

in die Orbita gelangen; ebenso können sich entzündliche Prozesse der Knochenhaut durch sie auf das Periost der Orbita fortpflanzen.

Die Entstehung dieser Spalte liesse sich vielleicht, als durch die Form der Sutura zygomatico-sphenoidalis am kindlichen Schädel bedingt, auffassen. Wir finden hier die untere Augenhöhlenspalte sehr breit und nach oben in diese Nase auslaufend; die Verbindung zwischen Ala magna und Jochbein dagegen ziemlich kurz. Ein mangelndes Aneinanderrücken und Wachsthum der Knochen an dieser Stelle könnte zu einem solchen spaltförmigen Defect führen; doch liesse sich auf diese Weise wohl nur die fehlende Vereinigung der Ala magna und des Os zygomaticum im unteren Theil der Sutura zygomatico-sphenoidalis erklären, nicht aber im oberen Theil.

XIII.

Aus dem pathologischen Institut zu Würzburg.

Experimentelle Studien über die Dura mater des Menschen und der Säugetiere.

Von Dr. Rudolf Boehm;

Assistenten der psychiatrischen Klinik zu Würzburg.

(Hierzu Taf. X.)

Die Arbeiten von v. Recklinghausen¹⁾ und Dybkowsky²⁾) haben eine offene Verbindung der Peritoneal- und Pleurahöhle der Säugetiere mit dem Lymphgefäßsysteme in unzweifelhafter Weise dargethan, und His³⁾ hatte auf Grund embryologischer Studien die Vermuthung geäussert, es möchten vielleicht sämmtliche seröse und die ihnen verwandten Höhlen des Körpers grosse sackartige Anhänge des Lymphsystems darstellen, weil sie eine der Entwicklung der Lymphgefässe ganz analoge Genese zeigten.

Einen kleinen Beitrag zur thatsächlichen Begründung und Ver vollständigung dieser Frage habe endlich ich in meiner Inaugural-

¹⁾ Dieses Archiv Bd. XXXVI. S. 172.

²⁾ Verhandlgn. der Leipzig. Acad. math.-physik. Abthlg. 1866.

³⁾ Die Häute und Höhlen des Körpers, ein academisches Programm. Basel 1865.

Dissertation¹⁾) geliefert, worin ich nachgewiesen habe, dass unter gewissen Verhältnissen auch von den Gelenkhöhlen aus eine Resorption von feinsuspendirtem Fett oder Zinnober stattfindet, die gleichfalls auf eine offene Communication dieser Höhlen mit einem Gefässsystem hinweist.

Im Nachstehenden sollen nun die Resultate von weiteren Untersuchungen mitgetheilt werden, die ich in Rücksicht auf die Resorptionsfrage an der Dura mater der Säugethiere und des Menschen angestellt habe.

Bevor ich jedoch zum experimentellen Theil dieser meiner Untersuchungen schreiten kann, ist es nothwendig, einige Bemerkungen über die Anatomie der Dura mater vorauszuschicken.

Die Dura mater stellt ein sehr derbes Flechtwerk von in Essigsäure stark aufquellenden Fasern dar, die sich nach allen Richtungen hin kreuzen und zwischen sich zahlreiche Lücken übrig lassen, die zum Theil von den Blutgefässen ausgefüllt werden.

An der Dura des Menschen, die ich bei gegenwärtiger Beschreibung zunächst im Auge habe, lässt sich in keiner Weise eine Differenzirung in mehreren Schichten constatiren, man mag nun die Untersuchung an frischen oder mit verschiedenen Reagentien (Alkohol, Chromsäure) behandelten Präparaten vornehmen. Fertigt man von einer getrockneten menschlichen Dura seine Dickenschnitte an und weicht dieselben in Glycerin wieder auf, so kann man sich mit einer schwächeren Vergrösserung von 80—120 leicht einen Ueberblick über den gröberen Bau der Dura verschaffen. Besonders treten auf solchen Schnitten die zwischen den einzelnen Faserzügen befindlichen Lücken sehr deutlich hervor, die niemals runde, sondern stets zackige Begrenzungslinien zeigen. Die grösseren Arterien der Dura, insbesondere Verzweigungen der Arteria meningea media, verlaufen ausschliesslich in der äussersten, dem Knochen anliegenden Schichte und weichen in ihrer Gestalt und ihrem Bau in nichts von Arterien anderer Orte ab. Die grösseren Venen dagegen zeichnen sich dadurch aus, dass die Begrenzung ihres Lumens auf Querschnitten nie eine kreisförmige ist, sondern von bogenförmigen Linien gebildet wird, die mit der Convexität in das

¹⁾ R. Boehm, Beiträge zur normalen und pathologischen Anatomie der Gelenke. Inaug.-Dissert. Würzburg 1868.

Lumen des Gefässes vorspringen. Von den grossen Sinus der Dura ist es nun längst bekannt, dass sie insofern von anderen Venen abweichen, dass sie keine isolirbaren Wandungen haben, sondern von einer fest mit dem fibrösen Gewebe der Dura verwachsenen Längsfaserschichte gebildet werden, die mit einem Endothel ausgekleidet ist. Auch hier ist das Lumen in der Regel kein kreisförmiges, sondern z. B. beim Sinus longitudinalis ein dreieckiges.

Es hat somit nichts Befremdendes, wenn wir dasselbe Verhalten auch an den übrigen die Dura durchziehenden venösen Wegen auffinden.

Was nun die feineren Verhältnisse der Gefässverbreitung an der Dura anlangt, so bieten dieselben in mancher Beziehung interessante Eigenthümlichkeiten dar, die wir am schönsten an der Dura 1—1½ jähriger Kinder studiren können. Es gelingt hier leicht, an einem sorgfältig abgenommenen Schädeldach von dem Stamm oder einem Ast der Arteria meningea media aus grössere Partien der Dura vollständig zu injiciren. Man bedient sich zu diesem Zwecke am besten einer Masse von löslichem Berliner Blau oder von in Salzwasser aufgeschwemmt Zinnober. Nach der Injection legt man das ganze Schädeldach auf 2—3 Stunden in starken Alkohol, worauf man ein Ausfliessen der Injectionsmasse nicht mehr zu fürchten hat und leicht grössere Stücke ohne Zerreissung von Knochen abzulösen im Stande ist, die durch Behandlung mit Essigsäure und Glycerin vollständig durchsichtig gemacht werden können.

Die Arteria meningea media verästelt sich ziemlich typisch in der Art, dass unter beinahe gleichen Winkeln von etwa 60 Grad Zweige von ihr abgehen, die nach und nach bis an die innere Fläche der Dura durchdringen und sich hier in ein äusserst zierliches, sehr complicirtes Capillarnetz auflösen.

Bei weitem vollständiger als durch die Injection kann man dieses Capillarnetz durch die Behandlung der Innenfläche der Dura von Kindern mit $\frac{1}{4}$ pCt. Höllensteinlösung zur Anschauung bringen, wobei sich auch das Epithel der Capillaren in der deutlichsten Weise zeichnet.

Die Venen begleiten die Arterienverzweigungen auf ihrem ganzen Verlauf mit 2 Stämmen, die den Durchmesser der Arterien stets um das 3—6fache übertreffen, an der der Arterie zugewandten

Seite vollständig gerade Contouren zeigen und hier keine Aeste aufnehmen, während sie auf der von der Arterie abgewandten Seite äusserst unregelmässig buchtig construirt sind und nur auf dieser Seite Verästelungen zeigen. Diese Venen bilden beim Hund an der Aussenfläche ein sehr schönes Netz und zeichnen sich hier besonders durch die kolossalen Durchmesser ihres Lumens aus. Während man die feineren Verhältnisse der Gefässverbreitung an der Aussenfläche der Dura des Erwachsenen sowohl als des Kindes wegen der zu grossen Dicke der Dura und ihrer zu festen Verwachsung mit dem knöchernen Schädel nur schwer zu beobachten im Stande ist, lassen sie sich an der Dura des Hundes in ausgezeichneter Schönheit durch die Versilberungsmethode darstellen. Die Dura dieser Thiere ist nicht nur relativ sehr dünn, sondern lässt sich auch ohne Anwendung besonderer Gewalt leicht vom Knochen ablösen.

Die Versilberung der Aussenfläche der Hunde-Dura habe ich gewöhnlich in der Weise vorgenommen, dass ich die vorsichtig abgezogene und mit destillirtem Wasser gereinigte Hirnhaut über die äussere convexe Fläche einer Porcellanschale ausbreitete. Auf diese Weise lassen sich leicht alle für die Versilberung sehr misslichen Faltungen ausgleichen. Zur Versilberung benutzte ich eine Lösung von 1 Gran Argent. nitric. und 2 Gran Natr. nitric. auf die Unze Wasser, die ich je nach der Intensität des Lichtes 2—5 Minuten einwirken liess. In solchen Silberpräparaten kennzeichnen sich nun die Venen der Dura auf's Deutlichste durch eine regelmässige Epithelzeichnung und nehmen hier so bedeutende Dimensionen an, dass man die bindegewebige Grundsubstanz zwischen ihnen oft nur mehr in Form kleiner runder Inseln wahrnimmt.

Während nun so die venöse Verzweigung zwischen den Arterien zu grossen sinusartigen Räumen zusammenfliest, hat es an Silberpräparaten sehr oft den Anschein, als ob die zu beiden Seiten einer Arterie verlaufenden Hauptvenenstämmen stellenweise zu einem zusammenflössen, in dessen Lumen dann die Arterie verlief, so dass man hier im kleinen das Verhältniss wiederfände, das die Arteria carotis bei ihrem Durchgang durch den Sinus cavernosus an der Schädelbasis zeigt. Man sieht an solchen Stellen die Arterie plötzlich unter die zu einem Stamm vereinigte Vene untertauchen und kann sie bei einer gewissen Einstellung des Mikroskops

unter der Zeichnung des Venenepithels noch deutlich wahrnehmen. Eine solche Verschmelzung der beiden Venen findet auf verschieden weite Strecken statt, ist aber stets an ihrem Anfang wie an ihrem Ende vollkommen scharf begrenzt. Im Anfang meiner Untersuchungen war es gerade dieses Verhalten, das mir die Vermuthung aufdrängte, dass dieses sinuöse Gefässnetz dem Lymphgefäßsystem angehöre, wofür auch die buchtigen, unregelmässigen Begrenzungslinien zu sprechen scheinen.

Doch hatte einerseits schon v. Recklinghausen¹⁾ durch Injectionen sowohl vom Sinus longitudinalis als von der Arteria meningea media aus die venöse Natur dieser Netze ausser allen Zweifel gesetzt, andererseits gelang es mir selbst mehrmals, durch Injectionen sowohl von der arteriellen, als auch von der venösen Seite her mich davon zu überzeugen, dass dasselbe in directem Zusammenhang mit dem Blutgefäßsystem steht. Doch war es mir bei meinen zahlreichen Injectionsversuchen auffallend, dass die Füllung dieser Netze, besonders vom Sinus longitudinalis aus immer nur sehr unvollständig gelang, dass die Injectionsmasse die Venen der Pia und des Gehirns oft in grosser Vollständigkeit erfüllte, während die fraglichen Vénennetze der Dura nur in der Umgebung der Einstichöffnung in den Sinus eine deutliche Injection zeigten. — Leichter und verhältnissmässig vollständiger gelangen die Injectionen von der Arteria meningea media aus. — Jedenfalls konnte aber nach diesen Resultaten über die venöse Natur dieser Netze kein Zweifel mehr sein, ausserdem aber lieferten sie den sicheren Beweis, dass meine Vermuthung eines intravasculären Verlaufs der Arteria meningea media eine unrichtige war. Es ergab sich vielmehr, dass das venöse Netz überall vollständig geschlossen ist, dass aber sehr häufig kurze Verbindungsäste die Arterie überbrücken, die stellenweise so dicht auf einander folgen, dass die Arterie wie in einem durchbrochenen Rohr eingeschlossen erscheint.

Jedenfalls bietet die beschriebene Gefässanordnung hemerkenswerthe Abweichungen von dem gewöhnlichen Modus dar und befähigt die Aussenfläche der Dura wohl bei intracranialen Blutstauungen eine ganz ungewöhnliche Menge Blutes in sich aufzunehmen. Ausser beim Menschen und Hunde fand ich sie, nur in

¹⁾ Die Lymphgefässe und ihre Beziehungen zum Bindegewebe. Berlin 1862. S. 71.

viel schwächerer Entwicklung, an der Dura von Katzen und Kaninchen.

Das Epithel dieser Venennetze, wie man es durch die Silberbehandlung darzustellen im Stande ist, weicht von dem gewöhnlichen Venenepithel nicht wesentlich ab. Es ist aus mehr rauten- als spindelförmigen Zellen zusammengesetzt, die etwas kürzer sind als die gewöhnlichen Venenepithelien und sich besonders durch ihre äusserst regelmässige Aneinanderreihung auszeichnen.

Der Innenfläche der Dura wird bekanntlich allgemein ein Ueberzug von Epithel zuerkannt, der nach Henle aus einer mehrfachen, nach v. Luschka aus einer doppelten Lage von Pflasterzellen besteht. So leicht es nun an anderen Orten ist, solche Epithelien mit Argent. nitric. nachzuweisen, so schwer ist es mir an der Dura geworden, mich durch diese Methode von der Existenz eines Epithels zu überzeugen. Nur mit Anwendung aller möglicher Vorsichtsmaassregeln gelang es mir verschiedene Male, an der Innenfläche der Kaninchendura eine einfache Lage platter Zellen nachzuweisen; an der menschlichen und der Hunde-Dura habe ich nie, weder mit noch ohne Silber ein Epithel wahrnehmen können, wenn ich auch die Präparation mit aller Vorsicht vorgenommen hatte. Wenn ich nun deshalb auch die Möglichkeit der Existenz eines Epithels keineswegs in Abrede stellen will, so glaube ich wenigstens, dass es ein äusserst hinfälliges, fragiles Epithel sein muss, das vielleicht sich gleich nach dem Tode ablöst und möglicherweise auch bei der Abnahme der Dura auf der Pia haften bleibt.

In vieler Beziehung interessant sind die Zeichnungen, die das Argent. nitric. an der Innenfläche der Dura der verschiedenen Thiere hervorbringt. Beginnen wir zunächst mit dem Kaninchen, so fällt hier vor Allem eine ziemliche Armuth an Gefässramificationen auf. Dagegen treten in der zunächst unter dem Epithel gelegenen Schicht Figuren von sehr characteristischer Gestalt hervor. Bekanntlich hat Schweigger-Seidel¹⁾ die Behauptung aufgestellt, dass gerade die unter serösen Epithelien auftretenden Silberzeichnungen ihre Entstehung nicht etwa dem Vorhandensein eines wirk-

¹⁾ Schweigger-Seidel, Die Behandlung der thierischen Gewebe mit Argent. nitric. etc. Arbeiten aus dem physiologischen Institut zu Leipzig vom Jahre 1866. S. 161 ff.

lichen Saftkanalsystems verdankten, sondern auf eigenthümlichen Modificationen der Wirkungsweise des Silbers beruhten. Er sucht nachzuweisen, dass das Argent. nitric. zuweilen in dem Protoplasma der Epithelzellen selbst sowohl als auch in einer zwischen und unter dem Epithellager befindlichen eiweissartigen Kittsubstanz eigenthümliche scharfbegrenzte Niederschläge hervorrufen könne, die ihrer Gestalt nach mit den v. Recklinghausen'schen Saftkanälchen vollkommen identisch, in Wirklichkeit aber reine Kunstproducte seien und mit dem Bindegewebe selbst gar nichts zu thun hätten. Er stützt diese Behauptung unter Anderem darauf, dass man einerseits „über ausgesprochenen Saftkanälchenbildungen die characteristische Zeichnung des Epithels stets vergeblich suche“, andererseits nach einer gründlichen Entfernung (Abpinselung) des Epithels jene Saftkanälchen-Zeichnungen nicht mehr hervorrufen könne.

Es ist mir nun an der Dura des Kaninchen sowohl, als auch der Katze oft genug gelungen, über die evidentesten Saftkanalzeichnungen die polygonalen Epithellinien in schärfster Weise gefärbt zu sehen, so dass ich also die ersteren unmöglich als aus den letzteren in der von Schweigger-Seidel am Froschmesenterium demonstrierten Weise entstanden betrachten konnte.

An der Kaninchendura zeichneten sich nun diese oberflächlichen Saftkanalzeichnungen vor Allem durch sehr bedeutende Dimensionen aus und zwar waren es meistens sehr lang gezogene, spitzzulaufende Figuren, die sich nach allen Richtungen hin mittelst langer, oft ausnehmend feiner Ausläufer untereinander verbanden und eine jeder Beschreibung trotzende Mannichfältigkeit der Gestaltung zeigten (s. Fig. 2). Stellenweise sah ich nun solche colossale Saftkanälchen zu grossen Räumen zusammenfliessen, die ich sogar mehrere Male mit einem unzweideutigen Epithel versehen fand. Gerade in diesem Epithel, das aus sehr scharf begrenzten, grossen, polygonalen Platten bestand, traten in der deutlichsten Weise genau kreisrunde Stomata hervor (s. Fig. 3). Sie gingen jedoch nicht etwa nach einer Richtung hin in ein continuirliches Gefäss über, sondern standen nach allen Richtungen hin mit dem zackigen Saftkanälchennetz in Verbindung. Da sich diese Silberbilder constant vorfanden und sogar einige Male nach Essigsäurebehandlung noch eintraten, so lag sicherlich kein Grund vor, sie als Kunstproducte zu betrachten und fragte es sich nun, inwiefern

sie mit der übrigen anatomischen Beschaffenheit der Dura in Zusammenhang zu bringen waren.

Die grosse Weite und meistens langgezogene Gestalt der Saftkanälchen liess sich leicht mit dem von vielen Spalten durchsetzten bindegewebigen Fasergerüst der Dura in Einklang bringen und es waren daher nur jene oben genannten, mit Epithel versehenen Räume schwer zu deuten. Dass dieselben Anfänge von Lymphgefäßsen darstellten, konnte nicht wohl angenommen werden, da sich nach keiner Richtung hin ihr Uebergang in ein wirkliches Lymphgefäß verfolgen liess, überhaupt es mir unmöglich war, in der Kaninchendura Lymphgefäßse nachzuweisen. Doch scheint mir die allerdings hypothetische Annahme nicht allzu unberechtigt, dass es in Organen, die ein Lymphgefäßsystem nicht besitzen, zu einer höheren Entwicklung des saftführenden Systems im Bindegewebe kommen kann, das dann vielleicht in vicariirender Weise für das Lymphsystem fungiren könnte. Die Versilberung der Katzen- und Hundedura lieferte an der Innenfläche ebenfalls ziemlich entwickelte Saftkanalzeichnungen, die besonders bei der Katze eine sehr typisch sternförmige, den Corneabildern ziemlich ähnliche Configuration zeigten, doch trat hier im Gegensatz zur Kaninchendura immer ein mehr oder weniger grosser Reichthum an Capillarverzweigungen auf.

Lymphgefäßse konnte ich an der Dura des Hundes und der Katze eben so wenig nachweisen, als an der des Kaninchens und des Menschen, wo wegen der bedeutenden Dicke überhaupt die Silberbehandlung auf manche Schwierigkeiten stösst. Von der Innenfläche der kindlichen Dura habe ich schon oben erwähnt, dass man an ihr ein sehr reiches Capillarnetz mit Argent. nitric. deutlich machen kann, in dessen Maschen nur ziemlich spärliche und enge Saftkanälchen zu Tage treten.

Nach diesen anatomischen Vorbemerkungen kann ich nun zum experimentellen Theil meiner Untersuchungen übergehen.

Dieselben sollten zunächst die Frage entscheiden, ob sich an der Dura mater ähnliche Verhältnisse auffinden lassen, wie sie bezüglich der Resorptionsfrage durch die früheren Arbeiten an dem Peritonäum der Pleura und den Synovialmembranen der Gelenke festgestellt worden waren.

Den ersten Vorversuch stellte ich in der Weise an, dass ich von dem Kopf eines frisch getöteten Hundes das Schädeldach mit

sammt der Dura und dem Gehirn von hinten nach vorn durch einen möglichst tief beginnenden scharfen horizontalen Sägeschnitt abtrennte, hierauf die mitabgesägten Gehirnstücke unter möglichster Vorsicht mit einem stumpfen Instrument heraushob, so dass ich sicher sein konnte, durch diese Manipulationen nirgends eine gewaltsame Ablösung der Dura vom Schädeldache verursacht zu haben. Der Sägeschnitt bietet ausserdem noch den besonderen Vortheil, dass aus den Gefässen, die man bei der Abtrennung nothwendig verletzen muss, fast keine Blutung erfolgt, so dass man nicht gezwungen ist, behufs der Reinigung der Innenfläche der Dura noch besondere störende Manipulationen vorzunehmen. Auf die so freigelegte noch überall mit dem knöchernen Schädel verbundene Innenfläche der Dura brachte ich nun sorgfältig mit einer Pipette frische, mit etwas Wasser verdünnte Kuhmilch. Dies musste natürlich in der Weise ausgeführt werden, dass man sicher sein konnte, dass die Milch nicht direct in die durch die Herausnahme des Gehirns nothwendig eröffneten Verbindungsvenen zwischen Sinus longitudinalis und Pia mater einfließen konnte. Am besten konnte man dies dadurch vermeiden, dass man möglichst wenig Milch und zwar immer in gehöriger Entfernung vom Sinus longitudinalis aufträgt.

Die Milch liess ich etwa $\frac{1}{2}$ Stunde auf der Innenfläche stehen und entfernte sie dann ebenfalls wieder mit einer Pipette. Was trotzdem noch zurück geblieben war, wurde sorgfältig mit einer Spritzflasche abgespült.

Hierauf wurde die Dura vom Knochen abgelöst und sofort die mikroskopische Untersuchung vorgenommen, nachdem auf die Aussenfläche eine $\frac{1}{4}$ pCt. Höllensteinlösung etwa $1\frac{1}{2}$ Minuten eingewirkt hatte. Hierdurch wurden die oben beschriebenen Venensinus wieder auf's Deutlichste gezeichnet und es ergab sich das überraschende Resultat, dass sie zum grossen Theil mit den mikroskopisch nachweisbaren Bestandtheilen der Milch angefüllt waren, während ausserdem eine ziemliche Quantität Milch aus den durch das Abziehen der Dura zerrissenen Venen ausgeflossen war und frei auf der Aussenfläche lag. Diesen Versuch wiederholte ich mit dem gleichen positiven Resultate noch mehrere Male bei Hunden und Kaninchen, jedoch mit der Modification, dass ich das nachträgliche Ausfließen der Milch, sowie

das die Reinlichkeit des Experiments störende Abspülen der Dura mit der Spritzflasche dadurch zu umgehen trachtete, dass ich, nach der Entfernung der überflüssigen Milch mit der Pipette, eine ziemlich concentrirte Essigsäure auf die Dura einwirken liess, um die Milch zum Gerinnen zu bringen, eine Vorsichtsmaassregel, die sich denn auch im weiteren Verlauf meiner Experimente sehr nützlich erwies.

So schlagend nun diese Resultate auch waren, so konnte ihnen doch noch der gewichtige Vorwurf gemacht werden, dass bei den zum Theil sehr gewaltsamen Manipulationen des Aufsägens, Absprengens etc. leicht künstlich Gefässzerreissungen entstanden sein konnten, dass man aber ausserdem bei der Entfernung des Gehirns von der Concavität des Schädeldaches die Zerreissung der in den Sinus mündenden Venenstämme durch keine Vorsichtsmaassregel vermeiden könne.

Um diesen Vorwürfen zu begegnen, stellte ich die weiteren Versuche auf folgende Weise an: Ich trennte den Oberkörper eines Hundes, Kaninchens oder einer Katze in der Höhe des Zwerchfell-Ansatzes vom Unterkörper ab und suchte dann durch sorgfältige Entfernung zweier Brustwirbel ein grösseres Stück Rückenmark sammt dem unverletzten Dura-Ueberzug frei zu legen, was denn auch nach einiger Uebung leicht gelang. Das freie Ende des Rückenmarks wurde sammt Dura mit einer Ligatur abgeschnürt und so der Durasack wieder geschlossen. Hierauf machte ich an der vorderen Fläche des freiliegenden Stükkes des Durasackes mit einer feinen Scheere einen kleinen Einschnitt in die Dura spinalis, in welchen dann eine vornabgerundete feine Glascanüle eingeschoben wurde, die das untere Ende einer etwa $\frac{1}{4}$ Meter langen Glasröhre mit etwa 3 Mm. Lumendurchmesser bildete und mit frischer, etwas verdünnter Milch gefüllt war. Das Ganze konnte ich mit Hilfe eines Retortenhalters in eine solche Lage bringen, dass die Wirbelsäule beinahe vertical stand und der Kopf des Thieres frei nach unten hing. In etwa sechs Versuchen suchte ich nun durch einen ziemlich starken Druck, nehmlich durch Einblasen, die Milch aus der Glasröhre in den Durasack einzutreiben, und ich war in dieser Weise im Stande, ziemlich grosse Quantitäten Milch an die Concavität der Dura cerebralis zu bringen und konnte dieselbe dann mit der bei den Vorversuchen angewandten Methode auch wieder in den Venensinus der Aussenfläche nachweisen.

In einer letzten Reihe von etwa 8 Versuchen endlich vervollkommenne ich meine Methode dahin, dass ich die Milch nur noch unter dem Drucke ihrer eigenen Flüssigkeitssäule in den Durasack eindringen liess und dass ich, um zu controliren, ob wirklich eine Resorption in die venösen Wege erfolge, entweder 2 rechtwinklig gebogene Glascanülen in die beiden Venae jugulares einführte oder eine solche in den durch die Trepanation sorgfältig blossgelegten Sinus longitudinalis einschob. Mit dieser Methode konnte ich die Versuche durch mehrere Stunden, ja mehrere Male 12 Stunden fortsetzen, indem ich einfach mit einer Pipette in gewissen Zeiträumen die aus dem Glasrohr in den Durasack abgelaufene Milch wieder ersetzte. Im Anfang solcher Versuche läuft die Milch gewöhnlich sehr rasch ab und man kann außerdem das Ablaufen dadurch etwas beschleunigen, dass man am herabhängenden Kopf des Thieres sanfte Bewegungen ausführt, wobei dann der Stand der Flüssigkeit im Glasrohre den Bewegungen entsprechende Niveauschwankungen zeigt. Der directe Beweis nun dafür, dass ich durch diese Experimente eine Resorption von Fettkügelchen durch die Venen erzielte, wurde dadurch geliefert, dass in dem noch während des Versuches aus den in die Venae jugulares (oder den Sinus longitudinalis) eingebundenen Canülen aufgefangenen Blute die Milch sowohl makroskopisch, als mikroskopisch deutlich nachweisbar war und einige Male in so grosser Menge sich vorfand, dass das Blut eine deutlich milchige Färbung zeigte. Von offenbarem Einflusse auf das Gelingen dieser Experimente war die Hintanhaltung der Todtentstarre, welche mir am besten dadurch gelang, dass ich das Thier nicht durch den Nackenstich, sondern durch Vergiftung mit Leuchtgas tödtete. Auch schien die Resorption an solchen Thieren schneller von Statten zu gehen, die kein oder wenig Blut verloren hatten, als an solchen, welche durch Verbluten zu Grunde gegangen waren. In der gleichen Weise, wie in dem während des Versuchs aufgefangenen Venenblute war die resorbirte Milch nach Beendigung des Versuches in den Gefässen der Dura selbst, sowie in den Gerinnseln nachweisbar, die sich nach längerem Stehen des ganzen Apparates in den grösseren Sinus der Dura gebildet hatten. Die Menge der auf diese Weise resorbirten Milch war gewöhnlich so gross, dass man nicht daran denken konnte, dass man es hier mit Fett zu thun hatte, welches schon vor dem Versuch im Blute sich

befand. Bei einem meiner Hunde, der während der Chylification getötet worden war, konnte ich mich direct überzeugen, dass auch dieser Punkt volle Berücksichtigung verdiene und seine Vernachlässigung leicht zu groben Beobachtungsfehlern Anlass geben könnte. Kurze Zeit, nachdem ich die Canülen in die Venae jugulares eingebunden und Milch in den Sack der Dura einzugießen begonnen hatte, sonderte sich von dem in die Halscanülen einfließenden Blute eine weisse, milchig aussehende Flüssigkeitsschicht ab, die ich auf den ersten Blick für resorbirte Milch hielt. Die ungewöhnlich bald eintretende Todtentstarre zwang mich in diesem Falle, den Versuch bald zu unterbrechen und die genaue Untersuchung ergab, dass keine Milchresorption stattgefunden hatte, dass vielmehr die weissen Abscheidungen aus dem Blute sich auch in anderen Körpertheilen fanden und auf Chylification beruhten.

Der Chylus ist dadurch sehr leicht von der Milch mikroskopisch zu unterscheiden, dass seine Elemente bedeutend kleiner, als die der Milch sind. Es war somit bei Berücksichtigung dieser Momente eine derartige Täuschung leicht zu vermeiden. Ebensowenig konnten durch die zuletzt angewandte Methode mit dem äusserst geringen Druck Zerreissungen an der Dura zu Stande gekommen sein, so dass die Zahl meiner positiven Resultate zu dem Ausspruch berechtigt, dass die Venen der Aussenfläche der Dura in irgend einer Weise in offener Verbindung mit der Cavitas serosa cranii stehen, deren nähre Erforschung der Gegenstand weiterer Untersuchungen bilden musste.

Ich begann diese Aufgabe damit, dass ich zuerst bei mehreren Experimenten mein besonderes Augenmerk auf die Innenfläche der Dura richtete, um zu constatiren, durch welche Bahnen hindurch die resorbirten Stoffe in die Venennetze der Aussenfläche gelangten. Ich hoffte, dass mir hierbei die Silbermethode wesentliche Dienste leisten würde. Letztere Hoffnung wurde nun allerdings nicht erfüllt, indem an der noch mit einer Schicht von Milch bedeckten oder gar mit Essigsäure behandelten Innenfläche das Silber nur in sehr inconstanter Weise wirkte. Jedoch sah ich in mehreren Fällen, besonders bei Kaninchen, zu beiden Seiten des Sinus longitudinalis die resorbirte Milch deutlich in Räumen angehäuft, die nicht im Entfernten Aehnlichkeit mit Blutgefäßen hatten und durch ihre unregelmässigen, zackigen, langgezogenen, scharfbegrenzten Figuren

an die mit der Silbermethode an der Kaninchendura dargestellten Bindegewebsfiguren erinnerten. In welcher Weise jedoch diese Räume wieder mit den Venen an der Aussenfläche zusammenhingen, konnte ich trotz vielfachen Bemühens an solchen Präparaten nie constatiren. Immerhin konnte man nach den letztgenannten Befunden die Vermuthung aussprechen, dass die erste Resorption durch die an der Innenfläche offen mündenden Saftkanäle geschehe, die dann ihrerseits wieder mit den Venen in directer Verbindung stehen mussten.

So gewagt diese Annahme vielen bei dem heutigen Stand der Saftkanälchenfrage erscheinen mag, so gewann sie doch im Folgenden eine meiner Ansicht nach nicht geringe Stütze. Ich wandte mich nehmlich, da ich die Entscheidung dieser Frage mit meinen bisherigen Methoden nicht herbeiführen zu können glaubte, von Neuem zu der Injectionsmethode und zwar zunächst zu Einstich-Injectionen der Dura des erwachsenen Menschen, die sich wegen ihrer Dicke allein zu dieser Methode eignet. Ich benutzte zum Einstechen eine gewöhnliche Pravaz'sche Spritze, die ich mit gelöstem Berliner Blau füllte. Auf diesem Wege nun gelang es mir an der Innenfläche der Dura Netze zu injiciren, die man auf den ersten Blick für Lymphgefäßnetze halten musste. Ich habe ein solches Netz in Fig. 4 abgebildet. Schon bei leisem Druck schoss die Injectionsmasse mit grosser Schnelligkeit, jedoch nur auf kleinere Strecken in dieses Netz hinein, das sich vor Allem durch seine unregelmässigen, äusserst characteristischen, knolligen Anschwellungen auszeichnet. Aber nicht nur dieses Netz füllte sich bei solchen Einstichinjectionen, die Injectionsmasse drang vielmehr von diesen Netzen aus sofort auch in die Venen der Aussenfläche und nur der Umstand, dass diese bei den nach Sectionen von menschlichen Schädeln gewonnenen Hirnhäuten durch die gewaltsame Abtrennung des Schädeldaches vielfach zerrissen sind, verhinderte hier das Zustandekommen einer vollständigeren Injection. Da sich dieses Resultat, nehmlich das Eindringen von Injectionsmasse in die Venen der Aussenfläche von den fraglichen Netzen an der Innenfläche aus constant wiederholte und auch bei ganz unbedeutendem Injectionsdruck eintrat, so mussten diese beiden Netze natürlich direct im Zusammenhang mit einander stehen. Das durch Einstich an der Innenfläche injicirte Netz konnte somit auch kein gewöhnliches

Lymphgefäßnetz sein. Andererseits aber wich es doch in seiner Configuration bedeutend von gewöhnlichen Capillarnetzen ab, nur war es besonders auffallend, dass es mit den grossen Venenstämmen in directer Verbindung stand. Versuche, dieses Netz auch von den Arterien und den Sinus aus zu injiciren, misslangen stets.

Untersuchte ich Stücke solcher injicirten Hirnhäute mikroskopisch bei etwa 60—100 facher Vergrösserung, so konnte ich deutlich zum Theil ausserordentlich feine und dünne, zum Theil kurze und dicke Verbindungsäste sehen, die das durch Einstich injicirte Netz an das venöse an der Aussenfläche schickte. Dieselben verliefen entweder schief und mehr horizontal, sich offenbar an die zwischen der Faserung der Dura übrigbleibenden Gewebslücken haltend, theils aber auch durchsetzten sie in kurzem Verlauf senkrecht die Dicke der Dura mater (Fig. 4). Sonach konnte der Zusammenhang dieses Netzes mit den Venen keinem Zweifel mehr unterliegen.

Dieselben Einstichsinjectionen lieferten mir jedoch auf der anderen Seite noch einen Beweis, dass das an der Innenfläche injicirte Netz offen in die Cavitas serosa cranii mündete. Nahm ich nehmlich die Injectionen an möglichst frischen und unverletzten Hirnhäuten vor, so sah ich nach einiger Zeit ziemlich entfernt von der Einstichöffnung die Injectionsmasse im Gestalt feiner blauer Punkte, die einen gewissen regelmässigen Abstand von einander zeigten, wieder an die Oberfläche hervordringen. Dieses Phänomen trat schon bei der Anwendung eines ganz mässigen Druckes auf und machte in keiner Weise den Eindruck, als ob es durch Zerreissungen zu Stande käme, wogegen außerdem noch der Umstand spricht, dass es noch in einer Entfernung von der Einstichstelle eintrat, wo der Injectionsdruck schon ein ganz unbedeutender geworden sein musste. Diese beiden Punkte, nehmlich: 1) der Zusammenhang des Netzes an der Innenfläche mit den Venen, und 2) seine offene Communication mit der Cavitas serosa cranii konnte man demnach als erledigt betrachten und es war nun noch die nicht minder wichtige letzte Frage zu beantworten, ob man nehmlich das fragliche Netz an der Innenfläche in der That für ein Lymphgefäßnetz zu halten berechtigt sei.

Konnte man diese Frage bejahend beantworten, so war man weiter zu der Annahme gezwungen, dass der Dura des Menschen

ein selbständiges Lymphsystem zukomme, das an vielen Stellen sich mit dem Venensysteme in Verbindung setzte, einer Hypothese, der wenigstens für den Augenblick kein stützendes Analogon an die Seite zu stellen gewesen wäre. Fragt man sich nun, was für und was gegen die lymphatische Natur dieser Bahnen spricht, so sind es vor Allem ihre unregelmässige Gestalt und besonders die sehr deutlich ausgesprochenen knotigen Anschwellungen an den Verzweigungsstellen des Systems, in zweiter Linie aber die offene Communication mit dem serösen Cavum, die einen zur Entscheidung für Lymphgefässe bestimmten könnten.

Auf der anderen Seite aber sprechen nicht minder gewichtige Punkte nicht blos gegen diese Annahme, sondern direct dafür, dass das fragliche Netz dem Blutgefäßsystem angehört. An Schädeldächern kleiner Kinder, wo die Dura stets in fester Verbindung mit dem knöchernen Schädel bleibt, konnte ich von der Arteria meningea media aus leicht ziemlich vollständige Injectionen des ganzen Capillarsystems herstellen. Hier füllten sich nun Netze, die denselben eigenthümlichen Typus zeigten, wie die an der Dura des Erwachsenen beobachteten; nur waren die Ausbuchtungen und knotigen Anschwellungen hier nicht so enorm entwickelt. Ganz übereinstimmend mit unseren obigen Befunden gingen diese Netze auch hier direct von den grösseren Venenstämmen ab.

Als ich nun ferner in der Folge bei Sectionen mein Augenmerk darauf richtete, ob man nicht natürliche Injectionen dieses Netzes zu sehen im Stande ist, fand ich in der That einige Male an sehr blutreichen Hirnhäuten, an denen sich überdies an der Innenfläche schon pathologische Gefässneubildungen zeigten, auch diese Netze in ziemlich deutlicher Weise mit Blut gefüllt. Es scheint mir daher wahrscheinlich, dass das fragliche System einen Appendix des Capillarsystems, eine Art accessorisches Capillarsystem der Dura darstellt, das sich nach der freien Innenfläche hin mit den intrafibrillären Gewebsspalten der Dura in Verbindung setzt. Es ist sehr wohl denkbar, dass dieses Netz nur dann sich mit Blut füllt, wenn bei abnormalen Blutstauungen innerhalb des Schädelns die übrigen Gefässे zur Aufnahme der vorhandenen Blutmenge nicht mehr ausreichen. Dafür dürfte insbesondere der directe Zusammenhang mit den grösseren Venenstämmen sprechen. Ausserdem aber macht es die offene Communication

dieses Netzes mit der Cavitas serosa craniī sehr wahrscheinlich, dass es auch bei der Resorption krankhafter Exsudate und Flüssigkeitsansammlungen eine wichtige Rolle spielt. Eine offene Communication der Blutgefässen mit den umgebenden Geweben hat nach den neuesten Forschungen Cohnheim's für Niemznd mehr etwas Befremdendes.

Schon vor dem Erscheinen der Cohnheim'schen Arbeit über Entzündung und Eiterung war ich lange Zeit mit dieser Frage beschäftigt. Ich hatte nehmlich an den Synovialhäuten der Gelenke durch Behandlung mit Argent. nitric. Bilder bekommen, die einen offenen Zusammenhang der Blutcapillaren mit den v. Recklinghausen'schen Saftkanälchen vermuthen liessen. Hüter¹⁾ schon hatte in seiner Arbeit die vielfachen Unterbrechungen der Gefässcontouren und ihre scheinbare Verbindung mit seinem „epithelioiden und keratoiden“ Bindegewebe beobachtet. Doch erklärt er diese Befunde dahin, dass durch feine Aeste, welche von den Gefässen der Oberfläche in die Tiefe tauchen, diese Unterbrechungen der Gefässcontouren zu Stande kommen.

Auch ich konnte mich oft genug überzeugen, dass auf solche Weise eine Oeffnung in dem Gefässcontour vorgetäuscht werden kann, bekam aber in der Folge Bilder, die eine solche Auffassung nicht mehr duldeten und die, wenn man überhaupt der Silbermethode nicht jeden Werth für Feststellung derartiger Fragen absprechen will, einen offenen Zusammenhang des Gefässlumens mit den Figuren des Bindegewebes auf's Unzweideutigste demonstrierten. Die beigegebene naturgetreue Abbildung eines solchen Präparates überhebt mich vollständig der Arbeit, in eine nähere Beschreibung einzugehen. Ganz identische Befunde erhielt ich nun auch zu wiederholten Malen an der Dura des Hundes und Kaninchens. Meine vielfachen Versuche, diesen Zusammenhang auch mittelst anderer Methoden nachzuweisen, sind bis jetzt leider noch zu keinem erwünschten Abschluss gediehen, doch glaubte ich, dass die Mittheilung dieser immerhin nicht uninteressanten Befunde im Zusammenhang mit den vorausgegangenen experimentellen Resultaten an der Dura hier eine passende Stelle finden dürfte.

Zum Schlusse meiner Untersuchungen an der Dura versuchte

¹⁾ Dieses Archiv Bd. XXXVI.

ich nun noch, die Resorption an ihrer Innenfläche direct unter dem Mikroskop zu beobachten, in ähnlicher Weise, wie dies von v. Recklinghausen am Centrum tendineum des Zwerchfells mit so überzeugendem Erfolge geschehen ist, doch leider vergebens. Die Milch lagerte sich auf der ziemlich unebenen Innenfläche dér Dura immer sofort in die Spalten zwischen den Fasern ein und es war dann keine weitere Bewegung mehr daran wahrzunehmen.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel X.

- Fig. 1. Aussenfläche der Dura eines Hundes mit Argent. nitric. behandelt. Vergrösserung 350:1. A Arterien, die an verschiedenen Stellen unter das mit V bezeichnete Venennetz untertauchen. Die weiss gelassenen Stellen zwischen diesem Blutgefäßnetz (B) werden von Bindegewebszeichnungen ausgefüllt, die ganz dem in Figur 5 abgebildeten „epithelioiden“ Bindegewebe Hüter's entsprechen.
 - Fig. 2. Innenfläche der Dura eines Kaninchens mit Argent. nitric. behandelt. Vergrösserung 350:1. Colossale Saftkanälchen (Safräume) in homogener Grundsubstanz. Mangel von Capillargefässen.
 - Fig. 3. Desgl. Hier erscheinen die Safräume besonders colossal entwickelt. Vergrösserung 350:1. Auf ihnen ist ein mit sehr schönen Stomata versehenes polygonales Epithelnetz zu sehen.
 - Fig. 4. Dura des erwachsenen Menschen. Innenfläche durch Einstich mit Berlinerblau injicirt. Ppt. mit Alkohol und Glycerin behandelt. Vergrösserung 50:1. Die Verbindung des dunkel gebaltenen an der Innenfläche gelegenen Capillarnetzes C mit dem an der Aussenfläche verlaufenden Venennetze (V) ist an mehreren Stellen deutlich zu sehen.
 - Fig. 5. Synovialis eines 1jährigen Kindes. Behandlung mit Argent. nitric. Vergrösserung 350:1. Epithelioides Bindegewebe von Blutcapillaren durchzogen, die an zahlreichen Stellen in offener Communication mit den Saftkanälchen stehen.
-

