Aus der Inneren Abteilung des Städtischen Krankenhauses Charlottenburg-Westend. (Direktor: Prof. Dr. E. Grawitz.)

Ueber die funktionelle Bedeutung der Leukocyten im zirkulierenden Blute bei verschiedener Ernährung.

Von Dr. W. Keuthe.

Im Gegensatze zu dem Studium der Morphologie der Leukocyten, welches bis heute in hervorragendem Maße das Interesse der hämatologischen Forschungen beherrscht, wird die funktionelle Bedeutung der einzelnen Leukocytenarten mit einer gewissen Gleichgültigkeit behandelt. So findet man in den Lehrbüchern der Physiologie und auch in Krehls pathologischer Physiologie hauptsächlich nur die antitoxischen Funktionen der Leukocyten, sowie die Tatsachen der Phagocytose und Leukocytenvermehrung erörtert, während die physiologische Bedeutung der verschiedenen Leukocytenarten theils als unbekannt oder für eine allgemeinere Betrachtung nicht geeignet gilt.

Wie schwierig gerade bei der heutzutage außerordentlich vielseitigen und verfeinerten Färbetechnik, welche immer neue

Details in Kern- und Protoplasmastruktur herausfinden läßt und der subjektiven Auffassung der einzelnen Beobachter den weitesten Spielraum gewährt, die morphologische Beurteilung der Leukocyten geworden ist und wie kritisch man hierbei in seinem Urteil sein muß, das zeigen die erst neuerdings von E. Grawitz und Grüneberg mit ultravioletten Strahlen gemachten Versuche. Diese Autoren konnten, indem sie native Blutpräparate mit Hilfe des ultravioletten Lichtes analysierten, neue Gesichtspunkte für die Beurteilung der zelligen Elemente im Blute gewinnen, und die Untersuchungen von ungefärbten Blutzellen in lebensfrischem Zustande, welche Grawitz und Grüneberg bei ultravioletter Belichtung photographierten, ergaben, daß das Protoplasma der Lymphocyten Differenzierungen zeigte, die teils wolkig, teils granuliert erschienen. Ferner zeigten die neutrophilen polymorphkernigen Zellen auffällige Unterschiede in der Dicke ihrer Granulation; ihr Kern war breit und einfach gebogen, ohne in jedem Falle die bekannten Abschnürungen und Segmentierungen des gefärbten Präparates zu zeigen. Die eosinophilen Zellen ließen gleichfalls verschiedene Durchlässigkeit ihrer groben Granula den ultravioletten Strahlen gegenüber wahrnehmen. Die Uebergangsformen endlich ließen bezüglich Differenzierung von Kern, Granulation und Protoplasma die Tatsache einer kontinuierlichen Entwicklung der einkernigen Lymphocytenform in die polymorphkernige granulierten Leukocytenform deutlich erkennen.

Diesen Befunden gegenüber läßt sich eine strenge Scheidung zwischen Lymphocyten und granulierten Zellen im Sinne von Ehrlich oder eine einseitige Bewertung des neutrophilen Blutbildes auf Grund der Kernstabskonfigurationen im Triacidpräparate (Arneth) nicht mehr aufrecht erhalten. Es ist daher, wie Grawitz betont, wohl an der Zeit, daß die klinische Medizin gegenüber einer einseitigen morphologischen Bewertung der Leukocyten auf Grund einer Reihe von Färbemethoden mehr wie bisher ihr Interesse auch der funktionellen Bedeutung dieser Zellen zuwenden sollte. Im Gegensatz zur Ansicht mancher Autoren, welche mit Ehrlich die antitoxischen Sekretionen der Leukocyten für die wichtigste oder wohl gar einzige Funktion dieser Zellen halten, weist Grawitz neben Hervorhebung der Phagocytose, der oxydierenden, fermentativen und assimilierenden, sowie plastischen Funktion der Leukocyten, insbesondere auf die vielseitige Funktion der verschiedenen Leukocyten während der Verdauung hin. Namentlich unter Berücksichtigung der Arbeiten von F. Hofmeister, J. Pohl, Erdély und R. Blumenthal hält Grawitz es für wahrscheinlich, daß die morphologische Verschiedenheit der Leukocyten während der Verdauung bedingt ist durch funktionell verschiedene Anforderungen, welche sich aus dem Chemismus der verdauten Nahrungsstoffe ergeben.

Bereits im Jahre 1887 wies F. Hofmeister Veränderungen der Zahl der Lymphzellen in der Darmschleimhaut und in den Mesenterialdrüsen unter dem Einfluß der Ernährung nach. Nach diesem Autor stellt das ausgebreitete adenoide Gewebe der Darmschleimhaut eine hervorragende Bildungsstätte der Lymphzellen dar, und es hängt die Proliferation der Lymphzellen von ihrem Fortpflanzungsvermögen und von dem Umstande ab, ob die umspülende Flüssigkeit ihnen Gelegenheit bietet zur Aufnahme derjenigen Stoffe, deren sie zur Vermehrung von Zell- und Kernsubstanz bedürfen. J. Pohl stellte bei Hunden im Gefolge der Resorption von Eiweißstoffen eine erhebliche Vermehrung der weißen Zellen im Blute fest. Er fand, daß die Resorption von Eiweißstoffen sowohl eine Neubildung von Lymphzellen hervorrief, wie auch einen vermehrten Uebertritt solcher Zellen in das Blut in einem Umfang bewirkte, welcher bewies, daß ein erheblicher Teil des im Darm aufgenommenen Nährmaterials vorübergehend in Form von Leukocyten organisiert war, bevor er von den Verbrauchsstellen in den einzelnen Organen zum Ersatz herangezogen wird. Erdély fand bei Fütterungsversuchen, welche er mit Ratten anstellte, in den Darmzotten dieser Tiere fünf morphologisch voneinander verschiedene Typen von Lymphzellen. Jeder Ernährungsart entsprach bei den Ratten ein typisches Verhalten des lymphatischen Apparates der Darmschleimhaut bezüglich Anzahl der Zellen und der relativen Häufigkeit der einzelnen Zellarten. So überwogen im Darm der Fleischratte die granulierten rotkörnigen Zellen und die kleinen Lymphocyten, im Fettdarm und Kohlehydratdarm waren relativ zahlreiche die großen Lymphocyten, im Kartoffeldarm dagegen fanden sich kleine Lym-

phocyten in großer Anzahl, während der Hungerdarm wieder auffallende Armut an granulierten Zellen zeigte.

Die interessanten Versuche von R. Blumenthal, welcher Frösche, Mäuse und Kaninchen längere Zeit hungern ließ und ihnen dann aseptisch intraperitoneal Eigelb in physiologischer Kochsalzlösung suspendiert injizierte, ergaben, daß bei den Fröschen und Mäusen die großen Lymphocyten das Eigelb in sich aufnahmen. Erst wenn die Zahl der mononukleären Zellen dazu nicht ausreichend schien, beteiligten sich beim Frosch in kleinerer Zahl auch die polynukleären Zellen an der Phagocytose. Es findet dann weiterhin bei den Fröschen in der Milz eine Absorption des Eigelbs durch die Lymphocyten statt. Werden häufige Injektionen gemacht und gelangen größere Mengen Eigelb in die Zirkulation, so findet auch im Knochenmark eine Proliferation großer mononukleärer Zellen statt. Beim Kaninchen verhielten sich bei den Eigelbinjektionen die Mesenterialdrüsen anfangs passiv und wurden von polynukleären Zellformen in Beschlag genommen. Erst später trat hier das Bild einer intensiven Vermehrung der mononukleären Zellen hervor, wobei die Lymphdrüsen von dieser Zellart vollständig erfüllt waren, und es an manchen Stellen, wo nur geringe Leukocytenanhäufungen bestanden, auf diese Weise zur Bildung umfangreicher Lymphknoten kam.

Nachdem so von verschiedenen Autoren der experimentelle Nachweis einer funktionellen Differenzierung der Leukocyten in den lymphatischen Apparaten des Darmes, in der Milz, sowie im Knochenmark abhängig von der Ernährung erbracht war, entstand die Frage, wie sich im zirkulierenden Blute die Leukocyten bei verschiedenartiger Ernährung verhalten würden. In dieser Richtung sind bereits im Grawitzschen Laboratorium Versuche von Frau Dr. Rosenthal und Dr. Grüneberg, welche indessen nicht zur Veröffentlichung gelangt sind, an Ratten unternommen worden.

Hierbei ergab sich bei Ratten, welche mit reinem Fett oder reiner Kohlehydratnahrung gefüttert wurden, starkes relatives Ansteigen der kleinen Lymphocyten von 30–40% auf 70% bei gleichzeitigem Herabgehen der großen einkernigen Formen und leichter Herabsetzung der neutrophilen Zellen. Beim erwachsenen Menschen war nach reiner Fettnahrung keine besondere Aenderung zu konstatieren, dagegen trat bei einem gutgenährten Säugling bei reiner Kohlehydratkost ebenfalls eine relative Verschiebung zugunsten der Lymphocyten ein.

Da somit auch im zirkulierenden Blute quantitative Veränderungen der einzelnen Leukocyten bedingt durch eine funktionelle Anpassung an die Ernährung festzustellen waren, so kam es darauf an, diese Befunde in einer längeren Versuchsanordnung nachzuprüfen und eventuell noch zu erweitern.

Auf Anraten von Herrn Prof. Grawitz wählte ich zu dem folgenden Versuche einen jungen gesunden Hund von 7,9 kg Gewicht. Der Hund schien insbesondere deshalb zu einem solchen Versuche geeignet, weil seine Leukocyten sich morphologisch ähnlich wie die des Menschen verhalten und die Blutentnahme leicht in einwandfreier Weise am Ohre des sehr ruhigen Tieres stattfinden konnte. Die Versuchsanordnung ist aus der Tabelle I ersichtlich; es wurde zunächst bei dem wie üblich mit täglich einem halben Pfund mageren Rindfleisch gefütterten Hunde die Zahl der weißen Blutkörperchen mit Türkscher Zählkammer bestimmt, und dann das prozentische Verhalten der einzelnen Leukocytenformen im gefärbten Ausstrichpräparate (Giemsa-Färbung) ermittelt. — Auf gleichmäßiges Ausstreichen der Präparate, gute Färbung, Auszählen ganzer Reihen von Gesichtsfeldern wurde sorgfältig geachtet. — Nachdem während einer achttägigen Hungerperiode mehrere Bestimmungen gemacht waren, erfolgte reine Kohlehydraternährung, hierauf wieder eine Periode reiner Fleischernährung, dann Fleisch mit reichlich Fett. Nachdem wieder eine dreitägige Hungerperiode eingeschaltet war, wurde einige Tage gleichsam als Kontrolle nur Fleisch gefüttert, dann plötzlich reichlich Kohlehydrate gegeben, am nächsten Tage wieder sehr eiweißreiche Kost, endlich der Versuch mit Darreichung von einer großen Eisenmenge in Milch abgeschlossen.

Wenn man nun in der Tabelle I zunächst das Verhalten der polynukleären neutrophilen Zellen und der kleinen Lymphocyten betrachtet, so fällt erstens während der Hungerperiode die Abnahme der polynukleären Zellen auf, im Gegensatz zur Steigerung der kleinen Lymphocyten. Am Ende der Hungerperiode dagegen tritt wieder eine Zunahme der polynukleären Zellen und ein Abfallen der Lymphocyten ein. Beim Uebergang vom Hungerzustande zur Kohlehydratfütterung erfolgt dann eine ganz auffallende Vermehrung der kleinen Lymphocyten, welche von längerer Dauer ist,

Tabelle I.

Datum	Körpergewicht	Spezifisches Gewicht	Hb.	Leukocytenzahl	Polynukleäre neutrophile	Uebergangsformen	Große Einkernige	Kleine Einkernige	Eosinophile	Bemerkungen.
			%		%	%	%	%	%	
4. IX. 06.	7900	1053	16,2	7 711	61,7	11,7	12,7	6,8	6,8	Vor dem Versuche.
Hungerperiode vom 5.—13. September.										
10. IX. 06.	7310	1055	18,6	11 711*)	49,5	10,5	7,2	25,9	6,7	*) Leukocyten am Abend gezählt.
13. IX. 06.	6920	1054	18,2	6 200	60,3	7,2	11,4	16,7	4,1	
Kohlehydrate vom 13.—20. September. Erhält dreimal täglich 150 g Kartoffeln und 100 g Zucker.										
17. IX. 06.	7100	1052	17,7	10 022	53,5	4,8	2,3	35,1	4	1 Stunde nach der Fütterung bestimmt.
18. IX. 06.				7 800	42	9,1	6,5	36,2	5,9	4 Stunden nach der Fütterung bestimmt.
20. IX. 06.	6850	1057	17,9	6 888	47,5	10,2	8,1	24,8	9,1	1 Stunde nach der Fütterung bestimmt.
Reine Fleischkost vom 20.—30. September. Erhält täglich 1 Pfund mageres Rindfleisch.										
24. IX. 06.	6950	1054	19,6	7 888	42,9	10,8	14,9	22	9	Letztes Futter am 23. IX. abends.
26. IX. 06.				11 388	58,5	5,2	4	27,6	4,4	2 Stunden nach der Fütterung bestimmt.
29. IX. 06.	7200	1056	18,6	7 377	54,3	7,7	17,8	13,3	6,6	1½ Stunden nach der Fütterung bestimmt.
Fleisch mit reichlich Fett vom 1.—8. Oktober. Erhält dreimal täglich 100 g Fleisch und 50 g Schweineschmalz.										
3. X. 06.	7250	1055	19,3	11 111	57,3	11,6	6,8	17,7	6,5	4 Stunden nach der Fütterung bestimmt.
6. X. 06.	7520	1059		10 444	59,6	6,3	13,2	12,6	8,2	2 Stunden nach 200 g Schmalz und 50 g Fleisch.
8. X. 06.	7550	1057	18,6	9 733	56	9,8	14	14	6,1	2 Stunden nach 200 g Schmalz.
Hungerperiode vom 9.—12. Oktober.										
9. X. 06.		1057		8 222	56,4	11,2	13,8	10,5	7,9	Leukocyten abends gezählt.
11. X. 06.	7300	1052	18,6	9 577	43,6	7,4	18	22	8,3	
Reine Fleischkost.										
12. X. 06.		1053	18,6	9 000	58,4	5,1	13,1	17	5,7	Erhielt 1 Pfund Filetfleisch. 2½ Stunden später Bestimmung.
		1053		11 311						Abends gezählt; am Morgen zuletzt gefüttert.
Gewöhnliche Fleischkost vom 13.—16. Oktober.										
16. X. 06.	7570	1054	19,1	11 511	58,1	9,6	13,4	74,7	4	Erhält täglich ½ Pfund Rindfleisch. 4 Stunden nach der Fütterung bestimmt. Abends gezählt.
		1054		10 500						
Kohlehydrate.										
17. X. 06.	—	—	—	10 155	57,9	7,4	8,1	22	4,4	Erhält 100 g Kartoffeln und 150 g Zucker. 2½ Stunden nach der Fütterung bestimmt.
Fleisch und reichlich Eiweiß.										
18. X. 06.	—	1055	—	11 622	54	12,8	8,3	18,4	6,2	Erhält 1 Pfund Fleisch und 20 g Plasmon. 2 Stunden nach der Fütterung bestimmt.
Milch und reichlich Eisen. Erhält 700 ccm Milch und 10 g Ferrum oxydat. saccharat.										
19. X. 06.	—	1053	—	10 977	57,6	9,1	11,4	16,7	4,9	2 Stunden nach der Fütterung bestimmt.
20. X. 06.	7650	1053	17,2	9 400	58,1	6,6	5,3	23	6,8	7 Stunden nach der Fütterung bestimmt.

und im Gegensatz steht zu einer beträchtlichen Verminderung der polynukleären Zellen. Reine Fleischkost oder Fleisch mit reichlich Fett vermehrt wieder die polynukleären Zellen und vermindert die Zahl der Lymphocyten. Diese Befunde, namentlich auch die Zunahme der kleinen Lymphocyten infolge Kohlehydratzufuhr werden bestätigt durch die Kontrollversuche, welche der zweiten Hungerperiode vom 9. bis 12. Oktober folgten.

Leicht demonstrieren lassen sich diese Differenzen auch, wenn man, wie dies in der abgebildeten Kurve I geschieht,

polynukleäre Neutrophile und Uebergangszellen zusammengekommen gegenüber der Gesamtheit der Lymphocyten betrachtet. Hier wird in der Rubrik Kohlehydrate das Ansteigen der Lymphocyten gegenüber dem Sinken der polynukleären und Uebergangszellen sehr deutlich. Auch das gerade entgegengesetzte Verhalten, Abnahme der Lymphocyten und Ansteigen der polynukleären Zellen bei Fleisch und Fettkost tritt in der dritten und vierten Spalte hervor.

Da wie oben erwähnt, in dem Grawitzschen Laboratorium

auch der Einfluß verschiedener Ernährung auf die Zellen im zirkulierenden Blute bei Menschen experimentell geprüft war, so unternahm ich in dieser Richtung an mir selbst einen Versuch, welcher aus Tabelle II nebst Kurve ersichtlich ist.

Tabelle II.

Datum	Art der Ernährung	Leukocytenzahl	Polynukleäre Neutrophile	Uebergangsformen	Große Einkernige	Kleine Einkernige	Eosinophile
			%	%	%	%	%
24. Oktober 1906	9 Uhr morgens nüchtern	5888	50,5	7,4	9,8	28,6	3,5
	6 Uhr abends 4 Stunden nach dem Essen (Fleisch, Gemüse, Kartoffeln)	6822	58,9	10,7	8,5	19,6	2,1
25. Oktober 1906	9 Uhr morgens nüchtern	6044	54,2	7,4	13,1	21,2	4,0
	6 Uhr abends 4 Stunden nach einer Fleischmahlzeit (450 g gebratenes Fleisch)	8622	59,7	7,8	14,4	14,6	3,2
26. Oktober 1906	9 Uhr morgens nüchtern	5088	50,7	9,0	17,8	19,6	2,6
	6 Uhr abends 4 Stunden nach einer Kohlehydratmahlzeit (275 g Reis, 180 g Griespudding)	7511	45,2	9,0	22,8	19,7	3,3
27. Oktober 1906	9 Uhr morgens nüchtern	5844	49,6	8,2	12,4	25,8	3,7
	1 Uhr mittags 4 Stunden nach 45 g in Butter gebratenem Speck	6511	54,5	6,1	9,2	26,6	4,1

Die Versuchsanordnung wurde so getroffen, daß zunächst in der Frühe nüchtern das Blut untersucht wurde und dann eine gleichartige Ernährung für den Tag eintrat. Vier Stunden nach der Hauptmahlzeit, welche in dem einen Falle aus einer sehr reichlichen Fleischmenge, im andern Falle aus Kohlehydraten und zuletzt nur aus Fett bestand, wurde das Blut abermals untersucht.

Im einzelnen ergab sich nun folgendes: Es trat bei jeder Ernährungsart gegenüber dem frühmorgens erhobenen Befunde eine Verdauungsleukocytose ein. Diese war bei reiner Fleischkost am größten, nach Fettgenuß am ge-

ringsten. Nach Kohlehydratzufuhr blieb die Leukocytenzunahme nur um wenig hinter der bei Fleischkost zurück.

Bei gewöhnlicher Ernährung mit gemischter Kost betrug die Vermehrung der Leukocyten etwa ein Drittel bis einhalb mehr wie bei Fettzufuhr.

Vergleicht man nun die prozentischen Verhältnisse der einzelnen Zellen zueinander im gefärbten Präparate, so ergibt sich, daß bei gemischter Kost die Zunahme der polynukleären Leukocyten und Uebergangsformen am bedeutendsten ist, während die Zahl der Lymphocyten abnimmt. Auch nach reichlicher Fleischnahrung gehen die

Lymphocyten zurück, während die polynukleären und Uebergangsformen zunehmen. Dagegen steigt die Zahl der Lymphocyten bei Kohlehydraternahrung, während die beiden andern Zellarten abnehmen. Reine Fettahrung vermehrt die polynukleären und Uebergangsformen, während die Lymphocyten weniger abnehmen oder sogar konstant bleiben.

Es wäre bei unsern Versuchen nun noch das Verhalten der eosinophilen Zellen zu erwähnen, welche zum Eisenstoffwechsel in Beziehung stehen sollen (Barker) oder als Reservezellen auf einen guten Ernährungszustand hinweisen (R. Blumenthal), und endlich bei äußerst verschiedenartigen Erkrankungen vermehrt gefunden werden. Diese Zellart zeigte bei unsern Versuchen alle möglichen Schwankungen und ließ keinerlei Gesetzmäßigkeit in der Beeinflussung durch die Ernährung oder im Hungerzustande wahrnehmen. Auch die Zufuhr von reichlich Eisen beim Hunde läßt im zirkulierenden Blute keine nennenswerte Vermehrung der eosinophilen Zellen feststellen.

Wenn wir unsere Versuchsergebnisse mit denen der oben genannten Autoren vergleichen, so können wir in Uebereinstimmung mit Erdély, Grüneberg und Rosenthal eine Beziehung zwischen den Lymphocyten und der Kohlehydraternahrung feststellen, derart, daß diese Zellart hierbei auch im zirkulierenden Blute vermehrt auftritt. Dagegen stellten wir im Gegensatz zu diesen Autoren fest, daß reichliche Fetternahrung die polynukleären Leukocyten und Uebergangsformen vermehrt, während die Lymphocyten dabei vermindert werden, jedenfalls keine Steigerung erfahren. Wenn, wie R. Blumenthal feststellte, bei intraperitonealer Eigelbinjektion die Lymphocyten in den mesenterialen Lymphdrüsen, sowie in der Milz erheblich vermehrt sind und die großen Lymphocyten dabei das Eigelb in sich aufnehmen, so konnten wir bei Fleisch- und reichlicher Fetternahrung, welche ja in ihrer Zusammensetzung dem Eigelb (32% Fett und 16% Eiweiß) ähnlich ist, beim Hunde im zirkulierenden Blute eine Verminderung der Lymphocyten bei Vermehrung der polynukleären und Uebergangsformen feststellen. Die Ansichten R. Blumenthals über die Bedeutung der eosinophilen Zellen als Reservezellen, die Auffassung, daß die Eosinophilie auf einen guten Ernährungszustand deuten soll, vermochten wir durch unsere Versuche nicht zu stützen und können daher über diese Zellart nichts aussagen.

Zum Schluß lassen sich aus den Ergebnissen unserer Versuche noch einige interessante Konsequenzen ziehen.

Zunächst ist darauf hinzuweisen, daß bei einseitiger Eiweißernahrung eine starke absolute und relative Vermehrung der neutrophilen Zellen in gleicher Weise beim Hunde wie beim Menschen eintritt, während die Lymphocyten relativ vermindert sind. Es liegen somit deutliche Ausschläge im Leukocytenbefunde, besonders bei einseitiger Eiweiß- und Kohlehydraternahrung

vor, und es ist interessant, daß diese Ausschläge zum Teil schon deutlich, unmittelbar nach dem Einsetzen einer bestimmten Ernährungsform hervortreten, zum Teil aber erst bei mehrtägiger gleicher Ernährung erkennbar sind. Hierbei trat am deutlichsten der unmittelbare Effekt bei den Versuchen am Menschen auf. Wichtig ist ferner das Prävalieren der Lymphocyten gegenüber den granulierten und Uebergangsformen, welches in den Hungerperioden des Hundes, wenn auch nicht ganz konstant, und beim Menschen des Morgens vor der Mahlzeit hervortritt; eine Erscheinung, die, wie erwähnt, schon Blumenthal bei hungernden Tieren in den Organen hervorgehoben hat.

Fragt man sich nun, welche Deutung diesen Befunden beizulegen ist, so ergeben besonders die Zählungen beim Menschen, daß die Nahrungsaufnahme, gleichgiltig welcher Art, in jedem Falle eine absolute Vermehrung der Leukocyten bedingt. Läßt man nun zunächst die Frage nach der Herkunft dieser Leukocyten beiseite, so ergibt sich z. B. bei reiner Kohlehydraternahrung beim Menschen eine absolute Vermehrung der Lymphocyten von 1880 auf 3150, während die neutrophilen und Uebergangszellen nur von 3060 auf 4050 steigen, hingegen bei reiner Fleischkost die Lymphocyten von 2040 nur auf 2490 und dagegen die neutrophilen und Uebergangszellen von 3660 auf 5760 steigen und bei gemischter Kost die letzteren von 3420 auf 4760 steigen, während die Lymphocyten im Gegensatz dazu von 2300 auf 1900 sinken.

Wollte man nun für diese Versuche die ganz hypothetische Anschauung aufrecht erhalten, daß die neutrophilen Zellen einzig aus dem Mark stammen, so müßte man annehmen, daß bei Fleisch- und Fetternahrung ein Reiz auf das Mark ausgeübt würde, während bei Kohlehydraternahrung die lymphatischen Apparate in erhöhte Tätigkeit versetzt und vermehrte Lymphocytenausfuhr angeregt würde. Dieser Hypothese stehen indessen die Ergebnisse der oben erwähnten Untersuchungen an der verdauenden Darmschleimhaut gegenüber, welche eine lokale Entstehung von Leukocyten im lymphatischen Apparate des Darmes und dessen Schleimhaut selbst ergeben, und es ist ferner als ausgeschlossen zu betrachten, daß die jenseits des Darmes gelegenen Lymphdrüsen im Mesenterium etc. bei der Resorption einer gemischten Eiweiß- und Fetternahrung weniger gereizt und zur Lymphocytenproduktion angeregt werden, als bei Kohlehydratverdauung.

Die Zahlen unserer Versuche sprechen vielmehr in klarster Weise für die Annahme, daß einerseits die lokale Bildung der Leukocyten im verdauenden Darne durch die Art der Ernährung bestimmt wird, daß die neutrophilen Zellen eine wichtige Rolle bei der Resorption der Eiweiß- und Fettstoffe spielen, während die Lymphocyten bei der Kohlehydratverdauung nicht nur relativ, sondern auch absolut vermehrt erscheinen, mithin eine aktive Rolle bei der Resorption des Zuckers spielen müssen. Es ist hiernach die Ansicht von Grawitz, welcher die Lymphocyten als eine entwicklungsfähige Reserve der Blutleukocyten auffaßt, dahin zu modifizieren, daß abgesehen von dieser Bedeutung, gerade die Kohlehydratversuche für eine aktive Tätigkeit der Lymphocyten auch ohne weitere Entwicklung zu granulierten Zellen sprechen, und es ist hiernach anzunehmen, daß in Zukunft auch noch weitere aktive Funktionen dieser Zellen gefunden werden.

Andererseits aber sprechen diese Ergebnisse ganz direkt für eine Umwandlung der Lymphocyten zu neutrophilen Zellen auf den Reiz der Eiweiß- und gemischten Eiweiß-Fetternahrung hin, da nur durch diese Umwandlung die sonst unverständliche Tatsache erklärt wird, daß die Zahl der Lymphocyten während der Eiweißverdauung trotz der starken Inanspruchnahme des ganzen lymphatischen Apparates des Darmes und Mesenteriums, trotz der Zunahme der Gesamtzahl der Leukocyten, nicht nur nicht vermehrt, sondern zum Teil sogar absolut vermindert im Blute erscheint. Ungemein deutlich prägen sich diese Verhältnisse bei unserm Hunde aus, wenn man die Zahlen vom 18. September, wo der Hund unter der ausgesprochenen Kohlehydraternahrung stand, mit den Zahlen vom 6. Oktober, nach gemischter Fleisch- und Fetternahrung vergleicht. Während am ersten Tage bei einer

Gesamtzahl von 7800 Leukocyten sich 3350 Lymphocyten gegenüber 3970 neutrophilen Uebergangszellen fanden, waren am 6. Oktober bei 10 400 Gesamtleukocyten nur 2600 Lymphocyten gegenüber 6860 neutrophilen Zellen und deren Vorstufen vorhanden, ein Verhältnis, das schlechterdings nicht anders erklärt werden kann, als daß bei der Resorption von Eiweißprodukten oder Eiweiß und Fett bei einer mehr oder minder starken Vermehrung der Gesamtleukocyten eine vorübergehend gesteigerte Umwandlung der Lymphocyten zu neutrophilen Zellen stattfindet.

Literatur: 1. L. Krehl, Pathologische Physiologie. 3. Aufl. Leipzig 1904. — 2. E. Grawitz, Klinische Pathologie des Blutes. 3. Aufl. Leipzig 1906. — 3. E. Grawitz und Grüneberg, Die Blutzellen im ultravioletten Lichte. Leipzig 1906. — 4. Arneith, Die neutrophilen Blutkörperchen. Jena 1904. — 5. F. Hofmeister, Archiv für experimentelle Pathologie Bd. 22. — 6. J. Pohl, Archiv für experimentelle Pathologie Bd. 25. — 7. Erdély, Zeitschrift für Biologie Bd. 46. — 8. R. Blumenthal, Recherches experimentelles sur la genèse des Cellules sanguines et les modifications fonctionnelles des organes hématopoétiques. Bruxelles 1904. — 9. W. Türk, Vorlesungen über klinische Hämatologie. Wien und Leipzig 1904. — 10. R. Blumenthal, La Filiation des Globules blancs et la valeur biologique de leurs Granulations chez l'homme. Bruxelles 1905.