

7. Transsudate in statu nascendi stellen wahrscheinlich nur eine wässerige Lösung mineraler Salze und nicht eiweißhaltiger N-Stoffe dar. Das Eiweiß aber, welches sich in diesen befindet, ist eine sekundäre Beimengung aus den Höhlen, in welche sich die Transsudate ergießen, denn in statu nascendi sind die Transsudate eiweißlos.

XIX.

Ein Beitrag zum Studium der Mastzellen.

(Aus dem Institut Pasteur zu Paris.)

Von
Dr. Fahr.

Seit Ehrlichs klassischen Untersuchungen über die weißen Blutkörperchen sind die einzelnen Arten und Formen, in welche Ehrlich und seine Schüler die Leukocyten gegliedert haben, Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen, doch harren noch viele Fragen ihrer Lösung und so ist beispielsweise die physiologische Bedeutung der basophilen Zellen noch keineswegs aufgeklärt.

Bei der fundamentalen Bedeutung, welche einzelne Arten der Leukocyten, d. h. die mononucleären Leukocyten oder besser Makrophagen (nach Metschnikoff) und die polynucleären oder besser Mikrophagen durch ihre Eigenschaft als Phagocyten zu wirken, im Kampfe des Organismus gegen die Mikroorganismen spielen liegt es nahe, sich die Frage vorzulegen, ob nicht auch die andern Arten der Leukocyten in diesem Kampfe von Bedeutung sind.

Während durch eine Arbeit von Mesnil¹⁾ nachgewiesen ist, daß die eosinophilen Zellen wohl imstande sind, Fremdkörper und Bakterien zu ergreifen, daß man dieselben also sehr wohl auch als Phagocyten auffassen kann, ist es noch nicht gelungen nachzuweisen, daß die basophilen Zellen gleich-

¹⁾ Mesnil, Contribution à l'étude de l'immunité. Annales de l'Institut Pasteur 1895.

falls diese Eigenschaft besitzen; es ist ferner noch nicht gelungen, eine Beziehung zwischen ihnen und den Vorgängen nachzuweisen, welche sich im Organismus zum Schutze desselben gegen eindringende Schädlichkeiten, wie Bakterien und Toxine, abspielen.

Im Auftrage und unter der Leitung des Herrn Professor Metschnikoff habe ich im Laufe des Sommers eine Reihe von Untersuchungen über diesen Punkt angestellt.

Ich schicke gleich voraus, daß das Ergebnis meiner Untersuchungen insofern ein negatives war, als es mir nicht gelang festzustellen, daß die Mastzellen in dem Kampfe gegen die den Organismus bedrohenden Schädlichkeiten eine aktive Rolle in dem Sinne wie die Makro- und Mikrophagen spielen; dagegen fand ich, daß sie eine Eigenschaft mit diesen Zellen teilen, welche für das Verständnis der Ursachen der Phagocytose und damit der Immunität von grundlegender Bedeutung ist, ich meine die positive Chemotaxis der Phagocyten gegenüber Mikroben und Toxinen, gegen welche der Organismus immun ist, und ihre negative Chemotaxis gegenüber solchen, welche für die betr. Spezies pathogen sind und tödlich auf dieselbe einwirken.

Für die Phagocyten ist diese Frage durch eine Reihe von Arbeiten klargestellt, und es kann an der Richtigkeit dieser Tatsache wohl kaum noch gezweifelt werden.

Der erste, der dieses Phänomen beobachtete und darüber berichtete, war Metschnikoff¹⁾. Er untersuchte die Organe von Kaninchen und Meerschweinchen, die er mit Milzbrandbazillen getötet hatte, und fand, daß die Phagocytose in diesem Fall nicht eintrat, obwohl die Phagocyten ihre amöboiden Bewegungen beibehalten hatten, also nicht tot waren. Wenn er ferner unter das eine Ohr eines Kaninchens eine virulente Kultur einspritzte, unter das andere ein Vaccin, so konnte er feststellen, daß die Phagocytose an dem mit virulenter Kultur behandelten Ohr zwar zustande kam, aber viel weniger deutlich war als an dem andern.

Das Auftreten der Phagocytose gegenüber der virulenten Kultur erklärt sich damit, daß in dieser Kultur auch weniger

¹⁾ Metschnikoff, dieses Archiv Bd. 97, 1884.

virulente Bakterien enthalten waren. Nahm er die Bakterien z. B. direkt aus der Milz eines an Milzbrand gestorbenen Tieres, so fehlte die Phagocytose.

Einige Jahre später sprach Massart¹⁾ auf Grund seiner Versuche den Satz aus, daß die wenig virulenten Bakterien stets in viel stärkerem Maße die Phagocyten anziehen, als die virulenten. Zur Erklärung dieser Tatsache nimmt er an, daß es spezifisch chemotaktische Substanzen gibt, die mit den toxischen nicht identisch sind.

Weiterhin hat dann Bordet²⁾ die Frage in mehreren Arbeiten behandelt und das mehrfach ausgesprochene Gesetz, daß die Phagocyten zu virulenten Bazillen negative, zu nicht virulenten positive Chemotaxis besitzen, zur Evidenz bewiesen. Er stellte folgenden Versuch an: Er injizierte eine virulente Streptokokkenkultur, 3—5 Teile eines cem, einem Meerschweinchen in die Bauchhöhle und fand dabei, daß zwar zahlreiche Leukocyten angelockt werden, daß dieselben aber den Streptokokken gegenüber eine ausgesprochen negative Chemotaxis zeigen. Namentlich gilt dies von den Streptokokken, die sich in der Bauchhöhle der Tiere entwickelt haben. Injizierte er jedoch demselben Tier außerdem eine Kultur von *Proteus vulgaris*, so konnte er feststellen, daß dieselben Phagocyten, die vor den Streptokokken zurückwichen, die Proteusbakterien gierig ergriffen. Bordet schließt, daß die Substanz, welche die negative Chemotaxis hervorruft, eng an die Bazillen gebunden ist und nicht in die umgebende Flüssigkeit diffundiert, da sonst ja die Phagocyten auch vor den Proteusbazillen zurückweichen müßten.

In einer späteren Arbeit beobachtete Bordet³⁾ gleichfalls, daß die Phagocyten sehr virulente Streptokokken nicht aufnehmen. Zwar sah er, daß dies in der allerersten Zeit nach der Injektion vorkommt, bald jedoch umgeben sich die Strepto-

1) Massart, Chimiotaxie des leucocytes et l'immunité, Annales de l'Inst. Pasteur 1892.

2) Bordet, Recherches sur la phagocytose, Annales de l'Inst. Pasteur 1896.

3) Bordet, Contribution à l'étude du serum antistreptococcique, Annales de l'Inst. Pasteur 1897.

kokken mit einer Aureole, die, wie Bordet annimmt, die Ursache dafür bildet, daß die Streptokokken nicht von den Phagocyten aufgenommen werden. Erschwert man die Fähigkeit der Phagocyten, sich diese Widerstandsfähigkeit durch Bildung einer Aureole zu erwerben, indem man durch vorangehende Injektion von Bouillon die Zahl der Phagocyten zur Zeit der Einspritzung vermehrt, so bewirken erst höhere Dosen den Tod des Tieres.

Die Schlüsse, die Bordet aus seinen Versuchen gezogen hat, sind von Marchand¹⁾ angegriffen worden. Dieser Forscher glaubt, daß die Phagocytose von physikalischen Eigenschaften des Bakteriums abhängt und daß die Aufnahme oder Nichtaufnahme von Bakterien durch die Phagocyten nicht durch eine positive oder negative Chemotaxis, sondern durch „taktile Funktionen“ der Leukocyten bedingt werde. Marchand hat beobachtet, daß abgeschwächte Streptokokken, welche von den Phagocyten aufgefressen werden, auch dann dieses Schicksal erleiden, wenn man sie in Nährflüssigkeit eines virulenten Stammes gebracht hatte, daß also in dieser Nährflüssigkeit eine negativ chemotaktisch wirkende Substanz nicht vorhanden sein kann. Doch wie Bordet schon hervorgehoben hat, geht diese Substanz gar nicht in die die Bakterien umgebende Flüssigkeit über, denn sonst müßten in den ersterwähnten Versuchen von Bordet die Phagocyten ja auch vor den Proteusbakterien zurückweichen.

Das Phänomen der negativen Chemotaxis der Phagocyten ist dann später von Werigo²⁾ angezweifelt worden. Auf Grund seiner Versuche ist er der Ansicht, daß zwischen Leukocyten und Bakterien stets eine positive Chemotaxis besteht und daß der Unterschied zwischen immunisierten und nicht vorbehandelten Tieren bez. der Phagocytose nur ein quantitativer ist, daß zwar bei der ersten Kategorie die Phagocytose stets außerordentlich viel stärker ist als bei der zweiten, daß die Chemotaxis dagegen stets positiv ist und daß man bei immunisierten

1) Marchand, Etude sur la phagocytose des streptocoques, Archives de la médecine expérimentale 1898.

2) Werigo, La chimiotaxie négative des leucocytes et des phagocytes en général, Archives de la médecine expérimentale 1901.

und nicht immunisierten Tieren nur von einem Unterschied im Grade der Sensibilität gegenüber den Mikroorganismen reden kann.

Dagegen konnten Silberberg und Zeliony¹⁾ beim Einspritzen von Hühnercholera Bazillen unter die Haut, ins Abdomen und in die Ohrvene von Kaninchen ein völliges Fehlen der Phagocytose beobachten, sobald es sich um Kulturen handelte, die fast ausschließlich vollvirulente Keime enthielten. Sie verschafften sich dieselben dadurch, daß sie Bazillen nahmen, die sich im Peritonealexsudat anderer Tiere entwickelt hatten. Ferner stellten sie analog den Bordetschen Versuchen fest, daß dieselben Phagocyten, die vor den virulenten Hühnercholera Bazillen zurückgewichen waren, eine nicht virulente Staphylokokkenkultur sofort aufnahmen.

Zu dem gleichen Ergebnis wie Silberberg und Seliony kommt Tchistowitsch.²⁾ Er hat hochvirulente Kulturen von Streptokokken in die Ohrvene von Kaninchen eingespritzt und beobachtet, daß es dabei zu einer äußerst geringen oder gar keinen Phagocytose kam. Die abweichenden Resultate von Werigo erklärt er damit, daß unter den großen Quantitäten, die dieser Forscher seinen Versuchstieren einspritzte (bis zu 15 ccm), sich nicht nur virulente, sondern auch abgeschwächte Bakterien befanden und daß diese letzteren die positive Chemotaxis hervorgerufen hatten, wie dies auch schon Metschnikoff zur Erklärung eines seiner Versuche in der eingangs zitierten Arbeit hervorgehoben hat.

Was in den bisher angeführten Arbeiten für die Bakterien, das ist durch die Untersuchungen von Vaillard und Vincent³⁾ für die Toxine nachgewiesen worden.

Diese Forscher brachten bei einem Kaninchen unter die Haut des Ohrs Kapillaren, welche eine erhitzte Tetanuskultur enthielten, und beobachteten, daß im Verlauf von 15^h

1) Silberberg et Zeliony, De la chimiotaxie négative des leucocytes des lapins infectés par la culture pure de bacilles du choléra des poules, Annales de l'Inst. Pasteur 1901.

2) Tchistowitsch, Etudes sur la phagocytose, Annales de l'Institut Pasteur 1900.

3) Vaillard et Vincent, Contribution à l'étude de Tétanus, Annales de l'Inst. Past. 1891.

diese Kapillaren sich mit Leukocyten füllten, die einen förmlichen Pfropf in diesen Röhrchen bildeten. Nahmen sie statt der erhitzten eine nicht erhitzte Kultur, so fanden sie nur ganz spärliche Leukocyten in den Kapillaren.

Säten sie den Inhalt der Röhrchen nach einiger Zeit in Bouillon aus, so fanden sie, daß die nicht erhitzten Kulturen stets wieder auskeimten. Die erhitzten Kulturen taten dies in den ersten Stunden gleichfalls, nach 13^h dagegen waren alle Sporen von den Phagocyten aufgenommen und es blieb in diesem Fall die Aussaat steril.

Vaillard und Vincent schlossen aus ihren Versuchen, daß das Tetanustoxin auf die Phagocyten eine negative Chemotaxis ausübt, während dieselben Leukocyten zu den Tetanus-sporen eine positive Chemotaxis besitzen.

Es kann also auf Grund aller dieser Arbeiten an der Tatsache wohl nicht mehr gezweifelt werden, daß die Phagocyten gegenüber den Bakterien, welche für den Organismus hochvirulent sind, negative Chemotaxis zeigen, daß diese Chemotaxis dagegen eine positive ist, sobald es sich um nicht virulente oder abgeschwächte Bakterien handelt. Nach den Arbeiten von Vaillard und Vincent läßt sich dieses Gesetz auch auf die Toxine ausdehnen.

Es scheint nun, daß das soeben ausgesprochene Gesetz nicht nur für die Makro- und Mikrophagen, sondern für alle Leukocyten gilt. Durch die Arbeit von Mesnil (a. a. O.) ist nachgewiesen, daß die eosinophilen Zellen eine wenn auch geringere Chemotaxis als die Makro-Mikrophagen zeigen. Durch die folgenden Versuche soll dargelegt werden, daß auch die Mastzellen allen Bakterien und Toxinen gegenüber, welche auf den Organismus tödlich wirken, eine negative Chemotaxis zeigen, während andere, gegen welche der Organismus immun ist, sie unbeeinflusst lassen.

Als Versuchsobjekt ist die Ratte gewählt, deren Peritonealflüssigkeit im normalen Zustande Mastzellen in reichlichen Mengen enthält.

Bei der zunächst folgenden Versuchsreihe wurde die Peritonealflüssigkeit und, falls die basophilen daselbst fehlten, Blut, Milz, Knochenmark und Herzinneres auf ihren Gehalt an

Mastzellen untersucht, von der Vermutung ausgehend, daß die Mastzellen vielleicht in eins der bezeichneten Organe ausgewichen sein könnten.

1. Versuch: 3 Ratten wurden mit virulenten Milzbrandbazillen behandelt und zwar wurde die Impfung, wie auch bei den folgenden Versuchen stets intraperitoneal ausgeführt. Eine starb nach 12^h. Aus dem Peritoneum sind die Mastzellen fast verschwunden, in Milz, Blut und Herzen sind sie vereinzelt, im Knochenmark reichlich.

Die 2. Ratte starb nach 2×24^h. Im Peritoneum sind die Mastzellen äußerst spärlich, in Blut und Milz vereinzelt, im Herzen etwas reichlicher, im Knochenmark zahlreich.

Die 3. Ratte starb nach 54^h. Aus dem Peritoneum sind die Mastzellen fast völlig verschwunden, im Blut, Milz und Herz sind sie vereinzelt, im Knochenmark reichlich.

2. Versuch: 3 Ratten wurden mit dem für diese Tiere unschädlichen premier vaccin du charbon behandelt.

Eine Ratte wurde nach 4^h, eine nach 6^h und eine nach 24^h getötet. In allen 3 Fällen waren die Mastzellen im Peritoneum ebenso reichlich wie beim normalen Tier. In Blut, Milz und Herz waren sie vereinzelt, im Knochenmark stets zahlreich.

3. Versuch: 3 Ratten wurden mit schwachen Dosen des für die Ratte äußerst virulenten Virus Danysz geimpft. Eine starb nach 18^h, eine nach 2 Tagen, eine erst nach 8 Tagen. Die Mastzellen waren in allen 3 Fällen aus dem Peritoneum nahezu verschwunden. In Blut, Milz und Herz waren sie vereinzelt. Im Knochenmark waren sie im letzten Falle ziemlich reichlich, in den beiden ersten Fällen ziemlich spärlich anzutreffen.

4. Versuch: 3 Ratten wurden mit Schweinerotlaufbazillen behandelt, eine nach 4^h, eine nach 6^h und eine nach 2×24^h getötet. Im letzten Falle sind die Mastzellen des Peritoneums gar nicht, in den beiden ersten Fällen kaum merklich vermindert. Diese Schwankung kann wohl noch innerhalb der normalen Grenzen befindlich angesehen werden. In Blut und Milz sind sie stets vereinzelt, im Herzen im letzten Fall reichlich, in den beiden ersten spärlich, im Knochenmark stets reichlich vorhanden.

5. Versuch: 3 Ratten wurden mit Tetanustoxin behandelt. Eine starb nach 20^h, eine nach 30^h, die 3., die wie die andern die typischen Zeichen des Tetanus darbot, wurde nach 24^h in einem Zustand getötet, in dem der Tod baldigst zu erwarten war. Die Mastzellen sind im Peritoneum in allen 3 Fällen stark vermindert. In Blut und Milz sind sie in allen 3 Fällen vereinzelt, im Herzen im 1. Falle ziemlich reichlich, in den beiden andern ziemlich vereinzelt, im Knochenmark in allen 3 Fällen in mittleren Mengen anzutreffen.

6. Versuch: 3 Ratten sind mit Botulinustoxin behandelt. Die 3 Tiere blieben gesund. Eine wurde nach 2 Tagen getötet. Die Mastzellen sind im Peritoneum reichlich, in Blut, Milz und Herz vereinzelt, im Knochenmark reichlich.

7. Versuch: 3 Ratten wurden mit Diphtherietoxin geimpft, gegen welches die Ratte bekanntlich refraktär ist.

Eine wurde nach 4^h, eine nach 6^h, eine nach 24^h getötet. Im 1. und 3. Falle sind die Mastzellen im Peritoneum völlig unvermindert, im 2. ist die Zahl vielleicht etwas herabgesetzt. In Blut und Milz sind sie in allen Fällen vereinzelt, im Herzen in allen 3 Fällen ziemlich reichlich. Im Knochenmark im 1. und 3. Fall spärlich, im 2. Fall reichlich.

8. Versuch: 2 Ratten sind durch intraperitoneal eingeführte Ricinosen vergiftet. Eine starb nach 15^h, eine nach 20^h. Aus den Peritoneum sind die Mastzellen fast völlig verschwunden, im Knochenmark sind sie im ersten Falle reichlich, im 2. spärlich.

9. Versuch: 2 Ratten werden in gleicher Weise wie im vorigen Versuch mit Abrin vergiftet. Beide starben nach etwa 20^h. Aus dem Peritoneum sind die Mastzellen nahezu verschwunden. Im Knochenmark sind sie reichlich.

Blut, Milz und Herz sind bei den beiden letzten Versuchen nicht nachgesehen. Zur Untersuchung der Milz und des Knochenmarks wurden in allen Fällen Organausstriche zur Untersuchung des Herzinnern Zupfpräparate des Endothels verwandt. Die Fixierung wurde in einem Äther-Alkoholgemisch vorgenommen, auch die Blutpräparate wurden in Äther-Alkohol fixiert. Zur Färbung der Präparate wurde teils das Ehrlichsche, teils das Löfflersche Methylenblau benutzt. Beide Farblösungen färben die Granulationen der basophilen Zellen dunkelblau, den Kern, soweit er nicht durch die Granulationen verdeckt ist, wasserblau.

Durch die bisher geschilderten Versuche kann man wohl als bewiesen ansehen, was oben bereits als These ausgesprochen ist, daß nämlich die Mastzellen den Mikroorganismen und Toxinen gegenüber, die auf den Organismus deletär wirken, eine negative Chemotaxis zeigen, daß diese negative Chemotaxis dagegen nicht vorhanden ist, wenn es sich um Bakterien oder Toxine handelt, gegen welche der Organismus immun ist.

Nun könnte man den Einwand machen, daß es sich bei dem Verschwinden der Mastzellen aus der Peritonealflüssigkeit einfach um ein Zugrundegehen der Zellen daselbst handelt, umsomehr, als aus den bisherigen Versuchen noch nicht hervorgeht, wohin die aus dem Peritoneum verschwindenden Mastzellen auswandern. Wir sahen, daß die Mastzellen in Blut und Milz konstant nur ganz vereinzelt anzutreffen waren und in ihrer Zahl durch die Injektion der verschiedenen Bakterien und Toxine keine Veränderung erlitten. In Herz und Knochenmark waren die Verhältnisse so wechselnd und so ohne

Gesetzmäßigkeit, daß man wohl annehmen muß, daß man es hier mit individuellen Schwankungen zu tun hat.

Um nun zunächst zu beweisen, daß die Mastzellen nicht in der Peritonealflüssigkeit zugrunde gehen, wurde eine Anzahl von Ratten mit einer Dosis von Virus Damps geimpft, welche imstande ist, die Tiere im Verlauf von einigen Tagen zu töten. Die Tiere wurden nun schon vorher in bestimmten Abständen getötet und die Peritonealflüssigkeit nachgesehen.

Dabei fanden sich bei den Ratten, die 1 und 2 Stunden nach der Infektion getötet waren, die Mastzellen in normaler Anzahl im Peritoneum, nach 3^h waren sie etwas vermindert, nach 6^h und weiterhin nach 18^h waren sie deutlich vermindert. Die Mastzellen nun, die noch im Peritoneum anzutreffen waren, zeigten nicht die Spur von Degenerationserscheinungen. Die Zellen waren alle scharf begrenzt, mit intensiv dunkelblau gefärbten Granulationen angefüllt. Freie Granula, die auf einen Zerfall der Zellen hingedeutet hätten, waren nicht anzutreffen.

Um nun weiterhin festzustellen, wohin die Mastzellen, deren Verschwinden also nur durch ein Auswandern aus der Peritonealflüssigkeit zu erklären ist, sich begeben, wurden 3 Ratten mit einer starken Dosis Virus Danysz (1,5 ccm) geimpft und nach dem Tode der Tiere, der innerhalb der ersten 24^h eintrat, außer der Peritonealflüssigkeit, Mesenterium und Netz in Schnittpräparaten auf seinen Gehalt an Mastzellen untersucht.

Das Experiment ergab in allen 3 Fällen sehr starke Verminderung des Mastzellengehalts im Peritoneum, während die basophilen Zellen sich reichlich im Netz und Mesenterium fanden, wo sie namentlich in den Randpartien der untersuchten Stückchen vielfach in Häufchen zusammenliegend angetroffen wurden.

Eine Ratte wurde dann noch mit einer sehr starken Dosis Virus Danysz (2 ccm) geimpft. Sie starb nach 5^h. Aus dem Peritoneum waren die Mastzellen nahezu verschwunden, in Netz und Mesenterium waren sie in großen Mengen anzutreffen.

Das gleiche Phänomen ließ sich bei der Injektion von Liquor Kalii arsenicosi (Fowlersche Lösung), der für die Ratten außerordentlich giftig ist und sie schon in Dosen von $\frac{1}{2}$ mgr in einigen Stunden tötet, nachweisen.

3 Ratten wurden mit der angegebenen Dosis Liquor Fowleri behandelt. 2 starben nach 5^h, 1 nach etwa 12^h.

Aus dem Peritoneum waren die Mastzellen in allen 3 Fällen so gut wie verschwunden, im Netz und Mesenterium reichlich vorhanden. Nun werden allerdings auch bei der normalen Ratte in Netz und Mesenterium Mastzellen in nicht unbeträchtlichen Mengen angetroffen. Doch scheint es, daß sie in den Fällen, wo sie aus der Peritonealflüssigkeit auswandern, noch reichlicher dort vorhanden sind. Außerdem scheint mir die Tatsache, daß man in diesen Fällen die Mastzellen vielfach am Rande der untersuchten Stückchen findet, dafür zu sprechen, daß die Mastzellen, was ja schließlich auch das Nächstliegende ist, sich gegebenen Falles aus der Peritonealflüssigkeit gegen und in das Gewebe des Mesenteriums und Netzes zurückziehen. Es war nun weiterhin interessant zu erfahren, ob es gelänge, die Mastzellen an die Mikroben, die in virulentem Zustande negativ chemotaktisch auf sie wirken, durch Vaccination zu gewöhnen, mit andern Worten, die negative in eine positive Chemotaxis umzuwandeln, wie dies Massart (a. a. O.) für die Phagocyten beschrieben hat. Massart nimmt an, daß die Immunisierung gewissermaßen eine Erziehung der Phagocyten zur Folge hat, welche die negative in eine positive Chemotaxis umwandelt.

Um diese Frage klarzustellen, wurden einige Ratten nach den Angaben von Sawtchenko¹⁾ gegen Milzbrand immunisiert.

2 Ratten wurden sodann mit einer Dosis einer virulenten Milzbrandkultur geimpft, welche für das Kontrolltier den Tod in 30^h zur Folge hatte. Doch zeigten die immunisierten Tiere hinsichtlich des Verhaltens der Peritonealflüssigkeit das gleiche Verhalten wie das Kontrolltier. Auch bei ihnen waren die

¹⁾ Sawtchenko, Contribution à l'étude de l'immunité, Annales de l'Institut Pasteur 1897, Bd. 11.

Mastzellen aus der Peritonealflüssigkeit, als dieselbe nach 30^h nachgesehen wurde, so gut wie verschwunden.

Es scheint hieraus hervorzugehen, daß die Mastzellen gegen die Milzbrandbazillen noch weit empfindlicher sind, als die Phagocyten, da sie zu einer Zeit noch negative Chemotaxis ihnen gegenüber zeigen, wo die Phagocyten sich ihnen bereits angepaßt und die negative in positive Chemotaxis umgewandelt haben.

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen glaube ich in folgende Schlußfolgerungen zusammenfassen zu dürfen:

1. Wie die Phagocyten, so zeigen bei der Ratte auch die Mastzellen der Peritonealflüssigkeit allen Bakterien und Toxinen gegenüber, welche für die Tierspezies virulent sind, eine ausgesprochen negative Chemotaxis.

2. Diese negative Chemotaxis läßt sich nicht beobachten, wenn es sich um Mikroben und Toxine handelt, gegen welche der Organismus refraktär ist.

3. Die negative Chemotaxis äußert sich in der Weise, daß die Mastzellen aus der Peritonealflüssigkeit in das Gewebe des Mesenteriums und Netzes auswandern.

4. Die Mastzellen sind empfindlichere Zellen als die Phagocyten. Sie zeigen noch negative Chemotaxis gegen Mikroorganismen, gegen welche der Organismus zwar ursprünglich empfindlich, gegen welche er aber immunisiert ist und denen gegenüber die Phagocyten bereits ausgesprochen positive Chemotaxis zeigen.

Zum Schlusse ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Metschnikoff für die Anregung zu dieser Arbeit und die Liebenswürdigkeit, meine Versuche zu überwachen und durch seinen Rat zu fördern, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.
