

Check/ Add

Glaser

Zbl. Bakt. Hyg., I. Abt. Orig. A 221, 367-375 (1972)

367-395

① Aus dem Robert Koch Institut, Berlin (West) / WÄGER J 5

N4357

Versuche über den Einfluß elektromagnetischer Wellen auf die Reaktionsfähigkeit von Zellen und Geweben I.-IV. Mitteilung

Experiments on the Effect of Electro-magnetic Waves on the Reactivity of Cells and Tissues. BEHAVIOR OF LEUCOCYTES IN AN ENVIRONMENT IRRADIATED WITH INFRA-RED RAYS

① G. HENNEBERG, H. BOROWSKI, S. HELLER, K.-D. LISCHKA und H. JORDANSKI

Abstract

An attempt is made to evaluate the direct or indirect effect of infrared rays and of cm-waves on the reactivity of cells and tissues, within the framework of bio-climatology.

The results of experiments reported in four communications:

- I. Behaviour of leucocytes in an environment irradiated with infra-red rays
II. Effect of an environment irradiated with infra-red rays on the readiness of macrophages for phagocytosis
III. Effect of irradiation with red light and microwaves on pinocytosis in FL cell cultures
IV. Effect of irradiation with red light and microwaves on the reactivity of the chorioallantoic membrane

will permit, in experiments which are in progress already, to examine the reaction of viruses with cells, i.e. their infectivity, in an irradiated environment.

Communication I

The experimental set-up for measuring the migration and the rate of phagocytosis of leucocytes in an infra-red irradiated and a non-irradiated environment is discussed. Control leucocytes (from one person per experiment) had, in a non-irradiated environment, variable speed of migration observable in the majority of cells. Leucocytes in an infra-red irradiated environment showed, compared with the controls, an increase in amoeboid mobility.

Also the rate of phagocytosis (12 different persons in the experiment) was increased in the irradiated environment (with one exception).

Communication II

The effect of infra-red irradiated water on the readiness of macrophages for phagocytosis was investigated (Model: NaCl-Indian ink suspension in the peritoneal cavity of the mouse). Macrophages in the irradiated environment showed, compared with the control, a much higher phagocytosis index. This effect could be cancelled by freezing the Indian ink suspension after irradiation.

Communication III

The effect on cell cultures of irradiation with rays of wave-length lambda = 1-2 micrometers (red light) and lambda = 1,4 cm (microwave) is recorded. The cells were grown on foil and fed with

Indian ink irradiated with infra-red rays and/or microwaves; this was followed by direct irradiation of some of the cultures. The uptake of Indian ink particles was then recorded. Irradiation of the Indian ink with red light, followed by that of the cells with cm waves, yielded the highest number of cells which had taken up Indian ink. The difference between this group and the unirradiated control was statistically significant.

#### *Communication IV*

Using as a model the chorio-allantoic membrane of chicken embryos 10-11 days old, the effect of Indian ink irradiated with red light on tissue irradiated with cm waves, was studied. The membranes were processed 48-72, resp. 1-24 hours later. Three to six hours after the start of the experiment, the increase in the number of eosinophils and their location along the walls of the centrifugal vessels was striking. In some experiments it was possible to conclude, with due caution, that the irradiation acted as an additional stimulus for the pouring out of eosinophils.

## **I. Mitteilung: Verhalten der Leukocyten in infrarotbestrahltem Milieu<sup>1</sup>**

### **I. Communication: The Behaviour of Leucocytes in an Environment Irradiated with Infra-red Rays**

K.-D. LISCHKA

Eingegangen am 1. November 1971

#### **Zusammenfassung**

Über die Möglichkeit zur Beobachtung von Leukocytenfunktionen wird berichtet, und eine Versuchsanordnung zur Messung der Wanderungsgeschwindigkeit und Phagocytoserate von Leukocyten wird besprochen. Die Experimente mit Leukocyten in unbestrahltem und infrarotbestrahltem Milieu wurden in Anlehnung an Versuche von BALLOWITZ u. SCHÄFER durchgeführt, um Veränderungen der Leukocytenfunktionen festzustellen.

Leukocyten einer Versuchsperson wurden nach Zugabe von infrarotbestrahlter physiologischer Kochsalzlösung oder nach Direktbestrahlung auf ihre Wanderungsgeschwindigkeit beobachtet. Im Anschluß an diese Versuchsreihe wurde die Phagocytosefähigkeit von Leukocyten verschiedener Versuchspersonen im infrarot-beeinflußten Milieu betrachtet.

Kontroll-Leukocyten hatten auch im unbestrahlten Milieu eine wechselnde Wanderungsgeschwindigkeit. Dies konnte an der Mehrzahl der beobachtenden Zellen wahrgenommen werden, so daß zu folgern ist, daß Leukocyten eines Individuums zu verschiedenen Zeiten entweder eine gesteigerte oder verlangsamte amöboide Beweglichkeit besitzen.

Bei Leukocyten im infrarotbestrahlten Milieu konnte ein zum Kontrollversuch differierendes Verhalten registriert werden, die amöboide Beweglichkeit war im bestrahlten Milieu gesteigert. Eine Verzögerung in der Wanderungsgeschwindigkeit verglichen zum Verhalten der Kontroll-Leukocyten wurde nicht beobachtet.

<sup>1</sup> Auszug aus einer Dissertation der Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin, 1967.

Ein Vergleich mit Wetterabläufen (Kalt- und Warmfrontenwechsel) läßt eine Abhängigkeit des Verhaltens von Leukocyten vermuten, zumindest nicht ausschließen. Gleichzeitig mit einem Wechsel der Wetterfronten scheinen Leukocyten im bestrahlten Milieu mit einer Steigerung der Wanderungsgeschwindigkeit zu reagieren.

Die Phagocytoseversuche zeigten in ihrer Gesamtheit (bis auf eine Ausnahme) eine in Prozentanteilen ausdrückbare Steigerung der Phagocytosebereitschaft im infrarotbestrahlten Milieu.

Bei der Untersuchung der Milieuabhängigkeit des Verhaltens der Leukocyten, sich amöboid zu bewegen und zu phagocytieren, wesentliche Faktoren in der Infektionsabwehr, zeigten sich diese Eigenschaften als sehr gut meßbar und für spezielle Untersuchungen einfach nutzbar.

BALLOWITZ und SCHÄFER konnten unter Berücksichtigung der Arbeiten von BERTHRONG und CLUFF, MARTIN, PIERCE, MIDDLEBROCK u. DUBOS zeigen, daß Bakterien und deren Stoffwechselprodukte eine Hemmung in der amöboiden Wanderungsfähigkeit der Leukocyten bedingen können. Weiterhin wies BALLOWITZ nach, daß eine u. a. durch Staphylokokken hervorgerufene deutliche Verzögerung der Wanderungsgeschwindigkeit durch Antibiotika, aber nicht durch Sulfonamide aufgehoben werden kann.

JUNG und HANKS konnten eine Abhängigkeit der Phagocytosefähigkeit von der Keim- resp. Leukocytenkonzentration in dem Sinne erkennen, daß bei einer konstanten Anzahl von Keimen durch einen Anstieg der Leukocytenzahl eine Abnahme in der Häufigkeit der Phagocytose (JUNG) bedingt war; dabei phagocytierte der einzelne Leukocyt weniger Keime (HANKS).

Die Phagocytose läßt sich im Versuch durch verschiedene Größen charakterisieren:

Unter „Effekt eines Phagocytosesystems“ wird ein Wert verstanden, der aus dem prozentualen Anteil von phagocytierten zu nicht phagocytierten Keimen resultiert. Dieser Effekt wird größer, wenn bei konstanter Keimzahl die Zahl der Leukocyten steigt (HANKS).

Mit dem „Phagocytenindex“ (WRIGHT) wird die durchschnittliche, von einem Leukocyten aufgenommene Anzahl von Keimen resp. Partikeln angegeben. Steigende Keimzahl bewirkt bei gleichbleibender Leukocytenzahl einen linearen Anstieg der pro Leukocyt aufgenommenen Keime.

Die „Phagocytoserate“ gibt den Prozentanteil von Leukocyten an, die phagocytiert haben. Nach HAMBURGER verweisen sich bei längerer Bebrütungsdauer die Differenzen in der Zahl der Zellen, bei denen eine Keimphagocytose stattgefunden hat.

Wanderungsfähigkeit und Phagocytosefähigkeit sind veränderliche Funktionen, die von äußeren Faktoren abhängig sein können. Bei Untersuchungen der Leukocytenfunktionen sowohl gesunder wie auch kranker Kinder konnte gezeigt werden, daß die Lebensäußerungen der weißen Blutzellen verschiedener Menschen deutliche Unterschiede erkennen ließen. Variationen lassen sich auf Lebensalter, auf konstitutionelle Abweichungen und nervöse Einflüsse beziehen (BALLOWITZ).

Bei Infektionskrankheiten wird eine Wirkung der Erreger auf die Funktionen der Leukocyten in vitro festgestellt, die sich z. T. durch Antibiotikazusatz beeinflussen lassen (BALLOWITZ).

Es war zu untersuchen, ob Leukocyten auf Einflüsse von Infrarotstrahlen mit dem Wellenbereich von  $1-2 \mu$  mit einer Änderung ihrer Bewegungs- und Phagocytosefunktion reagieren.

### Material und Methoden

Die Wanderungsgeschwindigkeit der Leukocyten wurde nach der von MARTIN, PIERCE, MIDDLEBROCK, DUBOS, BALLOWITZ angegebenen Versuchsordnung untersucht.

Um eine gewisse Konstanz der Wanderungsaktivität zu erreichen (BALLOWITZ und SCHÄ-

FER), wurden die Leukocyten für den Versuchsansatz und die Kontrollen zur Bestimmung der Wanderungsgeschwindigkeit immer von ein und derselben gesunden Versuchsperson, die noch nüchtern war, gewonnen.

Die Versuche wurden immer um 9.45 Uhr angesetzt, um mögliche tageszeitliche Schwankungen (PICCARDI) auszuschließen und um später rückschauend Wetterdienstmeldungen gegebenenfalls in zeitliche Beziehungen setzen zu können.

1 ml Heparin mit physiologischer NaCl-Lösung verdünnt, wurde mit 4 ml Blut versetzt, so daß das Blut-Heparin-NaCl-Gemisch eine Heparinkonzentration von 1:12000 hatte. (Ein ml Liquemin-Roche enthält 5000 IE = 50 mg Heparin). Bei dieser Heparinkonzentration 1:12000 tritt frühestens eine Gerinnung ein, wenn die Objektträgerkammern verschlossen worden sind.

Die *Objektträgerkammern* wurden nach der von BERTHTRONG and CLUFF veröffentlichten Modifikation aus einem U-förmigen Parafilm, der bei 80°C zwischen Objektträger und Deckglas geklebt worden war, angefertigt: eine 0,1 mm starke Weich-PVC-Folie der Firma Rehau-Plastics GmbH Rehau/Bayern wird zwischen Objektträger und Deckglas gelegt. Die Größe von PVC-Folie und Deckglas beträgt 25 × 40 mm. Mit einem heißen Bügeleisen wird das Deckglas auf den Objektträger angedrückt: die Folie schmilzt und klebt so zwischen Deckglas und Objektträger fest. Da die Folie die bei hoher Temperatur angenommene Form auch nach dem Erkalten beibehält, kann die Kammer bei trockener Hitze von 180°C keimfrei gemacht werden.

*Füllen der Kammern:* Das zu untersuchende Blut-Heparin-NaCl-Gemisch wird mittels einer Pipette in die Objektträgerkammern gefüllt, so daß eine vollständige Füllung gesichert ist. Ist das Blut in den kapillaren Spalt in die Kammer eingesogen, wird das Präparat in weite, mit eiskalter physiologischer NaCl gefüllte Zentrifugengläser eingestellt. Bei Temperaturen um 4°C setzen sich die Leukocyten nicht an der Glaswand fest. Durch 5 Minuten dauerndes Zentrifugieren bei 1500–2000 U/min. setzen sich die Leukocyten gegen das Blutplasma und die Erythrocyten als Saum ab. Die Wanderungsgeschwindigkeit der aus dem Saum auswandernden Leukocyten kann gemessen werden.

Die Kammern werden mit einem Gemisch aus Vaseline und Paraffin verschlossen.

Die *Bestrahlung* erfolgte mit dem Osram-Siccatherm-Infrarot-Strahler, Typ SL/r 250 W (= 1–2  $\mu$ ) als Energiequelle aus 10 cm Abstand für eine Dauer von 5 Minuten. Um das Reagenzglas, in dem sich die zu bestrahlenden Flüssigkeiten befanden, wurde in der ganzen Höhe des Glases ein Mantel von Eiswürfeln gelegt, um eine Erwärmung über 37°C zu verhindern. Die übrige Oberfläche wurde gegen die Strahlen mit einem für die Reagenzglasöffnung ausgeschnittenen Blech abgedeckt. Während der Bestrahlung wurde das Reagenzglas jede Minute kurz aufgeschüttelt.

*Messung der Wanderungsgeschwindigkeit der Leukocyten* (COMMANDON, v. PHILIPSBORN, FÜHRUS und SEITZ)

Die Bewegung einer einzelnen Zelle wurde jeweils über einen Zeitraum von 2 Minuten verfolgt, dazu wurde ein Okularmikrometer mit einer Einteilung von  $\frac{1}{10}$  mm benutzt, Okular 8 ×, Objektiv 100 ×. Da der Zeitraum einer Einzelmessung immer konstant 2 Minuten betrug, kann die Geschwindigkeit auch in Skaleneinteilungen angegeben werden. Ein Skalenanteil beträgt somit 8  $\mu$ : Eine Änderung der Strecke zeigt also auch gleichzeitig eine Änderung der Geschwindigkeit an. Von den gemessenen Strecken wurde immer nur die Strecke desjenigen Leukocyten verwendet, der sich 2 Minuten lang in Bewegung befand.

1 ml Heparinblut wird mit 1 ml vor dem Versuch bestrahlter physiologischer NaCl-Lösung gemischt und in die Kammern gefüllt (Versuchsgruppe A).

1 ml Heparinblut wird bestrahlt und mit 1 ml einer unbestrahlten physiologischen NaCl-Lösung versetzt (Versuchsgruppe B).

Ein Gemisch von 1 ml Heparinblut und 1 ml unbestrahlter physiologischer NaCl-Lösung wird hergestellt und die darin enthaltenen Leukocyten werden beobachtet (Kontrolle).

*Messung der Phagocytose*

Blut von verschiedenen Individuen wurde zur Gerinnungshemmung mit Heparin versetzt (s. o.).

1 ml Heparinblut wird mit 1 ml einer, vorher aus 10 cm Abstand 5 min. lang bestrahlten, physiologischen NaCl-Lösung gemischt (Versuchsgruppe A').

1 ml bestrahltes Heparinblut und 1 ml einer unbestrahlten physiologischen NaCl-Lösung (Versuchsgruppe B').

1 ml Heparinblut mit 1 ml physiologische NaCl-Lösung (Kontrolle).

Jede Versuchsgruppe wurde mit *Staphylokokken*, Stamm SG 511, beimpft.

Der Stamm wurde 24 Std. vor dem Versuch von der Blutplatte auf 15 ml Bouillon überimpft. Unmittelbar vor dem Versuch wurde die 24-Stunden-Bouillon mit physiologischer Kochsalzlösung um das 30fache verdünnt (v. Kress).

1 ml Heparinblut-NaCl-Lösung und 1 ml der verdünnten Keimlösung wurden miteinander vermischt und 4 Std. lang bei 37°C bebrütet. Danach wurde das Röhrchen eine Minute lang geschüttelt und ein Ausstrich auf einem Objektträger angefertigt, der nach PAPPENHEIM mit MAY-GRÜNWARD-GIEMSA-Lösung gefärbt wurde. Je 100 Leukocyten wurden ausgezählt, der Phagocytoseindex (WRIGHT) und die Phagocytoserate (HAMBURGER) wurden bestimmt.

**Versuchsergebnisse**

Ia. Die *Wanderungsgeschwindigkeit* der Leukocyten im *unbestrahlten Milieu* (Kontrollen): (Beispiel eines Versuchsprotokolls in den Tabellen 1a und b)

Aufgrund der Beobachtungen in 9 Versuchsansätzen (Tab. 2) mit 135 Einzelmessungen kann eine durchschnittliche Wanderungsgeschwindigkeit von  $64 \mu/2 \text{ min.}$  berechnet werden, d. h. ein Leukocyt legt  $32 \mu/\text{min.}$  in vitro zurück. Dabei konnten einmal ein Extremwert von  $60 \mu/\text{min.}$  als obere Geschwindigkeitsgrenze und mehr-

Tabelle 1a. Protokoll der Versuchsgruppen A und des Kontrollansatzes zur Messung der Wanderungsgeschwindigkeit ( $\mu/\text{Min.}$ ) von Leukocyten im infrarotbestrahlten Milieu (18. 6.)

Zeit	Kontrolle	A	B
10.00	28	28	30
	52	56	60
	48	60	44
	40	44	38
	36	54	52
11.30	34	128	108
	56	108	96
	44	104	102
	56	118	102
	28	116	110
16.00	60	104	96
	36	116	98
	42	120	104
	48	96	92
	52	120	

mals  $10\mu/\text{min.}$  als untere Geschwindigkeitsgrenze gemessen werden. Einzelne Leukocyten zeigten kaum noch meßbare Werte ( $1-2\mu$ ).

Tabelle 1 b

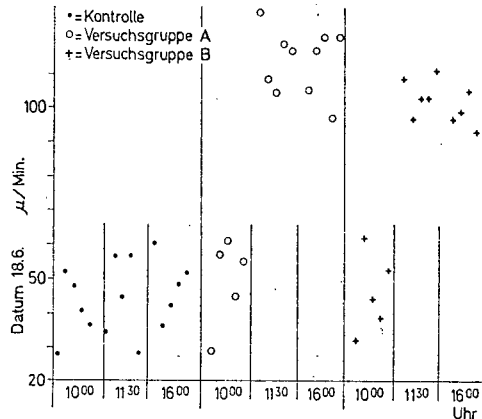


Tabelle 2. Protokoll der Versuchsgruppen A und B zur Messung der Wanderungsgeschwindigkeit von Leukocyten im infrarotbestrahlten Milieu.

Datum des Versuchsansatzes	Kontrolle	A	B
15.6.	25-34	28- 34	30- 35
16.6.	32-40	30- 40	32- 28
17.6.	20-34	25- 34	25- 32
18.6.	28-60	96-128	92-110
22.6.	30-40	30- 45	30- 32
23.6.	28-35	30- 40	26- 34
24.6.	30-35	40- 50	36- 48
26.6.	24-35	24- 34	25- 35
30.6.	30-35	40- 50	15- 25

Die Messungen erfolgten 4 Stunden nach Bestrahlung in  $\mu/\text{Min.}$

Bei Kontrollen mit extremer Wanderungsgeschwindigkeit, sei sie maximal oder auch minimal, erreichten nicht nur vereinzelt Zellen derartige Werte, sondern der Durchschnitt der Leukocyten bewegte sich dann mit ähnlicher Geschwindigkeit. Je höher die durchschnittliche Wanderungsgeschwindigkeit der Leukocyten war, desto mehr Zellen bewegten sich über eine Zeit von 30 min. gleichzeitig in einem Gesichtsfeld.

Die Art der Bewegung der Leukocyten im unbestrahlten Milieu: Die Bewegungsabläufe entsprachen den von v. PHILIPSBORN, FÜHRUS u. SEITZ angegebenen Beobachtungen; sie waren ruckartig, nicht fließend, da zunächst ein Protoplasmafortsatz ausgestreckt wurde, an dem sich der übrige Zelleib „nachzog“. Im Protoplasma las-

sen. sich verschiedene Strömungsrichtungen an den bewegten feinen Granula erkennen. Die Länge eines Protoplasmafortsatzes kann bis zu  $20 \mu$  betragen. Zellen, die nur eine relativ geringe Beweglichkeit zeigen, scheinen auch nur kurze Pseudopodien zu haben, an denen sie ruckartig ihren gesamten Zelleib nachziehen. Dann kann die Zeit zwischen zwei Bewegungsabläufen bis zu 10 min. und mehr betragen.

Ib. Die *Wanderungsgeschwindigkeit* der Leukocyten im *bestrahlten Milieu*: (Beispiel eines Versuchsprotokolls in den Tabellen Ia und b)

In ca. 18 von 45 Versuchen, die unter den Gruppen A und B beobachtet wurden, gab es gegenüber den Leukocyten in den Kontrollen deutliche Unterschiede der Wanderungsgeschwindigkeit, die auch noch nach 4 Stunden oder in mehreren Fällen nach 6 Stunden beobachtet werden konnten (vgl. Tab. 3). In diesen von der Kontrolle differierenden Versuchen legten die Leukocyten im Durchschnitt eine Strecke von  $72 \mu/\text{min.}$  zurück. Durch diesen Wert ist nicht ausgedrückt, daß im einzelnen Versuch die Leistungssteigerung gegenüber den Kontrollen bis um etwa das Doppelte und vereinzelt noch mehr betrug. Die schnellste gemessene Wanderungsgeschwindigkeit betrug  $128 \mu/\text{min.}$ , die Leukocyten der Kontrollen dieser Versuchsgruppe zeigten eine Durchschnittsgeschwindigkeit von  $50 \mu/\text{min.}$

Tabelle 3. Protokoll der Tage, an denen eine deutliche Differenz zwischen Kontrolle und Versuchen A und B bestand.

Datum des Versuchsansatzes	Wetterfront		Kontrolle	A	B
18. 6.	W 17. 6.	22.00	28-60	96-128	92-110
22. 6.	—	—	30-40	30- 46	30- 42
24. 6.	K 23. 6.	4.00	30-35	40- 50	36- 48
30. 6.	W 29. 6.	22.00	30-35	40- 50	15- 25
9. 7.	K 8. 7.	22.00	35-40	50- 60	
14. 7.	K 14. 7.	7.00	30-35	40- 45	36- 42
15. 7.	W 15. 7.	7.00	10-15	30- 45	30- 45
21. 7.	W 21. 7.	1.00	40-45	70- 80	62- 84
24. 7.	—	—	40-45	84-100	74- 82

Wechsel der Wetterfronten: W = Warmfront, K = Kaltfront

Die Werte wurden 4 Stunden nach Versuchsbeginn in  $\mu/\text{Min.}$  ermittelt.

Ähnlich wie bei den Leukocyten mit höherer Wanderungsgeschwindigkeit in den Kontrollen folgten auch hier die Bewegungsabläufe einer einzelnen Zelle dicht aufeinander. Die Ruhepausen betragen 1-3 Minuten.

Ein Vergleich der Versuchsgruppen A und B zueinander zeigt in diesen Fällen, daß die Bestrahlung der NaCl-Lösung (A) eine etwas schnellere Wanderungsgeschwindigkeit als die direkte Bestrahlung des Blutheparingsmisches auslöst.

In 27 Versuchsansätzen ließen sich gegenüber den Kontrollen keine oder nur sehr geringe Differenzen der Wanderungsgeschwindigkeit der Leukocyten erkennen.

Das morphologische Verhalten der Leukocyten, die eine gesteigerte Wanderungsgeschwindigkeit gegenüber den Kontrollzellen zeigten, war dadurch auffällig, daß

ihre Bewegungsabläufe nicht so ruckartig sondern fließender waren. Pseudopodien wurden gleichzeitig in 2 oder 3 Richtungen ausgestreckt, wobei sie um ein Drittel länger sein konnten als die Pseudopodien der Leukocyten in den Kontrollen.

Im Beginn eines Scheinfußlaufes nachgeholt es so, als würde der Zelleib in das zuerst ausgestreckte Scheinfußschen nachgeholt, bis er dann ruckartig in seiner ganzen Masse in ein anderes „einflöß“.

Bei den Versuchen, in denen kein Abweichen vom Verhalten der Kontrolleukocyten festgestellt wurde, waren auch keine strukturellen Unterschiede zu erkennen.

## II. Der Einfluß von *infrarotbestrahltem Milieu* auf die *Phagocytoserate* der Leukocyten: (s. Tab. 4)

Wie BALLOWITZ nachgewiesen hatte, lag in den Kontrollversuchen die Phagocytoserate, d.h. der Prozentanteil der Leukocyten, die phagocytiert hatten, bei der hier geübten Röhrenmethode sehr viel niedriger als bei dem Objektträger-Deckglasverfahren, doch sollte der Einfluß der amöboiden Beweglichkeit weitgehend ausgeschaltet werden. Es wurde eine durchschnittliche Phagocytoserate von 17% ermittelt, wobei die geringste Rate bei 7%, die höchste bei 67% lag.

Tabelle 4. Phagocytoserate von Leukocyten 12 verschiedener Versuchspersonen im infrarotbestrahlten Milieu.

Datum	Kontrolle	A	B
27. 10.	10,4	35,0 (+ 24,6)	32,0 (+ 21,6)
	10,8	29,8 (+ 19,0)	26,2 (+ 15,4)
	45,0	58,6 (+ 13,6)	61,2 (+ 16,2)
28. 10.	7,0	13,2 (+ 5,2)	6,8 (- 0,2)
	14,8	19,5 (+ 4,7)	20,2 (+ 5,4)
	67,0	58,1 (- 8,9)	50,0 (- 17,0)
29. 10.	7,0	7,1 (+ 0,1)	11,2 (+ 4,2)
	15,7	34,0 (+ 18,3)	11,3 (- 4,4)
	21,0	41,0 (+ 20,0)	35,1 (+ 14,1)
30. 10.	18,5	20,0 (+ 1,5)	18,2 (- 0,3)
	19,2	37,7 (+ 18,5)	33,9 (+ 13,7)
	19,6	39,2 (+ 19,6)	33,2 (+ 13,6)

Die Zahlen bedeuten den Prozentsatz der Leukocyten, die phagocytiert hatten.

Die Werte in Klammern geben die Differenz zwischen Kontrolle und Versuchsgruppe A und B an.

Im Durchschnitt lagen die Werte bei den Gruppen A und B (bestrahlt) höher, und zwar betrug die Steigerung in 4 Versuchen der Gruppe A Werte zwischen 0,1 und 5,2, in einem Fall 13,6, in 4 Versuchen eine gesteigerte Phagocytoserate zwischen 18,3 und 19,6 und in 2 Versuchen zwischen 20 und 24,6% Steigerung.

In einem Versuch wurde eine geringere Phagocytoserate (Gruppe A: -8,8%) im Vergleich zur Kontrolle beobachtet. Es handelt sich um das Blut eines Patienten mit Lebercirrhose.



## Diskussion der Ergebnisse

Aus den Versuchsergebnissen ist zu entnehmen, daß die Leukocyten derselben Versuchsperson sich an verschiedenen Tagen mit unterschiedlicher Wanderungsgeschwindigkeit bewegen und sich an manchen Tagen im infrarotbestrahlten Milieu anders verhalten als die Kontrollzellen. Weiterhin ist die Phagocytosebereitschaft in der gegebenen Versuchsanordnung gering aber doch deutlich geändert.

Die Beobachtungen anderer Autoren wurden bestätigt: Die Leukocyten eines Individuums verhalten sich, was ihre Beweglichkeit angeht, zu einem bestimmten Zeitpunkt relativ gleich (BALLOWITZ u. SCHÄFER). Der Wert der durchschnittlichen Wanderungsgeschwindigkeit liegt um  $10-35 \mu/\text{min}$ . (v. PHILIPSBORN).

An den vorliegenden Ergebnissen ist die Feststellung neu, daß tägliche Schwankungen bei relativ gleichbleibenden Durchschnittswerten feststellbar sind und daß die Schwankungen sich sowohl in Bezug auf die Wanderungsgeschwindigkeit als auch auf die Phagocytoserate durch eine Bestrahlung des Milieus mit infraroten Strahlen verstärken lassen.

Aufgrund bekannter wetterabhängiger Krankheitsabläufe ist unter anderem daran zu denken, ob die hier gemachten Beobachtungen in irgendeinem Zusammenhang mit atmosphärischen Einflüssen stehen. So waren meteorologische Meßergebnisse der Wettervorgänge an den Versuchstagen zu überprüfen, ob evtl. gleichzeitige oder vorzeitige Schwankungen erkennbar waren. Dabei zeigte sich, daß ein Wetterfrontenwechsel mit verändertem Leukocytenverhalten synchron gehen kann. Es scheint weniger von Belang zu sein, ob eine Kalt- oder Warmfront naht. Es kommt allein auf den Wechsel von einer Front zur anderen an. Es hat den Anschein, als sei die Zelle in dieser Zeit des Frontenwechsels weniger gut in der Lage, einen physiologischen „Normwert“ einzuhalten, als sei sie in dieser Zeit empfänglicher für Reize, die sie von außen treffen; dabei scheint das infrarotbestrahlte Milieu eine verstärkende Wirkung auf die Reaktionsabläufe zu haben.

Die Beobachtung, daß bei fast allen Versuchen zur Bestimmung der Phagocytoserate im infrarotbestrahlten Milieu gering erhöhte Werte gemessen wurden, kann vielleicht in ähnlicher Weise gedeutet werden: Die infrarot bedingte „Verzerrung“ (PICCARDI) der Struktur des umgebenen Milieus erleichtert den Leukocyten die Durchführung der ihnen eigenen Reaktionsabläufe.

Die Feststellung einer auffallend hohen Wanderungsgeschwindigkeit bei relativ hoher Geschwindigkeit der Kontrollen ist bemerkenswert, doch ist es schwierig, und wegen des Mangels an entsprechenden Unterlagen auch verfrüht, eine Deutung zu versuchen.

Professor Dr. GEORG HENNEBERG, D-1 Berlin 33 (Dahlem), Wachtelstr. 15

GERMANY

4