

Haben die Gehirngefäße ein constantes Volumen?

Von

Prof. Dr. **Geigel** in Würzburg.

Die Frage, ob das Gesamtvolumen der Blutgefäße im Gehirn als constant angesehen werden darf, ist von grundsätzlicher Bedeutung für die Mechanik der Blutversorgung des Gehirns. Vor Kurzem habe ich ¹⁾ das Gesetz entwickelt, nach welchem Kaliberschwankungen des einen oder anderen Theils der Gesamtstrombahn auf den Gesamtwiderstand wirken müssen, und den Satz formulirt: „Der Gesamtwiderstand in einem Strom von constantem Volumen wird am geringsten, wenn der Widerstand in einem Abschnitt sich zu dem im übrigbleibenden Abschnitt verhält wie die Volumina der beiden Abschnitte direct, und umgekehrt wie die Exponenten, welche angeben, wie der Widerstand mit abnehmendem Querschnitt wächst.“ Ich habe nicht gezögert, dieses Resultat für meine schon lange verfochtene Ansicht zu verwerthen, dass im Gehirn innerhalb von mir kürzlich genau formulirter Grenzen eine spastische Verengerung der arteriellen Seite Hyperdiaemorrhysis, paralytische Erweiterung Adiaemorrhysis im Gehirn zur Folge haben muss, und habe meine Gründe dafür auch angegeben. Darüber kann man wohl nicht streiten: ist das Volumen der Gesamtstrombahn im Gehirn ein constantes, dann muss der entwickelte Satz seine Geltung dort haben, ganz sicher aber nicht, wenn es nicht constant ist.

„Indessen hat schon damals“ (vor 14 Jahren) „Hürthle in einem kritischen Referat darauf hingewiesen, dass die wesentlichste Voraussetzung für die Zulässigkeit der Geigel'schen Deductionen nicht verwirklicht ist: Es ist keineswegs berechtigt, das Volumen der Gesamtstrombahn der Gehirngefäße als constant anzusehen, da nachweislich die Menge der Cerebrospinalflüssigkeit der

1) Sitzungsber. d. phys.-med. Gesellsch. zu Würzburg 1903 und Virchow's Arch. Bd. 174. 1903.

Schädelkapsel beträchtlichen Schwankungen unterliegen kann. Einerseits nämlich vermag die Cerebrospinalflüssigkeit durch Resorption und Neubildung in ihrer Gesamtmenge sehr rasch zu wechseln; andererseits schliesst die einheitliche Schädel-Rückgratkapsel durchaus nicht einen völlig starrwandigen, unveränderlichen Raum ein, wie u. A. Knoll dargelegt hat.“ „Jedenfalls ist es unzweifelhaft, dass die wichtigste Voraussetzung der Hypothese von Geigel hin-fällig ist.“ So äussert sich jetzt wieder Paul Jensen in einer interessanten Arbeit „Ueber die Innervation der Hirngefäße“¹⁾. Es ist mir dies schon so oft gesagt worden, dass ich es auswendig wissen müsste, auch wenn ich es nicht schon vorher gewusst hätte. Ueber den Punkt bin ich wirklich bei meinen Untersuchungen schon lange hinaus gekommen. Ich brauche nur auf meine Publicationen hierüber zu verweisen, und dass das kritische Referat Hürthle's von mir nicht unerwidert geblieben ist, muss im Breslauer Physiologischen Institut auch bekannt sein. Die Sache liegt ganz einfach so: Das Gesamtvolumen der Blutstrombahn im Gehirn ist ganz gewiss kein für alle Zeiten constantes, es wechselt nach dem Alter, nach dem Wachsthum und der Involution der Schädelkapsel und des Gehirnes in langen Zeiträumen, in viel kürzeren je nach der Menge des im Schädel vorhandenen Liquor cerebrospinalis. Dass derselbe secernirt und resorbirt wird, dass er nach der Rückgratshöhle aus-weichen kann, soll ich denn das ganz allein nicht wissen? Die Frage ist nur: Was weicht bei Kaliberschwankungen eines Theils der Blutbahn leichter und rascher aus, das Blut aus den anderen Theilen der Gefäße oder die Lymphe in ihren engen, widerstands-reichen Wegen? Meines Erachtens kann eine Antwort darauf nicht zweifelhaft sein, und wenn Andere darüber eine andere Ansicht haben, so wäre diese eben noch zu begründen. Dagegen ist kein Zweifel, dass eine Veränderung in der Circulation, die sich in meinem Sinne vollzogen hätte, später und vielleicht sehr rasch ausgeglichen oder übercompensirt werden kann, wenn dann die Menge des Liquor cerebrospinalis zu- oder abnimmt. Immer aber muss es meines Erachtens, weil das doch auch Zeit braucht, einen, wenn auch kleinen Zeitraum geben, während dessen das Volumen des Blutes im Gehirn wirklich ohne Fehler als constant angesehen werden darf, und für diesen und, wie ich so oft gesagt habe, nur für diesen, eventuell

1) Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 103 S. 209 f.

E. Pflüger, Archiv für Physiologie. Bd. 105.

kleinen Zeitraum gelten meine Deductionen. Gross genug ist er aber sicher, wie klinische Erfahrungen lehren, dass sich in ihm für das Gehirn sehr bedeutsame Vorgänge abspielen können.

Nun kommen wir zur experimentellen Prüfung der Frage. So weit sind wir jetzt, glaube ich doch, dass nicht mehr gestritten werden kann, wie die Circulation bei constantem Volumen im Schädel sich vollzieht; wie sie sich vollziehen muss, glaube ich gezeigt zu haben. Jetzt handelt es sich nur noch darum, ob bei Erweiterung der Arterien eine bessere Durchfluthung (Hyperdiaemorrhysis) und bei Verengerung der Arterien eine schlechtere (Adiaemorrhysis) zu Stande kommt, wie sonst überall. In diesem Falle bildet der Schädelinhalt keine Ausnahme von dem, was man an den anderen Organen erwartet und beobachtet, und das Volumen der Blutgefässe im Schädel ist so wenig ein constantes wie etwa das eines Armes. Wenn aber eine Erweiterung der Arterien schlechtere Durchfluthung (Adiaemorrhysis) und Verengerung der Arterien bis zu einem gewissen Grade bessere und erst bei höheren Graden wieder schlechtere nach sich zieht, so ist dies ein Beweis dafür, dass für die Zeit dieser Vorgänge das Blutvolumen im Schädel als constant angesehen werden darf.

Nun scheint es, und Herr Jensen spricht es aus, dass seine Versuche das Gegentheil von meiner Annahme ergeben haben.

Die Versuchsanordnung von Jensen brachte es mit sich, dass das Secundenvolumen in der untersuchten Carotis interna von selbst immer mehr und mehr während jedes Versuches sank, wie Jensen wohl mit Recht annimmt, durch Wirkung der eingeschalteten Stromuhr auf die Viscosität des Blutes. In diesem Sinken war aber besonders bemerkbar ein Abfall, der auf Reizung des gleichseitigen Sympathicus sich einstellte. Jensen entwickelt die Gründe, warum er dieses Sinken in ursächlichen Zusammenhang mit der Sympathicusreizung bringt. Der gereizte Sympathicus wirkt nach diesen Versuchen auf das Kaliber der Gehirngefässe; aber merkwürdiger Weise war seine Durchschneidung, wie Jensen angibt, ohne Einfluss auf sie. Prüfen wir diese Angabe an der Hand der veröffentlichten Versuchsprotokolle, so stellt sich Folgendes heraus. In allen Fällen mit einer einzigen Ausnahme folgt auf die Durchschneidung des Sympathicus ein nicht unbeträchtliches Sinken des Secundenvolumens (Versuche V, VII b, VIII, XIV a). Weil nicht die erwartete Erhöhung eintrat, verneint Jensen die Wirkung des

nicht gereizten Sympathicus auf die Gefäße und bespricht die verschiedenen möglichen Erklärungen dieser äusserst schwierig zu deutenden Thatsache. Ich von meinem Standpunkt aus könnte sagen: die Durchschneidung hat gewirkt, sie hat, wie ich erwarten musste, das Secundenvolum vermindert. Als interessanten Gegensatz könnte ich noch den Versuch XI anführen, den einzigen, in welchem auf die Durchschneidung des Sympathicus eine, wenn auch anscheinend ganz geringfügige Vermehrung des Secundenvolums folgte. Sie ist gar nicht so unbedeutend; wenn die Verminderung in den anderen Versuchen ganz von selbst durch die eingeschaltete Stromuhr sich einstellt, wie Jensen will, so ist sie in Versuch XI mindestens aufgehalten worden durch die Durchschneidung des Sympathicus. Dieser hat also undurchschnitten augenscheinlich auf die Durchfluthung günstig gewirkt, und man könnte dem Sympathicus hiernach wohl einen Tonus auf die Gefäße im gewöhnlichen Sinn zuschreiben. Und siehe da, S. 191 erfahren wir, dass im Versuch XI (und nur in diesem) vor Beginn des Versuches der Schädel über dem linken Stirnhirn trepanirt, die Oberfläche des Gehirns auf einer Kreisfläche von 1 cm Durchmesser freigelegt war. Merkwürdig! in dem einen Fall, wo das Blutvolumen sicher nicht constant, wo der Schädel eröffnet war, stellt sich die Wirkung des Sympathicus heraus wie sonst überall am Körper, in den anderen Fällen mit geschlossenen Schädeln nicht. Es liegt nicht allzu fern, diese Resultate nicht gegen mich, sondern gerade für mich zu verwerthen. Ich will es aber nicht thun; denn Jensen's Versuche, so interessant sie auch sonst sind, können ihrer ganzen Anlage nach gegen meine Leitsätze gar nichts beweisen. Ich halte das Gesamtvolumen des Blutes im Gehirn wenigstens für kurze Zeit für constant, Andere thun's vielleicht nicht, aber noch Niemand hat, glaube ich, die unsinnige Behauptung aufgestellt, dass auch jeder einzelne Gefässbezirk im Gehirn für sich ein constantes Volumen besitzen müsse. Auch Jensen behauptet dies natürlich nicht; aber er experimentirt an der Carotis interna und dem Sympathicus einer Seite allein, findet etwas, was mit den von mir gefundenen hydrodynamischen Sätzen für constantes Volumen anscheinend im Widerspruch steht, und hält es „in Hinblick auf die Anschauungen von R. Geigel für wünschenswerth, diese Ueberlegungen gegen einen etwaigen Angriff zu schützen“. Diese Besorgniss war unnöthig.

Die Versuche von Jensen an der linken Carotis und am linken

N. sympathicus sind an und für sich recht interessant und wichtig, allein sie sind von meinem Standpunkt so unangreifbar, als wären sie am rechten Hinterbein des Kaninchens angestellt worden. Wenn Versuche für oder gegen meine Theorie etwas beweisen sollen, so müssen sie den Gesamtkreislauf des Gehirns betreffen. An dieser Forderung ändert auch nichts „die von Hürthle und Wiechowski festgestellte Thatsache, dass bei der Reizung eines Halssympathicus des Kaninchens der Circulusdruck auf der gegenüberliegenden Seite unverändert bleibt“. Aber auch noch aus einem anderen Grunde muss ich den Reizversuchen Jensen's jede Beweiskraft gegen meine Aufstellungen absprechen. Nach meinen Darlegungen kann Verengerung des arteriellen Abschnittes nur bis zu einem gewissen Maasse den Gesamtwiderstand herabsetzen. Das ist dann der Fall, wenn

$$w_1 = w_2 \frac{\nu l_1 q_1}{n l_2 q_2}$$

geworden ist, worin w_1 den Widerstand im arteriellen Theil, w_2 den im venösen, $l_1 q_1$, $l_2 q_2$ Länge und Querschnitt des ersten und zweiten Stromtheils, n und ν die Exponenten bezeichnen, welche das Wachsen des Widerstandes bei Verkleinerung des Querschnittes je für den ersten und zweiten Abschnitt angeben.

Wird der arterielle Abschnitt noch weiter verengt und

$$w_1 > w_2 \frac{\nu l_1 q_1}{n l_2 q_2},$$

so wächst der Gesamtwiderstand wieder; denkbarer Weise sinkt dadurch das Stromvolumen auf Null, wenn die Verengerung an einem Stromquerschnitt bis zum völligen Verschluss geführt hat. Ob jener Umkehrpunkt in den Versuchen Jensen's erreicht oder überschritten wurde, dafür fehlt jede Controle, und auch aus diesem Grunde ist die sonst gewiss verdienstvolle Arbeit als Waffe gegen meine Ausführungen gekehrt werthlos.
