seinen peripheren Abschnitt. Da das Durchschneiden des N. maxillaris superior eine Gefäßerweiterung an der Mundschleimhaut, das Reizen des N. sympathici cervicalis dagegen eine Verengung dieser Gefäße zur Folge hatte, so kamen die Autoren zum Schlusse, daß der Ramus infraorbitalis Vasodilatoren enthält, die dem Ganglion sphenopalatinum und N. vidianum entspringen und daß ihr Zentrum in Medulla oblongata liegt. Da dieselben vasodilatatorischen Effekte auch bei Reizen des N. vidianus zum Vorschein kommen, so meinten die Gelehrten, daß diese Dilatoren für Kopfgefäße der Medulla oblongata entspringen, woher sie auf dem Wege des V., VII. und IX. Nerven heraustreten.

Dastre-Morat reizten nach Durchtrennung beim Hunde des N. vago-sympathicus und des Halsteils des N. sympathicus den proximalen Stumpf des letzteren am Halse und stellten eine Gefäßverengung am Ohre, an der Zunge, an den Tonsillen, — Epiglottis und Gaumen und die Gefäßerweiterung am Zahnfleisch, an der Ober- und Unterlippe und am Gesichte fest. Dasselbe Resultat bekamen die Autoren auch dann, als sie den isolierten N. sympathicus am Halse, unterhalb des Ganglion cervicale superius oder in der Höhe des Ganglion cervicale inferius reizten. Dieselbe Wirkung wurde auch dann beobachtet, wenn der N. vagus am Lacertum fibrosum oder der gemeinsame Stamm des N. vago-sympathicus am Halse durchschnitten und nachher die Wurzel dieser Nerven gereizt wurde. Dieses Ergebnis, d. h. eine Gefäßerweiterung im Gebiete des N. trigeminus bei Reizung zentralen Stumpfes N. vagi oder N. vago-sympathici kann sehr leicht auch durch Annahme eines vasotonischen Gefäßzentrums (nicht aber eines vasodilatatorischen) in Medulla oblongata erklärt werden, welches aber in seiner Tätigkeit von den zentripetalen Fasern vagalen oder sympathischen Ursprungs gehemmt wurden. Die im Trigeminus verlaufenden Vasomotoren bulbärer Abstammung hörten infolgedessen auf, ihnen untergeordnete Gefäße zu tonisieren, was sich in der Gefäßerweiterung äußerte. Unter diesen Bedingungen könnten also auch die vasotonischen Zentren die von ihnen regulierten Gefäße erweitern.

Dieselbe Bedeutung haben auch die Beobachtungen von *RocheFontaine* und *Vulpian*, welche die Verbindungsfaser des Ganglion cervicale superius mit dem N. vagus reizten, wobei sie auch eine Gefäßerweiterung am Gaumen und an den Lippen feststellten, obwohl die betreffenden Gefäße nicht zu dem Innervationsgebiet des N. vagus gehören, sondern dem des N. trigeminus.

Auch dieser Versuchserfolg kann also als ein Hemmungsvorgang in den bulbären vasotonischen Zentren verstanden werden. Diese Hemmung kann durch die zentripetalen Reizungen zustande kommen, welche den genannten zentripe-

talen Nerven und ihre Anastomosen entlang aufsteigend das betreffende Zentrum erreicht und das refraktäre Stadium in demselben verursacht haben. Die Gefäßweiteschwankungen in den Versuchen *Dastre-Morat*, wobei eine schwache Reizung des Halsstranges die Gefäße am Ohre und am Gesicht verengt und eine starke Reizung dieselben erweitert hatte, kann auch durch Mitwirkung bulbär vasotonischer Gefäßzentren erklärt werden, unter der Bedingung aber, daß die schwächeren Reize die vasotonischen Fasern im Ramus ascendens, welche aus dem Brustmark stammen, und die stärkere Reizung die centripetalen Fasern in demselben Ramus ascendens erregten. *Die dem Ramus ascendens applizierte elektrische Reizung hätte also jedesmal eine andere Richtung nehmen sollen.* In dem ersten Versuche, wo ein schwacher Strom die Gesichts- und Ohrgefäße verengt hat, sollte sich die Erregung kopfwärts den zentrifugalen vasomotorischen Fasern des Ramus ascendens entlang ausbreiten und die betreffenden Gefäße auf diese Weise zur Verengerung bringen. In dem zweiten Experimente, wo dieselben Gefäße unter der Reizung eines stärkeren Stroms standen, sollte sich die elektrische Reizung bulbärwärts auf dem Wege der zentripetalen Fasern richten, welche im Ramus ascendens liegen, um sich in der Nähe bulbärer Gefäßzentren aufzulösen. Diese zweite stärkere Reizung hemmt die dazwischenliegenden Schaltzellen, schwächt dadurch den Tonus betreffender Zentren ab und trägt damit bei, die ihnen untergeordneten Gefäße zur Erweiterung zu bringen. Die erste — schwache — Erregung erreichte das bulbäre vasotonische Zentrum, reizte das leicht, war aber nicht imstande, dasselbe zu hemmen, daher der vasoconstrictorische Effekt dieser ersten Reizwelle; die stärkere zweite — Reizung konnte das bulbäre Zentrum gar nicht erlangen, weil sie die zentripetalen (und auch die vasotonischen) Fasern in dem Ramus ascendens müde machte, als Folge davon erweiterten sich die betreffenden Gefäße. *Man kann aber nicht behaupten, daß die einen und dieselben Gefäße unter der Wirkung beider Nervenzentren stehen, richtiger wäre es, anzunehmen, daß die Innervationsgebiete dieser beiden Zentren sich einander decken oder miteinander mischen.*

Um den Versuch mit Gefäßerweiterung günstig dabei ausfallen zu lassen, müßte man nur die richtige Stelle für die Reizapplikation auswählen, und zwar deswegen, weil die zentripetalen Fasern in dem Stamm des Ramus ascendens nicht in seinem Stamm bis zum Gesicht, Mund und Ohr aufsteigen, sondern denselben schon auf der Höhe des Ganglion cervicale superius verlassen, um auf einem anderen Wege (durch cervicale und cerebrale Wurzeln) bulbäre Zentren zu erreichen. Daß dem so ist, daß die Gefäßerweiterung auf diesem Wege und nicht durch eine Beteiligung der Vasodilatoren zustande kam, kann man sich darüber eben aus denselben Versuchen *Dastre-Morat* überzeugen. Nach Durchschneiden des Halsstranges unterhalb des Ganglion cervicale inferius und nachfolgenden Reizen desselben, fand nämlich in den Versuchen dieser Autoren eine Gefäßerweiterung statt; wenn aber diese Gelehrten den oberen Teil des Halssympathicus oberhalb des Ganglions cervicale superius reizten, so entstand nun die Verengerung dieser Gefäße. Den zentripetalen Fasern in dem Ramus ascendens gebührt also eine sehr wichtige Aufgabe, die höher liegenden vasotonisierenden Zentren, und zwar im verlängerten Marke zu beeinflussen.

Das verlängerte Mark, welches als Sammlung verschiedener Zentren auch früher gegolten hat, ist, seit den gründlichen Arbeiten von *Owsyanikoff*, *Dittmar*, *Kohnstam*, *Helweg* auch zu einer Hauptstelle für die Gefäßregulierung, und zwar nicht nur für die Kopfgefäße, sondern auch für die Gefäße des ganzen Körpers geworden.

Brustein nimmt auf Grund seiner eigenen Untersuchung zwei Zentren in der Medulla oblongata an, und zwar das eine für die Gefäßverengerung. Andere Autoren

stellten vasomotorische Zentren auch in den an die Medulla oblongata angrenzenden Gebieten fest. Z. B. *Weber* ist auf Grund seiner Untersuchungen der Meinung, daß vasomotorische Zentren auch oberhalb der Medulla oblongata unweit deren oberen Rande liegen. *Marinesko-Pahron* fanden dieselben an der unteren Grenze des verlängerten Markes. *Spiegel* nimmt an, daß spezielle Zellen in Substantia reticularis medullae oblongatae obwalten, welche die vasomotorischen von Zwischenhirnzentren herabgehenden Leiter unterbrechen und denen gleichzeitig die segmentären Zentren im Rückenmark untergeordnet sind.

Landois anerkennt auch vasomotorische Zentren in der Medulla oblongata, und zwar speziell vasodilatatorische Kernstationen für die Gefäße des Nasenraums, des Schlundes und des harten Gaumens. Da die Beweise für das Bestehen spezieller vasodilatatorischer Zentren einer strengen Kritik nicht standhalten können, da auch der vasodilatatorische Effekt einer Reizung spinaler vasomotorischer Zentren durch Hemmung der diesen Zentren voranliegenden Schaltzellen mit nachfolgender Funktionsherabsetzung der vasotonischen Zentren in den Nucl. intermediäls et lateralis leicht erklärbar ist, wobei eine Annahme gefäß-erweiternder Zentren jeden Grund verliert, so kann man dieselbe erklärungsweise auch für Vasodilatation im Schlund, Nasenraum usw. anwenden und desto mehr, weil sich die von *Landois* anerkannten Gefäßzentren in Medulla oblongata von den segmentären Rückenmarkszentren des Rückenmarks durch nichts unterscheiden. Ebenso wie die vasomotorischen segmentären Zentren die Hautblut-zirkulation an einzelnen Dermatomen dort beeinflussen, so wird auch am Kopfe die Blutzirkulation in einzelnen begrenzten Räumen oder Metameren aus speziellen Zellengruppen in Medulla oblongata reguliert werden. Unter dem Einfluß verschiedener das verlängerte Mark erreichenden Reizungen werden die betreffenden bulbären Schaltneurone gehemmt, geraten in Refraktärstadium; demzufolge werden die bulbären vasomotorischen Zentren jeder Impulse eingebüßt, wobei sich die ihnen untergeordneten Gefäße unter dem Blutdrucke erweitern. Von solchem Standpunkte aus sind die von *Landois* anerkannten vasodilatatorischen Stationen in der Medulla oblongata nichts weiter, als gefäßverengernde Zentren, deren Tätigkeit unter dem Einflusse verschiedener zentripetaler Reizungen in ihrer Ständigkeit verhindert sein kann.

Einige Autoren behaupten, daß die bulbären Zentren nur die Blutbahnen der Schleimhäute in den Knochenräumen des Gesichts, gar nicht aber die Gesichtshaut innervieren und, daß diesbezügliche Hautnervenfaser von N. trigeminus solche Vasomotoren nicht enthalten. In zwei von mir genau beobachteten klinischen Fällen, wo bei der Sektion eine Drucklähmung der proximalsten kraniellen Stammteile des V. und VII. Cerebralnerven links konstatiert wurde, wurde bei Lebzeiten eine starke Parese der Hautgefäße auf der Seite der Lähmung festgestellt. Diese vasomotorische Parese äußerte sich darin, daß die Nadelstiche auf der linken (anästhetischen und paretischen) Seite sehr leicht Blutungen verursachten, während auf der rechten Seite keine solchen beobachtet wurden. Da diese Erscheinung nur im Verbreitungsgebiet des Facialis und in der von N. trigeminus innervierten der Gesichtshaut beobachtet wurde und da nur die Stämme dieser Nerven und nicht die Kopfmarkzentren dabei lädiert wurden, ließ sich daraus schließen, daß die Gesichtshaut in vasomotorischer Beziehung doppelt innerviert wird, und zwar der A. carotis externa entlang aus N. Ramus ascendens und aus den bulbären Zentren, und zwar vermittelt Nn. V und VII.

Ähnliche Gefäßparese und Paralyse der Muskulatur an der rechten Gesichtshälfte habe ich in einem anderen Falle bei Lebzeiten beobachtet, wo bei der Sektion ein Tumor Baseos cerebri gefunden wurde, wobei Nn. facialis, acusticus und A. basilaris zusammengedrückt wurden. Das Brust- und Cervicalmark und der

Halsstrang stellten bei makroskopischen und mikroskopischen Untersuchungen ganz normale Verhältnisse dar. Dieser Fall wies also auf, daß die Vasomotoren in N. VII für die Gesichtsgefäße verlaufen.

Ob die im Kopfmark angenommenen Gefäßzentren dadurch entstanden sind, daß die vasomotorischen Bahnen in der Medulla oblongata eine Unterbrechung oder einen Schaltungsprozeß erlebt hatten, wie das *Spiegel* vermutet, ob diese Stationen mit dem Titel vasodilatatorischer Zentren belegt werden müssen, wie es die Autoren tun, ist gleichbedeutend. In Wirklichkeit liegen die Medulla oblongata spezielle für das Kopfende des Körpers vasomotorische Stationen, die die lokale Blutzirkulation regulieren.

Da der Bau des vasomotorischen Systems, wie es oben mehrfach notiert wurde, metamerische Gefüge trägt, was in voller Analogie mit der Metamerie anderer Körpersphären steht, so kann man auch eine metamerische Anordnung der Gefäßinnervation am Kopfe ruhig annehmen. Wenn diese vermuteten metamere-eingerichteten Gefäßzentren in der Medulla oblongata in ihrem Ganzen oder in ihren kleinen Partikelchen von den visceralen Reizungen beeinflußt werden, wird ihr Tonus im Bereich einzelner Metamere oder kleinster Bezirke derselben schwanken. Periphere Trigeminafasern werden in diesen Bereichen in ihrer Ernährung gestört und dies wird ein genügender Anlaß für das Bewußtsein die dabei zustande kommenden molekulären Faserstörungen zu den neuralgischen Schmerzen am Kopfende, und zwar im Gebiet des N. quinti sogar dessen kleinsten Zweige zu verarbeiten.

Daß in Medulla oblongata Gefäßzentren liegen und nicht etwa bloß die vasomotorischen Leiter von Zwischenhirn durch dieses Gebilde verlaufen, läßt sich auch aus den Versuchen *Owsjannikoffs* schließen. In seinen Experimenten wirkte der elektrische Strom nicht überall der Länge des verlängerten Mark gleichmäßig auf die Gefäßweite der Blutbahnen, sondern nur an einer Stelle, und zwar etwas oberhalb des Calamus scriptorius. Dasselbe hat auch *Brustein* in seinen Kontrollversuchen notiert. Dieser Umstand ist nur dadurch zu erklären, daß es hier zu einer Sammlung vasomotorisch-pflichtiger Zellen gekommen ist, daß es sich dabei um die Reizung eines Zentrums und nicht der zentrifugalen vasomotorischen Leiter handelte. Diese Annahme wird auch durch die literarischen Angaben *Higiers* bestätigt, welche nämlich auf ein Zentrum für Blutdruckschwankungen in der Nähe des Nucl. dorsalis N. vagi, nämlich das autonome Gefäßzentrum hinweisen, welches von überall her reflektorisch beeinflußt werden kann.

Karplus-Kreidl, obwohl sie die höheren vasomotorischen Zentren im Zwischenhirn versetzen, lassen die früher anerkannten Zentren in der Medulla oblongata bestehen. In ihren dazu speziell unternommenen Versuchen auf den enthirnten Tieren fanden sie, daß auch nach vollkommener Durchtrennung des Mittelhirns auf Ischiadicusreizung noch allgemeine Bluterhöhung auftritt. Wenn also, sagen die Autoren in ihrem Artikel, „ein vasomotorischer Einfluß des Hypothalamus durch uns sichergestellt ist, so besteht doch die Lehre vom Vasomotorenzentrum in der Medulla oblongata zu Recht“. Der zitierte Schluß der angeführten Autoren ist desto mehr maßgebend, als es bei vielen Reizungen des Hypothalamus, welche *Karplus-Kreidl* ausgeführt haben, nicht zur Blutdrucksteigerung kam (S. 194).

Dieselbe Bedeutung haben auch Versuche *Bezolds* auf den enthirnten Kaninchen. Die von *Depisch*, *Babinski*, *Senator* mitgeteilten Fälle und auch die Kasuistik aus der älteren Literatur zeigt, daß bei Herden in der Medulla oblongata Störungen der vasomotorischen Innervation im Gesicht (auf der Seite des Herdes) und Extremitäten (auf der dem Herd kontralateralen Seite) zustande kommen. Im Falle *Depischs* wurde eine Temperaturerhöhung der rechten Gesichtshälfte,

Gefäßerweiterung an der Retina derselben Seite und Herabsetzung der Temperatur am Rumpfe, als Folge eines Herdes in der Nähe des *Deiterschen* Kernes beobachtet. *Senator* stellte bei seinen Kranken Herabsetzung der Hauttemperatur an der Gesichtsseite fest, die dem Herde im Kopfmark entsprach usw.

Solche Beobachtungen deuten darauf hin, daß eine oder sogar mehrere Stationen in den erwähnten Teilen der Medulla oblongata und Brücke vorhanden sind, welche eine *spezielle tonisierende oder hemmende Wirkung auf die Gefäßweite im Gesichte haben können*.

Die Blutbahnen am Kopfe werden also von zwei Quellen innerviert. Erstens aus dem Kopfmark und anliegenden Teilen des Cervicalmarkes; zweitens kommen hier verschiedene Segmente des Rückenmarkes in Betracht.

Die Bahnen, denen entlang die Reizungen hinaufsteigen müssen, um die Bedingungen für die Irradiationen, und zwar in Form einer Blutzirkulationsstörung vorzubereiten, verlaufen in den zentripetalen Fasern der Nn. splanchnici majores, in dem Grenzstrang und Hals-sympathicus, Vagus, Glossopharyngeus, Acusticum, Trigeminus, Opticus und Olfactorius und in den oberen cervicalen sensorischen Nerven. Die Reizungen von der Bauchhöhle und von den Kleinbeckenorganen können entweder Nn. splanchnici benutzen oder die Grenzstränge, resp. ihre sensiblen Äste und sensiblen Fasern Nn. vagi. Eine Reizung von Nn. splanchnici kann hauptsächlich auf die vasomotorischen Zentren beziehen, die in oberen Thorakalsegmenten liegen und deren exekutive Faser im Ramus ascendens verlaufen.

Die Reizungen, welche im Falle einer Asthenopie Schmerzen im Verbreitungsgebiet von N. trigeminus hervorrufen, auch Reizungen in Form stark riechender Substanzen oder zu lauter Geräusche oder beim Schlucken von Eisstücken zutage treten usw., müssen, um notwendige Blutzirkulationsschwankungen, Schmerzen oder andere Irradiationen am Kopfe zu verursachen, auf die bulbären vasomotorischen Zentren unter Vermittlung sensibler cerebralen oder oberer cervicalen Nerven wirken. Die Impulse, welche von den visceralen Höhlen steigen, benutzen für ihre Bahn die Grenzstränge (mit Rami ascendens), N. vagi und auch zentripetalleitende Bahnen des Rückenmarkes. Im Falle einer Schmerz-irradiation werden dank der einen oder der anderen Blutzirkulationsveränderung die peripherischen Endungen des N. trigeminus und vielleicht auch die seiner Hüllen in ihrem molekularen Baustande umgestimmt, welcher Zustand, und zwar auch im Bereiche eines kleinen vasomotorischen Metamers, von dem Bewußtsein zum Schmerzgefühl erhoben wird. Bei solcher Auffassung des Zustandekommens der Schmerzen im Gebiete des N. trigeminus läßt sich die schmerzstillende

Bedeutung des Druckes auf den N. occipitalis bei Neuralgia N. trigemini, wie es in einem meiner Fälle vorgekommen, war leicht zu verstehen. Die Druckreizung steigt dabei den II., III. Cervicalwurzeln entlang gegen bulbäre vasomotorische Zentren und gegen dieselben in dem Cervicalmark und bringt sie in eine andere Stimmung. Die dadurch verursachte andere molekulare Strömung in den peripheren Endungen des zu betrachtenden Nerv wird vom Bewußtsein sofort bemerkt und als Schmerzberuhigung aufgefaßt.

Derselbe Mechanismus verursacht auch verschiedene Parästhesien am Gesicht und Kopfschmerzen. Es ist aber auch nicht ausgeschlossen, daß diese Parästhesien durch eine hemmende oder bannende Wirkung aufsteigender Reize auf die sensorischen Zellen des Quintuskerns und anderer sensorischen Cerebralnerven (I, II, VIII, IX, X) zustande kommt. Eine Bannung z. B. dieser Zellen wird sie viel empfindlicher und leitungsfähiger — eine Hemmung sie in dieser Beziehung stumpfer machen, was nicht nur zu den falschen Schlüssen beitragen, sondern auch Parästhesien und Illusionen veranlassen muß. Dieselbe Wirkung der zentripetalen Reizungen auf den Kern eines Nerven, resp. auf ein Zentrum, auf eine Sammlung sekretorischer oder motorischer Zellen muß man auch bei Ticks, Speichelfluß und anderen Irradiationen motorischer oder sekretorischer Natur — und zwar während visceraler Erkrankungen oder Störungen an dem Kopfende selbst — annehmen.

In den Irradiationsmechanismen bei visceralen Erkrankungen spielen der Grenzstrang, Ramus cervicalis, N. vagus, das sakrale autonome System und auch die zentripetalen Fasern der Nn. splanchnici eine große Rolle.

In dem Falle, wo der primäre Fokus im kleinen Becken liegt, stehen dem cerebralwärts von ihm aufsteigenden Impulse zwei Bahnen zur Verfügung, und zwar — erstens — das autonome sakrale System, welches die in ihrem Gebiete entstandenen Reizungen via Sakralmark hinauf fortleiten kann, und — zweitens — das sympathische System resp. Nn. splanchnici, Grenzstrang usw., welche entweder vermittelt des Halsstranges oder durch das Dorsal- und Halsmark den Quintuskern beeinflussen können.

Die den Organen des kleinen Beckens entstammenden Reizungen bedienen sich bei Ansteigung cerebralwärts entweder mit der splanchnischen Bahn, um sich später hauptsächlich in den *rechten Grenzstrang* (der embryologischen Tradition zufolge) auszufließen oder aber sie senden ihre Wellen schon im kleinen Becken meistens in den *linken Grenzstrang*. Die zentripetale Autonomfaser des Sakralnervensystems tritt wahrscheinlich jede in ihre Seite des Sakralmarkes ein und kann,

dieselbe Seite entlang hinaufsteigend, den bulbären Quintuskern auf diese Weise erreichen.

Die Ergebnisse der Embryologie und Anatomie machen wenigstens die Lokalisation der *Headschen Zonen* bald auf der rechten Gesichtshälfte bald auf der linken Seite erklärlich, trotzdem das erkrankte Organ in beiden Fällen immer auf derselben Seite, z. B. in der rechten Hälfte des kleinen Beckens liegt. Dasselbe gilt übrigens auch für das Auftreten der irradierten Schmerzen bald an der rechten, bald an der linken Gesichtseite, während das diese Schmerzen verursachende Organ in der rechten Beckenhälfte liegt. Die zentripetalen Bahnen müssen in dem Schmerzmechanismus, wie auch in der Entstehung der *Headschen Zonen* dieselben bleiben, was aber den exekutiven Apparat anbelangt, welcher nicht nur den Schmerz veranlaßt, sondern gleichzeitig auch die Stelle des irradierten Schmerzes bestimmt, müssen dabei die bulbären Gefäßzentren oder solche in oberen Brustmarksegmenten eine Rolle spielen.

Bei Klarlegung der zentripetalen Bahnen, welche in dem Entstehungsmechanismus der *Headschen Zonen* und auch irradiierter Schmerzen bei Organreizungen am Kopfende teilnehmen, können alle Nervenstämme in Betracht genommen werden, welche ihre Fasern in der Nähe des Trigeminuskern endigen lassen. Da dieser Kern des ganzen Aqueductus Sylvii entlang und bis zu dem unteren Rand des II. Cervicalsegments zieht, so können auch Nn. olfactorius, opticus, trigeminus, acusticus, glossopharyngeus und vagus im Falle ihrer Reizung zur Entstehung *Headscher Zonen* beitragen. Da die Radix ophthalmica und Radix caudata N. trigemini sehr tief herabreichen und daher in nächster Nähe mit den zentripetalen Fasern Nn. vagi und Rami ascendentes zu liegen kommen, so läßt es daraus folgen, daß die Reizungen aus der Bauch- und Kleinbeckenhöhle sich leichter mit den Zonen in dem I. und II. Ramusgebiet, d. h. in den Radix ophthalmica und caudata, als in den Grenzen des III. Trigeminusastes auszeichnen können.

Die Irradiationen der Schmerzen aus dem Bereiche eines Trigeminusastes in solchen eines anderen Zweiges derselben Nerven — läßt es sich von dem Standpunkte der Zirkulationsstörungstheorie damit erklären, daß eine im Gebiet z. B. des Astes I eingewurzelte primäre Reizung zentripetal aufsteigend bulbäre vasomotorische Zentren erreicht und das eine derselben, und zwar das, welches die Gefäße z. B. im Gebiete des Ramus ophthalmicus innerviert, in Schwankung bringt; das letztere antwortet dann mit einer Reaktion, welche von der Rinde als neuralgischer Schmerz des Astes I empfunden wird; wenn das vasomotorische Zentrum erregt wird, welches die Blutzirkulation im Genick, in Oberarm oder in einer ganzen Körperhälfte besorgt, so können dadurch der Schmerz bei einem Leiden in dem Aste II N. trigemini

(Caries dentis) in dem Arm und sogar in der ganzen Körperhälfte empfunden werden¹⁾).

Da die sämtlichen Organe der Brust-Bauchhöhle und sogar auch die der Kleinbeckenhöhle aus dem Kopfe des Embryo, und zwar aus den Hals- oder Oberbrustmetameren entstanden sind, so liegt auf der Hand, daß die Nerven — Halssympathicus und -vagus — mit allen diesen Organen in direkter Verbindung stehen. Da alle diese Organe eines plurimetameren Baues sind und plurisegmental mit dem Rückenmark verbunden sind, ihrer Entwicklung nach zu verschiedenen Körperetagen gehören, dank ihrem endgültigen Sitz aber an anderem Niveau und in einer neuen Ebene zu liegen kommen, so versteht es sich von selbst, daß je nach dem Organ, das krank geworden ist, und je nach dessen zentripetalen Verbindungen mit dem Cervicalmark, Medulla oblongata und Hirnstamm, wird die Reizung bald höher, bald niedriger cerebralwärts hinaufsteigen, um die Trigeminuswurzel an verschiedenen Höhen und Ebenen je nachdem zu treffen. Da die gesamte Quintuswurzel nichts anderes ist, als eine Sammlung sensibler Stationen für einzelne Gesichtsdermatomeren, so trifft die betreffende von ferne kommende Reizung, wenn sie aber nicht in Form einer sehr breiten Welle schreitet, nicht die ganze Wurzel, sondern nur seine eine Partie, seinen einen Kern resp. ein kleines sensorisches Zentrum eines einzelnen Dermatomer oder dessen Teilchen, welches dadurch viel oder weniger stumpf oder empfänglicher und der ihm gehörige Dermatomer hypästhetisch oder hyperästhetisch wird. Daher kommen *Headsche* Zonen, und zwar dem Metamerigesetz gemäß auf eine stereotype Weise an den ganz bestimmten Stellen der Gesichts- und Kopfhaut zum Vorschein. Auf diese Weise lassen sich die Stereotypie und Mannigfaltigkeit der *Headschen* Zonen am Kopfe erklären.

Da diese kleinsten sensorischen Teilchen des Quintuskernes schon von Anfang an mit verschiedenen Teilen der cerebralen motorischen, sekretorischen usw. Nervenkerne verbunden sind, so werden die letzteren dabei auf die eine oder auf die andere Weise beeinflusst, woraus sich verschiedene motorische, vasomotorische, sekretorische und andere Irradiationen, und zwar auch auf einem kleinen Gebiet zustande kommen.

Schlußfolgerung.

Die am Kopfe liegenden Gefäße stehen unter dem Einfluß mehrerer vasomotorischer Zentren. Einige von diesen liegen im Brustmark, andere in den oberen Halssegmenten, Medulla oblongata und noch mehr höher.

¹⁾ *Lapinsky*: a) Über die Schmerzen in der rechten oberen Extremität. Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psychiatrie. **105**. 1926; b) Das Spiel der Gefäßweite während der inneren Krankheiten. Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psychiatrie. 1926; c) Über den Schmerz. Praktitscheskaja medicina 1911.

Ein visceraler pathologischer Prozeß kann sich in den Irradiationen vasomotorischer, motorischer, sekretorischer Art oder in Form irradiierter Schmerzen und Parästhesien, und zwar am Kopfende des Körpers äußern, wobei das Vermittlungsglied dieses Mechanismus in dem sensiblen Quintuskern zu suchen ist.

Die *Headschen* Zonen am Kopfende des Körpers ebenso wie die motorischen, sekretorischen, vasomotorischen und andere Irradiationen sind Folgen einer Hemmung oder Anbahnung einzelner cerebralen Kerne oder Zentren resp. ihrer kleinen Partikelchen.

Der Ramus ascendens des sympathischen Grenzstranges enthält nicht nur motorische Fasern, sondern besitzt auch zentripetalleitende Fasern, welche ebenso, wie auch N. vagus den Weg für die Reizungen bilden, welche aus den Organen des kleinen Beckens der Bauch- und Brusthöhlen aufsteigen.

Literaturverzeichnis.

- Aubert, H.* und *Boever, S.*: Über die vasomotorischen Wirkungen des Nn. vagus, laryngeus und sympathicus. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 1868. S. 211. — *Antona, Antonio d'*: XI. International med. congresso a Roma. — *Anstie*: Lancet. 2, 31/32. 1886. — *Barker*: Protocol of microscopic examination. Americ. journ. of science. 5. 1900. — *Billingsley, P. R.* und *S. W. Ramson*: a) On the number of Nervcelle in the ganglion cervicale. Journ. of comp. neurol. 29. 1918; b) Branches of the Gangl. cervicale superieus. Journ. of comp. neurol. 29. 1918. — *Biondi*: De l'origine d. N. trigeminus. Riv. ital. d. neurop. 6, 293. — *Bochenek*: Racine bulbo-spinal du Trijumeau. Nevrax. 1901. — *Bock*: Folia neurobiol. 1915. — *Boerner*: Semaine médicale. 1888. S. 283. — *Botazzi*: Action du vague et du sympathique. Arch. ital. de biol. 34. 1900. — *Bräckner*: Anat. Anz. 56, 9/10. — *Bregmann*: Motorische und sensible Hirnnerven. Jahrb. d. Psychiatrie u. Neurol. 1899. — *Brouwer*: Bedeutung der Dermatomerie. Folia neurobiol. 9. 1905. — *Brucke*: Beziehungen der sensiblen Nervendigungen zum Entzündungsvorgang. Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmakol. 63. 1910. — *Brünning*: a) Die Lehre vom Bauchschmerz. Klin. Wochenschr. 17, 710. 1924. b) Vagus und Sympathicus. Klin. Wochenschr. 1923. S. 2272; c) Erwiderung. Klin. Wochenschr. 1924. S. 449. — *Brustein*: Vasomotorische Zentren des verlängerten Markes. Neurol. Zentralbl. 1901. — *Buzzard*: Tic. Quains dictionary of medicine. — *Courvoisier*: Beobachtungen über sympathischen Grenzstrang. Arch. f. mikroskop. Anat. 1866. S. 13—44. — *Cushing-Harvey*: a) The taste fidere and their independence of the N. trigeminus. Bull. of the Johns Hopkins hosp. 3/4. 1903; b) The sensory distribution of the first cranial nerve. Bull. of the Johns Hopkins hosp. 7/8. 1904. — *Depisch*: Beitrag z. Pathologie des vegetativen Systems. Wien. Arch. f. inn. Med. 1920. — *Dogiel*: a) Ganglien der Darmgeflechte bei Säugetieren. Anat. Anz. 10. 1895. b) Zwei Arten der sympathischen Nervenzellen. Anat. Anz. 2, 679—867. 1896; c) Feinerer Bau des sympathischen Nervensystems bei den Säugetieren. Arch. f. mikroskop. Anat. 46, 305. 1895. — *Edgeworth*: On a large fibered sensory supply of the thoracic and abdominal viscera. Journ. of physiol. 13. 1892. — *Ekonomo*: Dissoziierte Empfindungslähmung bei Pionstumoren. Jahrb. d. Psychiatrie u. Neurol. 32, 117. 1911. — *Eppinger-Heß*: Tabes dorsalis. Wien. klin. Rundschau 49. 1909. — *Fick, W.*: Zur Kenntnis der vago-sympathischen Verbindungen. Klin. Wochenschr. 1922. S. 1355. —

Förster: Seltener Formen der Tabeskrise. Monatsschr. f. Psychiatrie u. Neurol. 11. — *Fröhse*: Die oberflächlichen Nerven des Kopfes. Berlin 1895. — *Froriep*: Entwicklung und Bau des autonomen Nervensystems. Med.-naturwissensch. Arch. 1, 301—321. 1907. — *Gaskell*: The involuntary nervous system. 1917. — *Generisch*: Exstirpation des Hals sympathicus bei Asthma bronchiale. Klin. Wochenschr. 1924. S. 2001. — *Hamilton*: Dublin journ. of med. science. 1843. — *Hasenbrücken*: Selbständige extracordiale Blutbewegung. Berlin. Klin. Wochenschr. 1919. — *Head*: Die Sensibilitätsstörungen der Haut. Berlin 1898. — *Held*: a) Entstehung der sympathischen Nn. und die Entwicklung des Nervensystems. Leipzig 1909; b) Über Sympathicus. Sitzungsber. Münch. med. Ges. 1909. — *Hellweg*: Studien über den zentralen Verlauf der vasomotorischen Nervenbahnen. Arch. f. Psychiatrie u. Nervenkrankh. 19. — *Higier*: Vegetative Neurologie. Ergebn. d. Neurol. u. Psychiatrie 2. 1917. — *Horsley*: Transact. odontological soc. 1887. — *Huet, W. G.*: a) Zwischenhirn und Hals sympathicus. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 137, 627. 1911; b) De Gevolgen der Exstirpatie van het ganglion supremum colli. Amsterdam. Acad. Bl. 89. 1898; c) De nerveuse Zentre der Pupiledilatie. Psychiatr. en neurol. bladen 5. 1898. — *Huller*: Trigeminiwurzel. Obersteiners Arbeiten 16. — *Jones*: Notes on the Development of the sympathetic nervous system. Journ. of comp. neurol. a. psych. 1905. S. 113—131. — *Jonescou*: a) Klin. Wochenschr. 3; b) Le sympathique. Paris 1923. — *Johnsohn, S.*: On the question of commissural neurones in the sympathetic Ganglia. Journ. of comp. neurol. 29. 1918. — *Johnstein*: The radix mesencephalicus. Journ. of comp. neurol. 19. — *Kappers*: Vergleichende Anatomie. 1. Nn. trigeminus. 1920. — *Kappis*: Bruns' Beitr. z. klin. Chir. 127, 19 bis 21. 1922. — *Kast*: Praktische Bedeutung Headscher Zonen. Berlin. klin. Wochenschr. 1906. — *Kaufmann*: Zentripetale Nerven der Arterien. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 146. 1912. — *Kohn*: Entwicklung des peripheren Systems. Anat. Anz. 27. 1905. — *Kohnstamm* und *Wolfstein*: Anatomie des Kopfsympathicus. Journ. f. Psychiatrie u. Neurol. 8. 1907. — *Kohnstamm*: a) Prädorsale Längsbündel u. N. trigeminus. Psychiatr.-neurol. Wochenschr. 1905; b) Vagusursprung und Kopfsympathicus. Journ. f. Psychol. u. Neurol. 8. 1907; c) Ursprung des N. sympathicus. Psychiatr.-neurol. Wochenschr. 7, 228. 1905. — *Kohnstamm-Quensel*: Physiologische Anatomie des Hirnstammes. Journ. f. Psychol. u. Neurol. 13. 1908. — *Kölliker*: Medulla oblongata und Vierhügelgegend. Leipzig 1901. — *Kossaka*: Cerebrale Trigeminiwurzel. Folia neurobiol. 6. 1912. — *Krause*: a) Neuralgie des Trigemini. Leipzig 1896; b) Münch. med. Wochenschr. 1901. — *Kuntz*: a) The Developpement of the sympathetic nervous system in Birds. Journ. of comp. neurol. a. psychopathol. 20. 1910; b) The developpement of the sympathetic nervous system. in Turtles. Americ. Journ. of Anat. 1911. S. 279; c) The developpement of the sympathetic nervous system in man. Journ. of comp. neurol. 32. 1920; d) The developpement of the sympathetic nervous system in the chick. Journ. of comp. neurol. 1911; e) The evolution of the sympathetic nervous system in vertebrates. Journ. of comp. neurol. 2. 1911. — *Kuntz* und *Ramson*: Experimentals observations on the hystogenesis of the sympathetic trunks in the chick. Journ. of comp. neurol. 32. 1920. — *Landois*: Lehrbuch der Physiologie. 1923. S. 703. — *Langley*: a) On the larger medullated fibers of the sympathetic system. Journ. of physiol. 13. 1892; b) The origin of the spinalcord. Phil. Transact. of the roy. soc. of London. 233, 114. 1892; c) The sympathetic and other related system. Schäffers Physiol. 3, 616. 1900; d) The autonom. nervous system. Brain 26. 1903. — *Lapinsky*: a) Klinische und diagnostische Besonderheiten der Gesichtsneuralgie. Arch. f. Psychiatrie u. Nervenkrankh. 1912; b) Ischias. Arch. f. Psychiatrie u. Nervenkrankh. 67. 1912; c) Über Vasodilatoren. Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psychiatrie. 1926;

d) Schmerzen im rechten Arm. Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psychiatrie 1926; e) Das Spiel der Gefäße. Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psychiatrie 1926; f) Neuralgia N. Palatini. Wratsch. 1912; g) Idiopathische Neuralgie des harten Gaumens. Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psychiatrie 17. 1913; h) Headsche hyperästhetische Zonen. Neurol. Zentralbl. 1913; i) Über das Verhalten der Vasomotoren des Ohres. Neurol. Zentralbl. 1914; k) Der Mechanismus des Schmerzes. Praktitscheskaja medicina 1912. — *Lapinsky-Cassirer*: Ursprung des Halssympathicus. Dtsch. Zeitschr. f. Nervenheilk. 1901. — *May-Horsley*: Mesencephalic Root of the fifth nerve. Brain. 33. — *Moos*: Berlin. klin. Wochenschr. 1884. Nr. 8. — *Müller, E.*: Über die Entwicklung des N. sympathicus und des N. vagus bei den Selachien. Arch. f. mikroskop. Anat. 24. 1920. — *Müller, N.*: Vagus. Dtsch. Arch. f. klin. Med. 101, 475. — *Müller, R.*: Innervation der Hautgefäße des Gesichts aus Gangl. supremus. Vegetatives Nervensystems 1919 — *Neumayer*: Die Histogenese der Spinalganglien und des N. sympathicus. Handb. d. Entwicklungslehre der Wirbeltiere. S. 513—626. 1906. — *Ramson*: a) Studies on the sympathetic nervous system. Journ. of comp. neurol. 29. 1918; b) Introduction of studies on the sympathetic nervous system. Journ. of comp. neurol. 24, 311. 1918. — *Ramson-Billingsley*: a) The superior cervical ganglion and the cervical portion sympathetic trunc. Journ. of comp. neurol. 209. 1918; b) An Experimental analysis of the sympathetic trunk and greater splanchnic in the cat. Journ. of comp. neurol. 29. 1918; c) The thoracic truncus sympathicus, rami communicantes and splanchnic nerves in the cat. Journ. of comp. neurol. 29. 1918. — *Rossi, Ottorino*: On the efferent of the sympathetic nervous system with special reference to the nervi cells of spinal ganglia sending their peripheral processes into the rami communicantes. Journ. of comp. neurol. 34. 1922. — *Schiff, E.*: Vagus und Sympathicus. Klin. Wochenschr. 1924. S. 448. — *Schuh*: Gesichtsnuralgie. Wien 1858. — *Schwald*: The pathology of trigeminal neuralgie. Ann. of surg. Juni 1901. — *Shorpay, Schaffer and Walker*: Does the dysessor contain afferents fibres. Quart. journ. of exp. physiol. 13. 1922. — *Sherrington*: Question of the existance in the dorsal root of fibres havin origin in the spinalcord. Journ. of physiol. 17. 1894. — *Siciliano*: Compression des Carotides. Arch. ital. de biol. 33, 338. 1910. — *Skae*: Haesers Repertorium. 3, 34. 1841. — *Soucques-Hartman*: Conservation de la sensibilité profonde apres la séction du trijumeau. Rev. neurol. 1923. — *Spiegel*: Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psychiatrie 22. 1920. — *Spiller*: Pathologic report on two of the Gasserian ganglia. Coll. of phys. at. Philadelphia. 4. 1900. — *Stiller, B.*: Die nervösen Magenkrankheiten. 1884. — *Wilems*: Les noyaux masticateurs et mesencephaliques de trijumeau chez le lapin. Nevra. 12. 1912. — *Wallenberg*: Spinale Trigeminuswurzel. Neurol. Zentralbl. 1896. — *Woods*: Segmental distribution of spinal roots-nucleus of trigeminus. Journ. of nervus a. mental diseases. 41. 1913. — *Wolkenburg*: Zur Kenntnis der Radix spinalis trigemin. Monatsschr. f. Psychiatrie u. Neurol. 29. 1911; b) Mesencephaler Trigeminusanteil. Folia neurobiol. 5. 1911. — *Vollkmann*: Die Selbstständigkeit des sympathischen Nervensystems. 1848.