

(Aus dem Anatomischen Laboratorium [Prof. *Spatz*] der Psychiatrischen und Nerven-
klinik München [Geh. Rat Prof. *Bumke*].)

Über die syphilitische Schwielenbildung der weichen Häute am hinteren Umfang des Rückenmarks¹.

Von

Fred Singeisen, Bern.

Mit 18 Textabbildungen.

(Eingegangen am 31. Oktober 1936.)

I. Einleitung.

Manche makroskopischen Befunde waren den älteren Ärzten wohl bekannt, während sie in einer Zeit, in der die mikroskopische Untersuchung eine selbständige Spezialität geworden ist, in Vergessenheit zu geraten drohen. Man erfährt häufig bei der ausführlichen Darstellung eines histopathologischen Bildes überhaupt nichts vom makroskopischen Aussehen, oder der makroskopische Befund wird in auffallender Kürze offenbar als etwas ganz Nebensächliches mitgeteilt. *Es ist aber doch nicht zu leugnen, daß das, was man schon mit bloßem Auge sehen kann, besonders wichtig sein muß.* Das Mikroskop soll ja eigentlich nur der genaueren Auflösung und der Erforschung von Einzelheiten dienen, die wir mit bloßem Auge nicht mehr wahrzunehmen vermögen. Die Ausbreitung und die Stärke einer Veränderung, wie auch manche größeren Zusammenhänge, sind oft mit bloßem Auge leicht zu erfassen, während man sie mikroskopisch nur durch eine serienmäßige Untersuchung (die aber oft nicht durchgeführt wird) zu erkennen vermag. Vielfach ist es eine Aufgabe unserer Zeit, die Verbindung zwischen älteren makroskopischen und neueren mikroskopischen Befunden herzustellen.

Die hier zu beschreibenden *Schwielen der weichen Häute* stellen einen sehr häufigen, *mit bloßem Auge feststellbaren* Befund bei den verschiedenen Formen der Syphilis des zentralen Nervensystems dar. Dieser Befund ist den älteren Autoren immer wieder aufgefallen, und die meningitische Theorie der Pathogenese der Tabes steht damit offenbar im Zusammenhang. In neuerer Zeit aber hat man diesem auffälligen Befund nur mehr wenig Beachtung geschenkt. Im neueren Schrifttum über die Tabes spielen die sog. Granulationen an den hinteren Wurzeln eine große Rolle (*Richter, Hechst*). Die einschlägigen Arbeiten (ebenso wie die neuesten Handbuchdarstellungen) beziehen sich aber ausschließlich auf mikroskopische Veränderungen. Eine Aufgabe dieser Untersuchung ist es auch, festzustellen, ob zwischen den *Richterschen* Granulationen und der Schwartenbildung ein Zusammenhang besteht.

¹ Mit Hilfe der Rockefeller-Foundation.

Gute Beschreibungen der Schwielen über dem hinteren Umfang des Rückenmarks bei der Betrachtung mit bloßem Auge findet man bei älteren Autoren.

In dem schönen Atlas der pathologischen Anatomie des französischen Klinikers und Pathologen *Cruveilhier* aus dem Jahre 1835 werden einige Fälle von „Dégénération grise des cordons postérieurs“ d. i. unserer *Tabes* mitgeteilt, und es wird dabei eine „pseudomembrane blanche sous-arachnoidienne en arrière, engainant la moelle“ angegeben.

E. Leyden schrieb 1875 über Sektionsbefunde bei *Tabes*-Fällen und stellte dabei fest, daß die „Pia“ an der hinteren Fläche des Rückenmarks getrübt und verdickt ist. Er veranschaulicht den Befund in einer Zeichnung, aus der hervorgeht, daß es sich um leisten- oder strangförmige Verdickungen handelt.

Noch eingehendere Beobachtungen finden sich in einer Arbeit von *Westphal* aus dem Jahre 1867 über Rückenmarksbefunde bei progressiver Paralyse. In allen Fällen werden hier Verdickungen und Trübungen über dem hinteren Umfang des Rückenmarks beschrieben. Diese sind oft sehr erheblich; die Pia hat dann eine gleichmäßige, „sehnige“ Beschaffenheit. Häufig finden sich leistenartig vorspringende Züge oder Stränge. Diese Veränderungen können in jeder Höhe des Rückenmarks vorkommen, es scheint aber, daß der Dorsalabschnitt am häufigsten befallen ist. Immer wird darauf hingewiesen, daß die Veränderungen an der Hinterfläche des Rückenmarks liegen, und daß im Gegensatz dazu die weichen Häute der Vorderfläche unverändert, d. h. zart und durchsichtig geblieben sind.

Fuerstner, *Greiff* und dann vor allem *Schmauß* berichten über ähnliche Befunde bei Paralyse und cerebrospinaler Syphilis und stimmen in ihren Beobachtungen mit den obenerwähnten ziemlich überein.

Takács beschrieb 1878 einen Fall von *Tabes* mit deutlichen Veränderungen der weichen Häute des Rückenmarks. Nach seiner Beschreibung sind diese „an den den Hintersträngen entsprechenden Stellen graulich, undurchscheinend und sowohl mit der Dura wie mit dem Rückenmark verklebt“. Diese Meningitis schuldigt der Verfasser als Ursache für den tabischen Prozeß an.

Bressowsky fand bei 40 *Tabes*-Fällen stets meningitische Veränderungen, nämlich Verdickungen der weichen Häute besonders in der Gegend über den Hintersträngen. Eine genauere Beschreibung seiner Befunde gibt er aber nicht.

Unsere Beobachtungen über Schwielen an den weichen Häuten des Rückenmarks betrafen zuerst Fälle von *Tabes* und hierbei wurden auch durchschnittlich die schwersten Grade der Veränderung festgestellt. Es war zunächst unsere Aufgabe, diesen Befund mit modernen Methoden genau zu untersuchen. Es zeigte sich später, daß die nämlichen Veränderungen, wenn auch meist in geringerem Grade, auch bei Fällen von Paralyse und von cerebrospinaler Syphilis im engeren Sinn wiederkehren. Ein zur letztgenannten Gruppe gehöriger Fall wies sogar besonders hochgradige Veränderungen auf. Bei frischen Fällen, bei welchen die entzündlichen Veränderungen an den Rückenmarkshäuten im Vordergrund standen, versuchten wir dann die *Entstehung* der Schwarten zu verfolgen.

II. Vorbemerkungen über die normalanatomischen Verhältnisse der weichen Häute des Rückenmarks.

Vor der Besprechung unserer Befunde ist es von grundlegender Wichtigkeit, sich vorerst die normalen anatomischen Verhältnisse an

den weichen Rückenmarkshäuten zu vergegenwärtigen. Ferner ist es für die Verständigung notwendig, daß bestimmte Begriffe klar festgelegt werden, Begriffe, die auch heute noch nicht immer einheitlich gebraucht werden.

Für die Kenntnis der normalen Anatomie der Hüllen des Zentralnervensystems bildet noch immer das Werk von *Key* und *Retzius* aus dem Jahre 1875 die maßgebende Grundlage, und wir werden uns deshalb im folgenden möglichst an diese bis jetzt unübertroffene Darstellung halten.

Key und *Retzius* unterscheiden an der „weichen Haut“ drei Teile: 1. die *Arachnoidea* als die äußerste, 2. die *Pia* als die innerste Schicht und 3. ein Gewebe zwischen diesen beiden Schichten, das *subarachnoideale Gewebe*. Die sehr verschieden weiten Hohlräume zwischen den Balken des subarachnoidealen Gewebes bilden in ihrer Gesamtheit den *Subarachnoidealraum*.

Die als „*Arachnoidea*“ bzw. „*Pia*“ bezeichneten Schichten zu äußerst und zu innerst imponieren am Rückenmark und vielerorts auch am Gehirn, z. B. im Bereich der Zisternen, *makroskopisch* als gesonderte Häutchen. Die *Arachnoidea* läßt sich hier zusammenhängend lospräparieren, indem man die verhältnismäßig spärlichen Fasern des lockeren subarachnoidealen Gewebes mit der Schere durchtrennt. Bei der Betrachtung mit bloßem Auge erscheinen also „*Arachnoidea*“ und „*Pia*“ an den genannten Stellen als morphologisch gut abgegrenzte Teile der weichen Häute, welche durch das subarachnoideale Gewebe miteinander locker verbunden sind. *Arachnoidea und Pia in diesem Sinne sind aber makroskopische Gebilde.*

Bei der *histologischen* Abgrenzung des subarachnoidealen Gewebes von der *Arachnoidea* einerseits und von der *Pia* andererseits ergeben sich nun aber große Schwierigkeiten. Die Auffassungen gehen hierin vielfach auseinander und besonders was die Namengebung betrifft, herrscht immer noch eine gewisse Unklarheit. Für die gegenseitige Verständigung und besonders für das Verständnis unserer nachstehend beschriebenen Befunde ist es wichtig, sich auf einige bestimmte Definitionen zu einigen.

Das Häutchen, das wir bei der makroskopischen Betrachtung gemeinsam als „*Arachnoidea*“ bezeichnen und das wir leicht abpräparieren können, besteht aus einer einfachen Schicht von flachen Endothelzellen und einem darunterliegenden bindegewebigen Stroma. An vielen Stellen erscheint nun das Endothel mit seinem darunterliegenden Stroma tatsächlich als eine abgegrenzte Einheit, insbesondere wenn gegen innen zu auch wieder ein Endothel die Begrenzung bildet. An anderen Stellen jedoch, dort nämlich, wo sich das Stroma mit einem dichten Balkenwerk des subarachnoidealen Gewebes verbindet, läßt sich das Stroma der *Arachnoidea* in keiner Weise von dem subarachnoidealen Gewebe abgrenzen; es handelt sich um ein einheitliches Gewebe.

Die gleichen Verhältnisse finden wir an der „Pia“. Diese besitzt eine dem Rückenmark unmittelbar anliegende, innere Endothelzellschicht und eine äußere bindegewebige Schicht. Diese letztere läßt sich wiederum stellenweise von dem subarachnoidealen Gewebe nicht abgrenzen.

Das gesamte Bindegewebe der weichen Häute ist demnach als eine morphologische Einheit aufzufassen, was ja auch seiner Entwicklung entspricht. Dieses Ganze ist ein Gerüstwerk von feinen bindegewebigen Bälkchen mit dazwischenliegenden Maschen, welches in einer äußeren und einer inneren Schicht viel dichter und in einer breiteren mittleren Zone ganz locker, weitmaschig gebaut ist. Man könnte diesen Aufbau mit einem Schwamm, der verschieden weite Maschen hat, vergleichen. Dazu kommt aber nun — was manchmal vergessen —, sowohl innen wie außen eine *kontinuierliche Abschlußmembran*, für die der Vergleich mit dem Schwamme gar nicht paßt. Das Vorhandensein dieser Abschlußmembranen ist offenbar auch physiologisch von besonderer Wichtigkeit; denn ein auch noch so dichtes Balkenwerk wäre nicht in der Lage, den flüssigen Inhalt des subarachnoidealen Gewebes, den Liquor, zurückzuhalten.

Die Schwierigkeit für die Namengebung besteht nun darin, daß diese Grenzflächen der äußeren Liquorräume nicht ohne weiteres mit dem identisch sind, was man makroskopisch „Pia“ und „Arachnoidea“ nennt. Diese Abschlußmembranen sind nur mikroskopisch erkennbare Anteile der Pia und der Arachnoidea im makroskopischen Sinne. Die innere Abschlußmembran der „Pia“ nennen wir *Intima pia*¹ (sie geht in die *Intima pia* perivascularis von Held über). Diese *Intima pia* ist nur mikroskopisch feststellbar. Die Abgrenzung einer *Intima pia* von dem darüberliegenden Gewebe der Pia (in makroskopischem Sinn), ist trotzdem von größter Bedeutung; denn während dieses ein Maschenwerk ist, stellt die *Intima pia* eben eine kontinuierliche Membran dar, die zusammen mit der daran verlöteten *Membrana gliae limitans* als Stoffwechselmembran gegen das nervöse Gewebe aufzufassen sind. Von der Fläche aus beobachtet kann man mit Silbermethoden pflasterartig aneinander gereihte Endothelzellen durch die Färbbarkeit ihrer Kittlinien darstellen. Ebenso

¹ Die Bezeichnung „*Intima pia*“ stammt von Key und Retzius. Diese Autoren unterscheiden hier allerdings drei Schichten. Sie rechnen nämlich außer dem kontinuierlichen, an die *Membrana gliae limitans* (Held) anschließenden Endothel noch eine darunterliegende Faserschicht („Mittelschicht“) und ein nach außen begrenzendes Endothel zu ihrer *Intima pia*. Auf die *Intima pia* folgt nach Key und Retzius im Bereich des Rückenmarks — offenbar aber auch noch zur Pia im makroskopischen Sinn gehörig — ein „epipiales Gewebe“ (Abb. 1). Im Bereich des Gehirns pflegt das epipiale Gewebe zu fehlen. Wir glauben aber nun nicht, daß es möglich ist, die beiden äußeren Schichten der *Intima pia* im Sinne von Key und Retzius von dem darauf folgenden subarachnoidealen Gewebe allorts histologisch scharf zu trennen. Deswegen halten wir es für zweckmäßiger, die Bezeichnung „*Intima pia*“ auf das innere Endothel zu beschränken, das überall als etwas Besonderes nachweisbar ist.

ist es nun an der Außenhaut, der Arachnoidea im makroskopischen Sinn. Die mit den äußersten Lagen des subarachnoidealen Gewebes zusammenhängende innere Schicht der Arachnoidea ist ein enges Maschenwerk von bindegewebigen Balken. Was bildet aber den Abschluß des äußeren Liquorraumes? Was verhindert den Austritt von Liquor (oder von Farbstoffen, die zu experimentellen Zwecken in den Liquorraum gebracht worden sind, von Blut, Eiter usw.) in den Subduralraum? Die Abschlußmembran ist das histologisch sehr wohl charakterisierte Endothel, das die Abgrenzung gegen den Subduralraum bildet. Dieses Endothel (samt den knötchenförmigen Zellanhäufungen, die darin häufig vorkommen) wollen wir der Intima piaie als „*Extrema arachnoideae*“ gegenüberstellen. Während der Intima piaie die Bedeutung einer Stoffwechselmembran zukommt, dient die Extrema arachnoideae offenbar nur als Grenzmembran gegenüber dem Subduralraum (*Spatz und Stroescu*). *Intima piaie und Extrema arachnoideae bilden die wahren Abschlußflächen der äußeren Liquorräume, die nur histologisch erkennbar und nicht mit Pia und Arachnoidea im makroskopischen Sinne gleichbedeutend sind.*

Spatz und Stroescu machen noch nicht die Unterscheidung zwischen der Arachnoidea im makroskopischen Sinn und der nur mikroskopisch feststellbaren Extrema arachnoideae, der wahren Abschlußmembran.

An vielen Stellen der Hirnoberfläche ist es wegen der geringen Ausbildung der subarachnoidealen Räume und der Dichtigkeit des subarachnoidealen Gewebes nicht möglich, eine Pia von einer Arachnoidea zu sondern. Man kann die Arachnoidea nicht einzeln loslösen, wie dies im Bereich der Zisternen und am Rückenmark möglich ist. Mikroskopisch aber bleibt an jeder Stelle der Oberfläche des Zentralorgans eine Intima piaie und eine Extrema arachnoideae wohl unterscheidbar.

Man könnte gegen unsere Aufstellung einer „Extrema arachnoideae“ vielleicht einwenden, daß Endothelzellen auch an der Oberfläche der Balken und Zwischenhäutchen des subarachnoidealen Gewebes nachweisbar sind, aber sie bilden hier eben keine kontinuierliche Membran! Übrigens unterscheidet sich das Endothel, das wir Extrema arachnoideae nennen, auch auf dem Querschnitt durch seine intensivere Färbbarkeit und wenigstens stellenweise durch seine Mehrschichtigkeit von dem Endothel des subarachnoidealen Gewebes.

Natürlich ist weder die Extrema arachnoideae noch die Intima piaie morphologisch ohne ein an sie angrenzendes bindegewebiges Stroma denkbar. Aber physiologisch sind diese Grenzmembranen von größter Bedeutung und sie müssen deshalb in der Bezeichnungsweise hervorgehoben werden.

Im Bereich des Rückenmarkes treffen wir nun auf besondere Verhältnisse hinsichtlich der Unterteilung der subarachnoidealen Räume. Die äußeren Schichten des subarachnoidealen Gewebes werden hier nämlich von den inneren Lagen durch weite Hohlräume verhältnismäßig scharf voneinander geschieden. Die Ausdehnung dieser Hohlräume schafft Verhältnisse, die denen an den Zisternen des Gehirns vergleichbar sind; es besteht im allgemeinen eine gute Kommunikation des Liquors der subarachnoidealen Räume des Rückenmarks mit dem Zisternenliquor, worauf *Spatz und Stroescu* neuerdings hingewiesen haben. Die großen

Hohlräume werden nun durch ziemlich konstante Septen unterteilt (Abb. 1 nach *Key* und *Retzius*). Zunächst trennt das Ligamentum denticulatum einen vorderen von einem hinteren spinalen Subarachnoidealraum. Der vordere Subarachnoidealraum ist im Bereich des uns am meisten beschäftigenden Brustabschnittes des Rückenmarks ein großer einheitlicher Liquorbehälter, der aber natürlich auch mit den übrigen Räumen in Verbindung steht. Der hintere Subarachnoidealraum wird durch das Septum posticum und die beiden Septen der hinteren Wurzeln

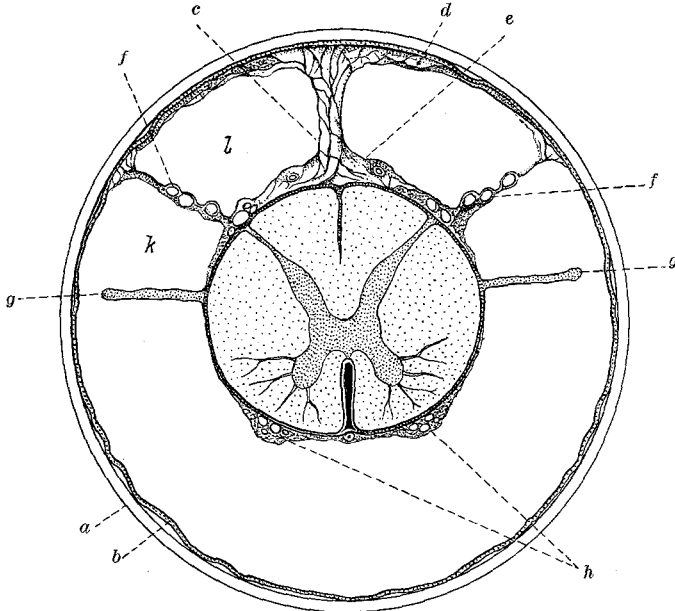


Abb. 1. Aus *Key* und *Retzius*. *a* Dura, *b* Arachnoidea, *c* Septum posticum, *d* Ansatzstelle des Septum posticum, *e* „epipiales Gewebe“, *f* die hinteren Wurzeln, *g* Ligamenta denticulata, *h* die vorderen Wurzeln, *k* Raum zwischen dem Septum der hinteren Wurzeln und dem Ligamentum denticulatum, *l* „schiefe Räume.“

in 4 Abschnitte zerlegt. Die Räume *l* zwischen dem Septum posticum und den Septen der hinteren Wurzeln werden von *Key* und *Retzius* als „schiefe Räume“ bezeichnet; schief bezieht sich auf die Lage der Septen der hinteren Wurzeln zur Rückenmarksachse. Zwischen den Septen der hinteren Wurzeln und den Ligamenta denticulata befinden sich die Hohlräume *k* von *Key* und *Retzius*.

Ferner sind am hinteren Umfang des Rückenmarks das subarachnoideale Balkenwerk und die Häutchen stark entwickelt. Die Septen, ganz besonders das Septum posticum (Abb. 1 *c*), setzen sich aus zahlreichen Balken und gefensterten Häutchen zusammen, welche kleine Hohlräume umgeben, die sowohl untereinander als mit den genannten großen Hohlräumen kommunizieren. Eben ein solches Gewebe aus Balken und

Häutchen findet man in einer äußeren (*d*) und einer inneren (*e*) Schicht des subarachnoidealen Gewebes über dem hinteren Umfang des Rückenmarkes. Beide Schichten setzen sich in das Septum posticum fort und werden also durch dieses miteinander verbunden (Abb. 1). Die innere Schicht des subarachnoidealen Gewebes, welche die meisten Gefäßäste führt, hat von *Key* und *Retzius* im Bereich des Rückenmarkes eine besondere Bezeichnung bekommen, sie heißt „*epipiales Gewebe*“. Wir betonen, daß die äußere Schicht des subarachnoidealen Gewebes sich nicht vom Stroma der Arachnoidea trennen läßt, sie ist unseres Erachtens nichts anderes als ein Teil der Arachnoidea im makroskopischen Sinn. *Dagegen bleibt unsere Extrema arachnoideae mikroskopisch wieder überall wohl gesondert.* Ebenso vermögen wir das „*epipiale Gewebe*“ nicht von der Pia zu trennen, es gehört unseres Erachtens zur Pia im makroskopischen Sinn.

Die großen Hohlräume l und k trennen also verhältnismäßig gut die äußeren von den inneren Schichten des subarachnoidealen Gewebes, d. h. also die Arachnoidea von der Pia (im makroskopischen Sinn). Die genannten Hohlräume besitzen nun eine deutliche Bekleidung von Endothel (so wie ja Endothelzellen überhaupt innerhalb des subarachnoidealen Gewebes an der Oberfläche von Häutchen vorkommen). Besonders gut ist das Endothel meist an der Begrenzung des epipialen Gewebes gegen die Hohlräume *l* und *k* zu erkennbar; von hier aus schlägt es sich auf das Septum posticum über und ist von diesem auf die Innenseite der äußeren Schichten des subarachnoidealen Gewebes zu verfolgen. Diese Verhältnisse haben zu einer unseres Erachtens unrichtigen Anschauung geführt, die von *A. Jakob* und anderen sogar auf das Gehirn übertragen worden ist (näheres siehe bei *Spatz* und *Stroescu*). Man sah in dem Endothel der genannten großen Hohlräume zwischen der äußeren und der inneren Schicht des subarachnoidealen Gewebes eine eigene Abschlußmembran, die als „*inneres Blatt der Arachnoidea*“ bezeichnet worden ist. Mit *Spatz* und *Stroescu* meinen wir, daß man das in Rede stehende subarachnoideale Endothel *nicht* mit dem Endothel der Intima piaie und mit dem Endothel, das wir als *Extrema arachnoideae* hervorgehoben haben, auf eine Stufe stellen darf. Die *Extrema arachnoideae* ist eine wirkliche kontinuierliche Abschlußhaut gegen den Subduralraum, während die subarachnoidealen Endothelien *gefensterte Häute* bekleiden, die den Liquor überall passieren lassen. Es besteht kein grundsätzlicher Unterschied zwischen den großen subarachnoidealen Räumen *l* und *k* und den kleinen Räumen, die sich innerhalb der beiden Schichten *d* u. *e* des subarachnoidealen Gewebes und innerhalb der Septen vorfinden. *Alle diese größeren und kleineren Räume stehen miteinander in Verbindung und man kann sie unter der gemeinsamen Bezeichnung „Subarachnoidealräume“ zusammenfassen.* Die Subarachnoidealräume, die Behälter des äußeren Liquors, sind auf das schärfste zu trennen vom Subduralraum; die Grenze bildet eben unsere *Extrema arachnoideae*.

Wenn wir das Septum posticum in seinem Längsverlauf verfolgen, so sehen wir, daß es häufig von der Mittellinie etwas abweicht. Im oberen Dorsalteil des Rückenmarks ist es einfacher, caudalwärts ist es komplizierter gebaut und an mehreren Stellen nimmt es auch den ganzen Abschnitt des hinteren Subarachnoidealraumes ein zwischen den beiden hinteren Wurzeln und teilt ihn in einzelne kleinere Räume. Die Anordnung der Lamellen kann hier sehr verschiedenartig sein.

Ferner spannen sich Membranen („schwimmbhautähnlich“) vom unteren Rand der Hinterwurzeln zum Sulcus lateralis posterior. Am 1. Thorakalnerven ist diese Membran nur klein, sie wird an den folgenden Nerven größer und läuft schließlich immer vom unteren Rand einer Hinterwurzel zum oberen Rand des nächstunteren, ähnlich wie ein Diaphragma. Auf diese Weise werden die „schiefen Räume“ nach vorne zu abgegrenzt. Am vollständigsten sind diese Membranen in der Mitte des Dorsalmarks.

Am *Lendenabschnitt* des Rückenmarks sind die Verhältnisse etwas anders. Das Septum posticum ist hier sehr gut entwickelt und schließt zahlreiche kleinere Subarachnoidealkräume ein; sein Balkenwerk kann einen großen Teil des Raumes zwischen den hinteren Wurzeln einnehmen. Die schiefen Quermembranen hören gewöhnlich mit dem letzten Thorakalnerven auf. Ebenso hat das Lig. denticulatum seine letzte Ansatzstelle unterhalb vom 12. Thorakalnerven. Der Lumbalabschnitt hat demnach bis auf die kleinen Räume, die das Septum posticum umfaßt, einen einzigen großen Subarachnoidealraum rings um das Mark, der von Balken und gefensterten Häutchen durchzogen wird. Die Nerven der Cauda equina durchqueren diesen Raum und werden nur durch spärliche Bälkchen und Häutchen verbunden.

Wenn am herauspräparierten Rückenmark der Liquor abgeflossen ist, so sinkt das subarachnoideale Gewebe zusammen. Dies hat offenbar gelegentlich dazu verführt, die weichen Häute des Zentralorgans mit der bindegewebigen Kapsel mancher Körperorgane zu vergleichen. Dieser Vergleich trifft nicht zu, denn in Wirklichkeit handelt es sich hier um den Behälter des äußeren Liquors. Dieser Behälter ist gleichsam ein Organ für sich, dessen Bau ganz eigenartig und unvergleichbar ist (Spatz und Stroescu).

Die geschilderten Unterschiede der Liquorräume am vorderen und am hinteren Umfang des Rückenmarks sind nun in funktioneller Hinsicht von großer Bedeutung. Schon Key und Retzius haben darauf hingewiesen, daß für die Zirkulation des Liquors am vorderen Subarachnoidealraum des Rückenmarks viel günstigere Bedingungen herrschen als hinten. Vorne ist das subarachnoideale Balkenwerk zwischen „Pia“ und „Arachnoidea“ äußerst spärlich; zwischen den beiden Schichten befindet sich in der ganzen Ausdehnung des Rückenmarks hier ein freier Raum, der die Zirkulation der Flüssigkeit in keiner Weise behindert. In den seitlichen Abschnitten des hinteren Subarachnoidealraumes, d. h. in den Räumen, die vorn durch das Ligamentum denticulatum und hinten durch die zwischen den hinteren Wurzeln und dem Rückenmark ausgespannten Häute begrenzt werden, sind die Raumbedingungen für die Liquorzirkulation ebenfalls noch günstig. In dem medialen Abschnitt

des hinteren Subarachnoidealraumes aber, der innerhalb von den hinteren Wurzeln liegt, bildet das subarachnoideale Gewebe ein viel reicheres Maschenwerk, das in den äußeren Partien dichter ist als in den inneren, und außerdem wird hier, besonders im Brustabschnitt der Liquorraum noch durch die erwähnten Septen in einzelne Räume unterteilt. Das Maschenwerk und die Septen, die ja aus durchlöchernten Lamellen bestehen, sind für den Liquor zwar durchlässig, aber sie erschweren seine Zirkulation doch offenbar erheblich. Ganz besonders bilden die vielen kleinen, von den gefensterten Lamellen abgegrenzten subarachnoidealen Räume im Bereich der Septen und der dichteren äußeren und inneren Schichten „tote Winkel“ im Liquorraum und es ist denkbar, daß an diesen Stellen im Liquor enthaltene Infektionserreger oder Toxine am längsten liegen bleiben und daß bei Entzündungsprozessen kleine Teilchen, wie Exsudatzellen oder Fibrin, sich gerade hier am ehesten festsetzen.

III. Die pathologischen Befunde an den Rückenmarkshäuten.

1. Bei *Tabes dorsalis*.

Unser Tabesmaterial umfaßt 14 Fälle, davon 6 von reiner Tabes und 8 Tabesparalysen. *Bei jedem Fall wurde mit der Markscheidenfärbung (nach Spielmeyer) die typische Hinterstrangdegeneration festgestellt.*

a) Makroskopisch.

Schon mit bloßem Auge sind bei sämtlichen Fällen Veränderungen an den weichen Häuten des Rückenmarks in Form von charakteristischen Verdickungen erkennbar. Diese sind bemerkenswerterweise stets nur am hinteren Umfang des Rückenmarks zu finden. Teils haben sie die Form von deutlich vorspringenden Strängen, teils mehr von flächenartigen Schwielen oder Platten. Nun ist das Hervorragen über die Oberfläche der Arachnoidea allerdings nur scheinbar, denn man muß berücksichtigen, daß beim herausgenommenen und fixierten Präparat keine natürlichen Verhältnisse mehr vorliegen. Nach dem Abfließen des Liquors sinken ja die normalen Teile der weichen Häute ein, während die Verdickungen, die eine Verstärkung des subarachnoidealen Balkenwerks darstellen, nun vorragen.

Einen Fall mit ausgedehnter Strangbildung zeigt die Abb. 2 b (Fall Nr. 3577, Samm. 58jährige Frau, schwere Tabes, beginnend ungefähr 20 Jahre vor dem Tod). Das Bild zeigt den Bereich der stärksten Verdickung, d. i. die untere Hälfte des Thorakalmarks zwischen den Wurzeln des 7. und 10. Thorakalnerven. An der Hinterfläche des Rückenmarks verläuft ein dicker, weißlicher Strang von 2—3 mm Breite, anscheinend in der Arachnoidea, leicht geschlängelt, vorwiegend über dem Bereich der Rückenmarkshinterstränge. Im unteren Teil der Abbildung ist erkennbar, wie dieser Strang sich stellenweise in zwei Stränge aufteilt, die sich dann alsbald wieder vereinigen. Im oberen Teil des Bildes scheinen sich

mehrere Stränge zu durchflechten und zu einer einheitlichen Platte zu vereinen (*fl.*), die sich auf einer Strecke von etwa 2 cm über den ganzen

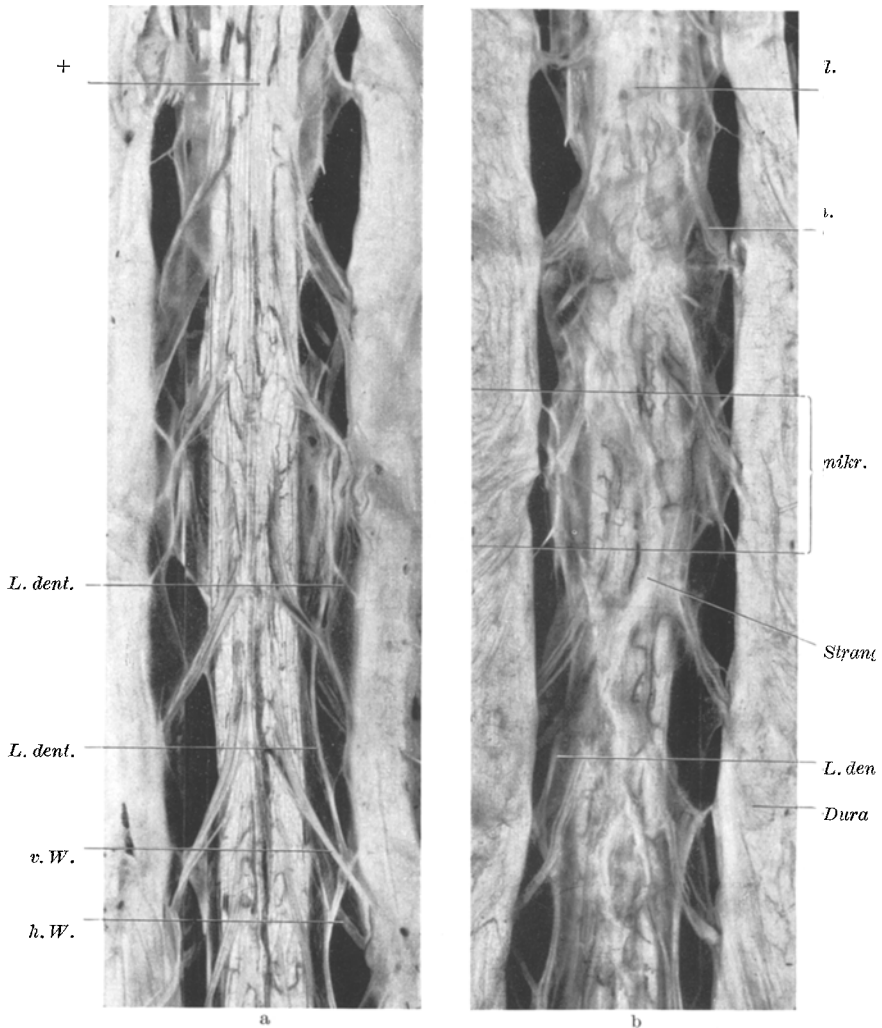


Abb. 2. Schwielbildung der Arachnoidea bei Tabes dorsalis. a vorderer Umfang des Rückenmarks, b hinterer Umfang. Fall Samm. + nicht verletzter Abschnitt der vorderen Arachnoidea: zart und durchsichtig. *fl.* flächenartige Verdickung der Arachnoidea am hinteren Umfang, *mikr.* serienmäßig mikroskopisch untersucht. *v. W.* vordere Wurzel, *h. W.* hintere Wurzel, *L. dent.* Ligamentum denticulatum (s. Abb. 4 u. 5).

hinteren Umfang des Rückenmarks ausbreitet. Oralwärts der abgebildeten Stelle bildet ein weißlicher Strang von geringerem Ausmaß, der ziemlich genau in der Mittellinie bis zur Halsanschwellung verläuft, die Fort-

setzung der Verdickung. Caudalwärts setzt sich der Strang bis in den Lumbalabschnitt fort, seine Dicke nimmt dabei allmählich ab. Neben diesen stark ausgebildeten Platten und Strängen, die sich vorwiegend in den medialen Partien anordnen, sind die weichen Häute an den anderen Stellen des hinteren Umfanges, d. h. lateral davon, ebenfalls mehr oder weniger deutlich, aber doch im allgemeinen geringer verdickt.

Den hinteren Wurzeln der Spinalnerven entlang verlaufen seitliche Ausläufer, die sie in der Form von dünnen Strängen bis zu ihrer Vereinigungsstelle mit den vorderen Wurzeln begleiten. In den Zwischenräumen zwischen den einzelnen Wurzeln sind die Verdickungen gewöhnlich geringer, doch besteht hier meistens eine deutliche Trübung. Die Verdickungen erweisen sich bei schwacher Vergrößerung (Lupe) als eine Durchflechtung von feineren weißlichen Strängen, denen stellenweise kleine „Knötchen“ eingestreut sind. Soweit sich mit bloßem Auge erkennen läßt, scheint es sich hauptsächlich um Verdickungen der äußeren Schichten des subarachnoidealen Maschenwerks zu handeln. *Die Verdickung betrifft also die Arachnoidea (im makroskopischen Sinne). Gegenüber der freigebliebenen Pia (im makroskopischen Sinne) ist die Schwiele verschieblich.* Auf diese Verhältnisse werden wir bei der histologischen Untersuchung noch eingehend zu sprechen kommen.

Die Abb. 2 a zeigt den gleichen Rückenmarksabschnitt von der Vorderseite. Leider ist die „Arachnoidea“ hier teilweise aufgeschnitten worden und daher nur im oberen Teil der Abbildung auf einer Strecke von ungefähr 2 cm zu sehen. Immerhin läßt sich der Unterschied zwischen der unverdickten Arachnoidea der Vorderseite und ihrer stark veränderten Hinterseite deutlich erkennen.

Eine ausgesprochen schwielenförmige Verdickung zeigt die Abb. 3 b (Fall Nr. 3216, Weißk. 47jähriger Mann, Taboparalyse, Krankheitsdauer unbestimmt, mindestens 14 Jahre). Die Abbildung stellt den oberen Teil des Thorakalabschnittes dar, wo die Verdickungen am stärksten sind. An Stelle der weichen Häute ist hier eine dicke Schwiele von unregelmäßig beschaffener Oberfläche zu sehen. An einzelnen Stellen befinden sich besonders stark vorspringende Höcker und Leisten und an anderen Stellen fast kreisrunde, ziemlich scharf begrenzte Eindellungen von kraterähnlicher Form. Wie im vorhergehenden Fall sind auch hier bei diesen Erhabenheiten und Vertiefungen die künstlich geschaffenen Verhältnisse nach dem Abfließen des Liquors zu berücksichtigen. Über dem Bereich der Rückenmarkshinterstränge sind die Veränderungen gewöhnlich wieder am stärksten, die lateralen Teile sind aber ebenfalls erheblich betroffen. Vor allem den hinteren Wurzeln entlang finden sich häufig knötchenförmige Verdickungen. Oberhalb der abgebildeten Stelle sind die Veränderungen geringer. Über dem Cervicalmark findet sich ein feiner, weißlicher Strang über dem Sulcus medialis posterior, der dann in die Schwiele übergeht. Unterhalb der Schwiele verläuft ebenfalls

ein feiner weißlicher Strang bis gegen den Lumbalabschnitt. Die Abb. 3 a zeigt den gleichen Rückenmarksabschnitt von der Vorderseite. Der Unterschied ist unverkennbar. Hier ist die Arachnoidea bzw. das subarachnoideale Gewebe in ganzer Ausdehnung vollkommen zart und durchsichtig. Auf der Abbildung erkennbare feine, weißliche, querverlaufende Streifchen sind auf Schrumpfung bei der Fixierung zurückzuführen.

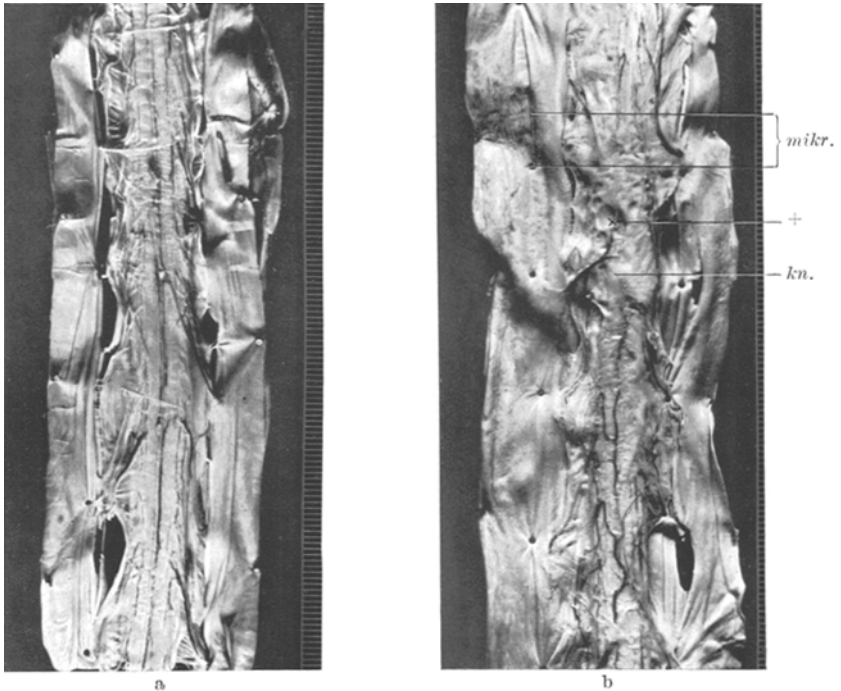


Abb. 3. Schwielenbildung der Arachnoidea bei Tabes. Fall Weißk. *a* vorderer, *b* hinterer Umfang des Rückenmarks, + unverdickte Stelle der Arachnoidea (Delle), *mikr.* mikroskopisch untersucht (s. Abb. 6) flächenförmig verdickt, *kn.* knotenförmige Verdickung.

Unserer Beschreibung liegen 2 Fälle zugrunde, bei denen die Veränderungen besonders hochgradig waren. Bei den übrigen Tabesfällen sind die subarachnoidealen Verdickungen nicht so hochgradig, aber sie sind ausnahmslos mit bloßem Auge gut wahrnehmbar.

Der geringste Grad von Verdickung imponiert makroskopisch einfach als Trübung der Arachnoidea. An einzelnen Stellen bestehen dann meistens noch stärkere Verdickungen in Form von unregelmäßigen, unscharf begrenzten Herdchen oder auch von schärfer umschriebenen kleinen Knötchen. Längs verlaufende Züge oder Stränge, die über die Oberfläche mehr oder weniger hervorragen, finden sich ebenfalls öfters. Bisweilen dehnen sich die Verdickungen auch mehr flächenhaft aus und geben dann der Arachnoidea eine derbe, fast sehnige (!) Beschaffenheit.

Im unmittelbaren Bereich der hinteren Spinalnervenzurzeln kommen Verdickungen ebenfalls vor, ähnlich wie sie schon bei den 2 ersten Fällen beschrieben wurden. Sie haben gewöhnlich die Form von etwa stecknadelkopfgroßen Herdchen oder Knötchen, sind aber keineswegs regelmäßig anzutreffen.

Immer finden sich die Verdickungen deutlich nur am hinteren Umfang des Rückenmarks. Auf dem vorderen Umfang ist die Arachnoidea nur bei einem einzigen Fall leicht getrübt gewesen.

Außer der Beschaffenheit und Form interessiert nun vor allem auch die Ausbreitung der Veränderungen. Ein auffallender Unterschied besteht einmal, wie bereits erwähnt, zwischen der vorderen und hinteren Rückenmarksfläche. Die subarachnoidealen Verdickungen sind stets nur dorsal zu finden. Dabei ist mit besonderer Vorliebe die Gegend über den Hintersträngen betroffen. Der Sulcus lateralis posterior ist dann häufig die Grenze, außerhalb welcher die Verdickungen geringer werden. Dagegen findet sich in diesem lateralen Bereich gewöhnlich mindestens eine starke weißliche Trübung, die sich bis an die Ansatzlinie des Ligamentum denticulatum ausdehnt. Ferner bestehen bestimmte Gesetzmäßigkeiten bezüglich der Verteilung der Veränderungen auf die verschiedenen Höhen des Rückenmarks. *Am hochgradigsten sind die Arachnoideaverdickungen im Thorakalabschnitt*; wenn das Ausmaß der Verdickungen in jeden drei Rückenabschnitten graphisch dargestellt wird, so ergibt sich fast bei allen Fällen die gleiche Kurve. Im Cervicalmark, mehr oder weniger hoch beginnend, erreicht sie im Thorakalmark ihre größte Höhe und nimmt gegen das Lumbalmark zu wieder ab. Allerdings weichen einige Fälle insofern von dieser Regel ab, als die Verdickungen im Halsmark, seltener auch im Lumbalmark ihrer Ausdehnung nach denjenigen im Brustmark gleichkommen können, nie jedoch ist die Intensität im Hals- oder Lendenmark am stärksten.

Ein Vergleich zwischen dem Ausmaß der Arachnoideaveränderungen und der Stärke der tabischen Veränderungen in den Hintersträngen läßt keine strenge Parallele erkennen. Immerhin kann festgestellt werden, daß im allgemeinen die Fälle mit den stärksten Befunden an den weichen Häuten auch besonders intensive Hinterstrangdegeneration aufweisen.

Neben den subarachnoidealen Verdickungen, die uns hier in erster Linie beschäftigen, müssen die übrigen Befunde noch kurz erwähnt werden. Bisweilen finden sich kleine „Kalkplättchen“, die ja in der Arachnoidea nicht selten vorkommen. Meistens sind sie sehr dünn, haben eine Ausdehnung nur von einigen Millimetern und sind meistens in den unteren Teilen am hinteren Umfang des Rückenmarks gelegen, hauptsächlich im Lumbalabschnitt. Bei unseren Fällen finden sie sich gewöhnlich in den Abschnitten, die keine Verdickung zeigen. Was die Dura betrifft, so finden sich an ihr keine Besonderheiten.

b) Mikroskopisch.

Die mikroskopischen Befunde stimmen bei allen Fällen weitgehend überein und zeigen höchstens gradweise Unterschiede. Es erübrigt sich deshalb, jeden

einzelnen Fall für sich zu beschreiben, wir wollen uns darauf beschränken, einen Fall herauszugreifen, der an Hand von Serienschnitten besonders genau untersucht wurde, und wollen anschließend die übrigen mikroskopischen Befunde zusammenfassend besprechen.

Bei dem Fall Nr. 3577 Samm., der auch makroskopisch durch seine strangförmige Verdickung auffiel, wurde je eine Serie von Querschnitten und Längsschnitten angelegt. Die Lage dieser Schnittserien ist in der Abb. 2b bei *mikr.* bezeichnet.

Wir müssen wieder berücksichtigen, daß die Anordnung der weichen Häute auf den Präparaten nicht mehr den natürlichen Verhältnissen am Lebenden entspricht, da ja das Präparat fixiert worden ist, nachdem der Liquor abgeflossen war. Das Abfließen des Liquors hat bewirkt, daß die weichen Häute zusammengesunken sind und daher in unserem Präparat die Arachnoidea viel näher an die Pia zu liegen kommt, als dies bei Erhaltensein des Liquorkissens der Fall war. Durch das Einsinken der weichen Häute hat sich ferner notwendigerweise auch das Septum posticum stark verschoben; es hat sich nach der einen Seite umgelegt und bildet zahlreiche Falten, die auf dem Querschnitt zu sehen sind.

Trotz dieser Lageverschiebungen lassen sich aber die einzelnen Bestandteile der weichen Rückenmarkshäute auf diesen Serienschnitten gut unterscheiden (Abb. 4). Wir sehen, daß die Oberfläche des Rückenmarks allseitig von einer mäßig dicken Bindegewebsschicht, dem „epipialen Gewebe“ bedeckt ist. An der Oberfläche des epipialen Gewebes finden wir eine durch spärliche feine Bindegewebsfasern verstärkte Endothelschicht, die besonders über größeren Gefäßen des epipialen Gewebes sich deutlicher abhebt. Dies ist die verstärkte, mit Endothel bekleidete, gefensterte Lamelle, welche den Anschein einer besonderen Grenzmembran erwecken kann. Das epipiale Gewebe wird dadurch von den Räumen *l* und *k* abgegrenzt. Die gleiche Endothelschicht ist deutlich auch auf den beiden Seiten des Septum posticum zu sehen, und wir können weiter verfolgen, wie sie dann von hier aus auf die Innenseite der äußeren Schicht des subarachnoidealen Gewebes übergeht. Auf einzelnen Schnitten lassen sich teilweise auch die Septen im Bereich der hinteren Wurzeln nachweisen, und wir sehen, daß die Wurzeln von einem feinen bindegewebigen, auch mit Endothel bekleideten Häutchen locker umgeben werden.

Den makroskopisch sichtbaren „Strang“ können wir nun auf dem Querschnitt durch die ganze Serie hindurch gut verfolgen (Strang auf den Abb. 4 und 5). *Wir sehen, daß diese Verdickung an einer ganz bestimmten Stelle liegt, nämlich da, wo sich das einmal nach rechts, einmal nach links umgebogene Septum posticum normalerweise dreieckförmig verbreitert und in die äußere dichtere Schicht des subarachnoidealen Gewebes (zur „Arachnoidea“ im makroskopischen Sinne gehörig) übergeht.* Dieser äußere Teil des Septums ist in unserem Fall massiv verbreitert, im auffallenden Gegensatz zum übrigen Septum, das in seinen einwärts gelegenen Teilen eine dünne, gefaltete Membran darstellt, die mit dem epipialen Gewebe

zusammenhängt. Dort, wo das Septum in die Arachnoidea übergeht, dehnt sich in breitem Ausmaß ein grobfaseriges, kollagenes Bindegewebe darin aus und drängt die beidseitigen Endothelbeläge weit auseinander.

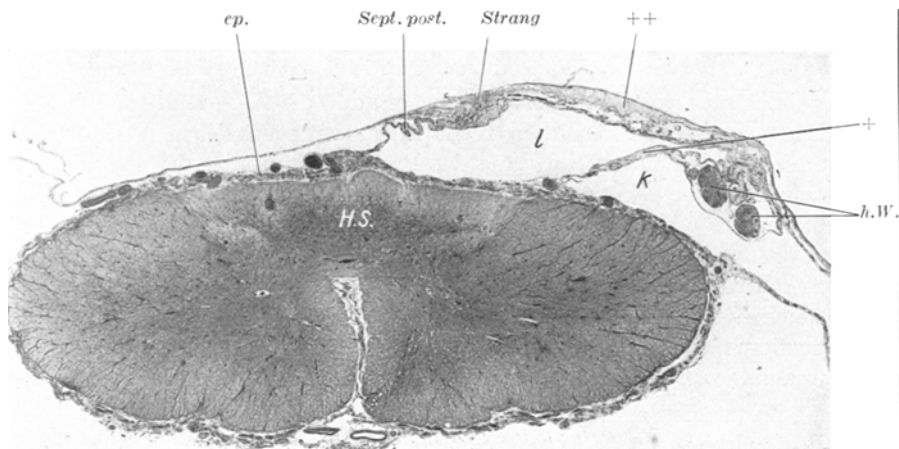


Abb. 4. Querschnitt aus dem Brustmark von Fall Samm. (vgl. Abb. 2). Hämalaun-Eosin. Vergr. 11,5fach¹. + Septum der hinteren Wurzeln, ++ geringe Verdickung in den äußeren Schichten des subarachnoidealen Gewebes, *l* schiefer Raum, *k* Raum zwischen Septum der hinteren Wurzel und Ligamentum denticulatum, *H. S.* degenerierter Hinterstrang, *ep.* epipiales Gewebe, *h.W.* hintere Wurzel.

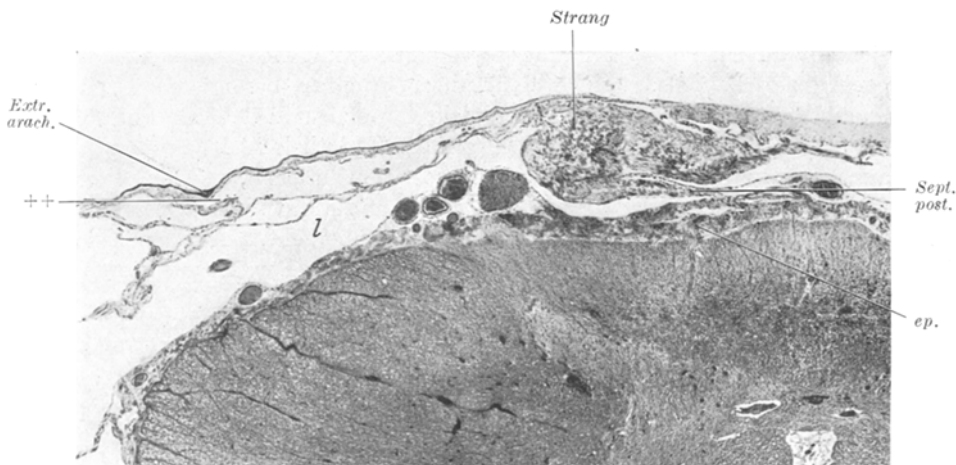


Abb. 5. Querschnitt durch das Brustmark von Fall Samm. (Tabes) Hämalaun-Eosinfärbung. Vergr. 22fach. ++ äußere Schichten des subarachnoidealen Gewebes, hier nur wenig verändert, *Extr. arach.* Extrema arachnoideae, *ep.* epipiales Gewebe.

Das neugebildete Gewebe der Verdickung besteht aus dicken, straffen Fasern. Das sind Bündel kollagener Fibrillen, die zur Hauptsache in der

¹ Bei der Reproduktion, wie die folgenden Abbildungen, etwas verkleinert.

Längsrichtung des Rückenmarks angeordnet sind. Ihre Verlaufsrichtung entspricht also dem makroskopisch erkennbaren Verlauf des Stranges. Dies geht am besten aus einer Längsschnittserie hervor, in der man die längsverlaufenden Fasern über größere Strecken verfolgen kann. Dieselben liegen an vielen Stellen sehr dicht aneinander und zwischen ihnen finden sich nur spärliche Bindegewebszellen. (Diese Stellen des Gewebes können wir als sklerosiert bezeichnen.) Andere Stellen sind etwas lockerer, und besonders auf den Querschnitten ist der straffe Bau nicht so deutlich zu sehen. Auf diesen Schnitten finden wir zahlreiche Bindegewebszellen zwischen den kollagenen Bündeln.

Wie die Abb. 5 auf dem Querschnitt zeigt, geht das Gewebe des „Stranges“ in die äußere subarachnoideale Bindegewebsschicht unmittelbar über; die hier noch aus locker angeordneten Bälkchen, die nur etwas vermehrt sind, besteht. An einzelnen Stellen läßt sich auch ein Endothel erkennen, ähnlich demjenigen zu beiden Seiten des Septums, dessen Fortsetzung es bildet. An anderen Stellen (oralwärts in der Serie) findet sich nun aber auch hier in den äußeren Schichten des subarachnoidealen Gewebes eine Vermehrung straffer kollagener Fasern. Dieses Bild entspricht der flächenförmigen Verdickung.

An der Schnittserie des Falles Samm. läßt sich also feststellen, daß die subarachnoidealen Verdickungen sich in den äußeren Schichten entwickeln und daß sie von ganz bestimmten Teilen des subarachnoidealen Gewebes ausgehen. Diese sind: 1. die Ansatzstelle des Septum posticum an der Arachnoidea und 2. das Balkenwerk der äußeren subarachnoidealen Schichten. Ein mit subarachnoidealen Endothelzellen ausgekleideter Hohlraum *l* trennt die Verdickungen des äußeren subarachnoidealen Gewebes von den inneren subarachnoidealen Schichten, dem epipialen Gewebe. Das epipiale Gewebe ist ebenfalls, und zwar am hinteren und vorderen Rückenmarksumfang gleichmäßig, verdickt, aber es kommt hier nie zur eigentlichen Schwielenbildung.

Bei den übrigen Fällen wurden von den drei Hauptabschnitten des Rückenmarks Querschnitte mit Hämalaun-Eosin, nach *Nissl* und nach *van Gieson*, gefärbt. Überall finden wir zum mindesten im Brustmark eine mehr oder weniger deutliche Lage von vermehrtem Bindegewebe im dorsalen Subarachnoidealraum, und zwar wieder in den äußeren Schichten. Bei einigen Fällen ist die Verdickung nur mäßig entwickelt, bei anderen kann sie jedoch ein erhebliches Ausmaß erreichen. Einen derartigen Befund zeigt die Abb. 6. Es handelt sich um einen Querschnitt durch das obere Dorsalmark des bereits makroskopisch eingehend beschriebenen Falles 3216 Weißk. Die Lage der Schnitte ist in der Abb. 3 b angegeben. Er trifft die flächenförmige Verdickung und außerdem das Knötchen *Kn* in der Nähe einer hinteren Wurzel links. Auf Abb. 6 kommt wieder der Unterschied zwischen dorsalem und ventralem Umfang des Rückenmarks deutlich zur Darstellung: Während sich auf der Dorsal-

seite eine mächtige Bindegewebsschicht an der Stelle der äußeren sub-arachnoidealen Schicht (also im Gebiet der Arachnoidea im makroskopischen Sinne) entwickelt hat, findet sich am vorderen Umfang nur ein dünnes Häutchen an entsprechender Stelle. Die Verdickung *Kn.* auf Abb. 6 entspricht dem Knötchen von Abb. 3 b. Das Septum posticum ist hier nicht mehr erkennbar, es ist ganz in die Schwiele einbezogen. Einen ähnlichen Befund bei einem anderen Fall zeigt die Abb. 7 bei *van Gieson*-Färbung. Die kollagenen Fasern sind intensiv rot gefärbt;

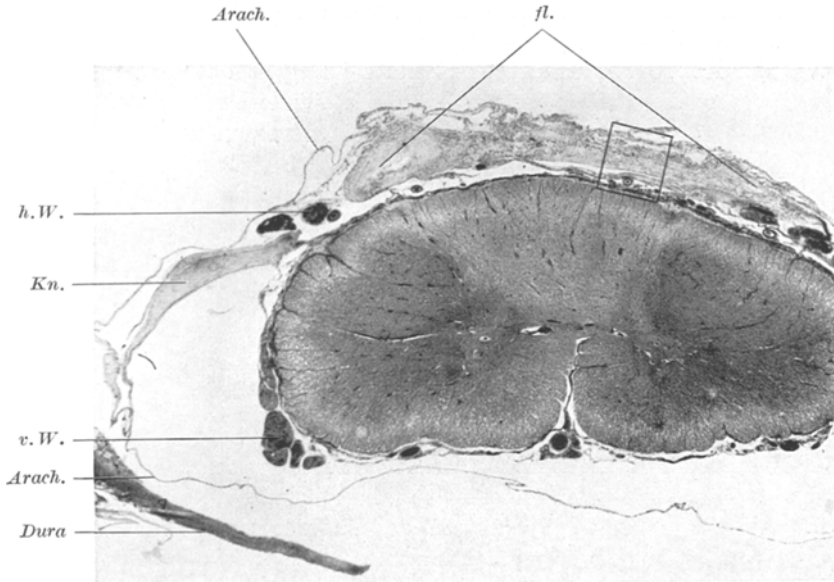


Abb. 6. Querschnitt durch das Brustmark von Fall Weißk. (Tabes) (s. Abb. 3). Hämalalaun-Eosinfärbung. Vergr. 9,5fach. *fl.* flächenhafte Schwiele in den äußeren Schichten des subarachnoidealen Gewebes. *Kn.* Knötchen nahe der hinteren Wurzel links.

auf dem Photogramm erscheinen sie schwarz. Die Schwiele ist dicker als die Dura!

Die Abb. 8 ist ein Ausschnitt aus der Abb. 6 bei 100facher Vergrößerung. Der Bau der schwieligen Verdickung läßt sich hier deutlich erkennen. Ebenso wie bei den anderen Fällen mit ausgesprochenen Befunden handelt es sich vorwiegend um *straffes Bindegewebe*. In ihren äußersten Lagen ist das neugebildete Bindegewebe ein wenig lockerer. Die einzelnen Bindegewebsbündel verlaufen hier unregelmäßig geschlängelt und lassen Lücken zwischen sich frei. Gegen die tiefere, dickere Lage verdichten sich dann allmählich die Fasern zu einem ganz straffen Bindegewebe, das den Hauptteil der Schwiele bildet. Meistens sind die Fasern auf dem Querschnitt durch das Rückenmark längs getroffen, sie verlaufen also vorwiegend zirkulär zur Achse des Rücken-

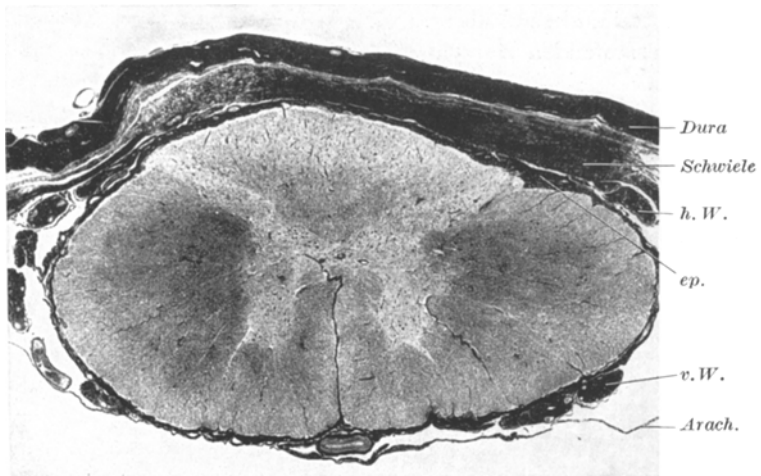


Abb. 7. Querschnitt durch das Brustmark eines Falles von Tabes. *Van Gieson*-Färbung. Vergr. 14fach. Man sieht, daß die Schwiele am hinteren Umfang des Rückenmarks breiter ist wie die Dura. (Übrige Bezeichnungen s. oben.)

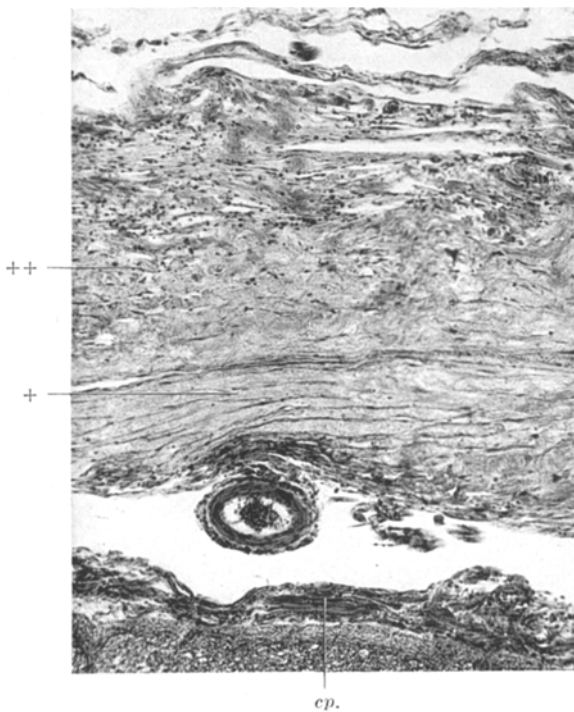


Abb. 8. Ausschnitt aus Abb. 6, bei 100facher Vergr. Schwielenbildung in den äußeren Schichten des subarachnoidealen Gewebes. Bei + straffe, dicht aneinanderliegende Bindegewebsbündel längs getroffen, ++ Bindegewebsbündel quer getroffen.

marks. Bei anderen Fällen handelt es sich um ein Geflecht von quer und längs verlaufenden Bündeln. Das Ganze bildet ein dichtes, lückenloses Gewebe.

In Schnitten mit Elastinfärbung können ferner auch feine elastische Fasern festgestellt werden, welche die einzelnen kollagenen Bündel umspinnen.

Zwischen den Bindegewebsfasern liegen dünn ausgezogene Zellen mit länglichen Kernen eingestreut. Diese sind meistens in großer Zahl vorhanden, gelegentlich trifft man aber auch ausgesprochen zellarme Gebiete. *Die Bilder haben große Ähnlichkeit mit dem straffen Bindegewebe der Dura*, nur ist das Duragewebe einerseits viel reicher an elastischen Fasern, andererseits ärmer an Zellen. Auch bei der Färbung nach *van Gieson* zeigt der Vergleich mit der Dura (die im gleichen Präparat zu sehen ist) große Ähnlichkeit. Die Fibrillen der einzelnen Bündel färben sich mit Fuchsin rot, wenn auch weniger intensiv als diejenigen der Dura. Auch sind die einzelnen Bindegewebsbündel der Schwielen weniger dick als diejenigen der Dura. Diese Ähnlichkeit mit der Dura ist biologisch interessant.

Häufig sehen wir Stellen, wo die Faserbündel ganz homogen erscheinen und auch bei stärkerer Vergrößerung keine Fibrillenstruktur erkennen lassen. Bei der *van Gieson*-Färbung färben sich diese homogenen Bündel aber stets leuchtend rot, nicht gelb, wie dies bei der echten Hyalinisierung meist der Fall ist. Wir können diese Homogenisierung aber doch zur *hyalinen Entartung im weiteren Sinne* rechnen¹. Besonders sei betont, daß auch die Wände der spärlichen Gefäße der Schwarten an den betreffenden Stellen die gleiche Homogenisierung erleiden wie die Faserbündel. Außerhalb der Schwarten, so speziell im gefäßreichen epipialen Gewebe, findet man dagegen diese Homogenisierung der Faserbündel und der Gefäßwände höchstens in Andeutung. Der Unterschied ist sehr auffällig.

Bei den Fällen mit geringeren makroskopischen Befunden fehlt bisweilen das ganz straffe Gewebe oder es ist auf kleinere Bezirke, so z. B. die hintere Ansatzstelle des Septums (Abb. 9), beschränkt. Die sub-arachnoideale Verdickung ist dann mehr locker und wird aus unregelmäßig verlaufenden Bindegewebsbündeln gebildet. Immer werden die peripheren Lagen des Subarachnoidealraumes bevorzugt. Bei dem Fall der Abb. 9 ist auch das epipiale Gewebe verhältnismäßig stark verdickt.

Die *Extrema arachnoideae* ist immer wohl gekennzeichnet und zeigt keine Abweichungen von der Norm. Knötchenförmige Anhäufungen der Endothelzellen, die zur Norm gehören, sind bei den meisten unserer Fälle zu finden. Sie kommen sowohl auf der dorsalen wie auf der ventralen Seite vor, auf der dorsalen noch etwas häufiger. Hier und da enthalten

¹ Herrn Professor *Scholz* verdanke ich den Hinweis, daß zur Hyalinisierung im engeren Sinn neben der Homogenisierung der Fibrillenstruktur auch die Gelbfärbung im *van Gieson*-Bild gehört.

sie auch konzentrisch geschichtete Körperchen, die sich mit Hämalaun intensiv blau färben. Mit den Schwielen scheinen diese Gebilde nichts zu tun zu haben.

Wenn man darnach sucht, findet man immer mehr oder weniger deutliche *Infiltrate von Lymphocyten und Plasmazellen*, und zwar vor allem dort, wo das Gewebe lockere Stellen hat. Besonders häufig ist auch das epipiale Gewebe infiltriert. Solche Infiltrate finden sich aber auch auf der ventralen Seite!

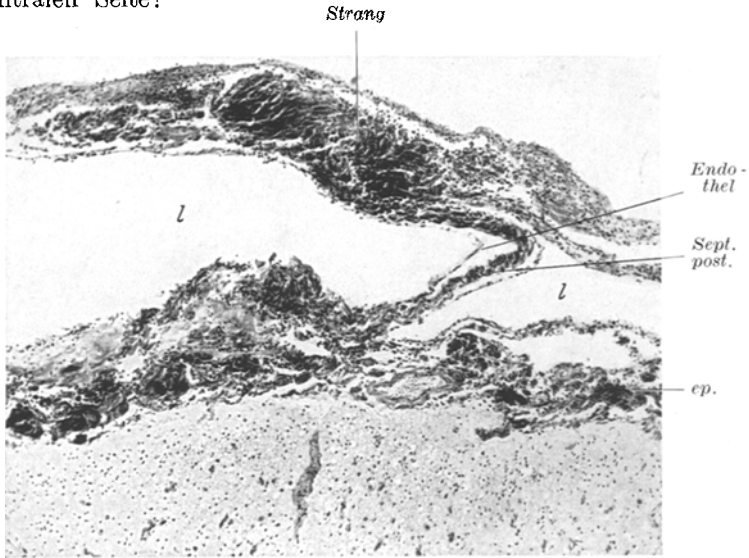


Abb. 9. Querschnitt durch das Brustmark eines Falles von Tabes (3827), van Gieson-Färbung, Vergr. 70fach. Die Vermehrung der meist quer getroffenen Faserbündel findet sich hier am Ansatz des Septums posterius, *l* schiefe Räume, an der äußeren Schicht des subarachnoidealen Gewebes und im epipialen Gewebe, während das Septum selber nur wenig verändert ist.

Im Bereich der Wurzeln, der hinteren noch mehr als der vorderen, finden wir bei einzelnen Fällen deutliche Infiltration mit Plasmazellen und Lymphocyten sowie zahlreiche Fibroblasten. Diese Infiltrate liegen sowohl in den interfasciculären Lymphspalten als auch im perifasciculären Gewebe. Eine hintere Wurzel mit starker Infiltration zeigt die Abb. 10. Wie gesagt, ist die Schwielenbildung in der Umgebung der hinteren Wurzeln gering.

Die Gefäße des Subarachnoidealraumes sind bei den meisten Fällen ziemlich dickwandig. Charakteristische luische Gefäßveränderungen im Sinne der *Heubnerschen* Endarteriitis konnten bei keinem Fall festgestellt werden.

2. Bei progressiver Paralyse.

Es handelt sich hier um Rückenmarksbefunde bei 13 Fällen von Paralyse, bei denen sich die typischen Veränderungen in der Großhirnrinde sowie eine positive

Reaktion auf „Paralyseeisen“ ergeben hatte. *Tabische Hinterstrangdegeneration fehlte bei diesen Fällen.*

a) *Makroskopisch.*

Bei unseren Fällen von Paralyse sind die Veränderungen an den weichen Häuten weniger regelmäßig und nicht so ausgesprochen wie bei der *Tabes*. Deutliche Verdickungen finden sich nur bei 8 von 13 Fällen. Bei 3 Fällen ist die Verdickung nur unbedeutend, und bei zweien endlich ist die *Arachnoidea* überhaupt unverändert.

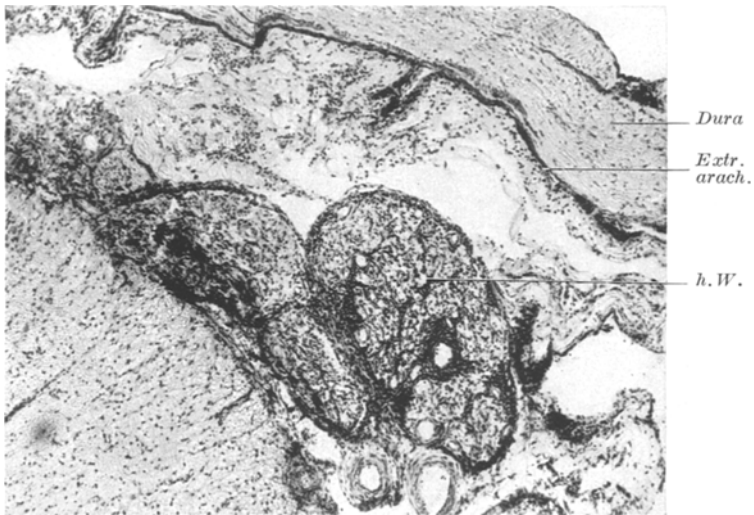


Abb. 10. Aus der Gegend der hinteren Wurzel von einem Fall von *Tabes* (2579), Nissl-Färbung, 71fache Vergr. Geringe Faservermehrung, deutliche, entzündliche Veränderungen.

Ihrer Natur nach sind die Verdickungen die gleichen wie bei der *Tabes*. In ihren geringeren Graden fallen sie als mehr oder weniger ausgedehnte Trübungen der weichen Häute auf. Bei stärkerem Ausmaß handelt es sich um kleine weißliche Herde oder Knötchen, die öfters miteinander verschmelzen und dann mehr flächenhafte Verdickungen bilden. In anderen Fällen sind es wieder strangförmige Gebilde, die längs verlaufen und gewöhnlich die Mittellinie bevorzugen. Diese sind meistens nur dünn und ragen selten stärker über die Oberfläche hervor. Gelegentlich findet sich dann auch das Bild eines Netzwerkes von unregelmäßigen, weißlichen Streifen. Im Bereiche der hinteren Wurzeln waren bei keinem Fall besonders auffallende Veränderungen zu sehen. Nur hier und da liegen hier kleine weißliche Knötchen vor.

Auch hier sind die Verdickungen in erster Linie an der Rückenmarkshinterfläche zu finden, die Vorderfläche ist dagegen nie erheblich verdickt, jedenfalls nie stärker als die Hinterfläche.

In der Verteilung der Verdickungen auf die einzelnen Rückenmarksabschnitte wird wieder die gleiche Regel befolgt wie bei den Tabesfällen: Die Verdickungen der weichen Häute sind im Thorakalabschnitt jeweils stärker ausgebildet als im Cervical- und Lumbalabschnitt.

b) Mikroskopisch.

Auch bei den Fällen von Paralyse liegt das vermehrte Bindegewebe wieder vorwiegend in den äußeren Lagen des subarachnoidealen Gewebes am hinteren Rückenmarksumfang, besonders im Abschnitt zwischen den beiden hinteren Wurzeln. Das neugebildete Gewebe ist lockerer angeordnet als bei den meisten Fällen von Tabes. Das Gewebe ist auch durchschnittlich zellreicher; man findet in den Maschen verhältnismäßig reichlich Fibrocyten, sowie zahlreiche Plasmazellen, Lymphocyten, seltener sogar einzelne polymorphkernige Leukocyten eingestreut.

3. Bei Lues des Zentralnervensystems i. e. S.

Es handelt sich um 6 Fälle von Lues cerebrospinalis.

Besonders bemerkenswert ist hier ein Fall Nr. 3699 Eisenm. (Eine 69jährige Frau mit einer alten, bereits abgelaufenen luischen Meningitis im Bereich des Rückenmarks.) Außerdem fand sich eine hochgradige Atherosklerose der basalen Hirngefäße mit Erweichungsherden, die offenbar in erster Linie das zum Tode führende Leiden verursacht hatte. Bei diesem Fall sind die Verdickungen der weichen Rückenmarkshäute ungewöhnlich hochgradig; sie nehmen auch hier im Thorakalmark ihren größten Umfang an (Abb. 11). Der hintere Umfang des Rückenmarks wird von einer etwa 3 mm dicken, blendend weißen, festen Schwarte bedeckt. Außerdem sitzen dieser Schwarte außen vier dicke knöcherne Platten auf, die sich wie Glieder eines Schuppenpanzers aneinanderreihen und die auch mit der Dura verwachsen sind. Die hinteren Wurzeln sind auf der Höhe der Schwarte von derselben

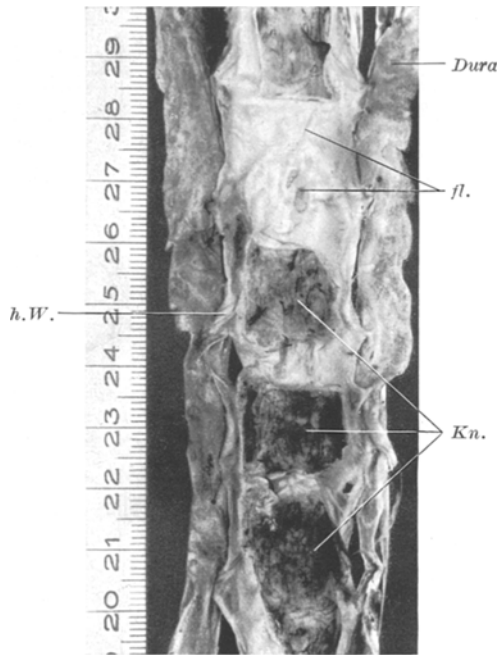


Abb. 11. Schwartenbildung bei Lues cerebrospinalis (Fall Eisenm.). *fl.* Flächenhafte Schwartenbildung. *Kn.* auf der Oberfläche der Schwarte Knochenplatten.

zugedeckt, so daß man sie bei der Betrachtung von der Oberfläche nur noch am Rande erkennen kann. An der ventralen Seite des Rückenmarks sind die weichen Häute im Thorakalabschnitt zwar ebenfalls etwas verdickt, aber in ungleich geringerem Maße.

Im mikroskopischen Bild (Abb. 12) sieht man, wie die neugebildete Gewebsschicht im Subarachnoidealraum *die Dura um ein Vielfaches an Dicke übertrifft*. Auch an der Innenfläche der Dura liegt hier eine dünne Schicht von neugebildetem Gewebe, das sich weniger stark mit Hämalaun-Eosin und mit Pikrofuchsin färbt als die Dura selbst. Die Schwarte besteht größtenteils aus straffem, vorwiegend zellarmem Bindegewebe, das nur da und dort einige lockere Stellen hat. Von dem epipialen Gewebe mit den Gefäßen wird die Schwarte beiderseitig neben der Mittellinie durch deutliche spaltförmige Hohlräume getrennt. Die Lage dieser Spalten entspricht wieder den Räumen *l* beiderseits des Septum posticum; diese Räume sind durch die Neubildung stark eingeengt worden. In der Mittellinie sind die beiderseitigen Spalten durch eine breite Zone voneinander getrennt. Diese Stelle entspricht dem Bereich des Septum posticum. Das epipiale Gewebe ist zwar auch verdickt, aber nicht annähernd so wie die äußere subarachnoideale Schicht.

Die dicken kollagenen Faserbündel (Abb. 13) sind ziemlich unregelmäßig, wellig angeordnet, sie liegen aber dicht aneinander. Zu einem Teil, und zwar besonders in den tieferen Schichten, verlaufen sie vorwiegend zirkulär zur Achse des Rückenmarks, im übrigen aber in allen möglichen Richtungen.

An den lockeren Stellen der Schwarte, ganz besonders in der Umgebung der Gefäße, besteht deutliche Infiltration mit Lymphocyten, Plasmazellen und sogar vereinzelt Leukocyten (Abb. 14). Auch hier können wir häufig eine Homogenisierung der Fasern beobachten. Diese erscheinen dann als strukturlose, ziemlich breite, nach *van Gieson* intensiv rot gefärbte Gebilde. Es kommt also auch hier zu einer „hyalinen“ Umwandlung des sklerosierten Bindegewebes. Ein ähnliches Homogenwerden finden wir auch an den meist verdickten Wänden der spärlichen Gefäße der Schwarte. Im epipialen Gewebe lassen sich zwar auch Anzeichen der hyalinen Umwandlung finden, aber sie sind hier viel geringgradiger. Dementsprechend finden sich hier verhältnismäßig auch nur wenig Veränderungen an den zahlreichen Gefäßen. Infiltrate dagegen sind hier ebenfalls vorhanden. Die Höhle zwischen Schwarte und epipialem Gewebe ist völlig glattwandig. Die Wurzeln liegen am Anfang im epipialen Gewebe eingebettet. Nach längerem Verlauf in ihrem wenig veränderten Septum findet man sie am Rande der Schwarte, ohne daß sie mit dieser engere Beziehungen eingehen. Eine hyaline Umwandlung wird zwar auch hier an den begleitenden Gefäßen festgestellt.

Eine weißliche Schwarte von geringerem Ausmaß besitzt ein anderer Fall dieser Gruppe. Auch hier sind die Veränderungen am hinteren

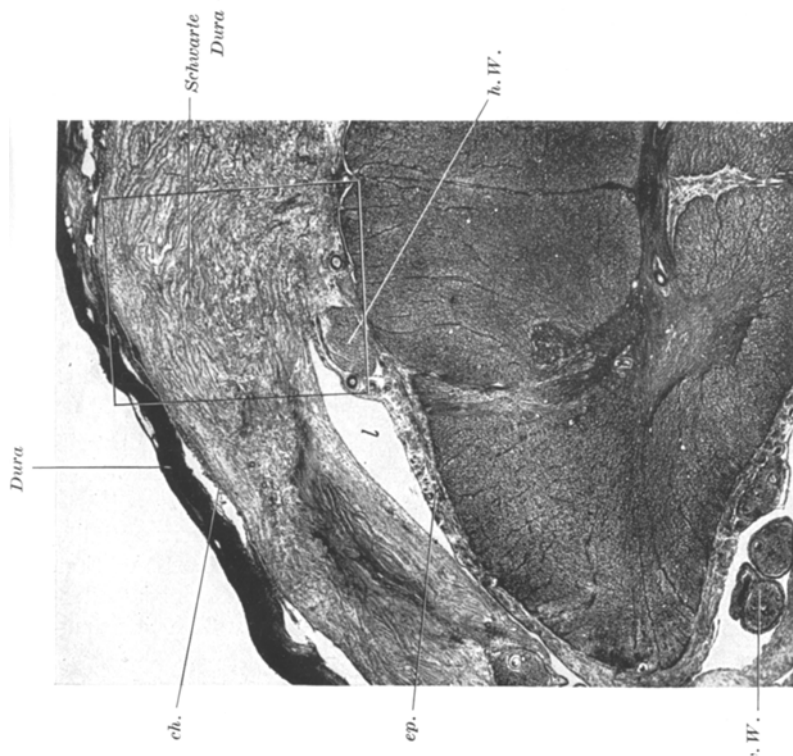


Abb. 12. Querschnitt durch das Brustmark von Fall Eisenm. (vgl. Abb. 11). Hämalan-Kosinfärbung, Vergr. 16fach. Die aus straffen Bindegewebsbündeln bestehende Schwarte ist um vielfaches dicker als die Dura. Die inneren Schichten des subarachnoidealen Gewebes, das epipliale Gewebe,

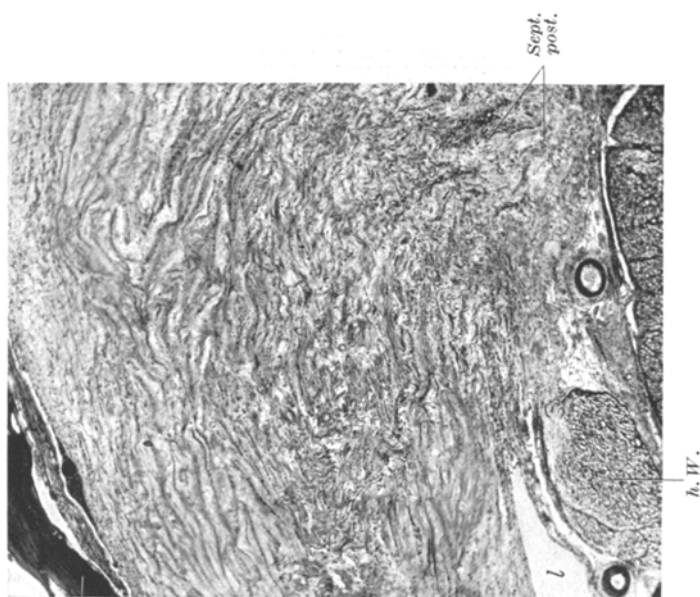


Abb. 13. Ausschnitt aus Abb. 12 bei 49facher Vergr. Man sieht die in verschiedenen Richtungen getroffenen Faserbündel des zellarmen Schwielengewebes.

Umfang des Thorakalabschnittes am deutlichsten. Bei den übrigen Fällen sind die Befunde geringer. Es handelt sich um weißliche Streifen und Stränge oder auch mehr diffus ausgebreitete, stellenweise konfluierende Knötchen, und zwar wieder am deutlichsten am dorsalen Umfang des Thorakalmarks. Mikroskopisch stehen bei diesen Fällen die entzündlichen Erscheinungen im allgemeinen mehr im Vordergrund, während die Faserproduktion geringer ist als bei den Tabesfällen. Die entzündlichen Infiltrate bestehen zur Hauptsache aus Plasmazellen und Lymphocyten, ferner aus vereinzelt Leukocyten. Die Infiltratzellen verteilen

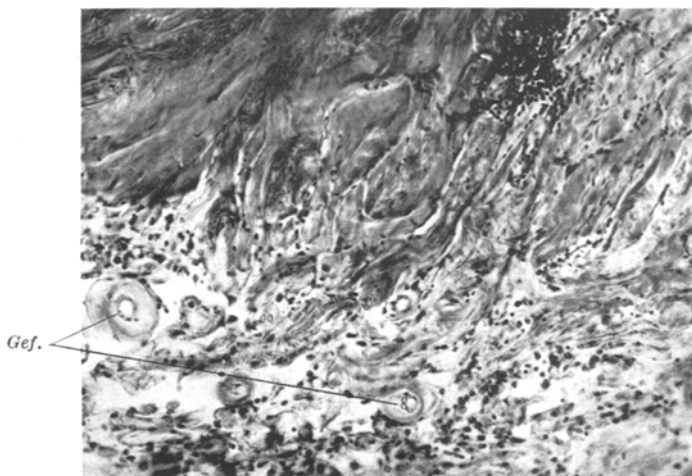


Abb. 14. Einzelheit aus der Schwarte von Fall Eisenm. Hämalaun-Eosinfärbung, 150fache Vergr. Gef. Gefäße in hyaliner Veränderung. Rundzelleninfiltration.

sich besonders in dem medialen Abschnitt des Subarachnoidealraumes zwischen den hinteren Wurzeln und sammeln sich stellenweise herdförmig an. In etwas geringerem Ausmaß sehen wir sie auch am vorderen Umfang, besonders im Sulcus medialis anterior. An den hinteren Wurzeln sind keine Zeichen von Entzündung erkennbar.

Von besonderer Wichtigkeit ist nun *ein Fall von Frühstadium des Zentralnervensystems*, der deshalb hervorgehoben werden soll, weil er, dank des frühen Stadiums, in dem sich der Entzündungsprozeß hier noch befindet, die Schwielenbildung in ihren ersten Anfängen erkennen läßt. Der 23jährige Mann erkrankte *ein halbes Jahr* nach einer luischen Infektion (mit anschließender spezifischer Behandlung) an einer akut einsetzenden schweren Meningitis, an der er innerhalb von nicht ganz 3 Monaten zugrunde ging.

Makroskopisch. Die weichen Rückenmarkshäute sind besonders im Thorakalabschnitt, und zwar ventral in gleicher Weise wie dorsal, stark

getrübt. In den medialen Partien des hinteren Umfanges finden sich außerdem Verdickungen in Form von feinen weißlichen Strängen.

Mikroskopisch fällt hier die *besonders starke entzündliche Infiltration* auf (Abb. 15). Hier sind nun vor allem die *inneren Schichten* des subarachnoidealen Gewebes, also das epipiale Gewebe, mit Infiltratzellen (Lymphocyten und Plasmazellen, dann auch verhältnismäßig zahlreichen Leukocyten) dicht besetzt. Die Infiltrate sind zuinnerst am dichtesten (*Inf.*). Der entzündliche Prozeß ist nicht nur auf die Meningen beschränkt, sondern die Infiltrate greifen von der Pia her den Gefäßen ent-

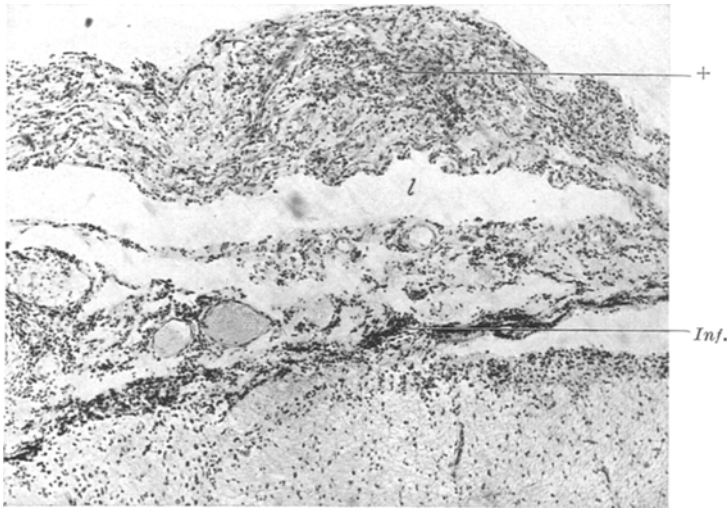


Abb. 15. Querschnitt aus dem Rückenmark eines Falles von Fröhle (Eil.). Nissl-Färbung, 90fache Vergr. *Inf.* frische, entzündliche Veränderungen, besonders in den inneren Schichten des subarachnoidealen Gewebes, + beginnende Verdickung in den äußeren Schichten.

lang auch auf das Rückenmark selbst über. Neben den exsudativen Zeichen der Entzündung bestehen auch hier bereits Anfänge einer Bindegewebsproliferation mit vermehrten Faserbündeln und im Vergleich zu den sonstigen älteren Fällen zahlreichen Infiltratzellen. Dieser Stelle entsprach makroskopisch ein zarter „Strang“. Ferner sehen wir auf unserer Abbildung in einer mittleren Zone wieder einen größeren Hohlraum *l*. Im epipialen Gewebe fehlt eine deutliche Faserproduktion.

IV. Ein Fall mit hirschiger Schwartenbildung am Gehirn.

Anhangsweise soll noch kurz ein eigenartiger Fall beschrieben werden, der uns deshalb erwähnenswert erscheint, weil hier an den weichen Häuten des Gehirns eine Verdickung besteht, deren Beschaffenheit mit derjenigen bei unseren Rückenmarksfällen übereinstimmt. Es handelt sich um einen 44jährigen Paralytiker. Den Befund am Gehirn zeigt

die Abb. 16. Man sieht über dem vorderen Teil der Fissura Sylvii und über dem anschließenden hinteren Teil des Stirnlappens eine glänzend weiße Schwarte ungefähr von der Größe eines Fünfmärkstüekes. Äußerlich erinnert die Schwarte am ehesten an eine strahlige Narbe; sie geht allmählich in das verdickte Gewebe der benachbarten weichen Häute über.

Auf dem Querschnitt (Abb. 17) läßt die Schwarte, die ungefähr eine Dicke von 3—4 mm erreicht, eine sehnenartige Beschaffenheit erkennen. Man sieht deutlich, daß die Schwartenbildung auf die äußersten Schichten des subarachnoidealen Gewebes beschränkt ist. In der Tiefe erkennt man gut das lockere Maschenwerk der Cisterna Fossae Sylvii mit den darin aufgehängten Gefäßen. Die Zisterne ist, ebenso wie die subarachnoidealen Räume überhaupt, erweitert entsprechend der Atrophie des paralytischen Gehirns.

Im mikroskopischen Bild (Abb. 18) sehen wir eine dicke Bindegewebsschicht in den äußeren Lagen des subarachnoidealen Gewebes. Ebenso wie bei unseren Befunden am Rückenmark handelt es sich zur Hauptsache um ein ausgesprochen straffes sklerosiertes Bindegewebe. Davon ist eine äußere Schicht direkt unter der Arachnoidea noch verhältnismäßig locker, die übrigen, darunterliegenden Lagen bestehen ganz aus straffem Gewebe. Dieses hat ungefähr wieder den gleichen Bau, nämlich aus eng aneinanderliegenden dicken Bündeln kollagener Fibrillen, zwischen welchen in geringer Zahl längliche Bindegewebszellen eingestreut sind. Gebiete mit besonders dicken Faserbündeln können ausgesprochen zellarm sein. Zwischen dieser strafferen inneren Schicht der Schwarte, die sich nach innen scharf abgrenzt, und der Pia liegt eine ziemlich breite Zone mit einem feinen bindegewebigen Maschenwerk, das ungefähr dem normalen subarachnoidealen Gewebe entspricht. Die schwartige Verdickung folgt überall der Arachnoidea, also der äußeren Oberfläche des Gehirns; sie überbrückt die Hirnfurchen und dringt nirgends in sie ein. *Wir haben am Gehirn also ganz ähnliche Verhältnisse wie beim Rückenmark, nur werden die äußere, schwielig veränderte Schicht und die inneren zart gebliebenen Schichten des subarachnoidealen Gewebes hier nicht durch große Hohlräume getrennt, sondern sie hängen überall zusammen.* Das entspricht wieder den normal anatomischen Verhältnissen.

Viele Faserbündel der Schwarte zeigen, ebenso wie die Wände ihrer Gefäße, hyaline Umwandlung (im weiteren Sinn). Infiltratzellen finden sich hier nur sehr spärlich. Im Bereich der unverändert gebliebenen inneren Schichten des Subarachnoidealraumes sind die Gefäße nicht hyalin umgewandelt, hier finden sich etwas reichlicher Infiltrate, die zur Hauptsache aus Plasmazellen bestehen.

In der Extrema arachnoideae finden sich in auffallend großer Zahl die sog. „Zellhaufen“. Diese enthalten häufig konzentrisch geschichtete Körperchen, die oft zu mehreren nebeneinander liegen.

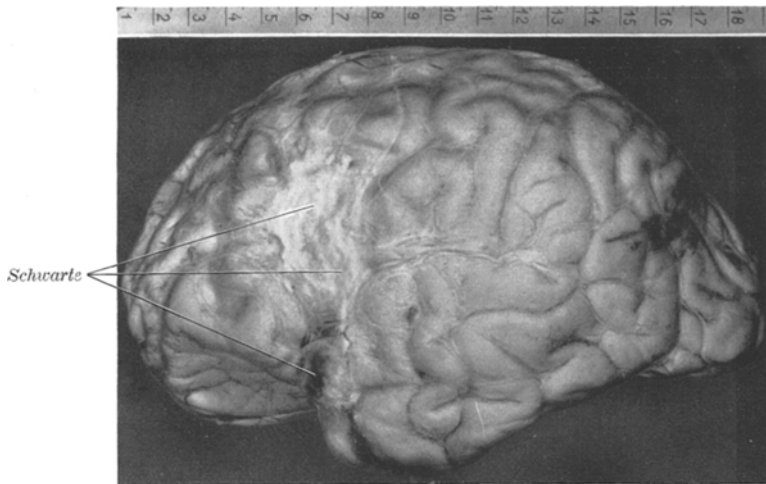


Abb. 16. Syphilitische Schwartenbildung über dem Großhirn (Fall Kraml.)

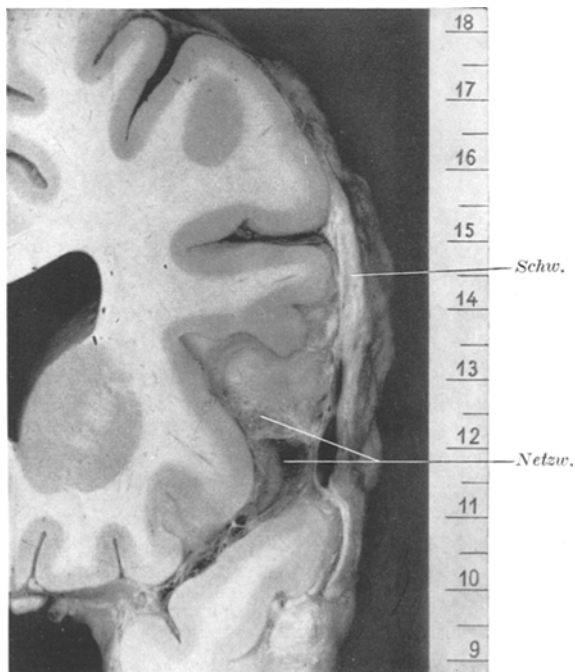


Abb. 17. Querschnitt von dem Fall Kraml: (s. Abb. 16). Man sieht deutlich, daß die weißliche Verdickung (*Schw.*) der Arachnoidea folgt, während die inneren Schichten des subarachnoidealen Gewebes aus einem lockeren Netzwerk (*Netz.*) bestehen.

In der Hirnrinde sind entzündliche Veränderungen von Art der progressiven Paralyse erkennbar. Die weichen Häute des Rückenmarks waren ebenfalls in typischer Weise schwielig verdickt.

V. Beurteilung der Befunde.

Wir konnten feststellen, daß die syphilitischen Schwielen der weichen Häute stets am *hinteren* Umfang des Rückenmarks vorkommen, und daß

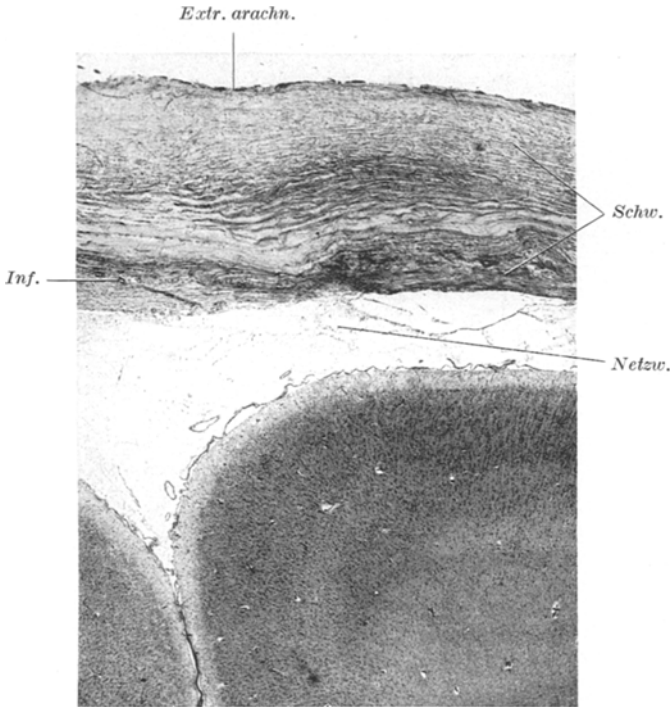


Abb. 18. Die Großhirnshwarte von Fall Kraml. (s. Abb. 17) bei Hämalaun-Eosinfärbung und 12,5facher Vergr. Straffes Bindegewebe (*Schw.*) in den äußeren Schichten, zartes Maschenwerk (*Netz.*) in den inneren Schichten des subarachnoidealen Gewebes.

dabei der mediale Abschnitt, innerhalb der hinteren Wurzeln, besonders stark betroffen wird. Im Gebiet zwischen den hinteren Wurzeln und dem Ligamentum denticulatum sind die Verdickungen im allgemeinen geringer; der vordere Umfang des Rückenmarks bleibt für gewöhnlich ganz frei. Ferner ist nachgewiesenermaßen das *Brustmark* derjenige Rückenmarksabschnitt, der für gewöhnlich die stärkste Schwielenbildung aufweist. Das Querschnittsbild endlich hat ergeben, daß die Verdickungen vor allem in den *äußeren* Schichten des subarachnoidealen Gewebes liegen. Die inneren Schichten, das „epipiale“ Gewebe, finden wir zwar meistens in gewissem Grade verdickt, hier aber besteht kein Unterschied zwischen dem vorderen und hinteren Rückenmarksumfang und die Bindegewebs-

neubildung erreicht hier nie das Ausmaß der Schwielen in den äußeren Schichten.

Wenn wir die Ausbreitung der Schwielenbildung mit der normalen Anatomie der weichen Rückenmarkshäute vergleichen, so stellen wir fest, daß die Verdickungen in erster Linie an solchen Stellen vorkommen, wo schon normalerweise ein dichteres subarachnoideales Balkenwerk besteht und wo daher die Zirkulation des Liquors behindert ist. Am vorderen Umfang sind die subarachnoidealen Balken äußerst spärlich, im wesentlichen besteht ein großer, einheitlicher subarachnoidealer Raum; der Weg für die Liquorzirkulation ist hier völlig frei. Eine Schwielenbildung war hier nie zu finden. Am hinteren Umfang dagegen, wo wir jeweils die stärkste Verdickung antreffen, ist das subarachnoideale Balkenwerk viel reichlicher entwickelt und schon normalerweise an bestimmten Stellen noch in besonderer Weise verdichtet. So stellt vor allem das Septum posticum ein derart verdichtetes subarachnoideales Maschenwerk dar, ebenso die äußere subarachnoideale Schicht im Bereich der Arachnoidea (im makroskopischen Sinne), sowie endlich im Thorakalabschnitt die schiefen Septen. An diesen Stellen verschmelzen die Bälkchen zu gefensterten Lamellen. Zwischen den Bälkchen und gefensterten Häuten werden kleine Hohlräume eingeschlossen, die aber unter sich und mit den großen Räumen in Verbindung stehen. Infolge ihrer Fensterung lassen die Septen den Liquor zwar durch, aber sie sind einem Sieb vergleichbar. Dies trifft wieder am meisten für den Thorakalabschnitt zu.

Bei den leichteren Graden von Schwielenbildung finden wir gewöhnlich Stränge, die der Ansatzstelle des Septum posticum entsprechen. Bei stärkerer Ausbildung liegen die Verdickungen auch seitwärts davon in den äußeren Schichten des subarachnoidealen Balkenwerks. Hier in diesen äußeren Schichten kommt es durch Neubildung kollagener Fasern zur eigentlichen Schwartenbildung. Diese Schwarten sind von den inneren Schichten, also dem epipialen Gewebe, isoliert und über ihnen verschiebbar. Die Verschiebung ist deshalb möglich, weil die zum Teil mit Endothel ausgekleideten Hohlräume, welche die äußeren Schichten vom epipialen Gewebe normalerweise trennen, zwar wohl eingengt, aber nicht zum Verschwinden gebracht werden.

Wir stellen also fest, daß die Bildung der subarachnoidealen Schwielen von denjenigen Stellen des subarachnoidealen Gewebes ausgeht, an denen schon normalerweise ein dichtes Balkenwerk vorgebildet ist, nämlich besonders von der Ansatzstelle des Septum posticum und von der äußeren Schicht des subarachnoidealen Gewebes. In zweiter Linie kommt eine Verdickung am epipialen Gewebe vor, die aber immer wesentlich geringgradiger ist.

Die Ansatzstellen des Septum posticum und die äußere subarachnoideale Schicht sind offenbar auch Prädilektionsstellen für den überaus chronisch verlaufenden Entzündungsprozeß, der in den immer nachgewiesenen, mehr oder weniger reichlichen Lymphocyteninfiltraten seinen

Ausdruck findet. Es ist anzunehmen, daß hier in den kleinen subarachnoidealen Räumen, die wir als „tote Winkel“ im Liquorraum bezeichnet haben, besonders günstige Bedingungen für die Fortdauer des Entzündungsprozesses vorliegen. Wir können das dichte Balkenwerk dieser Schichten mit einem Filter vergleichen, das infolge seiner feinmaschigen Struktur eine besonders große Adsorptionsoberfläche besitzt. Wir können uns daher vorstellen, daß eine Schädigung, die wir uns entweder als Toxinwirkung oder durch die Infektionserreger selbst, die im Liquor enthalten sind, vorstellen müssen, hier besonders stark zur Wirkung kommt. Diese Bedingungen gestalten sich durch die mangelhafte Liquorzirkulation dieser Stellen für die chronische Entzündung noch günstiger. Außerdem können an diesen Stellen kleine Teilchen, die im entzündlich veränderten Liquor enthalten sind, am ehesten in dem feinen Netzwerk festgehalten werden und sich hier organisieren.

Nun hat freilich das epipiale Gewebe den gleichen feinmaschigen Bau, und die mechanischen Bedingungen sind somit in dieser Schicht die gleichen wie in den äußeren. Trotzdem ist die Bindegewebsneubildung im epipialen Gewebe lange nicht so stark. Das epipiale Gewebe ist nun aber, wie wir wissen, besonders reich an Gefäßen, im Gegensatz zu den äußeren Schichten, wo die Gefäße sehr spärlich sind. In der gefäßreichen inneren Schicht kommt es in den frühen Stadien zu starken exsudativen Vorgängen. Dies konnten wir bei unserem Fall von Frühluës und auch bei einigen anderen deutlich nachweisen. Hier fanden wir im epipialen Gewebe hochgradige perivaskuläre Infiltrate von Lymphocyten, Plasmazellen und sogar von vereinzelt Leukocyten. Das frühe Stadium der syphilitischen Meningitis spielt sich also, ähnlich wie die akut verlaufenden Meningitisformen, vor allem in den *inneren* subarachnoidealen Schichten, d. i. im gefäßreichen epipialen Gewebe ab. Die Gefäßreaktion dieser Schicht ermöglicht offenbar hier eine lebhaftere Abwehrreaktion. *Die zellige Infiltration im epipialen Gewebe geht in den späteren Stadien wieder zurück und nun finden wir den schwachen Entzündungsprozeß auch in den äußeren subarachnoidealen Schichten.*

Es fragt sich nun, warum die Faserproduktion, die der chronischen Entzündung folgt, in den äußeren Schichten des subarachnoidealen Balkenwerks so viel hochgradiger ist als in den inneren. Wahrscheinlich spielen hier besondere Verhältnisse dieser Schicht eine Rolle. Die äußeren Schichten unterscheiden sich durch ihren geringeren Gefäßreichtum und damit wohl durch einen *weniger lebhaften Stoffwechsel* von den inneren. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang vielleicht auch, daß *nur in den äußeren Schichten die genannte „Hyalinisierung“ stark auffällt*. Wir können außerdem vielleicht eine besonders träge Liquorzirkulation in diesem äußeren Maschenwerk vermuten, während im epipialen Gewebe, wo ja auch Liquor von den Gefäßen aus gebildet wird, die Zirkulation vielleicht lebhafter ist.

Unsere Untersuchungen, die sich *nur auf die luische Meningitis beschränken*, können diese Frage nicht restlos klären. Es müßten andere Meningitisformen daraufhin untersucht werden, ob in den chronischen Stadien die äußeren subarachnoidealen Schichten ebenfalls mit besonders starker Faserneubildung reagieren. Solche Endzustände anderer Meningitiden (z. B. bei Tuberkulose, Meningokokken- oder Streptokokkenmeningitis) sind allerdings selten, da diese Prozesse meist zum Tode führen, bevor sich ein chronisches Stadium ausbilden kann, während bei der Lues der chronische, jahrelang dauernde Verlauf die Regel ist.

Für die Tabes war vor allem die Frage von Interesse, ob die Schwielen eine Schädigung der hinteren Wurzeln im Sinne einer mechanischen Kompression hervorrufen können. Die makroskopischen Befunde konnten daran denken lassen, da häufig gerade über den hinteren Wurzeln Ausläufer der Verdickungen in Form von Strängen oder kleinen Knötchen zu finden waren. Auf den Querschnitten ließ sich aber einwandfrei feststellen, daß die Schwielenbildung im Bereich der hinteren Wurzeln immer geringer ist. Wir haben sogar gesehen, daß hier Lücken von dem neugebildeten Gewebe freigelassen werden, durch welche die hinteren Wurzeln hindurchtreten (Abb. 6). Diese Lücken sind offenbar auch aus den normalen anatomischen Verhältnissen zu erklären, denn wir sahen, daß die Wurzeln von einem besonderen subarachnoidealen Häutchen locker umgeben werden, das um sie herum einen freien Raum von dem übrigen Subarachnoidealraum absondert; es findet sich somit in ihrem unmittelbaren Bereich kein subarachnoideales Balkenwerk, das pathologisch verdicken kann.

Eine Schädigung der hinteren Wurzeln durch das neugebildete Bindegewebe im hinteren Subarachnoidealraum kann also ausgeschlossen werden. Ebenso wenig haben die Schwielen bei unseren Fällen zu einer Kompression des Rückenmarks geführt, denn die Verdickungen der äußeren Schichten sind ja immer von dem Rückenmark durch einen Hohlraum getrennt.

Unser Material hat fernerhin ergeben, daß die Schwielenbildung keineswegs nur bei Fällen von Tabes vorkommt, wenn sie hierbei zunächst auch am meisten auffiel. Wir fanden, wenn auch seltener, ausgedehnte Schwielen, die sicher lange bestanden hatten, auch bei Paralytikern, bei denen es zu *keiner Hinterstrangdegeneration* gekommen war.

Besonders auffällig ist der Fall Nr. 3639 Eisenm., eine Lues cerebrospinalis im engeren Sinne. Hier hatten sogar Schwielen von größtem Ausmaß offenbar lange Zeit ohne alle klinischen Symptome bestanden. Trotz der hochgradigen, sicher alten Gewebsneubildung im hinteren Subarachnoidealraum, an der sich außerdem Knochenplatten ausgebildet hatten, konnten bei diesem Fall bis wenige Tage vor dem Exitus keinerlei neurologische Störungen an den unteren Extremitäten nachgewiesen werden. Es bestand keine Hinterstrangdegeneration!

Die entzündlichen Erscheinungen sahen wir zwar häufig auf die hinteren Wurzeln übergreifen, und wir fanden deutliche Infiltrate von Lymphocyten und Plasmazellen im peri- und interfasciculären Gewebe, die offenbar den *Richterschen* Granulationen unterzuordnen sind, aber eine Schwielenbildung haben wir gerade an diesen Stellen vermißt. Es ist nicht unsere Absicht, hier in die immer noch bestehende Streitfrage einzutreten, wieweit die *Richterschen* Granulationen für den tabischen Degenerationsprozeß an den Hintersträngen verantwortlich zu machen sind.

Es ist also ein unmittelbarer ursächlicher Zusammenhang der Schwielenbildung mit der Hinterstrangdegeneration auszuschließen. Aber es erscheint doch nach unseren Befunden nicht für berechtigt, die Bedeutung der subarachnoidealen Verdickungen für den tabischen Degenerationsprozeß ganz in Abrede zu stellen. Vielmehr weist das regelmäßige Vorkommen dieser typischen Veränderungen an den weichen Rückenmarkshäuten mit ihrer eigenartigen Lokalisation doch darauf hin, daß sich infolge der syphilitischen Infektion ein krankhafter Vorgang im Liquorraum, und zwar gerade am hinteren Rückenmarksumfang, also im Gebiet der hinteren Wurzeln, abspielen muß. Die Schwielen sind die sichtbare Spur dieses Vorganges. Dieser Vorgang genügt aber offenbar noch nicht zum Zustandekommen der Hinterstrangentartung. Wahrscheinlich müssen noch besondere Bedingungen, wir denken an solche, die im nervösen Gewebe liegen, hinzutreten, damit es zur Ausbildung der tabischen Hinterstrangentartung kommt.

Beim Abschluß unserer Arbeit erhielten wir Kenntnis von einigen Mitteilungen von *Alajouanine*, *Hornet* und *André*¹. Diese beschreiben subarachnoideale Schwielen bei Tabes und bei luischer Myelitis. Ihre Befunde stimmen mit den unsrigen darin überein, daß die Schwielen stets nur am hinteren Umfang und vorzugsweise im Dorsalabschnitt des Rückenmarks auftreten. Es wird zwischen einem „type lamelleux“ und einem „type fibreux“ unterschieden. Die Schwielen vom „type lamelleux“ sind mehr locker aus feinen, unregelmäßig angeordneten Lamellen gebaut, diejenigen vom „type fibreux“ bestehen aus straffem Bindegewebe. Der „type fibreux“ entspricht offensichtlich den Bildern, die wir oben beschrieben haben, wenn auch makroskopische Abbildungen fehlen. Die charakteristische Anordnung des Schwielengewebes in den äußeren subarachnoidealen Lagen, auf die wir hingewiesen haben, wird nicht erwähnt, nach den Abbildungen trifft dies aber auch hier zu. Mit unserer Ansicht, daß die Schwielenbildung vom Septum posticum ausgeht, stimmen die Verfasser überein. Wir glauben aber, daß nicht nur das

¹ *Alajouanine, Hornet et André*: Presse méd. 1936, No 34, 691—695. — Revue neur. 65, No 266—276 (1936).

Septum posticum allein dabei in Frage kommt, sondern daß sich auch die gesamte äußere Schicht des subarachnoidealen Gewebes an der Neubildung des Bindegewebes beteiligt.

Die Verfasser haben nun ähnliche Schwielen auch bei den verschiedensten anderen Rückenmarkserkrankungen, so bei Syringomyelie, bei Systemerkrankungen und sekundären Degenerationen des Rückenmarks und bei multipler Sklerose, gefunden. Sie wollen die Schwielenbildungen bei allen diesen Erkrankungen denjenigen bei Tabes und luischer Myelitis gleichstellen und wollen eine einheitliche Erklärung ihrer Pathogenese geben. Nach der Ansicht der Verfasser ist die Schwielenbildung bei allen Rückenmarkserkrankungen, die Tabes inbegriffen, eine sekundäre Veränderung. Die Proliferation des subarachnoidealen Gewebes soll ausgelöst werden durch Abbaustoffe, welche durch die degenerativen Veränderungen in der Rückenmarksubstanz selbst entstehen und dann durch den Lymphstrom auf die weichen Häute übertreten.

Wir können dieser Deutung nicht zustimmen. Bei unseren Fällen ließ sich ein Zusammenhang der Schwielenbildung mit einem *Entzündungsvorgang* in den weichen Häuten selbst, offenbar bedingt durch die syphilitische Infektion, nachweisen. Unser Material zeigt deutlich, daß sich die Schwielen bei der Tabes höchstens quantitativ von denjenigen bei Paralyse und bei Lues des Nervensystems i. e. S. unterscheiden. Bei der Paralyse und Lues i. e. S. aber kann an der primären Natur der subarachnoidealen Schwielen kein Zweifel sein. Eine Bindegewebsproliferation unter dem Reiz von Abbaustoffen kommt hier nicht in Frage, ließen sich doch bei diesen Fällen keinerlei Anzeichen von degenerativen Veränderungen im Rückenmark selbst nachweisen. Bemerkenswert ist endlich, daß die Autoren bei den Systemerkrankungen nur ihren „type lamelleux“ gefunden haben. Offenbar kam der viel wichtigere „type fibreux“ auch bei ihrem Material nur bei entzündlichen Vorgängen, insbesondere syphilitischen, vor.

VI. Zusammenfassung.

1. Mit bloßem Auge erkennbare, bald mehr flächenhafte, bald mehr strangförmige, auf der Unterlage verschiebliche Schwielen der weichen Rückenmarkshäute sind ein häufiger Befund bei Tabes, Paralyse und cerebrospinaler Syphilis (in engerem Sinne). Bei der Tabes wurden sie in keinem Fall vermißt, und sie waren hier auch durchschnittlich am hochgradigsten. Am Gehirn wurde eine entsprechende Bildung in einem Fall von Paralyse beobachtet.

2. Die Schwielen treten immer nur am *hinteren* Umfange des Rückenmarks auf, sie beschränken sich auf die *äußeren* Schichten des subarachnoidealen Gewebes, und sie sind im Bereich des *Brustabschnittes* des Rückenmarks am stärksten ausgebildet.

3. Histologisch handelt es sich um Neubildung von vorwiegend *straff angeordneten kollagenen Bindegewebsfasern* mit Neigung zur Hyalinsierung (im weiteren Sinne).

4. Leichte entzündliche Veränderungen waren in den Schwielen stets nachweisbar. Die in frühen Stadien der cerebrospinalen Syphilis auftretenden hochgradigen Infiltrate finden sich aber vorwiegend in den inneren, an der Faserneubildung weniger beteiligten Schichten des subarachnoidealen Gewebes, und sie sind am vorderen fast ebenso deutlich wie am hinteren Umfang des Rückenmarks.

5. Die eigenartige Lokalisation der Schwielen wird mit normal-anatomischen Besonderheiten des hinteren Subarachnoidealraumes zu erklären gesucht. Die in der Verlaufsrichtung der Rückenmarksachse angeordneten, strangartigen Schwielen entsprechen der hinteren Ansatzstelle des Septum posticum.

6. Das Bindegewebe der hinteren Wurzeln bleibt von der Schwielenbildung verschont. Ein Zusammenhang der letzteren mit den *Richterschen Granulationen* konnte nicht nachgewiesen werden.

7. Es ist unwahrscheinlich, daß die Schwielen mit der Entstehung der tabischen Hinterstrangdegeneration unmittelbar etwas zu tun haben. Ein mechanischer Zusammenhang im Sinne einer Beugung der hinteren Wurzeln kann ausgeschlossen werden. Wir sehen aber in der Schwielenbildung einen Hinweis darauf, daß sich bei der Syphilis krankhafte Vorgänge besonders am hinteren Rückenmarksumfang, also im Gebiet der hinteren Wurzeln, abspielen. Die Schwielen sind eine leicht erkennbare Spur dieser Vorgänge.

Literatur.

- Bressowsky, M.*: Arb. neur. Inst. Wien **20**, 1—46 (1913). — *Cruveilhier*: Anatomie pathologique du corps humain. Tome II, XXXII^e Livraison. Paris: Baillière 1835 bis 1845. — *Fürstner*: Arch. f. Psychiatr. **24**, 83—111 (1892). — *Greiff, F.*: Arch. f. Psychiatr. **12**, 564—585 (1882). — *Hechst, Béla*: Arch. f. Psychiatr. **95**, 207—263 (1931). — *Key u. Retzius*: Studien in der Anatomie des Nervensystems. Stockholm 1875. — *Leyden, E.*: Klinik der Rückenmarkskrankheiten, Bd. 2. Berlin: August Hirschwald 1875. — *Richter, H.*: Z. Neur. **67**, 1—189 (1921). — Pathologische Anatomie und Pathogenese der Tabes dorsalis. Handbuch der Neurologie, Bd. 12. Berlin: Julius Springer 1935. — *Sarbó, A. v.*: Syphilitische Erkrankungen des Zentralnervensystems. Handbuch der Neurologie, Bd. 12. Berlin: Julius Springer 1935. — *Schmauß, H.*: Vorlesungen über pathologische Anatomie des Rückenmarks. Wiesbaden: J. F. Bergmann 1901. — *Spatz, H. u. G. J. Stroescu*: Nervenarzt **7**, 425—437, 481—498 (1934). — *Takács, A.*: Arch. f. Psychiatr. **9**, 663—690 (1879). — *Westphal, C.*: Virchows Arch. **39**, 90—115, 353—423, 592—604; **40**, 226—282 (1867). — *C. Westphals* gesammelte Abhandlungen, Bd. 1. Berlin: August Hirschwald 1892.