

VI.

Ueber Resorption von Wasser in der Marksubstanz der Niere.

Von Dr. Hugo Ribbert,
Privatdocenten und Assistenten am pathologischen Institut zu Bonn.

Die Vorstellungen über die Absonderung der Harns sind noch heute getheilt. Auf der einen Seite wird angenommen, dass die Glomeruli das Wasser mit den Salzen liefern, während die specifischen Bestandtheile durch die Epithelien der gewundenen Harnkanälchen secernirt und dem Wasser beigemengt werden. Diese Anschauung erfreut sich allgemeinerer Anerkennung als die andere, derzufolge alle Harnbestandtheile in Wasser gelöst durch die Glomeruli ausgeschieden werden und der Harn erst auf seinem weiteren Wege in den Harnkanälchen durch Wasserresorption seine normale Concentration erhält. Eine solche Aufsaugung von Wasser scheint bei der ersterwähnten Vorstellung überflüssig, sie widerstreitet derselben aber nicht principiell und so nimmt z. B. Fick¹⁾ an, dass zwar die gewundenen Abschnitte Harnstoff und Harnsäure secerniren, dass aber weiterhin, besonders in den Henle'schen Schleifen, der Harn durch Verlust von Wasser concentrirter wird. Verschiedene unten näher zu erörternde Gesichtspunkte liessen mir eine derartige Auffassung wahrscheinlich werden, und glaubte ich die in Frage stehende Resorption vorwiegend in die Marbsubstanz also in den Bereich der Schleifen und der geraden Harnkanälchen, verlegen so sollen. Das musste sich aber eruiren lassen, wenn es möglich war, den Harn gleich beim Verlassen der gewundenen Abschnitte aufzufangen, ihm also den Weg durch die Kanäle der Marksubstanz zu ersparen. Nur eine Exstirpation der letzteren konnte dahin führen. Sie war aber von vornherein nur da denkbar, wo die Marksubstanz nicht in mehrere Abschnitte zerfällt, sondern wo sie nur einen einzigen, möglichst isolirt hervorragenden Kegel

¹⁾ Lehrbuch der Physiologie.

bildet, der sich leicht umschneiden lässt. Diese anatomischen Bedingungen erfüllt die Kaninchenniere.

Da ich behufs Ausführung der Operation die Niere einschneiden, und bei dem Blutgefäßreichthum des Organes und der Schwierigkeit der Anlegung von Nähten in einem parenchymatösen Gewebe starke Blutungen fürchten musste, so waren meine Erwartungen gering. Der Erfolg belehrte mich bald eines Besseren.

Das Kaninchen wurde betäubt und eine Niere nach der üblichen Incision auf den Rücken herausgepresst, die Fettkapsel abgestreift und die Gefäße mit kräftiger Klemmpincette abgeklemmt.

Nach wenigen Versuchen sah ich, dass es am besten war, den Einschnitt senkrecht zur Längsaxe des Organes zu machen, so dass etwa zwei Drittel seines Umfanges durchtrennt wurden. Auf der nach oben gelegenen Seitenfläche der Niere reichte der Schnitt bis an das Nierenbecken und in dieselbe so tief hinein, dass die Marksubstanz in ganzer Ausdehnung, in zwei Hälften zerfiel, die Rinde nur auf der nach unten liegenden Seitenfläche erhalten blieb. Bei der Incision entleerte sich fast alles noch in der Niere enthaltene Blut, so dass die weitere Operation durch Ausfliessen desselben nicht gestört wurde. Dann klappte ich das Organ, so weit es der erhaltene Rindentheil zuließ, auseinander und nun lag auf beiden Schnittflächen der weisse, halbirte Markkegel frei. Jederseits in einem der Winkel, den den er mit dem Nierenbecken bildete, wurde ein schmales Messer eingesetzt und nun parallel mit der Rinde die Marksubstanz von dieser abgetrennt und entfernt. Etwa in der Tiefe sitzen bleibende Theile exstirpirte ich nachträglich.

Eine völlige Abtragung des Markkegels war freilich nicht möglich, da die Abschnitte, welche in das obere und untere Nierenende übertreten, nicht erreicht werden konnten. Aber die grösse Masse liess sich auf die angegebene Weise beseitigen. Statt des früheren spaltförmigen Nierenbeckens klaffte jetzt eine weite Höhle.

Auf diese Weise wurden die gewundenen Kanälchen der Rinde von den Henle'schen Schleifen getrennt und musste daher der Harn aus jenen direct in das erweiterte Nierenbecken fliessen.

Bei der Incision waren stets grosse Gefässer durchschnitten worden, und glaubte ich anfangs, diese einzeln durch Umstechung unterbinden zu müssen. Ich lernte aber bald, dass die Anlegung dicht stehender Nähte, die nur die beiden Nierenhälften möglichst näherten, zur Verhütung ausgiebiger Nachblutung genügte. Es wurden also mit Hülfe feinster gekrümmter Nadeln dünne Seidenfäden durch die eine Rindenhälfte in das Nierenbecken hineingeführt und durch die andere Hälfte wieder heraus, und dann durch Vereinigung der Enden 9—12 solcher Fäden die Schnittwunde geschlossen. Nach entfernter Pincette überzeugte ich mich, dass nur Spuren von Blut nach aussen traten und brachte darauf die Niere in die Bauchhöhle zurück.

Die ganze Operation dauerte, als ich einmal geübt war, längstens 12 Minuten.

Da ich fürchtete, die Ausführung der geschilderten Excision an beiden Nieren möchte zu eingreifend sein, so wurde die zweite Niere einfach entfernt, so dass aller Harn von der operirten Niere geliefert wurde. Ich gewann ihn durch Auspressen der Harnblase und entleerte so ein bis zwei Stunden nach der Operation neben spärlicherem Harn stets reichliche Blutcoagula. Mit zunehmender Harnmenge nahm dann aber die Beimengung von Blut ab, die Coagula schwanden ganz, und die rothe Farbe der Flüssigkeit verlor sich allmählich, bis etwa 4—5 Stunden nachher, auch wohl erst etwas später, der Harn ganz klar war.

Um nun von vornherein den Einwurf zurückweisen zu können, dass die gleich zu erwähnende Beschaffenheit des Harns bedingt sei, durch den mechanischen Insult der Operation, verfuhr ich mit dem jedesmaligen gleich grossen und in den letzten Tagen gleich gefütterten Controlthier in ähnlicher Weise.

Die eine Niere wurde exstirpirt, die andere hervorgeholt und durch Abklemmung blutleer gemacht. Dann schnitt ich in das Organ ebenso ein, wie oben geschildert wurde und legte in gleicher Weise die Naht an, ohne aber die Marksubstanz zu entfernen. Ich achtete darauf, dass die Dauer der Anämie annähernd dieselbe wäre, wie im ersten Falle. Die Folgen der mechanischen Einwirkung mussten sich dann bei diesem Thier ebenso äussern wie bei jenem.

Alle Kaninchen ohne Marksubstanz — es wurden zwölf,

wie geschildert, operirt — starben spätestens am vierten Tage, die meisten nach ca. 48—60 Stunden. Ob lediglich der operative Eingriff oder ob auch das Fehlen der Marksubstanz den Tod verschuldete, wage ich nicht zu entscheiden, hebe aber hervor, dass Peritonitis nur in wenigen Fällen das Ende herbeiführte, und dass die Controlthiere meistens viel länger (bis zu zwei Wochen) am Leben blieben. Schliesslich starben sie allerdings auch, wohl an unzureichender Compensation. Eine solche konnte um so weniger eintreten, als der zwischen den Nähten gelegene Nierenabschnitt regelmässig nekrotisch wurde.

Die Kaninchen waren gewöhnlich während der ersten 24 Stunden ganz munter, einzelne blieben es auch noch während des nächsten Tages, meist aber wurden sie nach jener Zeit matt, frasssen nicht mehr und gingen allmählich zu Grunde. Deshalb können nur die ersten 24 Stunden zum Vergleich herangezogen werden.

In allen Fällen gewann ich das übereinstimmende Resultat, dass die Thiere ohne Marksubstanz einen bedeutend dünneren und viel reichlicheren Harn lieferten als die Controlthiere.

Eine genaue Bestimmung der Harnmengen war nun freilich nicht möglich, einmal wegen der anfänglichen Blutbeimengung, die in Abzug gebracht werden musste. Sodann wurden die Thiere während der Nacht in Glasgefassen auf erhöhte Drahtgewebsunterlagen gesetzt und dabei war dann natürlich eine völlig genaue Gewinnung des Harnes nicht denkbar. Aber diese letzte Fehlerquelle war auf beiden Seiten gleich und ausserdem konnte es überhaupt auf eine ganz exakte Mengenbestimmung deshalb gar nicht ankommen, weil ich ja doch die Marksubstanz nicht ganz zu entfernen im Stande war. Aus demselben Grunde wäre es überflüssig gewesen, genaue quantitative Bestimmungen der einzelnen Bestandtheile vorzunehmen.

Beim Vergleich der beiden Harnarten fiel nun ohne Weiteres auf, dass der Harn des Controlthieres die gewöhnliche Farbe hatte, während der andere bedeutend weniger gelb, nicht selten fast wasserhell war.

Zum ungefähren quantitativen Nachweis der einzelnen Substanzen ging ich davon aus, dass die Stärke des Niederschlags

einen Anhalt für die Mengenverhältnisse giebt. Ich brachte also zu gleichem Volumen beider Harnarten gleiche überschüssige Mengen der betreffenden Reagentien und so entstand bei der Probe auf Harnstoff, Sulfate, Phosphate und Chloride in dem Harn des Controlthieres durchschnittlich stets ein 2—3 mal mächtigerer Niederschlag als in dem anderen. Vielfach war aber die Differenz noch weit beträchtlicher.

Da nun aber trotz der entsprechenden experimentellen Behandlung des Controlthieres die Operation im ersten Falle immerhin eine etwas eingreifendere genannt werden muss, so liess sich vielleicht einwenden, dass darin und nicht in dem Fehlen der Marksubstanz der Grund für die angegebene Zusammensetzung des Harns läge. Dieser Einwand wird aber hinfällig mit dem Nachweis der gleichzeitigen Harnvermehrung, die der Verdünnung entsprach.

Die Menge des Harns war im Allgemeinen doppelt bis dreifach grösser als die des Controlharnes. So lieferte beispielsweise ein Kaninchen in 24 Stunden 80ccm, das entsprechende mit normaler Niere 40, in einem anderen Falle war das Verhältniss 57 zu 17, in wieder einem anderen bei kräftigeren Thieren 120 : 64.

Bevor ich Schlüsse aus den mitgetheilten Thatsachen ziehe, muss ich zwei Einwänden begegnen, die mir etwa gemacht werden könnten.

Einmal wäre die Behauptung denkbar, von der Schnittfläche, in welcher der Markkegel abgetrennt wurde, flösse so viel Lymphe ab, dass daraus die Harnbeschaffenheit sich erklären liesse. Aber abgesehen davon, dass von einer relativ so kleinen Fläche unmöglich solche Mengen von Lymphe geliefert werden könnten, müsste ein derartiges Verhalten auch mikroskopisch und chemisch nachweisbar sein. Es fehlten aber in dem klar entleerten Harn darauf deutende morphologische Bestandtheile und auf Zusatz von Salpetersäure und Kochen entstand nur eine leichte Opalescenz. Etwas Lymphe mag immerhin beigemengt werden, keinesfalls aber genügt ihre Menge zur Erhebung des obigen Einwandes.

Zweitens könnte gesagt werden, die Blutmenge, die früher in den Markkegel hineinströmte, dringe nunmehr in die Rinde ein und gebe hier zu einer Blutdrucksteigerung Veranlassung, die zu vermehrter Harnsecretion führe. Der extirpierte Mark-

kegel ist aber nur ein so kleiner Theil der Gesammtmasse der Niere, die auf die Rinde übergeleitete Blutmenge daher eine so geringe, dass jene Schlussfolgerung unmöglich richtig sein kann. Wenn wirklich auf diesem Wege eine Steigerung des Blutdrucks herbeigeführt wird, so muss sie so unbedeutend ausfallen, dass sie nicht eine Vermehrung des Harns auf das Doppelte und Dreifache bewirkt.

Dürfen wir demnach die angeführten Thatsachen über die quantitative und qualitative Änderung des Harns nach Entfernung des Markes als im Wesentlichen richtig ansehen, so folgt, dass in den gewundenen Harnkanälchen ein dünnener und reichlicherer Harn fliesst, als in den Kanälen der Marksubstanz und dass in dieser zur Herstellung der normalen Concentration eine Resorption von Wasser stattfindet.

Wir können wohl annehmen, dass diese Resorption wesentlich auf dem Wege des Lymphgefäßsystems erfolgt. Ich suchte mir darüber auf andere Art Klarheit zu verschaffen. In das Nierenbecken nehmlich einer gesunden Niere injicirte ich eine kleine Menge einer Lösung von Ferrocyanium und unterband den Ureter. Schon nach weniger als einer Stunde liess sich in dem Harn des Thieres, der natürlich nur von der anderen Niere geliefert sein konnte, das Blutlaugensalz deutlich nachweisen. Diese so dargethane Aufnahme der Substanz in den Organismus erfolgte nun, wie sich zeigen liess, durch die Marksubstanz. Etwa eine Stunde nach der Einspritzung wurde die Niere herausgeholt und möglichst rasch, um Imbibition zu vermeiden, eine dünne Lösung von Eisenchlorid durch die Nierenarterie injicirt. Die Rinde nahm dabei eine Farbe an, wie sie unter alleiniger Einwirkung des Eisenchlorids entsteht, die Marksubstanz aber färbte sich diffus blau, besonders ausgeprägt in der an die Rinde angrenzenden Zone.

Mikroskopisch aber war die Färbung keineswegs diffus, sondern beschränkt auf Bahnen im interstitiellen Bindegewebe, woraus sich ergiebt, dass die Marksubstanz sich nicht einfach mit der Ferrocyaniumlösung imprägnirt hatte, und dass die blaue Farbe nicht herrührte von einer Vereinigung des Blutlaugensalzes und des Eisenchlorids innerhalb der Harnkanälchen.

Was nun die Resorptionswege angeht, so traten in dem Bindegewebe des Markes einmal schmale verzweigte und anastomosirende blaue Gänge hervor, die auf Querschnitten als runde Figuren in den Knochenpunkten der Interstitien wiedergefunden wurden. Ausserdem waren sehr viele Harnkanälchen, und zwar vorwiegend die Henle'schen Schleifen umscheidet von einem schmalen blauen Saume, der sich gegen das Bindegewebe mehr diffus verlor. Jene Gänge waren ebenfalls nicht scharf begrenzt, auch da nicht, wo sie in dem breiteren Bindegewebe um die grösseren Gefässer reichlicher und voluminöser angetroffen wurden.

So wahrscheinlich es nun ist, dass hier Lymphgefässe vorlagen, so lässt es sich doch nicht mit voller Bestimmtheit behaupten. Der ungenügenden Klarheit der anatomischen Verhältnisse wegen verzichtete ich auf weitere Beschreibung.

Die angewandte Methode ist freilich auch wenig geeignet, scharfe Bilder zu liefern.

Die Harnkanälchen waren meist ganz leer, da das transsudirende Eisenchlorid den Inhalt herausspülte, es hatte dasselbe aber gleichzeitig eine Härtung bewirkt, die das Lumen der Kanäle klaffend erhielt und so die Uebersicht der Bilder erleichterte.

Jedenfalls geht aus den Versuchen hervor, dass von Seiten der Marksubstanz die Lösung von Ferrocyanikalium, die durch Diffusion in die Harnkanälchen gelangte, allmählich auf Wegen, die im Bindegewebe liegen und wahrscheinlich Lymphgefässe sind, zur Resorption gelangt. Wir dürfen mit einiger Berechtigung annehmen, dass eine solche Aufsaugung nicht möglich sein würde, wenn nicht in den normalen Verhältnissen die Möglichkeit dazu gegeben wäre, und insofern können wir in diesen Beobachtungen eine ergänzende Bestätigung unserer ersten Versuchsreihe erblicken.

Die auf Grund besonders der letzteren eruirte Thatsache, dass in der Marksubstanz Wasser resorbirt wird, ist nun, wie mir scheint, nicht nur für die Vorstellung von der normalen Harnsecretion von Interesse und Wichtigkeit, sondern auch für einzelne pathologische Verhältnisse von Bedeutung.

Vor allen Dingen dürfte das Zustandekommen der soge-

nannten Infarcte der Marksubstanz leichter verständlich sein. Die innerhalb der gewundenen Abschnitte in den grossen Wassermengen mit Leichtigkeit gelöste, in vermehrter Menge ausgeschiedene Harnsäure, der dort ebenfalls noch in Lösung bleibende Kalk, fallen aus, wenn die Wassermenge durch Resorption geringer geworden ist und erfüllen deshalb gerade die Kanäle des Markes.

Sodann gewinnen wir, meine ich, aus dem Mitgetheilten einen neuen Anhaltspunkt für die grossen Wasserquantitäten, die bei interstitieller Nephritis zur Ausscheidung gelangen. Diese Harnvermehrung wird gewöhnlich auf die Erhöhung des Blutdrucks zurückgeführt und ich will dieser Auffassung keineswegs entgegentreten. Ich mache aber darauf aufmerksam, dass die Zunahme der Wassermenge zum Theil ihren Grund auch darin haben kann, dass bei interstitieller Erkrankung der Niere die Marksubstanz nicht mehr resorbirt. Es schreitet ja die entzündliche Affection des Bindegewebes der Rinde auch auf das des Markes über und die Folge eines solchen interstitiellen Prozesses wird hier wie anderswo die Obliteration reichlicher Lymphgefässe sein, die damit aber ihre resorbirende Fähigkeit einbüssen. Unter Umständen wird dieser Punkt zur Erklärung der Harnvermehrung sehr wohl in Betracht zu ziehen sein, besonders, wenn etwa die Blutdruckerhöhung fehlt.

Endlich dürften die mitgetheilten Resultate auch für die Hydronephrose Beachtung verdienen. Die Veränderungen des Harns im Nierenbecken bei völliger Retention lassen sich vielleicht, so lange die Marksubstanz durch den Druck noch nicht zu sehr gelitten hat, so lange sie also noch functioniren kann, auf die Thätigkeit derselben zurückführen, zumal bei unterbundenem Ureter nicht nur Wasser, sondern auch in ihm gelöste Substanzen zur Resorption gelangen.

Druckfehler in Bd. XCII.

Seite 430 Zeile 6 v. o. lies: sanfte statt sachte

- 432 - 6 v. u. - 0,6prozentiger statt 6prozentiger

- 435 - 7 v. u. - daraufgesetzten statt der aufgesetzten