

Acta Medica Okayama

Volume 2, Issue 2

1930

Article 5

DEZEMBER 1930

Über den Einfluss der ultravioletten Strahlen auf die Resistenz der roten Blutkörperchen

Taro Yamamoto*

*Okayama University,

Copyright ©1999 OKAYAMA UNIVERSITY MEDICAL SCHOOL. All rights reserved.

Aus der Abteilung für physikalische Therapie, Universitätsklinik
Okayama. (Leiter: A. o. Prof. Dr. K. Kitayama).

Über den Einfluss der ultravioletten Strahlen auf die Resistenz der roten Blutkörperchen.

Von

Tarō Yamamoto.

Eingegangen am 26. Juli 1930.

Sind die biologischen Wirkungen der ultravioletten Strahlen (UVS) auf den Organismus auch schon von verschiedenen Seiten studiert und immer mehr geklärt worden, so herrscht im allgemeinen doch immer noch grosse Unklarheit über sie, und es gibt wohl auch noch manches, was nur auf schwacher experimenteller Grundlage aufgebaut ist. Man kann vom heutigen Standpunkte der Wissenschaft aus auf ungefähr die drei folgenden Möglichkeiten hinweisen: es sind Wirkungen zu verzeichnen 1. unter Vermittlung der in der Haut sich verbreitenden vegetativen Nerven, nämlich im Sinne der Sympathicushypotonie nach *St. Rothmann*¹⁾, 2. durch die an den bestrahlten Stellen zustande kommenden und dann in der Blutbahn zirkulierenden Zersetzungsprodukte, vielleicht histaminähnliche Substanzen (*Cramer*²⁾), oder 3. unter Vermittlung der subpapillären Kapillaren in der Haut, in denen nach *Schubert*³⁾ die UVS eindringen, dann resorbiert und weiter transportiert werden sollen. Für die letzte Annahme interessiere ich mich besonders, da *Koepppe*⁴⁾ und seine Mitarbeiter nachgewiesen haben wollen, dass die UVS mit den Erythrozyten, vorzüglich mit ihren Hüllen, starke Affinität haben, obwohl sie doch nur Photohämolyse beobachtet haben. In dieser Mitteilung möchte ich ihre Experimente einmal von anderer Seite nachprüfen und unter Umständen zugleich zur Frage der Verstärkung der Resistenz der Blutzellen einen Beitrag liefern.

Versuch 1.

Methodik: Als Lichtquelle bediente ich mich der *Bachschen* künstlichen Höhensonne (Hanovia, Wechsel-Strom 110 V., 5 Ampère). Als Untersuchungsmaterial wurden 10 cc Menschenblut aus der Kubitalvene mit oder ohne Natriumoxalat in ein Spitzglas entnommen, dann mittels einer 0.9%igen Kochsalzlösung 3 mal gewaschen, darauf mit derselben Lösung auf das 3-fache verdünnt. Von dieser Emulsion wurden je 3 cc in eine Schale von 6 cm Durchmesser gebracht und im

Dunkelzimmer in einem Abstand von 30 cm 20 Minuten lang (ca. 2 HSE nach Keller) bestrahlt; darauf wurde jede Portion aus den Schalen in Reagenzgläser gefüllt und zentrifugiert; dann wurde die obere Schicht vorsichtig mit blossem Auge beobachtet oder ein Tropfen von jedem Glase entnommen und unter dem Mikroskope genau untersucht. Dabei konnte ich jedoch weder Zeichen der Hämolyse noch eine Braunfärbung feststellen, und da diese physikalische Dose nicht so schwach ist wie eine therapeutische, so kann ich nicht ohne weiteres annehmen, dass mit dieser gewöhnlichen Dosis eine hämolytische Wirkung im bestrahlten Körper erreicht wird. Um wieviel mehr müssen aber die UVS in ihrer Wirkung beeinträchtigt werden, da sie bei der Therapie nicht direkt wirken, sondern noch die Epidermis passieren müssen.

An die weiteren Versuche ging ich, um zu erforschen, ob die bestrahlten roten Blutkörperchen in ihrer Qualität etwaige Veränderungen erleiden. Zu diesem Zwecke habe ich die Resistenz der vorbehandelten Erythrozyten gegen verschieden tonische Kochsalzlösungen, eventuell auch gegen Saponinlösung, geprüft.

Versuch 2. (Hierzu Tabelle 1.)

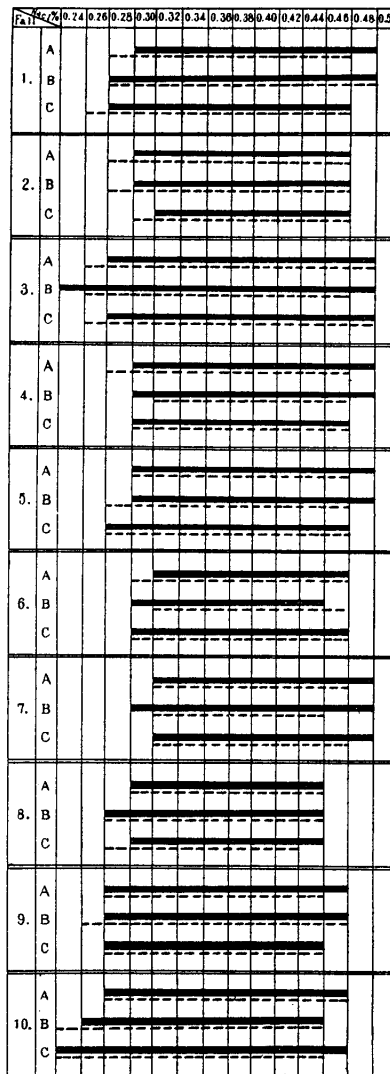
Als Prüfungsmethode habe ich im Grunde die *Hamburger-Limbeck-* Methode angewandt, nur vorher mit Kochsalzlösung gewaschen, dann kurz nach der Bestrahlung (2 HSE) je einen Tropfen in die schon vorbereiteten verschieden tonischen Kochsalzlösungen abpipettiert und nach 18-stündigem Stehn im Versuchszimmer (25°C) untersucht. Als Kontrolle gegen die Wärmestrahlen legte ich andere Serien in den Brutschrank bei der Temperatur, die gerade unter dem Brenner nach 20 Minuten langer Bestrahlung herrscht und 32°C beträgt, wenn auch im allgemeinen die Strahlenhämolyse, wie Koepppe meint, erst bei 67–68°C einzutreten pflegt.

Wie die Tabelle 1 (Rubriken B) zeigt, verstärkt sich die maximale Resistenz in 6 (Fall 1, 3, 6, 7, 8 und 10) von 10 Fällen um eine Kolonne, nämlich um 0.02%, und die minimale zeigt nur in 2 Fällen (Fall 6 und 10) eine ebenso unbedeutende Verstärkung, was man jedoch als Fehlergrenze betrachten kann. Dieses Versuchsergebnis steht nun im Gegensatz zu der Behauptung, dass die roten Blutkörperchen unter der Einwirkung der KHS leicht zerstörbar seien.

Wird die Resistenzprüfung nicht nur nach der Bestrahlung („indirekt“), wie sie oben vorgenommen wurde, sondern auch während der Bestrahlung („direkt“) angestellt, so ergibt sich doch, wie in der Tabelle 1 (Rubriken C) angegeben, dass die maximale wie die minimale Resistenz sich hier auch in ganz unbedeutendem Masse vermehrt, oder besser, dass die Schwankung innerhalb der Fehlergrenze bleibt.

Strahlen auf die Resistenz der roten Blutkörperchen.

Fall 1.

Bemerkungen:

- A Kontrolle
 B „Indirekt“
 C „Direkt“
 — ohne Zusatz von Effloreszenz
 - - - mit Zusatz von Effloreszenz

Weiter habe ich Untersuchungen nach Zusatz von Effloreszenzpulver vorgenommen in der Annahme, dass hierbei die Resistenzänderung deutlicher auftreten könnte, da es eine schon allbekannte Tatsache ist, dass unter Umständen die UVS durch die fluoreszierende Substanz sensibilisiert werden, wie es z. B. beim *Scharaff-Sachsschen* Versuche⁵⁾ der Fall ist. Unser Versuch wurde im wesentlichen wie gewöhnlich vorgenommen, nur mit dem Unterschiede, dass die Erythrozyten-Emulsion vor der Bestrahlung mit dem Pulver vermischt wurde. Die Resultate zeigten jedoch keine nennenswerten Unterschiede gegenüber denen ohne Effloreszenz, wie dies aus allen punktierten Linien der Tabelle 1 hervorgeht, obwohl man dort eher eine Neigung zur Ver-

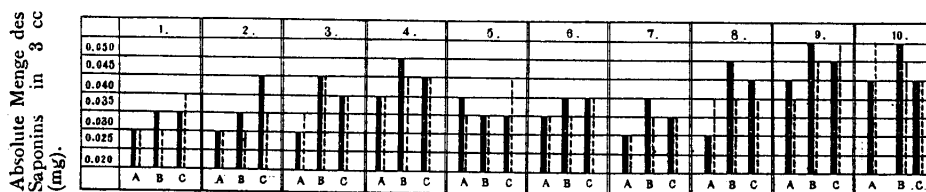
stärkung, wenigstens keine Verminderung der Resistenz durch die Bestrahlung feststellen könnte. Dieses Verhältnis liegt den weiteren Versuchen zu Grunde.

Bevor ich zu den nächsten Versuchen übergehe, seien mir einige Bemerkungen darüber gestattet, weshalb ich mich für die nachfolgenden Experimente interessierte. Wie schon durch umfangreiche Arbeiten nachgewiesen, besteht einerseits die Hülle der Erythrozyten höchstwahrscheinlich aus lipoiden Substanzen wie Cholesterin und Lecithin; andererseits ist neuerdings die Beziehung zwischen Sterinen und UVS, besonders auf dem Gebiete der Vitaminlehre, insofern als die Strahlen die Provitamine aktivieren und so Vitamine gebildet werden, und ferner die Tatsache, dass das Fett nach der Bestrahlung Photoaktivität bekommt, festgestellt worden. Ferner ist die hämolytische Funktion des Saponins seit *Ransom*⁶⁾ schon allbekannt. Betrachtet man die oben skizzierten Ergebnisse zusammen mit der schon oben erwähnten Theorie *Koeppes*, dann vermöchte man leicht zu der Vermutung zu kommen, dass die unbestrahlten und die bestrahlten roten Blutkörperchen gegen verschieden tonische Saponinlösungen in keinem gleichen Verhältnisse stehen können. Das ist ja auch ein Grund dafür, dass ich weitere Versuche anstellte, indem ich zugleich die Resistenzprüfung vornahm.

Versuch 3. (Hierzu Tabelle 2)

Zur Technik: Zur Herstellung der, wie in Tabelle 2 angegeben, verschiedene Mengen Saponins (0.02 bis 0.05 mg in 2 cc) enthaltenden Röhrchenreihe bediente man sich einer 0.5%igen, in 0.9%iger Kochsalzlösung gelösten Stammlösung Saponins-Merck. Die weiteren Ausführungen sind analog denen bei der Kochsalzlösung.

Fall 2.



- A Kontrolle
 B „Indirekt“
 C „Direkt“
 — ohne Zusatz von Effloreszenz
 ---- mit Zusatz von Effloreszenz

Betrachtet man die Tabelle 2, so fällt einem im Gegensatz zum vorigen Versuche auf, dass sich in den meisten Fällen, nämlich bei 9

oder 8 unter 10 Fällen, eine ausgesprochene Erhöhung der Resistenz zeigt: in Kolonnen B („indirekt“) um eine Stufe bei 3 Fällen, um zwei Stufen bei 4 Fällen, um mehr als 3 Stufen bei 2 Fällen, in Kolonnen C („direkt“) um eine Stufe bei 5 Fällen, um zwei Stufen bei einem Falle, um mehr als 3 Stufen bei 2 Fällen. Auch bei diesem Versuche war die Wirkung der Effloreszenz nicht so auffallend.

Wenn man die Resultate der beiden experimentellen Versuche vergleichend betrachtet, also die Erhöhung der Resistenz gegen Saponin, das nach *Ransom* mit dem die Erythrozyten umgebenden Lipoidkörper in inniger Beziehung steht, und die nicht so deutlich ausgeprägte Änderung der Resistenz gegen Kochsalzlösungen berücksichtigt, dann könnte man vielleicht in dieser Tatsache einen Beweis für die Richtigkeit der Theorie *Koeppes* finden, nach der die KHS in diesen Lipoidhüllen adsorbiert werden sollen. Nun komme ich zu der weiteren Frage, warum die schon bestrahlten Erythrozyten eine solch veränderte Reaktion nur gegen Saponin zeigen. Allerdings ist diese Frage eine sehr schwierige und kann natürlich auf Grund dieser Versuche allein nicht beantwortet werden, jedoch sei mir gestattet, hier darauf hinzuweisen, dass diese Erscheinung insoweit nicht durch eine Schädigung der relativ schwach resistenten Erythrozyten bedingt ist, als es sich um die gewöhnliche Lichtdosis handelt, da hierunter keine Spur von Hämolyse in vitro eingetreten ist. Daher liegt es auf der Hand, dass man hierbei nicht ohne weiteres die Erklärungsweise von *Koeppes* benutzen darf, der behauptet, dass die KHS nur schwach rote Blutkörperchen affizieren, infolge wovon die von der Hämolyse verschont gebliebenen Zellen selber eine erhöhte Resistenz zu zeigen pflegen. Meiner Meinung nach ist aber die Verstärkung der Resistenz nicht eine sekundäre Folge, wie schon oben erwähnt, sondern ist primär und zwar vielleicht durch die biologischen Veränderungen an den Hüllen selbst bedingt.

Das gesamte Ergebnis all dieser Untersuchungen über die Einwirkung der UVS auf die roten Blutkörperchen, besonders auf ihre Resistenz, ist kurz folgendes:

1. Wird Menschenblutemulsion in einer Kochsalzlösung den KHS (2 HSE) ausgesetzt, so tritt unter dieser Dose weder Hämolyse noch Farbumwandlung ein.
2. Durch dieselbe Dose KHS bestrahlte Erythrozyten zeigen eine leichte Resistenzverstärkung gegen verschieden tonische Kochsalzlösungen, doch nicht in hohem Grade; dasselbe zeigt sich auch beim Versuche mit den Zellen, die vorher der Bestrahlung ausgesetzt wurden.
3. Im Gegensatz dazu zeigt sich eine merkwürdige, unbestreitbare Erhöhung der Resistenz gegen Saponin, gleichgültig, ob die Zellen vor oder während der Resistenzprüfung bestrahlt wurden.
4. Diese Wirkung der UVS, die, wie schon von mehreren Autoren

224 T. Yamamoto: Über den Einfluss der ultravioletten Strahlen usw.

betont, der Photohämolyse scheinbar widerspricht, könnte nicht unmittelbar durch die Zerstörung der relativ schwach resistenten Zellen hervorgerufen, sondern durch irgend einen anderen Mechanismus, und zwar vielleicht durch die Permeabilitätsänderung der Zellmembran verursacht werden.

5. Die Wirkung der Sensibilisatoren auf die Resistenzänderung konnte ich im Bereiche dieser Experimente mit Sicherheit nicht nachweisen.

6. Einer Hypothese, nach der die allgemeine Wirkung der KHS nicht anders als eine durch die Spaltungsprodukte der Erythrozyten bedingte Proteinkörpertherapie sein soll, muss insofern widersprochen werden, als es sich um die gewöhnliche therapeutische Dose handelt.

Literatur.

¹ St. Rothmann, z. n. „Bestrahlung mit Quarzlampe“ von Hugo Bach, S. 6, 1929. — ² Cramer, Strahlentherapie, Bd. 28, S. 431, 1928. — ³ Schubert, D. m. W., 1926, S. 903. — ⁴ Koeppe, Arch. f. Kinderheilkunde, Bd. 75, S. 198, 1926. — ⁵ Sacharoff u. Sacks, M. m. W., Nr. 7, S. 297, 1905. — ⁶ Ransom, D. m. W., Nr. 27, 1901.
