

(Aus der Chirurgischen Klinik Jena [Dir.: Prof. *Guleke*].)

## Beobachtungen an den Gefäßen einer Meningocele.

Von

Dr. Ada Stübel.

(Eingegangen am 4. April 1922.)

Beobachtungen, welche mit dem *Müller-Weiß*schen Capillarmikroskop an der hiesigen Chirurgischen Klinik von *Magnus* ausgeführt wurden, und die als Untersuchungsobjekte die Capillarschlingen des Nagelfalzes amputierter Glieder oder solcher, die durch Anlegen einer *Esmarch*schen Blutleere von der Herzkraft abgeschnitten waren, hatten, gaben die Veranlassung, bei *Operationen excidierte Gewebstücke* im Hinblick auf das Verhalten der darin vorhandenen Gefäße zu untersuchen.

Ein besonders lohnendes Präparat war die *Meningomyelocele* eines zehn Wochen alten Mädchens, das in die Klinik zur Beseitigung der Mißbildung eingeliefert wurde. Bei dem Kinde bestand, wie die spätere Autopsie ergab, eine Spina bifida des ersten bis vierten Lumbalwirbels; aus dem gespaltenen Wirbelkanal wölbten sich die Rückenmarkshäute als faustgroße Blase hervor. Die Zona vasculosa, die den ganzen oberen Teil der Geschwulst einnahm, wies schon makroskopisch außerordentlich reiche und schöne Gefäßbildungen auf, die mit dem auf die Cyste aufgesetzten Capillarmikroskop beobachtet wurden.

Es zeigte sich, wie nach den Untersuchungen am Nagelfalz vorauszusehen war, daß in den Capillaren und den übergeordneten Arterien und Venen höchst ungleichartige Strömung bestand: unmeßbar rasche in den einen, körnige, sehr langsame oder auch völlig stagnierende in andern Gefäßgebieten. Ein Einfluß der Herzkraft in Form von rythmischen, pulsatorischen Wandkontraktionen war nirgends zu bemerken. *Bei ruhiger Atmung* floß das Blut in jedem einzelnen Gefäß mit großer Gleichmäßigkeit. Um so mehr mußte die Einwirkung der Atmung auffallen, dergestalt, daß *beim Schreien und Pressen* des Kindes der Blutstrom diskontinuierlich wurde und merkwürdige, nystagmusartige Schwankungen aufwies. Bei forcierter Inspiration nämlich blieb die Blutsäule stehen, um am Ende der Inspiration eine ruckartige Bewegung nach rückwärts zu machen, ehe sie bei einsetzender Expiration in der ursprünglichen Richtung dahinschoß. Diese Erscheinung wiederholte sich in allen beobachteten Gefäßen, sobald das Kind schrie oder preßte.

Nach der operativen Abtragung des Meningocelensacks wurde dieser sofort über einen Glaszylinder trommelartig gespannt, wobei die Enden um den Zylinderrand mit Seidenfäden fest umwickelt wurden, so daß aus den eröffneten Gefäßen kein Blut austreten konnte. Das Präparat wurde darauf in eine Wanne mit körperwarmer physiologischer Kochsalzlösung gebracht und mit dem *binokularen Zeißschen Mikroskop der Planktonforschung* untersucht.

Dieses Mikroskop besteht aus einem Tubuspaar, dessen Okularteile entsprechend dem Augenabstand scherenartig verschoben werden können, und aus einem Paar Objektiven, die in die Wanne mit physiologischer Kochsalzlösung eintauchen. Der Abstand von Objektiven und Objekt beträgt reichlich 4 cm, wobei eine seitlich angebrachte Schraubenvorrichtung die feinere Einstellung ermöglicht. Dieses Instrument ist auf einem langen Arm, der an einem festen Stativ angebracht ist, so aufmontiert, daß es im ganzen gehoben und gesenkt, außerdem um eine vertikale und eine horizontale Achse gedreht werden kann. Die Vergrößerung ist mit dem Okular 4, das gewöhnlich benutzt wurde, 73fach. Eine gleichfalls von der Firma Zeiß gelieferte selbstregulierende Bogenlampe diente als Lichtquelle. Dieser Apparat bietet einmal den Vorteil stereoskopischer Betrachtungsmöglichkeit, ferner aber sichert die den Gewebsflüssigkeiten isotonische und durch eine hineingehängte Kohlenfadenlampe ziemlich konstant auf 37° gehaltene physiologische Kochsalzlösung den excidierten Gewebstücken günstige Bedingungen für ein längeres Überleben.

Das oben beschriebene Meningocelenpräparat, auf diese Weise beobachtet, wies eine große Anzahl von Gefäßen auf, in denen das Blut gleichmäßig, wenn auch verschieden schnell, strömte, und zwar Arterien und Venen, die sich übrigens im Laufe der Beobachtung durch Farbe und Kaliber immer deutlicher voneinander unterschieden. Von einem *zielbewußten Leerbluten* der Arterien in die Venen konnte keine Rede sein. Vom Einfluß der Schwere waren die Gefäße infolge ihrer wagerechten Fixierung unabhängig. Allmählich wurde die Strömung langsamer, um etwa 16' nach der Operation aufzuhören.

Da diese strömenden Gefäße, losgelöst vom Zentralnervensystem und von der Herzkraft, noch imstande waren, wirkungsvolle Arbeit zu leisten, so mußte angenommen werden, daß sie auch auf Reize noch reagieren würden. Mit der Nadel wurde die Umgebung der Gefäße leicht berührt. Daraufhin wurde die Strömung schlagartig rascher, in manchen Fällen unmeßbar rasch; und zwar war diese Reaktion nicht auf die Stichstelle beschränkt; oberhalb davon und unterhalb — auch in den Gefäßverzweigungen — war sie deutlich.

Manchmal traten in der Umgebung kleine, bis dahin unsichtbare Gefäße, meist vom Kaliber der Capillaren auf. Dieser Versuch konnte beliebig oft wiederholt werden.

Man sah selbst in Gefäßen, die nach den ersten 16' schon zur Ruhe gekommen waren, auf einen Nadelstich hin die Strömung sich neu beleben.

War der Stich kräftiger, so kam es vor, daß das Blut *von beiden Seiten* auf die gereizte Stelle zufloß, um nach 1—1½' in der ursprünglichen Richtung, aber wesentlich rascher als vorher, dahinzuschießen. Auch diese Reaktion konnte mit größter Sicherheit ausgelöst werden. Am reaktionsfähigsten erwiesen sich die Arteriolen, im Gegensatz zu den Capillaren, die gar nicht, und von Venen, die unzuverlässig und träge reagierten. Gegen Druck und Zug waren die Gefäße außerordentlich empfindlich, derart, daß geringste Spannungsänderungen der Membran durch Verschieben des Präparates mit heftig verstärkter Strömung beantwortet wurden, die viel länger anhielt, als der mechanische Insult dauerte.

Es fand sich Gelegenheit, diese Beobachtungen an operativ gewonnenen *Bruchsäcken*, *Hydrocelen* und an einer *Lymphcyste* zu wiederholen. Viele derartige Präparate erwiesen sich, wohl infolge von vorausgegangener, anhaltender Zerrung und Dehnung, als völlig „abgestorben“. Auch schien es, als seien Gewebsstücke jugendlicher Individuen widerstandsfähiger und „langlebiger“ als die älterer Leute. Wo aber noch strömende Gefäße zu sehen waren, da erfolgte auch hier mit Zuverlässigkeit bei Nadelstich sehr beschleunigte Strömung. Nur am *Wurmfortsatz* einer älteren Frau, dessen Serosagefäße noch 30' nach der Exstirpation strömten, blieb die Blutsäule auf einen Stichreiz hin plötzlich stehen.

Gelegentlich der Berührung einer größeren Arteriole mit der Nadel kamen ganz lokale Wandkontraktionen zur Beobachtung. Dicht zentralwärts von der gereizten Stelle schnürte sich das Gefäß taillenförmig zusammen und preßte das letzte Blut heraus. Allmählich ließ der Krampf nach; es weitete sich wieder aus, ja, an Stelle der Einschnürung erschien eine Ausbauchung, in die hinein das Blut lebhaft strömte.

Der Moment des Absterbens der überlebenden Gefäßwand zeigt sich dadurch an, daß durch die Endothelien beim Nadelstich rote Blutkörperchen ins Gewebe übertreten. Dann erst ist das Gefäß in Wahrheit „tot“, aber dieser Tod tritt erst bis zu 30', nachdem es vom allgemeinen Kreislauf abgetrennt ist, ein, sofern man es vor Abkühlung schützt und es in ein isotonisches Milieu bringt.

Die hier mitgeteilten Beobachtungen erinnern an die Versuche *O. B. Meyers*, *Fulls* u. a. an *überlebenden Arterienstreifen*. Auch hier von der Herzkraft und der Pulswelle abgetrennte Gewebsteile, die in körperwarmer Ringerlösung noch nach vielen Stunden bis Tagen reaktionsfähig sind und rythmische Bewegungen ausführen. Nach *O. B. Meyer* reagieren diese Gefäßstreifen auf chemische, thermische und elektrische

Reize mit Kontraktion oder Erschlaffung genau so, wie *Natus* es in seiner grundlegenden Arbeit über die Stase an den lebenden Gefäßen festgestellt hat. Andererseits fehlen aber diesen rythmischen Bewegungen die Eigenschaften, die nach *Heß* unerlässlich sind, um als Beweis für eine intra vitam stattfindende aktive Förderarbeit der Gefäßwand zu dienen. Sie sind zu langsam (jede Kontraktion dauert mindestens 20'), sie sind unkoordiniert, und es mangelt an einem strömungsrichtenden Mechanismus. So ist auch die Deutung dieser Kontraktionen eine verschiedene. *Golubew* und *Loening* fassen sie als Absterbeerscheinung, *O. B. Meyer* als Erstickungsvorgang bedingt durch Sauerstoffmangel auf, *Rothlin*, *Full*, *Ebbecke* als Reaktion wirklich überlebender Gefäße auf einen physiologischen Reiz.

Überlebend können einmal die Gefäßnerven sein, unter der Voraussetzung von in der Gefäßwand liegenden Ganglienzellen, die bisher noch nicht nachgewiesen sind. Der ganze Vorgang wäre dann als „Axonreflex“ nach *Langley* aufzufassen (*Günther*), während *Weiss* ihn für myogener Natur hält.

*Ebbeckes* schöne Untersuchungen haben diese Frage insoweit geklärt, als intra vitam offenbar verschiedene lokale Reaktionen an umschriebenen Hautpartien auf mechanische Reize hin zu erzielen sind. Er unterscheidet den echten Reflex, der an die Intaktheit der nervösen Verbindung mit dem Zentralorgan gebunden ist, und der für die Gefäßstreifenversuche ebenso wie für die an excidierten Gewebsstücken wegfällt, von einer Reizung der contractilen Elemente der Gefäßwand und einer chemisch bedingten Reizung des Gefäßendothels der Capillaren, die sich als Dilatation auswirkt und sehr häufig ein Ausdruck des Sauerstoffhungers im Gewebe ist.

Mit diesen letzten beiden Reaktionen haben wir es bei den oben beschriebenen Versuchen zu tun. Eine lokale Dilatation, als Ausdruck einer Endothelreizung, hat allerdings nicht nachgewiesen werden können, wie sich die Capillaren ja überhaupt refraktär erwiesen. Wohl aber ein Hinströmen des Bluts an eine stark gereizte und dadurch vielleicht gefährdete Stelle von zentral und peripher. Daß Stoffwechselvorgänge auch hier noch stattfinden, daß also über das Überleben der Gefäßwand hinaus auch noch Sauerstoffabgabe an das Gewebe besteht, geht aus der während der Beobachtung sich allmählich verstärkenden Blaufärbung der Venen hervor, die sich immer deutlicher von den ziegelroten Arterien unterscheiden.

Unsere Untersuchungen haben — im Gegensatz zu den an Gefäßstreifen ausgeführten — den Vorzug, daß die Gefäße mit allen ihren Wandteilen erhalten sind und in ihrer physiologischen Umgebung bleiben, und daß die zugefügten Reize die physiologische Gefäßarbeit — meist im positiven Sinne — beeinflussen, sofern zwischen Reizstärke und Reak-

tionsfähigkeit kein zu großes Mißverhältnis besteht. Diese Reaktionen verlaufen ganz analog denen, die *Krogh* und *Jacobj* in ihren Versuchen an Schwimmhaut und Mesenterium vom Frosch gefunden haben. Auch sie beschreiben starke Beschleunigung der Strömung in gereizten Gefäßen, ebenso wie ein Auftauchen bis dahin nicht sichtbarer Capillaren in der Umgebung. Zu erwähnen sind hier ferner *Ebbeckes* Beobachtungen an der überlebenden Niere, deren Hilusgefäße abgeklemmt waren, und die nach 10—15' auf sanftes Streichen in derselben Weise wie intakte Hautstellen reagierte.

Die sehr verschiedene Lebensfähigkeit und Reizbarkeit unserer Präparate einerseits und die Schwierigkeit, bei den mehr oder weniger tief im Fett- und Bindegewebe gebetteten Gefäßen die Reize genau zu dosieren, sind für die mannigfaltigen und zum Teil widersprechenden Reaktionen verantwortlich zu machen, Übelstände, die sich bei Anwendung andersartiger Reize und bei Vervollkommnung der Versuchsanordnung bis zu einem gewissen Grade noch werden beseitigen lassen.

#### Literaturverzeichnis.

- <sup>1)</sup> *Ebbecke*, Die lokale vasomotorische Reaktion der Haut u. d. inn. Organe. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. **169**. — <sup>2)</sup> *Ebbecke*, Die Regulierung der Blutverteilung in den Capillaren. Die Naturwissenschaften 1921. — <sup>3)</sup> *Full*, Versuche über die automatischen Bewegungen der Arterien. Zeitschr. f. Biol. **61**. — <sup>4)</sup> *Günther*, Zur Kenntnis der Spontanbewegung überlebender Arterien. Zeitschr. f. Biol. **65**. — <sup>5)</sup> *Jacobj*, Beobachtungen am peripheren Gefäßapparat unter lokaler Beeinflussung desselben durch pharmakologische Agenzien. Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmakol. **86**. — <sup>6)</sup> *Krogh*, Studies on the Physiology of Capillaries. Journ. of Physiol. **55**. — <sup>7)</sup> *Krogh* und *Harrop*, Some Observations on Stasis and Oedema. Journ. of Physiol. **54**. — <sup>8)</sup> *Magnus*, Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie 1921. — <sup>9)</sup> *Magnus*, Chirurgisch wichtige Beobachtungen am Capillarkreislauf im Bilde des Hautmikroskops von O. Müller und Weiss. Münch. med. Wochenschr. **68**. 1921. — <sup>10)</sup> *Magnus*, Der Beginn der Entzündung im Bilde direkter Capillarbeobachtung. Arch. f. klin. Chirurg. 1922. — <sup>11)</sup> *O. B. Meyer*, Über rhythmische Spontankontraktionen von Arterien. Zeitschr. f. Biol. **61**. — <sup>12)</sup> *Natus*, Beiträge zur Lehre von der Stase. Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. **199**. — <sup>13)</sup> *Rothlin*, Experimentelle Studien über die Eigenschaften überlebender Gefäße. Biochem. Zeitschr. **111**. — <sup>14)</sup> *S. Weiss*, Über Spontankontraktionen überlebender Arterien. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. **181**.