

LEBENDBEOBACHTUNG DES HYPOPHYSENKREIS- LAUFES AN HUNDEN

B. Török

(Eingegangen am 11. Mai 1953)

I. Einleitung

Die viel umstrittene Frage nach der Richtung des Blutstromes in den sogenannten »Portalgefässen« der Hypophyse scheint durch Lebendbeobachtung an der Albinoratte durch Green und Harris [4] im Sinne der Vorstellung von Wislocki und King [11], also für eine Richtung vom Hypothalamus nach der Hypophyse gelöst zu sein. Bei eingehender Beschäftigung mit dem neueren anatomischen Tatsachenmaterial über den Gefässverlauf in der Hypophyse verschiedener Lebewesen kann man sich des Eindruckes nicht erwehren, dass eine so schwerwiegende Frage allein auf Grund der Beobachtung der Blutströmungsrichtung an der vorderen-ventralen Oberfläche des Hypophysenstieles bei einzelnen Tieren nicht endgültig entschieden werden kann. Vor allem ist es der komplizierte Bau des Hypophysenstielgefässnetzes mit seinen wenigstens bei höheren Säugern sehr verschiedenen zwei Schichten — der oberflächlichen und tiefen —, der uns zu denken gibt. Nicht zu unterschätzen sind auch wesentliche Unterschiede im Gefässnetz verschiedener Lebewesen, besonders auch zwieschen jenem des Menschen und der gebräuchlichsten Versuchstiere (Spanner, [10]). Schon Romeis [9]* spricht von der Möglichkeit eines Kreislaufes mit veränderlicher Richtung, wofür sich auch R. A. Pfeiffer [8] und Spanner [10] aussprechen. Ähnliche Annahmen finden wir auf Grund anatomischer Untersuchungen an Tieren bei Landsmeer [6] und Assenmacher [1].

Diese Erwägungen bestimmten uns, diesen Fragen an grösseren Laboratoriumssäugern, insbesondere am Hund, durch Lebendbeobachtung des Hypophysenkreislaufes, und zwar nicht nur an der Aussenfläche des Stieles, nachzugehen.

II. Versuchsanordnung

Die Untersuchungen wurden vorwiegend an tunlichst grossen Hunden, teils aber auch an Katzen ausgeführt. Es wurden zwei Präparate, eines zur subtemporalen, ein anderes zur Beobachtung von der Schädelbasis aus, entwickelt.

* Das gesamte frühere Schrifttum dieser Frage ist hier referiert.

a) *Beim Präparat zur subtemporalen Beobachtung* wurden die Tiere in Äther-Chloroform-Narkose in einen Kopfhalter eingefasst, in dem der Kopf mittels der äusseren Gehörgänge und des Oberkiefers festgehalten wird. Nach Durchschneiden des M. temporalis wird an der temporalen Fläche eine etwas auf die basale Fläche übergreifende Trepanationsöffnung angelegt. Durch vorsichtiges Aufheben des Temporallappens kann bei Hunden die gesamte seitliche Oberfläche der Hypophyse und auch der Hypophysenstiel gut in das Blickfeld eines Stereomikroskopes auch für stärkere Vergrösserungen eingebracht werden. Die Beleuchtung ist durch eingeführte Urethroskop-Glühbirnen gesichert. Bei einiger Übung kann man am oberen Rand der Hypophyse ohne grosse Blutung in den Hypophysenspalt eindringen, den Hinterlappen nach oben luxieren und den stielnahen Teil der hinteren-dorsalen Oberfläche der Adenohypophyse freilegen, wobei man nur die gegenüberliegende Seite ins Blickfeld bekommt. In ähnlicher Weise kann man auch in den ziemlich weiten Recessus infundibuli eindringen und die gegenüberliegende ventrikuläre Oberfläche des proximalen Hypophysenstiels beobachten, wobei die eigentümlichen, aus der Pars tuberalis in den nervösen Teil des Stiels eindringenden Kapillarschlingen ähnlich jenen im kapillarmikroskopischen Bild der Haut sichtbar werden.

b) *Beim Präparat für basale Beobachtung* wird nach Tracheotomie die Mandibula mit dem gesamten Mundboden reseziert, der weiche Gaumen durchtrennt und die Hypophyse durch das Keilbein freigelegt. Diese Methode eignet sich auch sehr gut für Katzen. Nach medianer Trennung der Kapsel kann die gesamte basale Fläche der Hypophyse und die vordere-basale Oberfläche des Stiels gut überblickt werden. Am hinteren Rand der Hypophyse kann man in den Hypophysenspalt eindringen und besonders die hintere-dorsale Fläche des Vorderlappens ins Gesichtsfeld des Stereomikroskopes bringen. Als Narkose wurde hier Dial intraperitoneal angewendet.

In beiden Fällen wurden noch vor Freilegung der Hypophyse beide Karotiden auspräpariert. Ist dann der zu beobachtende Teil gut unter dem Stereomikroskop sichtbar, so wird mittels einer nicht zu dicken Injektionsnadel neben weiterlaufendem Blutstrom zuerst eine Indigokarminlösung in mehreren Stössen injiziert; am Ende des Versuches injizierten wir stets noch zur Hälfte mit physiologischer Kochsalzlösung verdünnte Tusche, wobei sich die Gefässe besser abzeichnen, dafür aber rasch durch ausgefallene Tuschkörner verstopft werden. Danach wurden die Tiere getötet und die so mittels physiologischem Druck und teils physiologischen Strömungsverhältnissen injizierten Hypophysen in Verbindung mit dem Hypothalamus als aufgehellte Präparate (teils Totalpräparate, teils $\frac{1}{2}$ mm dicke Schnitte) weiter untersucht.

III. Beobachtungen

An der äusseren Oberfläche des Hypophysenstiels ist die Strömungsrichtung des Blutes vollkommen eindeutig vom Hypothalamus gegen den Vorderlappen gerichtet. Unmittelbare Blutzufuhr von anderer Seite, und zwar vom Hinterlappen, erhält nur die hintere-dorsale Randpartie des Vorderlappens. Im Vorderlappen selbst ist die Richtung der Blutströmung wenigstens an der Oberfläche deutlich von vorne nach hinten gerichtet. Der Umschlag der Farbe vollzieht sich nicht allmählich, sondern ziemlich rasch, das Vordringen der Umschlagszone dagegen ziemlich langsam, so dass es einiger Sekunden bedarf, bis der Umschlag über den ganzen Stiel hinwegzieht.

Wesentlich weniger leicht gelingt es, die Strömungsrichtung an der Hinterfläche des Vorderlappens zu beobachten. Eigentümlicherweise wird durch die Luxation des Hinterlappens nach oben nicht dessen Blutkreislauf, sondern der des Vorderlappens gestört. In einigen Fällen gelang es jedoch, einen einwandfreien Einblick in das Vordringen des Farbumschlages zu gewinnen. Es zeigte sich, dass in den meisten grösseren Gefässen der Hinterfläche die Blutströmung nach abwärts gerichtet ist, d. h. vom Stiel gegen den distalen Pol des Vorderlappens. Der Farbumschlag vollzieht sich im Gegensatz zur Aussenfläche des

Stieles ganz allmählich, was darauf hindeutet, dass diese Gefässe kein arteriöses Netz mehr, sondern postkapillarer Natur sind. *In einigen Fällen konnte es einwandfrei beobachtet werden, dass die Strömung sich in einigen meist dünneren Gefässen entgegengesetzt zur vorherrschenden Richtung, also nach oben richtete.*

Bei Eröffnung des *Recessus infundibuli* sind von der ventrikulären Oberfläche aus die aus dem Mantelgeflecht in den nervösen Stiel eindringenden Kapillarschlingen sehr gut zu überblicken. Bei Einspritzung der Farbe vollzieht sich eigentümlicherweise überhaupt kein scharfer Farbumschlag — wie man es nach den im Schrifttum heute allgemein anerkannten Kreislaufeschemata (*Green*, [2]) erwarten sollte —, sondern auch nach Verdunkelung des Hintergrundes, infolge Auffüllung des Mantelgeflechtes durch gefärbtes Blut sieht man viele Schlingen sich noch eine Weile deutlich rot abzeichnen.

An Präparaten für basale Beobachtung liessen sich zwei wichtige Befunde erheben :

1. Die schon oben erwähnte Versorgung eines hinteren-dorsalen Randstreifens des Vorderlappens von dem Hinterlappen aus konnte klar beobachtet werden.
2. Bei vollkommen ungestörter Lage beider Hypophysenlappen konnte nach dem Aussetzen der Farbenzufuhr eine vollkommene Entfärbung des Hinterlappens nach 10—15 Sec., dagegen jene des Vorderlappens nur nach einigen (3—5) Minuten beobachtet werden.

IV. Schlüsse beim Vergleich mit den anatomischen Verhältnissen

Vergleichen wir diese Beobachtungen mit bekannten anatomischen Verhältnissen und besonders mit den nach Tötung des Tieres entnommenen Präparaten, so lassen sich einige nicht unwesentliche Schlüsse ziehen. Unsere so gewonnenen Präparate sind allerdings recht unvollständige Injektionen im Vergleich zu jenen, die man mittels postmortaler Injektion gewinnen kann, sie haben aber den Vorteil, dass die Farbe durch den Blutstrom selbst und nicht durch ein künstliches und den physiologischen Verhältnissen unähnliches Druckgefälle befördert wurde.

Die Kreislaufverhältnisse der Hypophyse des Hundes, welche von jenen der Katze nicht wesentlich abweichen, lassen sich auf der halbschematischen Abb. 1 vergegenwärtigen. Wir können uns hier mit geringen Abweichungen an die ausgezeichnete Darstellung von *Merényi* [7] über die Gefässversorgung der Katzenhypophyse halten.

Der arterielle Zustrom für den Vorderlappen wird, wie bekannt, durch eine Anzahl kleiner Arterien gesichert, die von vorne-oben zur Pars tuberalis treten und an dessen Aussenfläche ein dichtes präkapillar-kapillararterielles *Mantelgeflecht* bilden. Maschen dieses Geflechtes dringen durch das Gewebe der Pars tuberalis bis zur äusseren Oberfläche der Eminentia medialis bzw. weiter distal bis zu jener des nervösen Stieles. An der Grenze zwischen Pars tuberalis und Eminentia medialis bzw. nervösem Stiel entsteht eine weiter flächenhaft ausgebreitete Verdichtung dieses Geflechtes, aus dem die eigentümlichen Kapillarschlingen in die nervösen Anteile eindringen und unmittelbar unter der ventrikulären Oberfläche zurückbiegen. An der äusseren

Oberfläche gehen aus diesem Mantelgeflecht 15—20 grössere Gefässe hervor, die parallel in distaler Richtung verlaufend sich auf der vorderen Konvexität des Vorderlappens wieder in dünnere Kapillaren auflösen. Diese Kapillaren dringen nun nach hinten in das Gewebe des Vorderlappens ein und bilden sich ausweitend die vorwiegend von vorne nach hinten verlaufenden sinusoiden Gefässe des Vorderlappens. Ob es angängig ist, die grösseren parallel verlaufenden

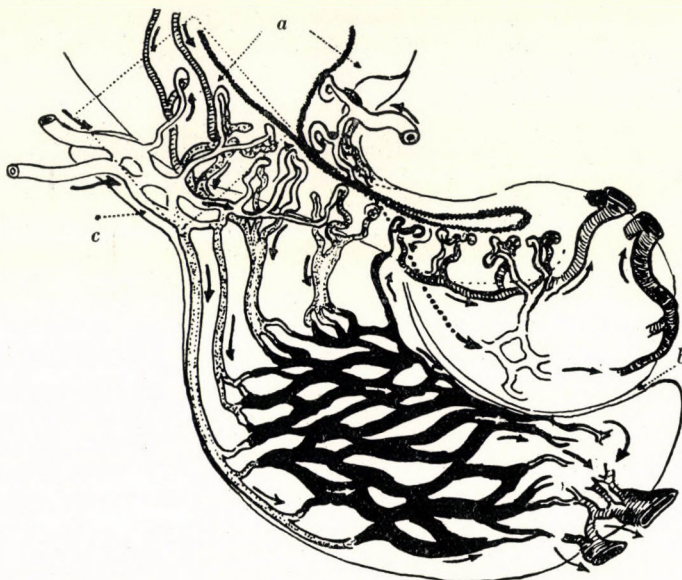


Abb. 1. Kreislaufschema der Hypophyse beim Hund. Arterien und arterielle Kapillaren weiss, Portalgefässe punktiert, sinusoidale Vorderlappengefässe schwarz, Venen schraffiert. Die Richtung des Blutstromes ist durch Pfeile angedeutet. a) Eminentia medialis; b) Hypophysenspalz; c) Pars tuberalis

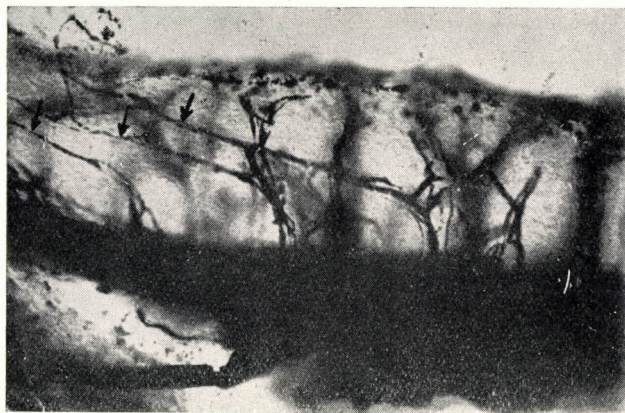


Abb. 2. Injektionspräparat des im Schema (Abb. 1) punktiert umzeichneten Gebietes. Die aus der Eminentia medialis zu den Kapillarschlingen absteigenden Gefässe sind durch Pfeile bezeichnet

den Gefässe des Mantelgeflechtes als Portalvenen zu bezeichnen, sei dahingestellt. Das oberflächliche Mantelgeflecht der Pars tuberalis kann nämlich beim Hunde nicht als echtes Kapillargeflecht betrachtet werden.

Unsere Lebendbeobachtungen zeigen jedenfalls, dass *in diesem Mantelgeflecht und den daraus nach distal hervorgehenden grösseren Gefässen die Richtung der Blutströmung eindeutig von oben nach unten geht*. Der stets plötzliche Umschlag der Farbe zeigt, dass das in diesen Gefässen geführte Blut ziemlich unmittelbar aus arterieller Quelle stammt.

Die eigentümlichen, in die nervösen Anteile des Stieles eindringenden Kapillarschlingen sind grösstenteils einfache Nebenschlüsse der tiefen Verdichtung des Mantelgeflechtes. Unsere Lebendbeobachtungen zeigten jedoch, dass die durch das arterielle Blut mitgeführte Farbe in den Schlingen später als im Mantelplexus erscheint. Diese Beobachtung kann durch jene aus der Eminentia medialis absteigenden dünnen Gefässe erklärt werden, die, wie aus Abb. 2 ersichtlich, sich den Gefässschlingen zugesellen und denselben Blut aus dem Hypothalamus zuführen, das offenbar nicht so unmittelbar mit arteriellen Quellen zusammenhängt wie das Mantelgeflecht. Freilich kann eine umgekehrte Strömungsrichtung in diesen Gefässen nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden, (vgl. ähnliche Injektionsbefunde von *Merényi*).

An der hinteren-dorsalen — dem Hypophysenspalt zugewandten — Oberfläche des Vorderlappens treffen zwei Gefässgruppen zusammen, und zwar die aus dem Vorderlappen von vorne kommenden Sinusoide, die hier in eine oberflächliche Lage kommen, und von der oberen Grenze dieser Fläche absteigende Gefässe. Diese sind, wie es an unseren Injektionspräparaten deutlich sichtbar ist, aus dem distalen Ende des tieferen Mantelplexus hervorgehende echte Portalvenen. Ihr Zustandekommen aus Kapillarschlingen und dünneren Gefässmaschen des Plexus ist gut zu beobachten. Beide Gefässgruppen anastomosieren reichlich und ziehen gegen den hinteren Rand des Vorderlappens, wo die meisten abführenden Venen entspringen. Die Strömungsrichtung in diesen Gefässen ist hauptsächlich ebenfalls abwärts gerichtet. Die postkapilläre Natur der hinteren Portalvenen gibt sich auch in dem langsamen Umschlag der vom Blutstrom mitgeführten Farbe kund. *In einzelnen meist dünneren Venen konnten wir einwandfrei eine umgekehrte Strömungsrichtung beobachten*. Es fragt sich, wie dieses nach oben strömende Blut abgeführt werden kann. Hierfür bietet sich eine reale Möglichkeit. Die tiefe Schicht des Mantelgeflechtes setzt sich über den Hypophysenspalt und den oberen Rand des Mittel-lappens bis zum Hinterlappen ununterbrochen fort, der wie bekannt einen äusserst reichen venösen Abfluss hat. Wir müssen also annehmen, dass ein Teil des den Vorderlappen durchströmenden Blutes die Möglichkeit hat, über den distaleren (nervösen) Hypophysenstiel und den Hinterlappen abzufließen. Besonders die Darstellung *Merényis* [7] über die Zusammenhänge des Mantelgeflechtes mit Vorder- und Hinterlappen lassen diesen Gedanken aufkommen.

Merényi folgerte aus diesen Verhältnissen richtig, dass eine Entfernung des Hinterlappens bei der Katze nicht ohne schädigende Folgen für den Kreislauf des Vorderlappens bleiben kann.

Es ist höchst wahrscheinlich, dass, wie dies *Spanner* und *Pfeiffer* annehmen, die Strömungsrichtung in so einem System veränderlich ist. Hierauf weist die (unveröffentlichte) Beobachtung von *Szentágothai*, dass bei *Triton cristatus* die (ebenfalls proximo-distal) gerichtete Blutströmung des Vorderlappens durch einen leichten Druck auf die Brust, der in den basalen Hirnvenen nur eine kaum bemerkbare Rückstauung zur Folge hat, permanent umgekehrt werden kann. Das Druckgefälle, das die Strömung des Blutes in diesem vielseitig zusammenhängenden System aufrecht erhält, ist offenbar recht gering, und schon unbedeutende Veränderungen des Venendruckes und anderer Faktoren (z. B. arteriovenöse Anastomosen der Umgebung, *Spanner*) mögen Umstellungen der Strömungsrichtung hervorrufen.

Ein nicht unwesentlicher Befund ist, dass in die Arteria carotis interna injizierte Tusche bei bestehendem Kreislauf streng nur die gleiche Seite des Vorderlappens färbt. Trotz reicher Anastomosen ist also unter physiologischen Verhältnissen die Durchblutung des *Pars tuberalis* → *Eminentia medialis* → *Hypophysenstiel* → *Vorderlappensystems* streng einseitig. Diese Tatsache ist nicht unwesentlich, wenn wir die komplizierten wechselseitigen neuro-vaskulären Beziehungen zwischen Hypothalamus und Hypophysenvorderlappen erwägen.

Die dorsolateralen Randgebiete des Vorderlappens werden — vor allem hinten — vom Hinterlappen aus unmittelbar und nicht vom Portalkreislauf versorgt.

Zusammenfassung

Lebendbeobachtung des Blutkreislaufes der Hypophyse von Hunden und zu geringerem Teil von Katzen zeigte:

1. Überwiegende Strömungsrichtung des Blutes von der *Pars tuberalis* nach dem distalen Teil des Vorderlappens.
2. An der gegen den Hypophysenspalt blickenden Hinterfläche des Vorderlappens in einigen Gefäßen eine umgekehrte Stromrichtung (wahrscheinlich auch funktionell veränderliche Strömungsverhältnisse), wodurch Blut aus dem Vorderlappen über den distalen Teil des Hypophysenstieles und den Hinterlappen abgeführt werden kann.
3. Einen Zusammenhang kleinerer echter Hypothalamusgefäße mit den proximaleren Kapillarschlingen der *Eminentia medialis* und des nervösen Stieles, mit wahrscheinlicher Blutströmungsrichtung vom Hypothalamus nach dem Vorderlappen.
4. Unmittelbare Versorgung dorsolateraler Randgebiete des Vorderlappens durch die Gefäße des Hinterlappens.
5. Die unter physiologischen Verhältnissen trotz reichster Anastomosen streng einseitige Blutdurchströmung der symmetrischen Hälften des *Pars tuberalis* → *Eminentia medialis* → *Hypophysenstiel* → *Vorderlappen-Gefäßsystems*.

LITERATUR

1. *Assenmacher, J.*: (1952) La vascularisation du complexe hypophysaire chez le Canard domestique. — Arch. Anat. Micr. et Morph. Exp. 41, 69–152.
2. *Green, J. D.*: (1948) The histology of the hypophysial stalk and median eminence in man with special reference to blood vessels, nerve fibers and a peculiar neurovascular zone in this region. — Anat. Rec. 100, 273–296.
3. *Green, J. D.*: (1951) The comparative anatomy of the hypophysis, with special reference to its blood supply and innervation. — Am. J. Anat. 88, 225–311.
4. *Green, J. D.* and *Harris, G. W.*: (1949) Observation of the hypophy-

sio-portal vessels of the living rat. — J. of Physiol. 108, 359—361. 5. **Harris, G. W. :** (1947) The blood vessels of the rabbit's pituitary gland and the significance of the pars and zona tuberalis. — J. of Anat. 81, 343—351. 6. **Landsmeer, J. M. F. :** (1951) Vessels of the rat's hypophysis. — Acta Anat. 12, 82—109. 7. **Merényi, D. :** (1948) Angio-Architektur der Katzenhypophyse. Morphologische Grundlagen zur experimentellen Forschung über das Hypophyse-Diencephalon. Virchows Arch. 315, 534—547. 8. **Pfeiffer, R. A. :** (1951) Neue Ergebnisse über die Angioarchitektur der Hypophyse. — Akad. Verlagsgesellschaft, Leipzig. 9. **Romeis, B. :** (1940) Die Hypophyse. — In Möllendorffs Handbuch d. mikr. Anat. d. Menschen. 6/3, 474—500. Julius Springer Verlag. 10. **Spanner, R. :** (1952) Die Bedeutung der Hypophysenpfortadern für die Blutströmungsmöglichkeiten zwischen Hypophyse und Hypothalamus im Hypophysenkreislauf. Klin. Wschr. 30, 721—725. 11. **Wislocki, G. B. and King, L. S. :** (1937) The vascular supply of the hypophysis cerebri of the cat. — Anat. Rec. 69, 361—387.

ПРИЖИЗНЕННОЕ НАБЛЮДЕНИЕ КРОВООБРАЩЕНИЯ ГИПОФИЗА У СОБАК

Б. Тёрёк

Резюме

Прижизненное наблюдение кровообращения гипофиза у собак и отчасти у кошек, привело к установлению следующих фактов:

1. Главный ток крови направляется от бугристой части к дистальной части передней доли.

2. На обращенной к полости гипофиза задней поверхности передней доли в некоторых сосудах наблюдается и обратное направление тока крови (направление тока крови, по всей вероятности, изменяется и в зависимости от функциональных условий). Таким образом кровь из передней доли может оттечь и через дистальную часть ножки гипофиза и через заднюю долю.

3. Небольшие, происходящие действительно из подбугристой области сосуды стоят в связи с более проксимальными сосудистыми петлями медиального возвышения и ножки гипофиза.

4. Дорзо-латеральная краевая область передней доли имеет непосредственное кровоснабжение через сосуды задней доли.

5. При физиологических условиях — несмотря на самые богатые анастомозы, каждая половина сосудистой системы бугристой части, медиального возвышения, ножки гипофиза и передней доли, имеет строго ограниченное одностороннее кровоснабжение.