

(Aus dem Gerichtsmedizinischen Institut der Stefan Tisza-Universität in Debrecen.
Vorstand: o. ö. Prof. Dr. *Franz Orsós*.)

Die vitale Reaktion des Nervensystems und deren gerichtsmedizinische Bedeutung.

Von
Dr. Franz Orsós.

Mit 8 Textabbildungen.

Die vitalen Reaktionen, über welche ich in früheren Mitteilungen¹ berichtet habe, können sich an den Ganglienzellen, den Achsenzy lindern und dem Gliagewebe des Zentralnervensystems, ferner an den spezifischen Elementen des peripheren Nervensystems, an seinen Endapparaten, sowie am Perineurium manifestieren; sie können hauptsächlich durch metachromatische Färbung (*Mallory, Giemsa, May-Grünwald* usw.) und durch protrahierte Behandlung mit Osmium nach *Kiss* deutlich gemacht werden.

In milderen (vielleicht noch reversiblen) Übergangsstadien der vitalen Reaktion treten in den *Ganglienzellen* Schwellung und Trübung, im terminalen Stadium aber irreversible fibrinoide oder wächserne Koagulation auf. Im Präparat, nach *Mallory* gefärbt, erscheinen das Übergangsstadium, von mir als Koagulation I. Grades bezeichnet, durch dunkelviolette Färbung und Aufhebung der Struktur, - das terminale, als Koagulation II. Grades zu bezeichnende Stadium hingegen durch lebhafte homogene orangerote Tingierung des ganzen Zelleibes charakterisiert (siehe Abb. I, *A* und *B*). In den mit Osmium behandelten Präparaten sind die koagulierten Ganglienzellen schwarz.

Die *Nervenfasern* zeigen im I. (Übergangs-) Stadium Schwellung sowohl der Achsenzylinder als auch der Markscheiden, während im irreversiblen II. Stadium die ersteren aufgefasert oder diskoid zerklüftet sind, die letzteren aber tropfenförmig zerfallen. Im Terminalstadium ergeben die Achsenzylinder ähnliche Farb- und Formstufenfolgen der Koagulation und des Zerfalles, wie beispielsweise verletzte Muskelfasern.

Diese *vitalen* oder *Absterbereaktionen* können gleicherweise durch mechanische, chemische, thermische und spezifisch-neurale Schäd-

¹ 1. Orv. Hetil. **12**, 233 (1933). - 2. Orv. Hetil. **50**, 1170 (1934). - 3. *Anitschkow-Festschrift*. Leningrad 1935. - 4. Orvosképzés **1** (1935). - 5. Beitr. path. Anat. **95**, 163 (1935). - 6. Verh. Ges. ungar. Pathol. **1935**.

gungen hervorgerufen werden; formal erinnern sie an die morphologischen Erscheinungen spontaner Erkrankungen, allerdings mit dem wesentlichen Unterschied, daß zu ihrer Entstehung nicht Tage und Wochen, sondern Sekunden genügen.

Die aufgezählten vitalen Reaktionen des Nervensystems lassen sich bis zu einem gewissen Grade auch im intermediären Leben, und zwar, wie ich in einer früheren Mitteilung (Zieglers Beiträge, Bd. 95) bereits

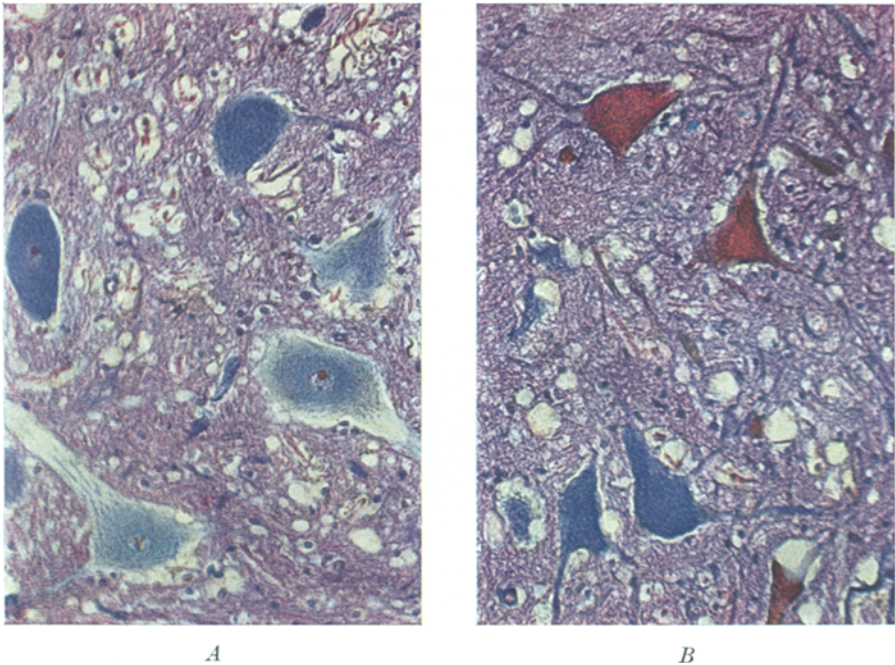


Abb. 1. Motorische Vorderhornzellen aus dem unmittelbar nach dem Tode am Querschnitt mit KOH-Pastille berührten Rückenmark eines Hundes. Mallory-Färbung. A = unten 3 normale, kobaltblaue und oben 2 im I. Grade koagulierte, trübviolette Ganglienzellen; B = unten 2 im I., oben 2 im II. Grade koagulierte, orangerote Zellen. Die geronnenen Ganglienzellen sind auch etwas geschrumpft. Farbplattenaufnahme, Immers. $\frac{1}{7}$, Ok. 6 \times , Kam. 50 cm.

erörtert habe, oft auffallend lange auslösen. Die Nervenzellen unterliegen daher postmortal nicht dem raschen Zerfall, der bisher angenommen wurde. Bloß ihre sensorischen und psychischen Funktionen, nicht aber ihr *vegetatives Leben*, enden gleichzeitig mit dem Tod des Individuums. Nur auf diese Weise ist der Zustand des Scheintodes, sowie die Wiederbelebung nach Erstickungen und nach elektrischen Unfällen zu verstehen. Der postmortale intracelluläre Stoffwechsel beschleunigt den endgültigen Tod der Zelle; wird aber der Zellstoffwechsel durch Betäubung und Abkühlung aufgehoben oder stark herabgesetzt, so kann

das latente Leben der Nervenzellen, insbesondere bei Kaltblütern, beträchtlich verlängert werden.

Die strukturellen Veränderungen, die bei der vitalen Reaktion in den Nervenzellen sich abspielen, geben auch neue allgemeine Aufschlüsse über deren strukturelle Beschaffenheit. Die Frage nach der Struktur der Nervenzelle steht seit Jahrzehnten im Vordergrund der Probleme. Die Forschungen von *Nissl* haben den wesentlichsten Impuls zu den seither unentwegt fortgeführten einschlägigen Studien gegeben. *Nissl* hat, wie wir wissen, den von ihm beschriebenen bzw. klassifizierten charakteristischen Granula (*Lenhosseksches* Tigroid) keine unbedingte vitale Existenz zugebilligt, wohl aber auf Grund ihrer Struktur und Anordnung die Nervenzellen in ein System zusammengefaßt. Dichtigkeit und färberische Intensität der Granula ließen ihn pyknomorphe, apyknomorphe und parapyknomorphe, — die faserige, netzartige usw. Struktur des Spongioplasmas hingegen stichochrome, arkyochrome, arkyostichochrome bzw. gryochrome Ganglienzellen abgrenzen. *Marinisco* und in jüngerer Zeit *Moulin* (1923) geben, gestützt auf ihre nativen Befunde im Ultramikroskop und Ultraviolett, an, daß das Protoplasma der Nervenzellen homogen und fein körnelig strukturiert sei. *Moulin* betrachtet das Spongioplasma der Nervenzellen als „mikrohomogen“ und die *Nissl*schen Granula als das Ergebnis eines postmortalen Niederschlages. Wiewohl die Ansichten dieser Autoren gewissermaßen Allgemeingültigkeit erworben haben, kann ich die Annahme einer mikrohomogenen Struktur des Spongioplasmas nicht akzeptieren, da bei einem Protoplasma, wie jenem der Nervenzellen, welches außer den auch intravital beobachteten Neurosomen des Spongioplasmas überdies Lipoid- und Glykogentröpfchen, Pigment- und Oxydasekörnchen, den Golgi-Apparat, das Holmgrensche Spaltsystem und ein dichtes Netzwerk von Neurofibrillen umschließt, von Homogenität keine Rede sein kann.

Da die Erkennung des Verlaufes und der Phasen der vitalen Reaktionen nur bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Strukturverhältnisse der Nervenzellen möglich ist, haben wir die einschlägigen Untersuchungsreihen in der intermediären Phase sowohl am menschlichen, als auch am Nervensystem verschiedener Warm- und Kaltblüter (Wirbel- und wirbellosen Tieren) ausgeführt. Hier sei bloß über die am Rückenmark des Hundes angestellten Versuche kurz berichtet.

Wenn man das vorsichtig isolierte Rückenmark kurz nach dem Narkosetod (10—30 Minuten nach diesem) im Querschnitt 10—20 Sekunden lang mit Kalilaugenpastille berührt und sodann, nach 24stündigem Aufbewahren bei etwas über 0°, fixiert, so lassen sich am Längsschnitt des veränderten Rückenmarksanteiles nach metachromatischer Färbung (*Mallory*) 5—6 Zonen unterscheiden (siehe Abb. 2 mit Zone 3—5). Am Orte der unmittelbaren Berührung sind die Nervenzellen und Achsenzyylinder sofort, bevor noch irgendwelche nennenswertere Strukturveränderungen an ihnen eintreten könnten, abgestorben. In

Mallory-Präparaten präsentiert sich diese Zone ganz blaßrosenrot und geht allmählich in die folgende, um vieles breitere 2. Zone über, in welcher die Nervenzellen leicht geschrumpft, die Achsenzyylinder hingegen stark gequollen sind, und in welcher sämtliche Gewebselemente einheitlich grünlichblau tingiert erscheinen. Auch in den Nervenzellen zeigt sich eine einheitliche, fein gekörnte Struktur. Eindeutige *Nissl*-Granula sind nicht zu sehen; erst bei starker Vergrößerung des Cytoplasmas ist dessen charakteristische, von feinstem Spaltsystem durchsetzte granuläre Struktur zu erkennen. Hierauf folgt die 3. Zone, welche wohl noch ähnliche Färbung annimmt, deren Ganglienzellkerne aber bereits

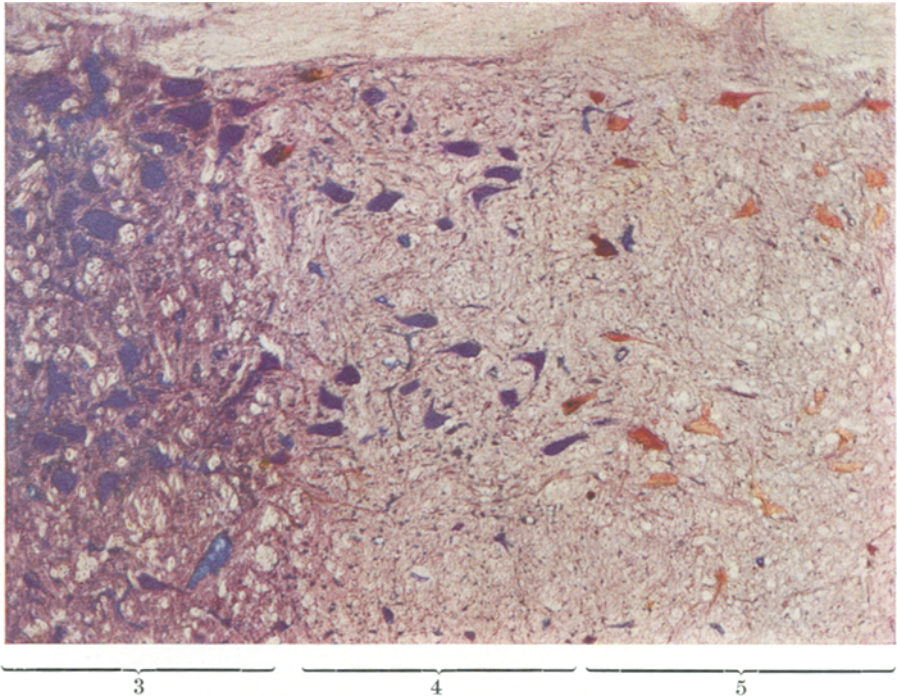


Abb. 2. Übersichtsbild des mit KOH-Pastille berührten Rückenmarks. Die Ziffern bedeuten die im Text gebrauchten Zonennummern. Farbplattenaufnahme, Obj. 3, Ok. 6×, Kam. 50 cm.

dunkler tingiert sind als das Cytoplasma, ebenso wie die hochgradig gequollenen Achsenzyylinder in dunklerem Blau aufscheinen. In dieser Zone hat sich also auf Einwirkung der Lauge im Verlaufe der vitalen Reaktion schon eine gewisse formale und färberische Differenziertheit eingestellt, das heißt die Nervenfasern haben vor ihrer Zerstörung durch die Lauge schon eine gewisse vitale Veränderung erfahren. Die 4. Zone aber zeigt beträchtliche Abweichungen von den bisher beschriebenen; hier kam nämlich die Laugenwirkung nur mehr in eingeschränktem Maße zur Geltung, so zwar, daß der Ausbildung der vitalen Reaktion genügend Zeit und Gelegenheit zur Verfügung stand. Die Ganglienzellen sind hier leicht gequollen, homogen, trüb, nach *Mallory* gefärbt dunkelviolet und ohne jede nachweisbare Struktur; diesen Zustand bezeichne ich als Koagulation I. Grades. Die Achsenzyylinder weisen außer einer sehr hochgradigen, teils einheitlichen,

teils spindelförmigen Quellung ebenfalls dunkelviolette Tingierung, die stellenweise schon in Orangerot übergeht, auf. Die Ganglienzellen dieser Zone entsprechen dem *Nissl*'schen parapyknomorphen Stadium. Die hierauf folgende 5. Zone ist das Terrain der vollkommen ausgebildeten irreversiblen Koagulation II. Grades. Ihre Ganglienzellen sind ebenfalls leicht geschrumpft, vollkommen homogen, strukturlos, ihre Kerne sind nicht zu erkennen, das ganze Cytoplasma ist stark lichtbrechend und, nach *Mallory* gefärbt, samt seinen Ausläufern orangerot. Im

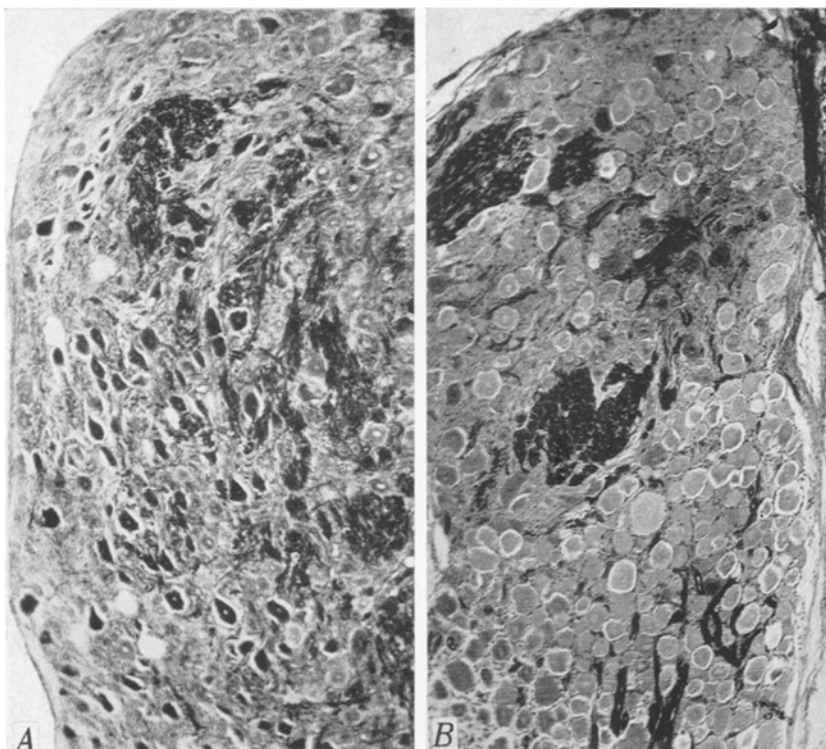


Abb. 3. Interspinalganglien des Huhnes nach der *F. Kiss*'schen protrahierten Osmierung behandelt. A — sofort nach der Tötung fixiertes Ganglion; B — 24 Stunden später fixiertes Ganglion. Näheres im Text. Obj. 3, Ok. 1, Kam. 50 cm.

Sinne der *Nissl*'schen Nomenklatur sind sämtliche Zellen dieses Gebietes als pyknomorph zu bezeichnen. Hierauf folgt eine weitere, die 6., Übergangszone, die im allgemeinen der 4. Zone ähnlich ist, indem ihre Zellen dunkelviolett tingiert und von verwaschener Struktur sind; allerdings ist hier der violette Farbton im Vergleich zu jenem der 4. Zone von mehr rötlicher Nuancierung und überdies sind zahlreiche Zellkerne, wiewohl pyknotisch, jedoch immerhin noch gut wahrnehmbar. Die eben beschriebene 6. Zone geht dann allmählich in die relativ normale Partie, deren Ganglienzellen normale Struktur und Färbbarkeit aufweisen, über: das Cytoplasma ergibt, nach *Mallory* gefärbt, einen blassen, rosenrotvioletten, die *Nissl*-Granula einen kobaltblauen Farbton, während die Neurosomen sehr

winzig, punktförmig und carminrot tingiert erscheinen. Ganz vereinzelt tauchen wohl auch hier dunkler gefärbte violette Zellen auf, sie sind aber bekanntlich auch in dem als intakt anzusprechenden Rückenmark zu finden und dürften meines Erachtens als Produkt der den Tod verursachenden Krankheit oder der Agonie, das heißt als die fast immer vorhandenen Repräsentanten der agonalen Vital-

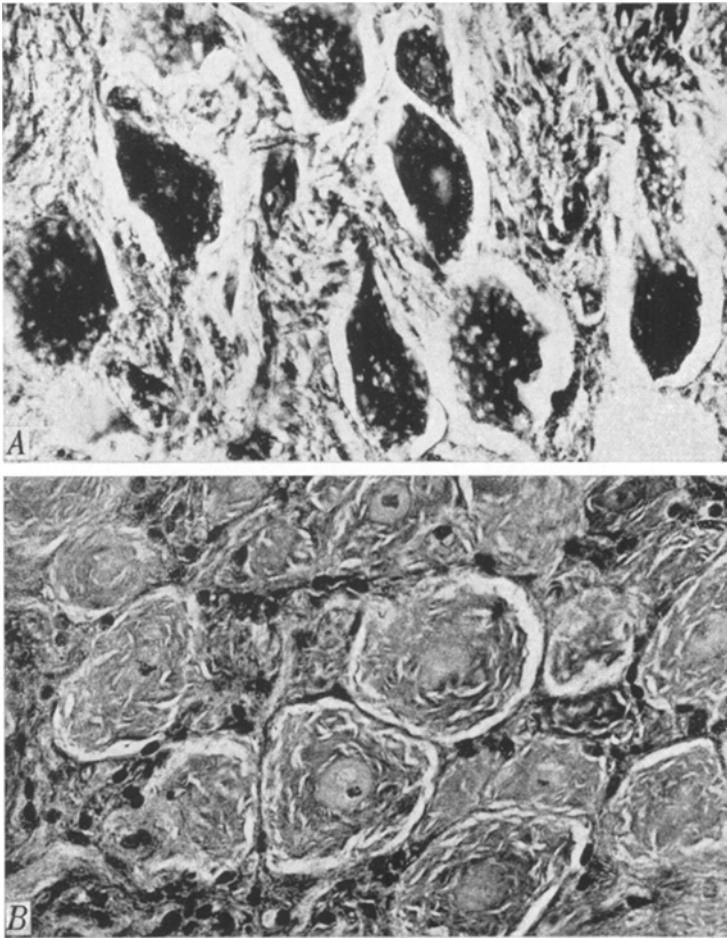


Abb. 4. Zellen der in Abb. 3 dargestellten Schnitte bei stärkerer Vergrößerung. A = sofort fixierte Ganglienzellen; B = nach 24 Stunden fixierte Ganglienzellen. Immers. $\frac{1}{7}$, Ok. 6 \times , Kam. 50 cm.

reaktion aufzufassen sein. — Die *Ganglienzellen*, *Achsenzylinder* und die *extracellulären Neurofibrillen* der 4. Zone nehmen, nach *Weigert* gefärbt, einen dunkel-violetten Farbton an.

Ich habe schon in meinen früheren Mitteilungen darauf verwiesen, daß die *Fixierung lebenden Gewebes* ebenfalls *schwere vitale Reaktionen*

hervorrufen kann. Um die vitalen Reaktionen, die durch Fixierung überlebenden Gewebes ausgelöst werden, aufdecken zu können, haben wir eine ganze Reihe spezieller Experimente ausgeführt. Wir haben z. B. nach Verblutenlassen von Vögeln (Hühner, Enten) die Hälfte der Rückenmarks- und Intervertebralganglien sofort, die andere Hälfte aber nach 24stündigem Aufbewahren im Kühlschrank fixiert. Das Ergebnis, in Abb. 3 festgehalten, ist so auffallend, daß es uns zu einer grundlegenden Revision unserer bisherigen Anschauungen über den postmortalen Zustand des Nervensystems veranlassen muß; es wird aber auch eine Änderung der bisherigen Untersuchungsmethoden am Nervensystem nach sich ziehen. Die Nervenzellen der sofort fixierten Intervertebralganglien befanden sich im Zustande der irreversiblen Koagulation (II. Grades) und wurden nach protrahierter Behandlung mit Osmium (nach *Kiss*) nahezu vollzählig schwarz; im Gegensatz hierzu war von den Nervenzellen der nach 24 Stunden fixierten Ganglien in der Regel nicht eine einzige Zelle schwarz geworden. Auch die Plasmastruktur der Nervenzellen ergab einen wesentlichen Unterschied: das Spongioplasma der schwarzen Nervenzellen in den sofort fixierten Ganglien hatte das Aussehen eines schwarzen, von kleinen runden Löchern durchsetzten Waschschwammes (Abb. 4A). Diese Löcher entsprechen den Zentren größerer *Nissl-Granula*. Das helle Cytoplasma eines Teiles der nach 24 Stunden fixierten Nervenzellen hingegen bestand aus nahezu homogen verteilten allerfeinsten Körnchen (Abb. 5) und in ihrer Mehrzahl präsentiert sich das *Holmgrensche Spaltsystem* mit überraschender Deutlichkeit in seiner wohlbekannten Form (Abb. 4B). Trotzdem kann auch im Cytoplasma der anscheinend homogenen Zellen die stellenweise mehr fibrilläre, stellenweise mehr netzartige Struktur nachgewiesen werden, wie auch bei eingehender Besichtigung, auf Grund der voneinander abweichenden intragranulären Spaltsysteme, die territorialen Grenzen der einzelnen *Nissl-Granula*, namentlich deren zentrale Öffnungen und die intragranulären radiären Ausläufer der letzteren sich auch hier im großen und ganzen absondern lassen. Ein Vergleich dieser feinen Strukturen in Nervenzellen, die unmittelbar nach dem Tode bzw. nach Ablauf der Leichenstarre fixiert wurden, kann auch sehr wertvolle Aufschlüsse über die allgemeine Struktur der Nervenzellen bieten; er eignet sich insbesondere sehr gut zur Aufdeckung der an den letzteren sich abspielenden Veränderungen bei der vitalen Reaktion.

Ich habe auf Grund meiner Versuche die Überzeugung gewonnen, daß die *Nissl-Granula* und das *Holmgrensche Spaltsystem*, aber auch die von *Nissl* und seinen Anhängern abgegrenzten *Granula- und Cytoplasmotypen, Produkte* der in ihren mikroskopischen Formen bisher unbekannten *vitalen Reaktion* sind. In welcher Weise immer man auch die Nervenzellen abtöten mag — ihre Elemente: das Spongioplasma, die Neuro-

fibrillen und die übrigen Zellbestandteile werden je nach der Art und namentlich nach dem Maße, sowie dem zeitlichen Ablauf der letalen Einwirkung vital reagieren. Eine mildere Noxe wird zu einer reversiblen

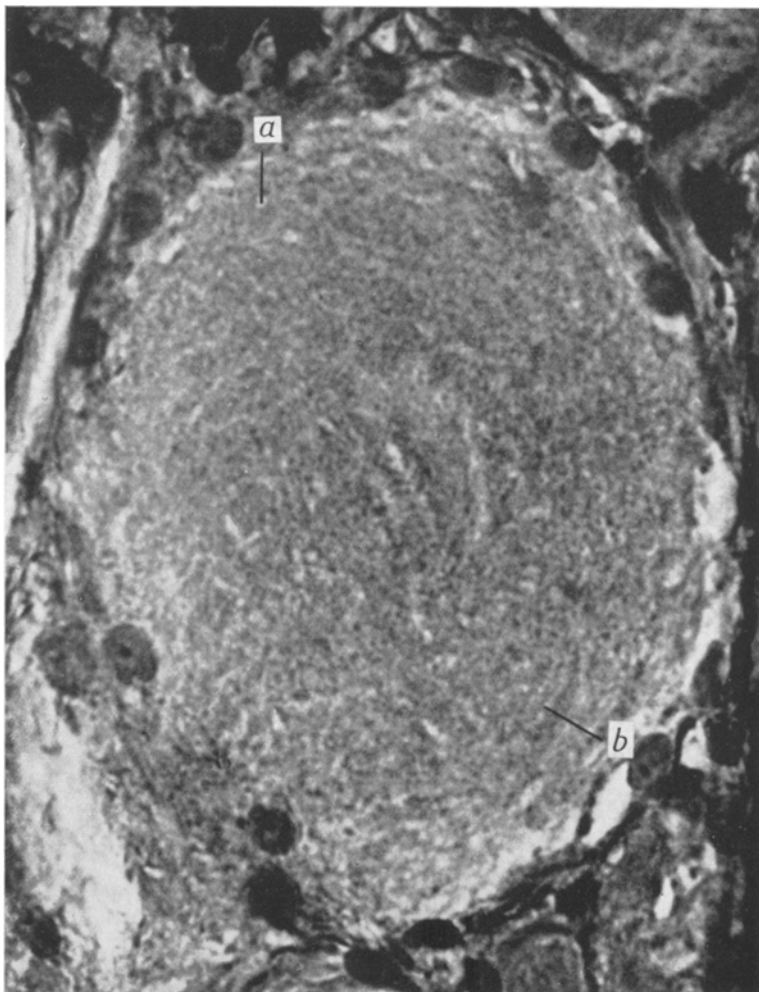


Abb. 5. Scheinbar gleichmäßig gekörnte Ganglienzelle aus dem in Abb. 3 B dargestellten Schnitt bei $\frac{1}{12}$ app. Immersionsvergrößerung. *a* - zentrale Lücke einer Nissl-Scholle im Querschnitt; *b* - im Längsschnitt.

Veränderung führen, auf welcher der parapyknomorphe Zustand (Koagulation I. Grades) beruhen dürfte. Schwerere Noxen hingegen werden irreversible Koagulation (II. Grades), Zelltod, bewirken. Wir können, je nach dem Grad der Reaktion, die nach Eintritt der vitalen Reaktion

sich vollziehende Umgruppierung und territoriale Verdichtung der Neurosome bzw. der chromatophilen Körnchen, ferner die Ausbildung größerer Granulaanhäufungen und gleichzeitig das Manifestwerden der metachromatischen Färbbarkeit beobachten. Im Endergebnis sehen wir also auch im Cytoplasma der Nervenzellen die gleichen Erscheinungen auftreten, wie wir sie bei Besprechung der vitalen Reaktionen an der Muskulatur früher schon erörtert haben. Ich habe schon seinerzeit darauf hingewiesen, daß im Endresultat jedwedes Protoplasma in ähnlicher Form und mit ähnlicher Färbung reagiert, daß aber in der spezifisch differenzierten Substanz der Muskulatur die in Frage stehenden Erscheinungen gewissermaßen in vergrößerter, der morphologischen Analyse viel zugänglicheren Form studiert werden können.

Wir haben zahlreiche Versuche an solchen Hunden ausgeführt, welche gelegentlich andersgearteter Experimente im Physiologischen Institut narkotisiert und sodann mittels intrakardialer Chloroforminjektion getötet wurden. Unsere eigenen Versuche haben wir 10–30 Minuten nach Eintritt des Todes, und zwar unter Anwendung mechanischer, chemischer thermischer und elektrischer Läsionen, vorgenommen. Die sehr interessanten vitalen Erscheinungen, die am Orte der Einwirkung zur Beobachtung kamen, sollen hier vorläufig nicht besprochen werden; es sei bloß hervorgehoben, daß uns schon beim ersten dieser Tiere die durch die intrakardiale Chloroforminjektion gesetzten, sehr schweren vitalen Fernwirkungen aufgefallen waren. Es ergab sich nämlich, daß die *intrakardiale Chloroforminjektion* schon an sich, und zwar je nach der verwendeten Chloroformmenge und der Empfindlichkeit des Nervensystems der Tiere, in wechselnder Intensität und Ausdehnung agonale vitale Reaktionen hervorruft, die das gesamte Zentralnervensystem betreffen.

In der Hirnrinde sind sowohl unter den kleinen als auch den großen Pyramidenzellen, außer den normalen, verstreut auch dunkelviolette und orangerote zu sehen, deren Struktur vollkommen homogenisiert ist und nicht einmal die Kerne erkennen läßt. Häufig sind schwere Veränderungen im Ammonshorn nachzuweisen, wo in manchen Gebieten die Nervenzellen nahezu vollzählig der Koagulation II. Grades anheimgefallen sind. Im Kleinhirn erweisen sich die Purkinjezellen als die empfindlichsten; in manchem Gesichtsfeld erscheinen bloß ihre Kerne einheitlich orangerot, während der Zelleib zunächst noch dunkelviolett ist; anderwärts hingegen, in Gruppen oder vereinzelt, ist bereits der ganze Zelleib samt seinen Ausläufern vollkommen homogenisiert und orangerot gefärbt. In der Kernschichte sind die koagulierten Zellen in Form verstreuter kleinerer Anhäufungen zu sehen. Im Mesencephalon, an der Radix descendens des Quintus, zeigen die großen Ganglienzellen, welche an der Grenze der den Aquaeductus Sylvii umsäumenden grauen Substanz halbmondförmig angeordnet sitzen, besonders deutlich die verschiedenen Grade der Koagulation. In einzelnen Fällen, in welchen die intrakardiale Dosis vermutlich größer war, war nicht nur die Wirkung des gelösten, sondern auch des zu mikroskopischen Tropfen emulgierten Chloroforms zur Geltung gekommen. Hierbei waren nämlich in der grauen Substanz der ver-

schiedenen Gehirnpartien auch Capillarwände und Gliagewebe in Form mehr oder weniger großer Inseln koaguliert, acidophil tingiert, sowie sämtliche in dieses Gebiet eingeschlossene Glia- und Ganglienzellen homogenisiert und orangerot gefärbt.

Diese bei intrakardialen Chloroforminjektionen gewonnenen Erfahrungen müßten beherzigt werden, wissen wir doch, daß auch beim Menschen der Versuch gemacht wurde, das Narkosemittel intravenös anzuwenden. Es sei übrigens gleich hier bemerkt, daß ich ähnliche vitale Veränderungen am Nervensystem wie nach intrakardialer Chloroforminjektion auch bei Kindern, die am ersten Tag nach *akuter Laugenvergiftung* verstorben waren, feststellen konnte. Die fibrinoiden Herde des Grundgewebes konnte ich auch hier auffinden, sie waren in den Oliven in besonders schwerer Form vorhanden.

Von den Versuchsergebnissen an *Kaltblütern* seien hier nur zwei Daten angeführt. Die Hautdecke des Welses enthält bekanntlich auffallend große sog. Kolbenzellen, in deren anscheinend homogenem Protoplasma-leib auch Neurofibrillen sich verzweigen. Diese Zellen werden als Tastendapparate angesehen. Nach Schädigung durch die mehrfach genannten Noxen kommen in jeder einzelnen dieser Kolbenzellen für sich die an den Muskelfasern, Ganglienzellen und Nervenfasern beobachteten Farbreaktionen zur Ausbildung. Wenn man beispielsweise die Haut dieses Tieres mit Säure oder Lauge berührt, so wird das äußere Ende der Kolbenzellen nach Mallory-Färbung zinnoberrot; auf diese Zone folgt eine dunkelviolette, sodann eine blauviolette, während der Zellgrund noch normalen Farbton aufweist. Die für die vitale Reaktion charakteristischen Farbenskalen können also selbst im Cytoplasma einer einzigen Zelle durchgehend verfolgt werden, sofern es sich nicht um einen heftigen Reiz handelt, welcher die Koagulation der Gesamtzelle bewirkt. Das beim Wels mit dem Mesencephalon im Zusammenhang stehende mächtige Ganglion des 5. Nervenpaares zeigt bei dem z. B. durch Schlag auf den Kopf getöteten Tier am markantesten die verschiedenen Grade der vitalen Reaktion. Die zentral gelegenen Zellen sind am schwersten verändert: sie sind vollkommen homogen, orangerot, kurz: im II. Grade koaguliert, aber auch die Bindegewebshüllen sind metachromatisch rot tingiert. Gegen die Peripherie zu ist die Reaktion in ihren sämtlichen Übergängen vorzufinden, dabei kann beobachtet werden, daß die Koagulation II. Grades, d. h. die acidophile Färbung, das einmal im Kern, das anderemal im Spongionplasma oder in den Granulis zuerst in die Erscheinung tritt.

Die Koagulation ist demzufolge nicht an irgendeinen bestimmten Zellbestandteil gebunden, sie kann vielmehr an jeder beliebigen corpusculären oder humoralen Komponente der Zelle primär manifest werden. Dieser allgemeine Charakter der Reaktion ist von weittragender Bedeutung, weil er beweist, daß die an der Nervenzelle einsetzende vitale

Reaktion, über einen gewissen Grad des Reizes hinaus, sämtliche Elemente und Funktionen dieser Zelle, und zwar anfänglich bloß reversibel, später irreversibel, zu beeinflussen imstande ist. Es dürfte von gewissen Bedingungen abhängig sein, welcher Zellbestandteil: Kern oder Protoplasma, zuerst geschädigt wird; bis jetzt gelang es mir noch nicht, diese Frage zu klären.

Um die Bedeutung der vitalen Reaktionen am Nervensystem für die gerichtliche Medizin zu beleuchten, seien nachfolgend einige Beispiele aus meinen zahlreichen diesbezüglich bearbeiteten Fällen mitgeteilt:

Die Reaktion kann sich auch an den *Endapparaten* äußern. So konnte ich z. B. an Pacinikörperchen in Strangulationsfurchen beobachten, daß die konzentrischen Membranen auf der einen Seite zusammenhafteten, miteinander koagulierten und dementsprechend eine sehr ausgesprochene orangerote Metachromasie aufwiesen. Sehr interessant ist das Verhalten der *Muskelspindeln*; ich konnte an ihnen sowohl nach mechanischem, als nach elektrischem Trauma eine ganze Reihe von Veränderungen beobachten. An den dünnen Muskelfasern der Muskelspindeln wiederholen sich die gleichen Kontraktions- und Koagulationserscheinungen wie an den weitaus dickeren Skelettmuskelfasern. Bei Verletzungen durch elektrischen Strom kann man auch an den Muskelfibrillen der Muskelspindeln die diskoidale Zerklüftung beobachten. Überdies verdient das sehr interessante Verhalten der mächtigen konzentrischen Lymphkapseln der Muskelspindeln Beachtung; diese sind oft auffallend erweitert und von eingedicktem Plasma, das in Mallory-Präparaten durch seine Lebhaftlila-färbung hervorsticht, erfüllt. Die Hüllen aber können sämtliche Abstufungen der Verdichtung, Schrumpfung, Koagulation und dementsprechend des Überganges ins Carmin- und Orangerote aufweisen.

Die schwersten Veränderungen an den *peripheren Nerven* habe ich nach Traumen durch elektrischen Strom gesehen.

Ein 27 jähriger Mann (L. J., klin. Sect. 23. II. 1935), der in selbstmörderischer Absicht eine Stromleitung von 15000 V anfaßte, hatte an den Unterarmen die charakteristischen, bis an den Knochen reichenden und verkohlten Substanzdefekte erlitten. An den *Nerven* der amputierten oberen Extremitäten waren die verschiedensten Grade der vitalen Reaktion zu beobachten. In den leichter veränderten Nerven sind das Peri- und Endoneurium, ferner die *Schwannschen* Scheiden homogenisiert, aber lebhaft blau tingiert, die Markscheiden homogener und lebhafter rot gefärbt, die Achsenzylinder von ungleicher Dicke und zum Teil ungewöhnlich rot, zum Teil violett. In den schwerer veränderten Nerven hingegen erscheinen das Perineurium und die *Schwannschen* Scheiden bereits koaguliert und von carminroter Farbe. Die Markscheiden sind überaus stark gequollen und violett, zum Teil körnelig zerfallen, an den Achsenzylindern aber sind bald zylindrische, bald spindelförmige Wülste zu sehen, desgleichen sind sie bald violett, bald orangerot tingiert. In den am meisten veränderten, aber noch nicht angebrannten Nerven sehen wir die *Schwannschen* Scheiden aufgelöst, die Achsenzylinder schollig

zerfallen, die Struktur der Markscheiden verwaschen und zwischen den *Schwann*-schen Scheiden winzige zinnberrote Körnchen angehäuft (Abb. 6). In den Längsschnitten zeigen sowohl die gequollenen Achsenzyylinder, als auch die Markscheiden eine ähnliche diskoide Zerklüftung wie die quergestreifte Muskulatur bei der schweren *Zenkerschen* Entartung (Abb. 7).

Die Veränderungen können auch in den *peripheren Ganglien* sehr schwere sein.

Bei dem obenerwähnten 27jährigen Selbstmörder z. B. ist das Bindegewebsstroma in den Intervertebralganglien des 4. und 5. Halswirbels koaguliert und

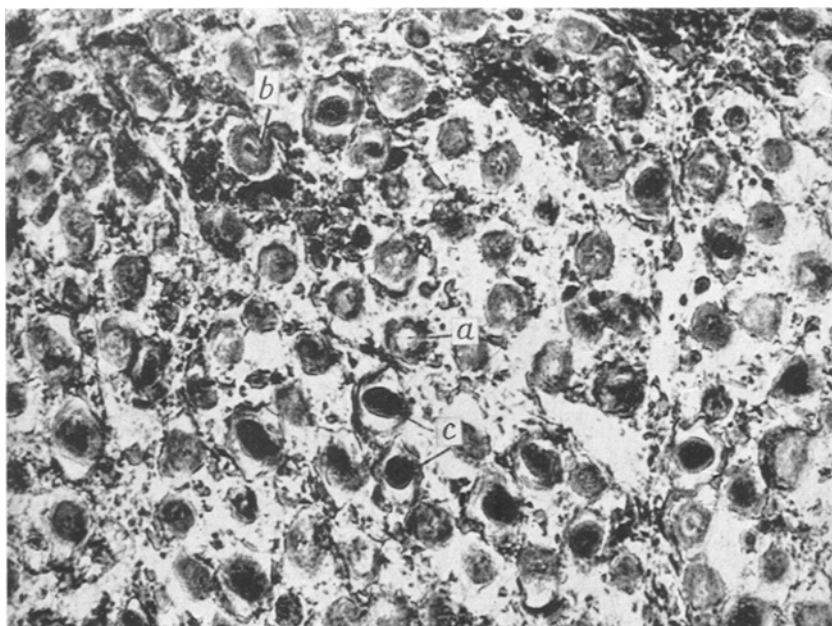


Abb. 6. Querschnitt des durch Starkstrom schwer verletzten Nerv. medianus. Mallory-Färbung. Die *Schwann*schen Scheiden sind zerfallen, um ihre Trümmer herum liegen kleine zinnberrote Körnchen. Die Markscheiden sind gequollen, einzelne von ihnen sind leer (a), in anderen liegen verdünnte (b) oder stark gequollene (c) Achsenzyylinderreste. Immers. $\frac{1}{7}$, Ok. 6 \times , Kam. 50 cm.

von lebhaft korallenroter Färbung. Die Ganglienzellen aber weisen sämtliche Grade der Reaktion bis zur vollkommenen und homogenen Koagulation auf. In den schwerst veränderten Ganglienzellen sind weder Kern noch Granula nachweisbar; nach *Mallory* gefärbt, zeigt der ganze Zelleib die gleiche Homogenität und gelbe Tüngierung wie die wädhsernen Muskelfaserabschnitte. Mit Hämatoxylin-Eosin nehmen die im I. Grad, insbesondere aber die im II. Grad koagulierten Ganglienzellen Blaufärbung an, ihre Kerne sind geschrumpft, pyknotisch und kaum größer als intakte Nucleolen.

Die in forensischen Fällen beobachteten vitalen Reaktionen an *Gehirn* und *Rückenmark* seien an je einem Beispiel demonstriert; nebenbei ist auch der Befund an den peripheren Ganglien angeführt. — Bei sämt-

lichen Formen des *Erstickungstodes* sind im Nervensystem I.- und II.-gradig koagulierte Ganglienzellen zu finden. Der Nucleus ruber, das Kleinhirn, die Oblongata, die spinalen und sympathischen Halsganglien enthalten fast immer solche Ganglienzellen.

1. *Ertrinkungstod*. (M. S., 31-jähriger Mann, Polizeil. Obd. 10. VI. 1935.) In den Gasserschen Ganglien und den Spinalganglien im allgemeinen sehr wenige I.-gradig, bloß in den Lumbalganglien spärliche II.-gradig koagulierte Ganglienzellen. Hingegen in den Nervenwurzeln des Rückenmarks Plasmainfiltration (im Mallory-Präparat Lilafärbung). In den sympathischen Halsganglien sehr spärliche II.- und I.-gradig koagulierte Zellen.

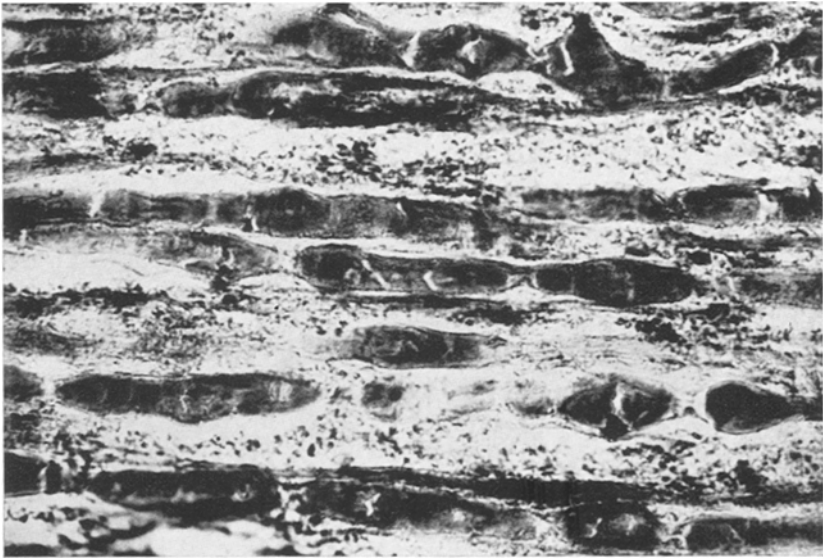


Abb. 7. Längsschnitt des durch Starkstrom verletzten Nerv. medianus. Näheres im Text. Vergrößerung wie bei Abb. 6.

2. *Erstickung infolge Erdrückens*. (J. N., Mädchen, 13 Monate alt. Ger. Med. Obd. 9. VI. 1935.) Wurde von der geistesschwachen Mutter im Schlaf erdrückt. Im Nucleus ruber links wenige, rechts die Mehrzahl der Ganglienzellen im II. Grade koaguliert. Zahlreiche Ganglienzellen des Pons zeigen Koagulation II. Grades, in der Olive, namentlich auf der einen Seite, viele I.-gradig und spärliche II.-gradig koagulierte Ganglienzellen; auch in den übrigen Kernen der Oblongata sind vereinzelte Zellen zu finden, die Koagulation II. Grades aufweisen.

3. *Selbstmord durch Erhängen*. (L. K., 74-jähriger Mann, Polizeil. Obd. 4. V. 1935.) In den mittleren interspinalen Halsganglienpaaren sehr zahlreiche Ganglienzellen mit Koagulation II. Grades, während solche in den beiden untersten Ganglienpaaren fehlen. Im Stroma des Ganglion fusiforme, das in die Strangulationsfurche fällt, ausgedehnte Metachromasie, in zahlreichen Ganglienzellen Koagulation II. Grades; hingegen waren in dem viel tiefer sitzenden Ganglion stellatum nur mehr wenige Ganglienzellen mit Koagulation I. Grades zu finden.

4. *Kohlenoxydvergiftung.* (J. F., 16jähriger Jüngling, Polizeil. Obd. 20. V. 1935.) Im *Gyrus centralis anterior* in mäßiger Anzahl I.-gradig und sehr spärlich II.-gradig koagulierte Zellen. In der Rinde der *Insula* wenige, in den untersuchten Anteilen der Stammganglien sehr spärliche Zellen mit Koagulation I. Grades. In der grauen Substanz des Pons zahlreiche Zellen mit Koagulation I., sehr spärliche mit einer solchen II. Grades; besonders zahlreich sind koagulierte Kerne. In der Rinde des *Kleinhirns* und im Nucleus dentatus wenige I.-gradig, und sehr spärliche II.-gradig koagulierte Zellen. Die *Oliven* enthalten wenige I.-gradig, der unterste Anteil der *Oblongata* hingegen wenige II.-gradig koagulierte Ganglienzellen. Im Halsanteil des Rückenmarkes, namentlich auf der einen Seite, sind sehr zahlreiche motorische und vegetative Ganglienzellen im Stadium der II. Koagulation vorhanden, im dorsalen Anteil hingegen keinerlei veränderte Zellen nachzuweisen. Der lumbale Anteil weist wieder viele I.- und II.-gradig koagulierte Zellen auf. In den *Gasserschen Ganglien* sind die I.-gradig koagulierten Zellen nur spärlich, pyknotische Kerne jedoch zahlreich vertreten, II.-gradig koagulierte Zellen überhaupt nicht vorhanden. Im 3. cervicalen Spinalganglienpaar ist nahezu jede Ganglienzelle II.-gradig koaguliert. Im 4. und 5. Ganglienpaar kaum eine vereinzelte intakte Zelle, die meisten sind koaguliert. Das 6. Paar hingegen enthält nur ganz vereinzelte Koagulationszellen. Dieser überraschende Befund läßt sich nur damit erklären, daß in einer bestimmten Phase der Agonie nur mehr die auxiliären Atemmuskeln funktioniert haben und daß im Zusammenhang mit den terminalen Spasmen derselben die letale Koagulation in den interspinalen Ganglien, vielleicht reflektorisch, eingetreten war. Im Ganglion fusiforme sind die meisten Ganglienzellen im II. Grade koaguliert, während im Ganglion stellatum viele I.-gradig koagulierte Zellen vorkommen. Die thorakalen und abdominalen Sympathicusganglien enthalten zahlreiche Zellen im Stadium der Koagulation II. Grades.

Bei dem eben beschriebenen Fall kommen ätiologisch sowohl Erstickung als auch CO-Intoxikation in Frage. Unter Berücksichtigung der Befunde sonstiger Erstickungsfälle müssen wir hier für die große Ausdehnung der Ganglienzellenkoagulation insbesondere die Intoxikation verantwortlich machen.

Mechanische Schädigungen mit plötzlichem Tod.

5. *Gehirnzertrümmerung infolge Anlegung der hohen Zange.* (Totgeborene männliche Frucht, S. S., klin. Sekt. 22. VI. 1935.). Die Herztöne waren bis zur Anlegung der Zange hörbar. Während der Extraktion kam es zu einem Auseinanderweichen der Naht des linken Stirnbeines und des Schläfenlappens, dazwischen quoll eine gut nußgroße Gehirnpartie hervor. An einzelnen Partikelchen der herausgepreßten Hirnrinde ist die Gewebskontinuität noch erhalten. Außer den Kontinuitätstrennungen sind noch kleinere Hämorrhagien zu verzeichnen. In manchen Anteilen sind verhältnismäßig mehr I.-gradig und spärliche II.-gradig koagulierte Zellen zu sehen. Die meisten Rindenpartikel enthalten jedoch sehr viele II.-gradig koagulierte Zellen, die I.- und II.-gradig koagulierten wechseln im allgemeinen mit intakten ab. Am Orte der schwersten Zertrümmerungen ist gewissermaßen jede einzelne Zelle II.-gradig koaguliert. Es fällt auf, daß in einzelnen Gesichtsfeldern ausnahmsweise fast nur die Hortega-Glia, oder nur die Makroglia bzw. die Ganglienzellen koaguliert sind. In den Hemisphären, unterhalb der Hämorrhagien der Pia mater, weisen die Ganglienzellen zum überwiegenden Teil Koagulation I. und II. Grades auf. Im Ammonshorn und dessen Nachbar-

schaft, in der Umgebung der Hämorrhagien, erscheinen die meisten Ganglienzellen im I. und II. Grade koaguliert. Auch im Pons finden sich zahlreiche II.-gradig und im Nucleus dentatus I.- und II.-gradig koagulierte Zellen.

6. *Überfahren durch Eisenbahnzug; Schädelbruch und Gehirnprolaps.* (Mädchen von 8½ Jahren, J. P., ger. Obd. 2. VI. 1935.) Wirbelsäule äußerlich nicht lädiert. Im ausgetretenen Anteil des Groß- und Kleinhirns sind sämtliche Zellen ausschließlich im II. Grade koaguliert. In der Rinde des Stirnlappens finden sich zwischen den intakten Zellen zahlreiche solche, die Koagulation I. und II. Grades aufweisen. Fleckweise sind die großen Pyramidenzellen in der Umgebung der kleinen perivaskulären Blutungen koaguliert. Die im Schädel verbliebenen Palliumanteile, z. B. die von winzigen Hämorrhagien durchsetzte rechte Insel, ergeben zahlreiche koagulierte Zellen. In der Oblongata Capillarblutungen, sowie viele I.- und II.-gradig koagulierte Zellen. Im Halsmark mäßige Anzahl von I.-gradig und noch weniger II.-gradig koagulierten Zellen. Im Brustmark zeigt nahezu jede motorische Zelle Koagulation II. Grades. In den cervicalen 4., 5. und 6. Intersegmentalganglienpaaren ist die Zahl der I.-gradig koagulierten Zellen gering. An der Grenze des dorsalen und lumbalen Rückenmarkes, dort, wo die Wurzeln entspringen, waren kleine Rückenmarkshernien dadurch entstanden, daß die lokal erweichte Marksubstanz in den Anfangsteil der Wurzel pilzförmig vorgepreßt wurde. Die charakteristischen schweren Veränderungen des unteren Rückenmarksteils sind in diesem Fall zweifellos die Folge der *Rückenmarkerschütterung* eventuell einer mit starker *Hyperflexion* einhergehenden *jähren Elongation*, nicht aber einer direkten Schädigung.

Wir haben 2 Fälle von Überfahrenwerden durch Eisenbahnzug (J. L., 22jähr. und L. K., 45jähriger Mann) hinsichtlich des Nervensystems untersucht, in welchen der Stamm eine vollkommene Trennung erfuhr. Hier wurden die Ganglienzellen in den Rückenmarksstümpfen und in den benachbarten Intersegmentalganglien fast vollzählig im Zustande der Koagulation II. Grades vorgefunden, überdies haben sich auch in den verschiedenen Hirnpartien sowie in der Oblongata, je nach der Schwere der Erschütterung oder Läsion der betreffenden Gebiete, mehr oder weniger zahlreiche koagulierte Zellen nachweisen lassen.

Fälle, die durch Automobile überfahren wurden oder im allgemeinen infolge Autounfalles sofort ums Leben kamen, wurden von uns serienweise untersucht. Hier seien bloß zwei charakteristische Fälle angeführt.

7. *Überfahrenwerden durch Auto während der Fahrt auf einem Zweirad.* (S. K., 19jähriger Mann, ger. Obd. 14. III. 1935.) Bei der Obduktion erwies sich der atlanto-occipitale Bandapparat rupturiert und der unterste Anteil der Oblongata zertrümmert. Im zerquetschten Gebiet waren sämtliche Nervenzellen in beiden Graden koaguliert; in ähnlichem Zustande befanden sich auch die Ganglienzellen in der Umgebung der kleinen Hämorrhagien der Oblongata, ferner die Zellen jenes Rückenmarksanteiles, welcher sich unterhalb der Quetschung befand und äußerlich keinerlei Zeichen einer Läsion zeigte. 2 cm unterhalb dieser Stelle jedoch wurden die Ganglienzellen des Rückenmarkes schon intakt gefunden (Abb. 8).

8. *Autounfall.* (D. N., 21jähriger Mann, ger. Obd. 23. VI. 1935.) Schädelgewölbe und -basis ausgedehnt frakturiert, mehrfache Rippen- und Beckenbrüche, sowie Schenkelfraktur links. — In der Rindensubstanz der Hemisphären, an den blutig imbibierten Stellen, beträchtliche Zahl von I.- und II.-gradig koagulierten Zellen, namentlich zwischen den kleinen Pyramidenzellen. Im cervicalen Anteil des Rückenmarkes zahlreiche motorische Ganglienzellen im Zustande der Koagula-

tion II. Grades. Die koagulierten Zellen überwiegen über die intakten. Im dorsalen Rückenmark keine veränderten Zellen, während sie im lumbalen Anteil wieder in größerer Zahl zu finden sind. In den cervicalen Spinalganglienpaaren 4, 5 und 6 wenige II.-gradig koagulierte Zellen. An den 3., 4. und 5. lumbalen Spinalganglienpaaren hingegen Hämorrhagien und sehr intensive Metachromasie in Kapsel und Stroma, überdies viele I.-gradig und wenige II.-gradig koagulierte Ganglienzellen. Im Ganglion fusiforme reichliche Koagulation II. Grades.

9. *Sprung vom II. Stock.* (Frau K. S., 28 Jahre alt, polizeil. Obd. 6. IV. 1935.) Schädelbruch, Gehirnerschütterung, mehrfache Brüche des linken Oberarmes und des linken Oberschenkels, Unterschenkelbrüche beiderseits. — Am

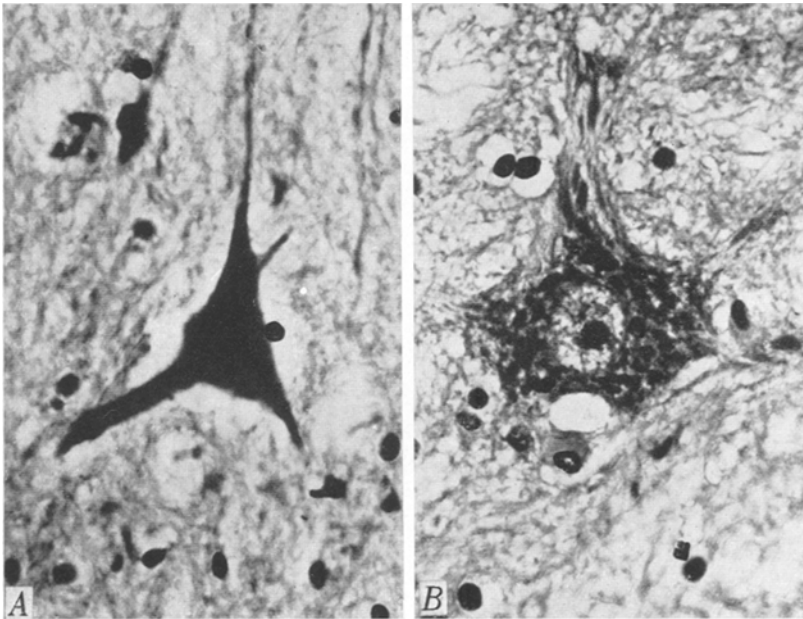


Abb. 8. Motorische Vorderhornzellen (K. S., 19 Jahre) mit Thioninblaufärbung. A = koagulierte Ganglienzelle aus der Nähe der Quetschung des Rückenmarks; B = normale Zelle aus dem nächst tieferen Marksegment. Immers. $\frac{1}{7}$, Ok. 6 \times , Kam. 50 cm.

Orte der Schädelfrakturen, im linken Occipitallappen, zahlreiche kleine Rindenblutungen, in deren Umgebung außerordentlich viele II.-gradig koagulierte Zellen. Ein ähnlicher Befund wurde auch am Orte des Contrecoups: im rechten Stirnlappen, erhoben; II.-gradig koagulierte Ganglienzellen sind auch in sämtlichen Schichten der Rinde enthalten. Im Thalamus konnten veränderte Zellen nicht nachgewiesen werden. Im Kleinhirn verstreut I.- und II.-gradig koagulierte Purkinjezellen, im Nucleus dentatus vereinzelt Koagulation II. Grades. In der Oblongata, insbesondere in der Olive, zahlreiche I.- und II.-gradig koagulierte Zellen. Im Halsanteil des Rückenmarkes finden sich sehr viele große motorische Ganglienzellen im II. Grade koaguliert.

10. *Zertrümmerung des vorderen Anteiles des Schädels.* (F. D., 49jähriger Gießer, polizeil. Obd. 19. XI. 1934.) Während der Arbeit kam es zur Loslösung

eines 3 kg schweren Bestandteiles der rotierenden Schleifscheibe, der mit großer Wucht die Stirn des Arbeiters traf. Der Großteil des linken Stirnlappens wurde durch die klaffende Wunde hindurch auf den Boden geschleudert. In diesem abgerissenen Gehirnanteil waren sämtliche Nervenzellen II.-gradig koaguliert, während die Gliazellen normale Tingierung zeigten. Diese letzteren scheinen traumatischen Insulten gegenüber weniger empfindlich zu sein. Das im knöchernen Schädel verbliebene Gehirn ergab je nach dem Grade der Erschütterung und Quetschung sehr unterschiedliche Befunde. In einzelnen Gebieten der Hirnrinde waren nur ganz vereinzelt verstreute koagulierte Zellen nachzuweisen, während an den schwerer lädierten Stellen Inseln von gleichzeitig koaguliertem Gliagewebe und Nervenzellen zu finden waren; in den dazwischen befindlichen Gebieten ergaben sich nur spärliche Zellen im Zustande der Koagulation II. Grades.

11. *Jackson-Epilepsie nach Trauma.* (L. D., 22jähriger Mann, polizeil. Obd. 14. V. 1935.) Rißquetschwunde mit Fraktur des Schädels am rechten Scheitelbeinhöcker nach Schlag auf den Kopf mit einer Hacke. Nach operativem Eingriff anscheinend Heilung. Mehrere Monate später Jacksonepilepsie mit Bewußtlosigkeit, die mitunter 2—3 Stunden anhielt. 1 Jahr nach dem Trauma plötzlicher Tod während eines Anfalles. Der Trepanationsöffnung entsprechend keilförmige Gehirnarbe, in deren Nachbarschaft nahezu sämtliche Ganglienzellen der Rinde, ja sogar der äußeren Schichte der Zentralganglien im Zustande der Koagulation II. Grades gefunden wurden. Auffallend war auch der Befund am Nucleus ruber, indem er außer einer II.-gradigen Koagulation der Ganglienzellen und des Gliagewebes fibrinoide Transsudate zwischen den Fasern aufdeckte.

12. *Verbrühung.* (L. Sz., Kind von 15 Monaten, ger. Obd. 13. VI. 1935.) Entstanden durch Hineinsetzen in kochende Flüssigkeit, Verbrennung III. Grades in der Steiß- und Lumbalgegend. Die zentralen Gyri ödematös, sie enthalten wenige koagulierte kleine Ganglienzellen; in der Rinde der Insel, im Gyrus hippocampi und in den Zentralganglien zahlreiche koagulierte Zellen beider Grade. Zwischen den Purkinjezellen des Kleinhirns und in den Nuclei dentati Inseln von zahlreichen I.- und II.-gradig veränderten Zellen. Auch die graue Substanz des Pons, insbesondere entlang der Raphe, in der Area paramediana und in den Kernen der Nervi VI und VII sind ziemlich viel I.- und II.-gradig koagulierte Zellen nachzuweisen; ähnliche Befunde wurden erhoben in der Oblongata, in den Kernen IX, X und XII, hauptsächlich aber in den Oliven. Im Cervicalanteil des Rückenmarkes sind die meisten motorischen Zellen koaguliert und intakte Ganglienzellen fast überhaupt nicht zu sehen. Nach abwärts nimmt die Schwere der Veränderungen ab; im dorsalen Rückenmark sind nur noch wenige, im lumbalen jedoch wieder viel koagulierte Zellen zu sehen. Die Gasserschen Ganglien, die 6. und 7. cervicalen, ferner die lumbalen und sacralen Interspinalganglien enthalten zahlreiche Zellen im Zustande der Koagulation II. Grades.

Wir haben die Hauptanteile des zentralen und peripheren Nervensystems vom Standpunkte der vitalen Reaktionen in größerer Anzahl auch bei Individuen untersucht, die nach schweren Verletzungen noch tage- oder wochenlang lebten, ferner in vielen Fällen, die eines natürlichen Todes starben. Die Kenntnis der auf diesem Gebiete gemachten Beobachtungen ist für die Bewertung der Befunde bei unmittelbar im Anschluß an ein Trauma ad exitum gekommenen Fällen selbstverständlich unentbehrlich; ich habe schon in meiner früheren Publikation auf dieses Moment hingewiesen. Eine vergleichende Erörterung der Kon-

trollfälle ist aber nur im Rahmen einer größeren Monographie möglich, daher sei hier nur kurz erwähnt, daß ich größere Mengen von I.- und II.-gradig koagulierten Ganglienzellen sowohl im zentralen wie im peripheren Nervensystem gefunden habe: bei den verschiedenen Formen der Meningitis, bei Poliomyelitis acuta (*Heine-Medin*), bei fibrinöser Pneumonie, bei Tetanus, Lyssa, verschiedenen septischen Affektionen, bei Intoxikationen, Taboparalyse usw. Bei Tuberkulose der Meningen ist der Befund verschieden, je nachdem, ob eine exsudative diffuse Meningitis tuberculosa, oder eine mehr lokale Tuberkulose und eine Panangitis tuberculosa der Meningen vorliegt. In den Fällen exsudativer Natur sind die Veränderungen im allgemeinen ausgedehnter, während ich beispielsweise bei der Tuberculosis meningum in den Spinalganglien relativ geringgradige Ganglienzellveränderungen gesehen habe, trotzdem auch in den Ganglien reichlich Tuberkel vorhanden waren.

Zusammenfassung.

Wie in allen anderen Geweben, unterscheide ich auch am Nervensystem einen *langsamen, allmählichen*, sowie einen *plötzlichen, katastrophenartig einsetzenden*, d. h. *gewaltsamen Tod der einzelnen Zellen*. Bei der erstgenannten Form des Todes können die ausgesprochenen morphologischen Erscheinungen der vitalen Reaktionen ausbleiben, während sie bei der letztgenannten Form in der Regel stark ausgeprägt sind und in der irreversiblen Koagulation II. Grades ihren Abschluß finden.

Das katastrophale, plötzliche Absterben der Ganglienzellen des Nervensystems ist insbesondere in den Fällen der verschiedenen gewaltsamen Todesarten zu beobachten. Aber auch bei *natürlichen Todesarten* finden wir in einzelnen, makroskopisch als intakt imponierenden Partien des Zentralnervensystems katastrophal abgestorbene, d. h. koagulierte Ganglienzellen, welche zum Teil agonalen Ursprungs sein dürften. Die diversen *pathologischen Prozesse* können das Bild freilich noch mehr verwirren, da auch sie mehr oder weniger schwere vitale Reaktionen teils unmittelbar in den primär veränderten Gebieten, teils aber in vasculärer oder neuraler Fernwirkung in den für das freie Auge intakt erscheinenden Partien des zentralen oder peripheren Nervensystems hervorzurufen imstande sind. Das *vegetative Nervensystem scheint am vulnerabelsten zu sein*. Man sieht oft bei verschiedenen natürlichen Todesarten überraschende Veränderungen bald an der einen, bald an der anderen Gangliengruppe des Sympathicus.

Unter den plötzlichen Todesfällen, die ich in meiner gerichtsärztlichen Praxis zu beobachten Gelegenheit hatte, konnte ich *nach Gehirn- bzw. Rückenmarkerschütterung, Gehirnertrümmerung, Erstickung, Epilepsie, Intoxikationen (CO, NaOH, NH₃, CHCl₃), nach Verbrennung und*

elektrischen Unfällen sehr markante und augenfällige vitale Veränderungen — Ganglienzellkoagulation — *das eine Mal im zentralen, das andere Mal im peripheren Nervensystem feststellen.* Die innerhalb von Sekunden eintretenden schweren vitalen Zellveränderungen, die mittels der von mir befolgten Verfahren am Nervensystem erhoben werden können, lassen jene unklaren Fälle plötzlichen oder unerwarteten Todes begreifen, in welchen, wie z. B. beim Verbrennungstod, die makro- oder die bisher übliche mikroskopische Untersuchung nicht befriedigen konnte. Hinsichtlich der letalen Wirkung ist nicht die Zahl der intravital koagulierten Zellen, sondern die physiologische Wichtigkeit des betroffenen Gebietes entscheidend.

Da uns aus unseren früheren Versuchen bekannt war, daß die vitalen Reaktionen im intermediären Leben selbst durch die Fixierung hervorgerufen werden können, haben wir in unseren gerichtsmedizinischen Fällen sowohl die Obduktion, als auch die Fixierung erst nach vollem Eintritt bzw. Abklingen der Totenstarre ausgeführt. Die Leichen, die in unser Institut eingeliefert worden waren, wurden bis zur Ausführung der Untersuchung in Kühlräumen aufbewahrt. Im Tierexperiment aber haben wir das für die Untersuchung bestimmte, in vivo oder im Intermediärstadium lädierte Organ vor der Fixierung 24 Stunden lang im Kühlschrank, und zwar teils in physiologischer Kochsalzlösung, welcher 5—7% Alkohol hinzugefügt war, verwahrt.

Bevor ich die Befunde der einzelnen Fälle verallgemeinern und aus ihnen für die gerichtsmedizinische Praxis weitere Schlüsse ziehen werde, erachte ich es für unerläßlich notwendig, die bei den verschiedenen natürlichen Todesarten vorkommenden primären intravitalen und agonalen reaktiven Veränderungen, Ganglienzellkoagulationen, auf Grund systematischer Untersuchung zahlreicher Fälle sowohl qualitativ als auch quantitativ und auch topographisch, und soweit möglich, auch vom Standpunkt ihrer pathobiologischen Bedeutung zu bestimmen. Dies erfordert eine mehrjährige Arbeit.

Auf das Wesen der vitalen Reaktionen habe ich in meinen schon mehrfach zitierten früheren Publikationen hingewiesen. Es handelt sich eigentlich um eine physiko-chemische Umwandlung, die hauptsächlich darin besteht, daß im geschädigten Protoplasma die stabilere Albuminfraktion eine Verschiebung gegen die labilere und grobdispersere Globulinfraktion erfährt. Die Reaktion ist, wie wir gesehen haben, an keine speziellen Zellbestandteile gebunden. Es können die corpusculären wie die humoralen Komponenten gleicherweise betroffen sein, wie auch der Ablauf chronologisch verschieden sein kann. Diese Universalität deutet insbesondere darauf hin, daß wir bei den geschilderten Erscheinungen der vitalen Reaktion einer allgemeingültigen biologischen Grunderscheinung gegenüberstehen. Es gilt auch namentlich für die spontanen patho-

logischen Veränderungen des Zentral- und überhaupt des Gesamtnervensystems, daß die mit der vitalen Reaktion einhergehenden Veränderungen oft den Kernpunkt des morphologisch ausgeprägten pathologischen Vorganges bilden, während die spezifischen Veränderungen eher nur anhangsweise den allgemeinen reaktiven Grundvorgang komplizieren.

Sowohl in den experimentellen als auch in den forensischen Fällen deutet die Verteilung der koagulierten Ganglienzellen darauf hin, daß diese traumatische Reaktion nicht nur auf direkte Einwirkung der angewendeten Schädigung, sondern auch als Fernwirkung, d. h. auf sekundäre vasculäre oder neurale Reize eintreten kann.

In vielen Fällen der gerichtsmedizinischen Praxis kann einzig und allein die mikroskopisch nachweisbare vitale Reaktion einerseits den vitalen Ursprung einer Schädigung beweiskräftig erhärten, andererseits im Zusammenhang damit darüber Klarheit bringen, ob der eingetretene Tod auf natürliche oder in das Gebiet der Kriminalistik gehörende Ursachen zurückzuführen sei.
