

(Aus der internen Abteilung des Elisabethspitals in Nyiregyhàza, Ungarn  
[Direktor: *Klekner*, Oberarzt, *Sarvay*.])

## Die Verteilung und die praktische Bedeutung der in den subarachnoidalen Raum injizierten Flüssigkeit.

Von

Sekundärarzt Dr. Valentin Palesó.

(Eingegangen am 15. März 1929.)

Der durch den Plexus chorioideus gebildete Liquor gelangt durch das Foramen Magendi und Foramen Luschka aus den Hirnventrikeln in die basalen Cysternen und von hier in den subarachnoidalen Raum des Gehirns und Rückenmarks. Die Bildung des Liquors ist aber nicht so einfach, sondern ein sehr komplizierter physiologischer Vorgang, von dem wir nur einen kleinen Teil kennen. Außer dem Plexus chorioideus, der unzweifelhaft die größte Rolle spielt, nehmen an der Liquorbildung das Ependym der Gehirnventrikeln, die Capillaren des Zentralnervensystems und die Pia mater teil. Neuerdings gewinnt immer mehr die Ansicht Raum, daß bei der Bildung des Liquors außer der Transsudation auch die Sekretion eine Rolle spielt. Der in 24 Stunden gebildete Liquor (etwa 200 ccm) wird von den *Pacchioni*schen Granulationen in die Sinus resorbiert. Nach den Untersuchungen von *Falkenheim* und *Naynym* wird der größte Teil des Liquors aus dem Gehirn und nur ein kleiner Teil aus dem Rückenmark resorbiert. In der Höhe des 2. und 3. Halswirbels wurde die Dura komprimiert und unterhalb der Ligatur bei 510 mm H<sub>2</sub>O-Druck Kochsalzlösung in den subarachnoidalen Raum des Rückenmarks infundiert. Nach 10 Minuten waren 0,6 ccm Kochsalzlösung resorbiert, dagegen wurden nach Aufhebung der Kompression — so daß die Lösung auch gegen das Großhirn fließen konnte — in 10 Minuten 6 ccm resorbiert.

Der in den Gehirnkammern gebildete Liquor gelangt in das Rückenmark, es ist also eine Strömung nach abwärts, wenn auch mäßigen Grades vorhanden. Es wäre nicht nur aus theoretischen, sondern auch aus therapeutischen Gründen wichtig zu wissen, ob es eine Strömung des Liquors von unten nach oben gibt und welcher Grad sie sei; weiters ob die cysternal oder lumbal eingebrachten Medikamente infolge der Strömung nach oben steigen und bis zu welcher Höhe. *Weigeldt* hat bei subarachnoidalen Blutungen der Hirnbasis oder des Rückenmarkes den

Kammerliquor klar gefunden. *Ziegler* und *Bungart* haben mittels Farbstoffen nachgewiesen, daß unter normalen Umständen aus dem subarachnoidal Raum kein Liquor in die Kammer gelangt. *Eskuchen* und später *Hartwich* haben gezeigt, daß der Liquor keine Strömung von unten nach aufwärts besitzt. Die Atmung, die Pulsation, die Bewegungen des Kopfes bringen den Liquor in Wallung, die die Mischung des Liquors begünstigt. Wenn wir zu alledem in Betracht ziehen, daß der Zellgehalt des Liquors in den verschiedenen Höhen des subarachnoidal Raumes verschieden ist — in der Nähe des Plexus chorioideus weniger, als im lumbalen Anteil — dann können wir sagen: daß es eine Strömung von unten nach aufwärts nicht gibt. Cysternal oder lumbal eingebrachte Medikamente gelangen, wenn sie mit größeren Flüssigkeitsmengen eingebracht werden, bis in die höheren Segmente des Gehirns.

Meine Untersuchungen haben sich darauf gerichtet, wie sich die cysternal oder lumbal eingebrachten farbigen Flüssigkeiten von verschiedener Menge verteilen, wie hoch sie gelangen und ob sie den Cortex erreichen. Das weitere Ziel meiner Untersuchungen war, zu beobachten, ob die injizierten Flüssigkeiten nach Ablauf einer gewissen Zeit höher steigen. Die Untersuchungen habe ich an menschlichen Leichen und an Hunden ausgeführt.

Bei horizontal liegenden Leichen habe ich je 10 ccm Farbflüssigkeit (Methylenblau) lumbal oder cysternal injiziert. Die lumbal injizierte Flüssigkeit gelang bis zur cysternalen Höhe, die cysternal injizierte bis zum Tractus opticus.

Bei 20 ccm lumbal injizierter Flüssigkeit wird die untere Oberfläche des Kleinhirns bedeckt, füllen sich die basalen Cysternen; die Flüssigkeit erreicht den Tractus opticus. Cysternal gegeben gelangt die Flüssigkeit bis zur Mitte des Tractus olfactorius, der 3. Ventrikel füllt sich und auf dem Wege der Art. media cerebri erreicht sie den Cortex und auf dem Wege der Art. cerebri ant. gelangt sie bis zur inneren Oberfläche des Lob. front.

30 ccm lumbal gegebene Flüssigkeit erreichen durch die basalen Cysternen den Tractus opticus. Längs der Arteria media (3—4 cm) erreichen sie den Cortex, der 3. Ventrikel füllt sich aber nicht. 30 ccm Flüssigkeit cysternal eingebracht, erreichen den Bulbus des Tract. olfact. Längs der Art. cerebri media gelangen sie an die Oberfläche der Stirne, Parietal- und Occipitallappen; längs der Art. cerebri ant. auch an die innere Oberfläche des Lobus frontalis. Die Flüssigkeit gelangt in den 3. Ventrikel und in das Vorderhorn des Seitenventrikels (siehe die Abb. 1, 2, 3).

40 ccm Flüssigkeit, lumbal gegeben, gelangen bis zum Tractus olfactoryus erreichen die mediale Oberfläche des Stirnlappens und dringen auf dem Cortex höher, als 30 ccm Flüssigkeit. 40 ccm cysternal injizierte Flüssigkeit erreichen das Hinter-, Unter- und Vorderhorn des Seitenventrikels; auf dem Cortex verbreiten sie sich besser, als 30 ccm.

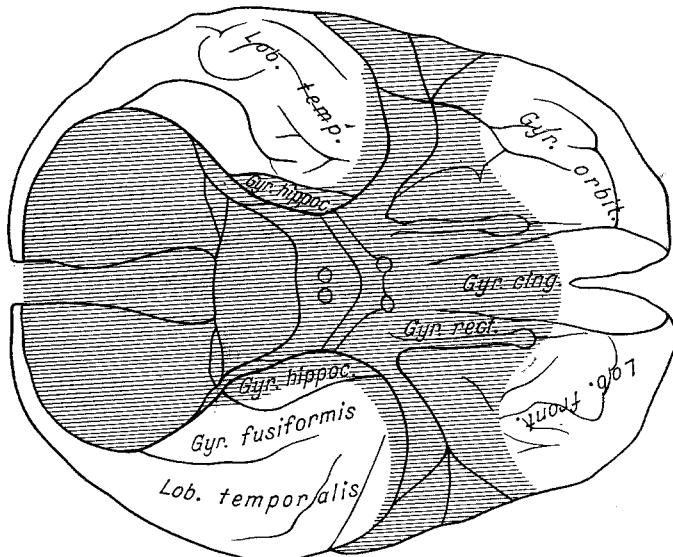


Abb. 1.

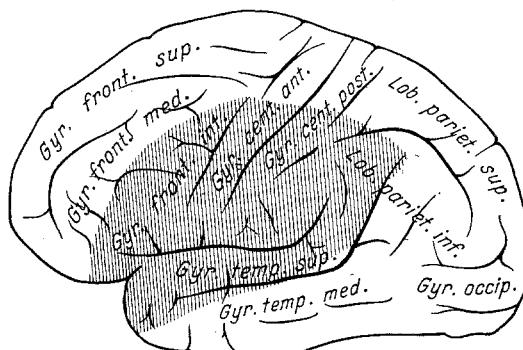


Abb. 2.

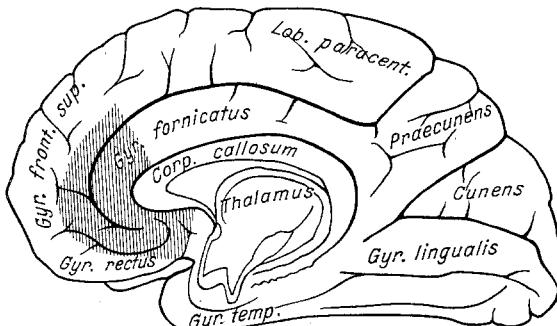


Abb. 3.

Abb. 1, 2, 3. Die Verteilung der in den subarachnoidalen Raum 30 ccm injizierten farbigen Flüssigkeit.

50 ccm lumbal injizierte Flüssigkeit gelangen schon in den 3. Ventrikel, 65 ccm in das Vorderhorn des Seitenventrikels, 75 ccm in alle Hörner des Seitenventrikels und erreichen längs der Art. cerebri med. ant. auch einen bedeutenden Teil des Cortex.

Es zeigen sich also bedeutende Unterschiede in der Ausbreitung zwischen der lumbal und cysternal eingebrachten Flüssigkeit. 30 ccm Flüssigkeit, cysternal injiziert, erreichen auch die Seitenventrikeln, 40 ccm auch Vorder-, Unter- und Hinterhörner der Seitenkammern; dagegen gelangen erst 70—75 ccm Flüssigkeit, lumbal gegeben, in die Seitenkammern.

Es war sehr wahrscheinlich, anzunehmen, daß die Verteilung der in den subarachnoidalen Raum injizierten Flüssigkeit auch beim Lebenden ähnlich ist und daß infolge der physiologischen Vorgänge die Flüssigkeit noch höher steigen kann. Zur Bestätigung dieser Annahme habe ich Tierexperimente gemacht. Die Experimente sind an gleich großen Hunden gemacht worden. Ich habe einem Hund post mortem 5 ccm farbige Flüssigkeit cysternal injiziert, ebenso einem lebenden Hund in Äthernarkose 5 ccm. Nach 2 Minuten haben wir den Hund in Chloroformnarkose getötet. Die Verteilung der Flüssigkeit im subarachnoidalen Raum war die gleiche. Die Ausbreitung der Flüssigkeit war nur von der Menge abhängig; je mehr Flüssigkeit ich eingespritzt habe, desto höher ist sie im subarachnoidalen Raum gestiegen. Das weitere Ziel meiner Experimente war nachzuweisen, ob die eingeführte Flüssigkeit nach einer gewissen Zeit höher steigt? Bei 3 Hunden habe ich je 5 ccm Flüssigkeit cysternal eingespritzt, den ersten haben wir in Chloroformnarkose nach 2 Stunden, den zweiten nach 4, den dritten nach 6 Stunden getötet. Bei diesen Hunden haben wir gefunden, daß die Verteilung der Flüssigkeit dieselbe war, wie bei den gleich nach der Injektion getöteten Hunden. Aus diesem Versuch geht hervor, 1. daß die Verteilung der Flüssigkeit im subarachnoidalen Raum bei lebenden und toten Hunden gleich ist. 2. Nicht einmal nach Stunden war die Flüssigkeit höher gestiegen, als einige Minuten nach der Einspritzung. 3. Die Verteilung der Flüssigkeit im subarachnoidalen Raum ist außer von der Diffusion allein von der Flüssigkeitsmenge abhängig.

Aus alldem können wir schließen, daß die Verteilung der bei menschlichen Leichen in den subarachnoidalen Raum injizierten Flüssigkeit der beim lebenden Menschen entspricht.

Wenn wir Medikamente in den subarachnoidalen Raum injizieren, so wollen wir, daß sie ihren Bestimmungsort erreichen und dabei in möglichst großer Konzentration. Dies erreichen wir am besten in der Weise, daß wir mit dem Medikament soviel Flüssigkeit einführen, als notwendig ist, um den gewünschten Teil des Gehirns erreichen zu können (siehe oben). Mit großen Flüssigkeitsmengen eingeführte Medikamente verteilen sich

im subarachnoidalalen Raum auf eine große Fläche; so sinkt ihre Konzentration.

Bei Lähmungen des verlängerten Markes (Vergiftung, Asphyxie) cysternal injizierte Flüssigkeit erreicht sofort die vitalen Zentren des verlängerten Markes. In solchen Fällen genügt es, 1 ccm des flüssigen Medikamentes (Lobelin, Coffein, Cardiazol) cysternal einzuführen; lumbal sind 10—12 ccm notwendig, um das verlängerte Mark zu erreichen. Wenn wir durch lumbale Injektion denselben Effekt erreichen wollen wie cysternal, so müßten wir das Quantum des Medikamentes bedeutend erhöhen, was für das Zentralnervensystem nicht gleichgültig sein würde. In solchen Fällen sehen wir den großen Vorteil der cysternalen Punktion.

*Gennrich* gibt bei Atrophia nervi optici einige Milligramm in Liquor gelöstes Neosalvarsan lumbal. Er injiziert daher die vorher abgelassenen 40—50 ccm Liquor zurück. *Gennrich* glaubt, daß die Neosalvarsanlösung mit dem eingespritzten Liquor das Chiasma und den Tractus opticus erreicht. Zufolge meiner Experimente erreichen schon 20 ccm lumbal und 10 ccm cysternal das Chiasma. Am vorteilhaftesten ist es, Neosalvarsan vorerst in 1—2 ccm Aqua zu lösen und einzuspritzen und dann von dem vorher abgelassenen Liquor lumbal 20—25 ccm, cysternal 10—15 ccm nachzuschicken. Wenn wir nach der Neosalvarsanlösung mehr Liquor injizieren, dringt die Neosalvarsanlösung im Subarachnoidealraum höher, verdünnt sich auch besser, erreicht das Chiasma nicht so konzentriert, wie wenn man weniger Liquor injiziert hätte. Bei Atrophia nervi optici injiziere ich 1—4 mg Neosalvarsan, in 1—2 ccm Aqua gelöst, cysternal, nachher 15 ccm von dem vorher abgelassenen Liquor. Diese cysternale Behandlung kombiniere ich mit der von *Fazekas* und *Thurzo* empfohlenen Lufteinblasung. Die in den subarachnoidalalen Raum injizierte Flüssigkeit erreicht zum großen Teil den Cortex und auch einen großen Teil des Stirnlappens. Wäre es nicht gut, bei Paralysis progressiva mit den 50 ccm Liquor die Neosalvarsanlösung cysternal einzuspritzen?

Bei durch Meningo-Pneumo-Strepto-Staphylokokkus usw. verursachte eitrige Meningitis können wir nur dann die beste Wirkung der in den Subarachnoidealraum injizierten Sera erwarten, wenn sie alle jene Partien des Zentralnervensystems erreichen, die auf subarachnoidalem Wege erreichbar sind. Schon am Anfang der Serotherapie haben *Lewkowitz* und *Bingel*, spätere andere Autoren durch die direkte Punktions des dritten Ventrikels Serum ins Gehirn gebracht. Neuerdings gibt *Peet* das Serum lumbal, cysternal und ventrikulär, um größere Teile des Zentralnervensystems bedecken zu können. Bis zu 2 Jahren stößt die Kammerpunktion auf keine Schwierigkeiten, obwohl der Nadelstich nicht indifferent ist für das Hirngewebe (Blutung, Zerstörung). Nach 2 Jahren kann man nur mit Hilfe von Trepanation die Kammer punktieren. Wenn wir keine

anderen Möglichkeiten hätten, um Serum in die Hirnkammer zu führen, als die direkte Punktion, so müßten wir die Gehirnpunktion zwar für einen gefährlichen, aber annehmbaren Eingriff halten. Meine Untersuchungen aber zeigen, daß 40 ccm Flüssigkeit, cysternal gegeben, den 3. Ventrikel und die vorderen, hinteren und unteren Hörner der Seitenkammern erfüllen, einen großen Teil der Hirnrinde bedecken, außerdem gelangt ein Teil zum tiefsten Punkt des Rückenmarkes. Wenn wir also cysternal 40 ccm Serum einführen, so erreichen wir denselben Effekt, wenn dasselbe Serumquantum, cysternal, lumbal und ventrikulär verteilt, gegeben wird. Nach ähnlicher Überlegung geben wir bei Tetanus für die Bindung des vom Nervensystem noch nicht gebundenen Toxins jeden zweiten Tag 30—40 ccm Tetanusserum cysternal.