XX.

Aus der medizinischen Klinik zu Straßburg.
(Direktor: Geheimrat F. Moritz.)

Über eine Methode der Bestimmung der Gesamtblutmenge beim Tier nebst Bemerkungen über die Veränderungen der letzteren bei Hunger und Mast.

Von

Dr. Louis Nelson*) aus Boston.

(Mit 1 Abbildung.)

Die klinische, wie die physiologische und experimentell-pathologische Forschung der letzten Jahre hat die Notwendigkeit einer zuverlässigen und relativ unschwer ausführbaren Methode der Bestimmung der Gesamtblutmenge am Lebenden immer größer erscheinen lassen. Die Begriffe der Plethora und der Oligaemia vera entbehren immer einer sicheren Grundlage; ebenso harren zahlreiche Fragen der Kreislaufs- wie der Stoffwechselphysiologie mangels einer solchen Methode noch ihrer definitiven Entscheidung. Auf verschiedenen Wegen hat man diese Forderung zu erfüllen gesucht; die wohl älteste unter den ernstlich in Betracht kommenden Methoden ist die bekannte von Welker(1) angegebene, von Haidenhain(2) und Gscheidlen(3) verbesserte, welche jedoch nur die Feststellung von Standardzahlen ermöglicht hat; unter diesem Gesichtspunkte ist sie allerdings von bleibendem Wert. Eine Methode, die im oben angedeuteten Sinne verwendbar sein soll, muß an demselben Versuchsobjekte mehrmals ausgeführt werden können; alle späteren Methoden suchen denn auch dieser Forderung Rechnung zu tragen, so die Injektionsmethoden, die Methode der Bestimmung der Blutmenge durch teilweise Sättigung des Hämoglobins mit Kohlenoxyd sowie neuerdings die plethysmographische Methode von Morawitz(4). Eine eingehende kritische Würdigung aller angeführten Verfahren findet sich in der

*) Der Verfasser hat die Arbeit vor etwa Jahresfrist abgeschlossen. Die Drucklegung verzögerte sich aus äußeren Gründen. Moritz.

Veröffentlichung des letztgenannten Autors, wir sehen deshalb von einer neuerlichen breiteren Erörterung ab.

Unter allen bisher angewandten Methoden haben sich — wenn wir von der noch nicht nachgeprüften plethysmographischen absehen — die Injektionsmethoden noch am meisten einzubürgern vermocht. In neuester Zeit hat speziell Hoffmann (5) zahlreiche Untersuchungen derart angestellt, daß er isotonische Kochsalzlösungen intravenös injizierte und das Blutkörperchenvolumen vor und nach der Injektion mittels des Hämatokriten bestimmte. Dieser Methode steht allerdings das Bedenken entgegen, daß auch blutisotonische NaCl-Lösungen nach den Versuchen von Magnus (6) sehr rasch die Blutbahn verlassen; größere „Stabilität“ mußte a priori jener Verdünnungsflüssigkeit zugesprochen werden, die zum Blute die größte Verwandtschaft besitzt, d. i. dem Serum der gleichen Tierart. Ein diesbezüglicher Vorschlag war bereits von Malassez (7) gemacht, aber bisher noch nicht systematisch ausgeführt worden. Theoretisch ist auch dieses Prinzip nicht einwandfrei geblieben, da Decroly und Rousse (8), sowie Ransom (9) auch schwer diffusible Körper, (Antitoxine) rasch in die Lymphe übergehen sahen. Immerhin mußte es des Versuches wert erscheinen, eine auf der Verdünnung des Blutes durch artgleiches Serum beruhende Methode auszuarbeiten.

Auf Veranlassung von Hrn. Geheimrat Prof. Moritz habe ich im Laufe des zurückliegenden Jahres (1907) eine Reihe von Versuchen angestellt, denen das letztangeführte Prinzip zugrunde lag; über die angewendete Methodik und die gewonnenen Resultate sei hier in Kürze berichtet.

Methodik.

Mittels des Thoma-Zeißschen Zählapparates wird bei einem Kaninchen die Zahl der roten Blutkörperchen im Ohrvenenblute festgestellt. Hierauf wird in eine Carotis (a in Fig. 1) des Tieres eine T-Kanüle eingebunden und eine bestimmte Menge Blut — meist 18 bis

Fig. 1

40 ccm abgelassen (aus b Fig. 1). Durch den anderen Schenkel der Kanüle — die zur Vermeidung von Verstopfung durch Gerinnsel mit Hirudinlösung benetzt ist — wird sofort nach der Blutentnahme eine genau gleiche Menge vorher bereitgestellten Serums injiziert. Die Injektion erfolgte mittels eines einfachen Apparats (s. Fig. 1), der im wesentlichen aus einer kalibrierten Burette, einem Doppelgebläse und einem Ausflußrohr besteht und es ermöglicht, in weit bequemerer Weise als mittels Trichter oder Spritze eine genau abgemessene Serummenge zu injizieren. Die Flüssigkeit in der Burette kann durch einen Warmwassermantel warm gehalten werden. Eine halbe Stunde nach der Injektion wird eine neuerliche Bestimmung der Körperchenzahl im Ohrvenenblute vorgenommen. Das zur Verdünnung verwandte Serum wurde in folgender Weise gewonnen: Einem zweiten Kaninchen wurden ca. 70 bis 80 ccm Blut aus der Carotis steril entnommen und in einem Meßzylinder aufgefangen. Beim Beginn der Gerinnung wird der obere Rand der Blutsäule vorsichtig mit einer ausgeglühten langen Nadel von der Wand des Gefäßes abgelöst, das letztere für 12 Stunden in den Eisschrank gestellt, hierauf das überstehende Serum abpipettiert und solange zentrifugiert bis es völlig klar ist (meist in 3 bis 4 Stunden). Diese Methodik hat sich uns mehr bewährt als etwa aus dem defibrinierten Blut durch Absitzenlassen oder Zentrifugieren das Serum zu gewinnen. Man bekommt es in dieser Weise kaum hämoglobinfrei und wir befürchteten deshalb Gerinnungen in dem Tier. Durch eine einfache Rechnung läßt sich sodann die Gesamtblutmenge ermitteln, nach der Formel:

$$v = \frac{a \cdot c}{a - b}$$

wobei v das gesuchte Gesamtvolumen, a die vor, b die nach dem Versuche festgestellte Blutkörperchenzahl und c die Menge des entnommenen Blutes bzw. des injizierten Serums bedeutet.

Die bei meinen Versuchen erhaltenen Resultate sind hier in tabellarischer Form zusammengestellt:

	Datum	Tageszeit	Gewicht des Kanin- chens	Menge des entnommenen durch Serum ersetzen Bluts	Zählung		Be- rechnete Blut- menge	% des Körper- gewichts
					1 Stunde vorher	1/2 Stunde nachher		
1.	28. 10. 07	5 ^h 45' p.m.	1970	19 ccm	4 956 250	4 028 250	101,46 ccm	5,02
2.	30. 10. 07	5 ^h 00' "	2320	22 "	5 103 000	4 172 500	120,56 "	5,15
3.	6. 11. 07	5 ^h 30' "	2200	26 "	5 056 250	4 065 500	130,00 "	5,90
4.	9. 11. 07	4 ^h 30' "	2600	22 "	5 393 750	4 428 000	123,87 "	4,76
5.	*14. 11. 07	5 ^h 00' "	2630	18 "	5 187 500	4 596 750	158,04 "	6,00*
6.	*20. 11. 07	4 ^h 20' "	2370	26 "	5 165 500	4 237 500	144,56 "	6,09*
7.	27. 11. 07	4 ^h 30' "	2650	40 "	5 056 250	3 729 500	152,40 "	5,75
8.	29. 11. 07	4 ^h 25' "	2800	31 "	5 267 000	4 171 750	149,07 "	5,32
9.	31. 1. 08	3 ^h 30' "	1860	25 "	4 570 250	3 548 250	111,75 "	6,00
10.	10. 3. 08	3 ^h 35' "	2250	40 "	4 715 500	3 318 750	134,80 "	5,99
11.	12. 3. 08	3 ^h 35' "	1980	29 "	5 012 500	3 762 500	116,29 "	5,82

Nach den mit der Welkerschen Methode angeführten Bestimmungen der Blutmenge bei Kaninchen schwankt diese zwischen 4,5 bis 6,7 Proz. des Körpergewichts (zit. nach Herrmann, Handb. der Physiol.); die mit neuerer Methode gewonnenen Zahlen variieren in derselben Breite. Um direkte Vergleichswerte zu erzielen haben wir bei zwei Tieren (Versuch 10 und 11) unmittelbar an unseren Versuch die Welkersche Bestimmung angeschlossen. Im ersten Falle fanden wir nach Welker eine Gesamtblutmenge von 5,39 Proz. im zweiten eine solche von 6,06 Proz. des Körpergewichts, also verhältnismäßig unerhebliche Differenzen gegenüber unseren ersten Resultaten (5,99 Proz. resp. 5,82 Proz.). Bei einem Versuchstiere haben wir die Blutmenge zweimal nach unserer Methode bestimmt (Versuch 5 und 6); hier ergab sich eine außerordentlich gute Übereinstimmung (6,00 und 6,09 Proz.).

Die Brauchbarkeit der Methode erscheint uns damit erwiesen; auch ist ihre Technik keineswegs besonders schwierig. Wir sind nunmehr darangegangen, mit ihrer Hilfe die Frage nach dem Einflusse von Hunger und Mast auf die Gesamtblutmenge zu beantworten. Bekanntlich haben Moritz und sein Schüler Schieffer (10) eine deutliche Vergrößerung des Herzens bei Mast, eine Verkleinerung desselben nach längerem Hungern orthodiagraphisch feststellen können und es mußte von Interesse sein, festzustellen inwieweit diese Zu- bzw. Abnahme des Herzvolums etwa auf Rechnung von mit der Veränderung des Körpergewichts gleichsinnigen Schwankungen der Gesamtblutmenge zu setzen war.

Wenngleich unsere Versuche nach dieser Richtung noch wenig zahlreich sind, wollen wir hier doch in Kürze über sie berichten:

Hündin I.

Zustand	Gewicht g	Rote Blut- körperchen	Blutmenge cem	Prozent des Körpergewichts
Normal	5900	5 167 250	397,6	6,73
Nach Hungern	4700	6 123 250	372,0	7,91
Nach längerem Hungern	4060	5 967 000	324,8	8,00
Nach Mästung	6800	6 931 250	486,5	7,15

Hündin II.

Zustand	Gewicht g	Rote Blut- körperchen	Blutmenge cem	Prozent
Normal	8600	5 945 250	579,6	6,73
Nach Hungern	7000	6 243 000	565,11	8,07
Nach Mästung	9300	7 602 000	570,0	6,12
Nach längerer Mästung	10200	7 307 750	655,2	6,42

Aus diesen beiden Tabellen geht übereinstimmend hervor, daß die Gesamtblutmenge in der Tat in naher Beziehung zum Ernährungszustande steht; die Änderung beider geht aber wenn auch gleichmäßig, so doch nicht genau proportional zu einander. Die Blutmenge nimmt im Hunger in geringerem Maße ab als das Körpergewicht. In den Mastversuchen haben wir allerdings einmal eine über das Maß des Gewichtsansatzes hinausgehende Blutvermehrung feststellen können; im zweiten Versuche dagegen hielt die letztere mit der ersteren nicht völlig gleichen Schritt. Doch erhöhte sich auch hier nach längerer Mast die prozentische Quote. Wie weit es sich hier um ein gesetzmäßiges Verhalten handelt, muß durch weitere Versuche entschieden werden. Über Veränderungen der Blutmenge im Sinne der Veränderungen des Ernährungszustandes liegen auch von Schieffer schon einige Beobachtungen (nach der Welkerschen Methode) vor. Die Frage nach der Ursache der Veränderung der Herzgröße bei Hunger und Mast ist damit aber noch nicht endgültig beantwortet. Es müssen hierüber noch weitere Untersuchungen von verschiedenen Richtungen her gemacht werden.

Literatur.

- 1) Welker, Prager Vierteljahrsschr. 1854. Bd. IV und Ztschr. f. ration. Med. 1858, Bd. IV.
 - 2) Heidenhain, Disquis. de sanguinis quantitate. Halle 1857 und Arch. f. physiol. Heilkunde 1857, Bd. I.
 - 3) Gscheidlen, Unters. aus d. physiol. Laboratorium Würzburg, Bd. II. Leipzig 1869.
 - 4) Morawitz, Sammlung klin. Vorträge, N.F. No. 462.
 - 5) Hoffmann, Arch. f. experim. Pathol. u. Pharm. Bd. 54 und Korrr.-Bl. für Schweizer Ärzte 1907 No. 4 u. 5.
 - 6) Magnus, Arch. f. experim. Pathol. u. Pharm. Bd. 44.
 - 7) Malassez, Arch. de physiol. norm. et pathol. 1874, série 2, t. I et 1875, série 2, t. II.
 - 8) Decroly et Rousse, Arch. internat. de pharmacolog. et de therapeut 1900, t. VIII, 2, 3.
 - 9) Ransom, Ztschr. f. physiol. Chemie 1900, Bd. 29.
 - 10) Schieffer, D. Arch. f. klin. Med. H. 1 u. 2.
-