

# Elektrische Untersuchung der Nervenlipoide in Bezug auf die beriberiähnliche Krank- heit der Hühner und die Beriberi des Menschen.

Von

Masaji Seki.

*(Aus dem anatomischen Institut der medizinischen Fakultät zu Okayama, Japan.)*

## 1. Einleitung.

Bei Hühnern und Tauben äussert sich der Mangel an Vitamin B im Futter, wie bekannt, in der Entwicklung beriberiähnlicher Krankheits-symptome. Wenn man die Vögel neben Eiweiss, Fett, unorganischen Salzen und Wasser bloss mit geschältem, sorgfältig von der Silberhaut befreitem Reis füttert, so treten die Symptome nach verhältnismässig kurzer Zeit auf (nach 2—5 Wochen, je nach Tierart, Individualität, Alter u. a.), vor allem mit einer schweren Störung des Nervensystems. Bei uns in Japan ist diese Krankheit als Hakumai-Krankheit (Hakumai = weisser, d. h. geschälter Reis) bekannt. Die an der Hakumai-Krankheit leidenden Vögel können durch Injektion von Reiskleieextrakt, welcher viel Vitamin B enthält, rasch geheilt werden.

Viele Autoren haben sich mit Vitamin B eifrig beschäftigt, und über die Forschungsergebnisse sind viele Arbeiten erschienen, aber das Wesen von Vitamin B bleibt leider immer noch unklar. Bei den chemischen Versuchen, den Reiskleieextrakt weiter zu reinigen, gelangt man nur zu unwirksameren Körpern. Neulich machten Kato, Shizume und Maki

auf interessante Tatsachen aufmerksam.<sup>1)</sup> Sie fanden, dass gelähmte Nerven erkrankter Hühner Wasserstoffionen viel stärker adsorbieren als normale Nerven, dass also gelähmte Nerven eine grosse Anzahl Wasserstoffionen an sich ziehen müssen, ehe sie mit denselben gesättigt sind. Ferner gelang es den Autoren die für die Hakumai-Krankheit charakteristischen Nervensymptome, d. s. Verminderung der Leitungsgeschwindigkeit, periodische Erregung für einzelne Reize und Lähmung, durch Einwirkung der Wasserstoffionen auf Nerven direkt hervorzurufen. Sich auf diesen Tatsachen stützend, kamen sie zu dem Schlusse, dass das Wesen der Störungen nichts anderes sei als Adsorptionssteigerung der Nerven für Wasserstoffionen, und dass die rasche Heilung des Reiskleieextraktes wesentlich auf seiner Fähigkeit beruhe, Wasserstoffionen zu neutralisieren und dieselben aus den Nerven zu vertreiben. Was die Ursache der Adsorptionssteigerung der Nerven für Wasserstoffionen betrifft, so vermuten sie, dass von Hause aus elektrisch negativ geladene Nerven infolge der Krankheit ihre Negativität vermehren und infolgedessen positiv geladene Wasserstoffionen zahlreicher an sich ziehen.

Die Emulsoidteilchen des alkoholischen Extraktlipoides vom Herzen des Meerschweinchens oder Lezithin (ex ovo) haben negative elektrische Ladung. Während Normalserum diese negative Ladung nicht wesentlich verändert, vermindert luetisches Serum sie beträchtlich, wie ich vor kurzem kataphoretisch konstatieren konnte.<sup>2)</sup> Im Hinblick auf die bekannte Tatsache, dass Nerven reich an Lipoiden sind, drängte sich mir der Gedanke auf, dass eine kataphoretische Untersuchung der Nervenlipoidteilchen durchführbar sei, und dass es höchst interessant wäre, wenn man fände, dass die Ladung derselben bei gewissen Krankheiten eine

---

1) G. Kato, S. Shizume und R. Maki; Ueber das Wesen der Nervenlähmung bei der beriberiähnlichen Krankheit der Vögel (japanisch). Keio-Igaku, Bd. 1, Nr. 1 u. 2, 1921.

Dieselben; On the Nature of Paralysis Due to Polished Rice Disease in Domestic Fowls. The Kitasato Archives of Experimental Medicine, Vol. 4, No. 3, 1921.

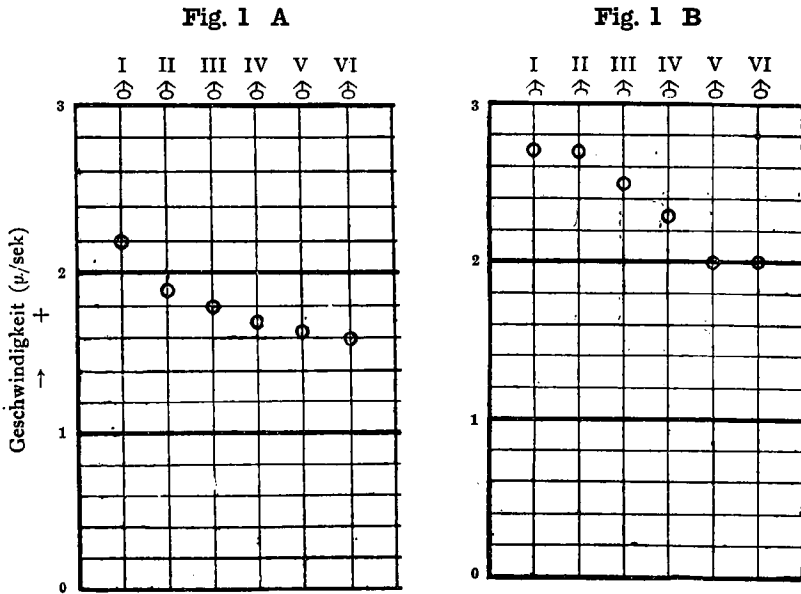
2) M. Seki; Eine neue Diagnostik der Syphilis auf Grund der seroelektrischen Reaktion. Okayama-Igakkaï Zasshi, Nr. 388, 1922.

Veränderung aufweise. Andererseits ist es wohl bekannt, dass die Nerven bei Hakumai-Krankheit und bei Beriberi an Polyneuritis leiden und sowohl histologisch, als auch funktionell verschiedene deutliche Veränderungen zeigen. Alles dies hat mich veranlasst, die Nervenlipoide bei diesen beiden Krankheit kataphoretisch zu untersuchen.

## **2. Gibt es einen Unterschied in der elektrischen Ladung zwischen den Nervenlipoidteilchen der an Hakumai-Krankheit leidenden Hühner und den der gesunden?**

Die meisten Versuchstiere wurden auf folgende Weise krank gemacht. Man füttert Hähne etwa zehn Tage lang bloss mit gut gereinigtem, geschältem Reis und Wasser. Wenn sich dann die Essmenge beträchtlich vermindert, weil die Tiere des Reises überdrüssig werden, gibt man 50 g Reismehl, 1,5 g Reiskleieasche und 80 ccm Wasser. Diese Nahrung wird täglich zweimal durch einen Gummischlauch in den Kropf eingeführt. Einen Tag um den andern wird je ein wenig Casein und Lebertran gegeben. Nach 3—5 Wochen kommt eine Lähmung an den Beinen zum Vorschein. Der Gang wird ataktisch. Dann pflegen die Hähne immer zu sitzen, da sie nicht mehr stehen können, bis sie schliesslich unter zunehmender Schwäche sterben. Ehe der Tod eintritt, tötet man aber die erkrankten Hähne in verschiedenen Stadien der Krankheit, und nimmt die Nn. ischiadici heraus. Die Nerven eines jeden Tieres werden zerschnitten, mit absolutem Alkohol (1 : 10) fünf Minuten lang geschüttelt und dann stehen gelassen. Nach zwei Tagen wird dieser alkoholische Nervenextrakt mit 0,9%iger Kochsalzlösung langsam aufs 60-fache verdünnt. Auf diese Weise erhält man ein Emulsoid, dessen Teilchen ich der Einfachheit halber als „Lipoidteilchen“ bezeichne, obwohl sie ausser Lipoiden\* noch ein wenig Eiweiss u. a. enthalten. 4 Stunden später werden diese Lipoidteilchen unter dem Mikroskop kata-

phoretisch geprüft. Diese Untersuchung stellte ich zunächst mit Nerven von 4 verschieden schwer erkrankten und 2 vollständig gesunden Hühnern an. Die Resultate sind in Fig. 1. A angegeben, worin die



- I. Hahn mit stärkster Lähmung der Beine, unfähig zu stehen.
- II. Hahn mit deutlicher Lähmung der Beine.
- III. Hahn mit schwächerer Lähmung, Gang etwas ataktisch.
- IV. Hahn welcher noch kein Symptom zeigte, obwohl er ganz auf dieselbe Weise wie die anderen gefüttert wurde.
- V. & VI. Normale Hähne, welche als Kontrolle gebraucht wurden.

Höhe des Ringes einer jeden Zeile die kataphoretische Geschwindigkeit der Nervenlipoidteilchen bei jedem Tiere repräsentiert. Diese Ergebnisse bestätigen die Ansicht von Kato, Shizume und Maki, dass die Nervenlipoidteilchen der erkrankten Hühner eine grössere negative elektrische Ladung haben als die der gesunden.

Sicherheitshalber wurden die Resultate nochmal nachgeprüft. Diesmal verdünnte ich die alkoholischen Nervenextrakte mit 0,9%iger Kochsalzlösung nur aufs 30-fache. Die Ergebnisse zeigt Fig. 1. B.

### 3. Unterschied der Wirkung auf die Ladung der Nervenlipoidteilchen zwischen dem Serum der an Hakumai-Krankheit leidenden Hühner und dem der normalen.

Das Blut wurde den Halsarterien der Hühner entnommen. Jede Blutmenge blieb einige Stunden lang stehen, um das Serum abzuschneiden. Die so gewonnenen Sera wurden alle im Eisschranke aufbewahrt. Nach 2—3 Tagen bereitete man die Emulsoide der Nervenlipoide von den erkrankten und von den gesunden Hühnern (die Emulsoide wurden derart hergestellt, dass die alkoholischen Nervenextrakte mit 0,9%iger Kochsalzlösung aufs 60-fache verdünnt wurden), und zu jedem Emulsoid wurde jedes Serum, welches vorher bei 56°C 30 Minuten lang erhitzt worden war, im Verhältnis von 25 : 1 hinzugefügt. Nach weiteren 4 Stunden wurde die kataphoretische Untersuchung begonnen.

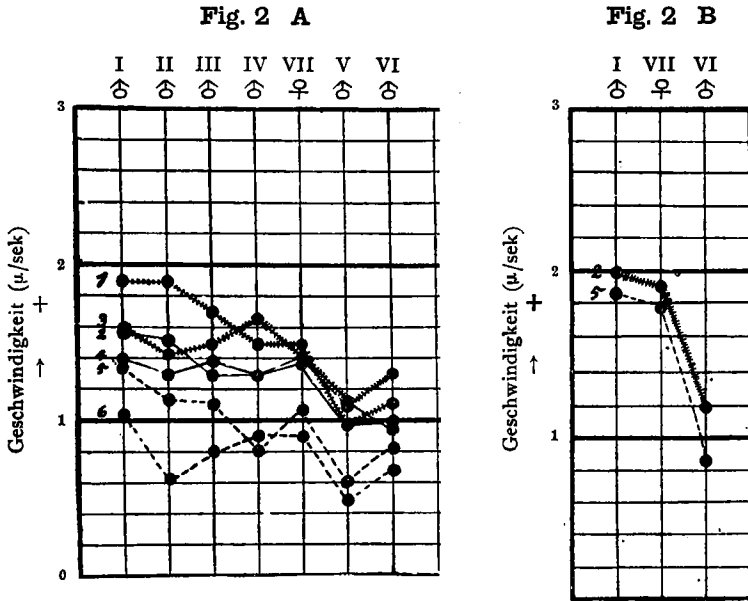
Wie aus Fig. 2. A ersichtlich ist, setzen die Sera der erkrankten Hühner die negative Ladung der Nervenlipoide im allgemeinen schwächer herab, als die der gesunden, und zwar ist diese Serumwirkung um so schwächer, je schwerer der Wirt des Serums erkrankt war. Ausserdem ist die Tatsache interessant, dass eine Differenz in der elektrischen Ladung zwischen den Nervenlipoidteilchen der gesunden Tiere und denen der erkrankten zu finden ist, was besonders deutlich wird, wenn man sie der Wirkung der kranken Sera unterwirft, während die Wirkung des normalen Serums diesen Unterschied beinahe verschwinden lässt.

Sicherheitshalber wiederholte ich am nächsten Tage dasselbe Experiment, nur mit der Modifikation, dass die alkoholischen Nervenextrakte mit 30-facher Kochsalzlösung verdünnt wurden. Die Resultate zeigt Fig. 2. B.

Bei den obenerwähnten Experimenten gebrauchte ich sowohl 30 Minuten lang bei 56°C erhitzte als auch unerhitzte Sera, aber die Resultate waren in beiden Fällen dieselben.

Aus diesen Tatsachen kann man mit Recht entnehmen, dass das

Serum des gesunden Huhnes viel von einer Substanz enthält, die gegen die negative Ladung der Nervenlipoidteilchen stark wirkt, während diese Substanz im Serum des an Hakumai-Krankheit leidenden Huhnes fast fehlt.



I—VI sind die Nummern der Tiere, von welchen die geprüften Sera genommen wurden. Der Grad der Lähmung steht in folgender Reihe: I > II > III = VII > IV. Die Tiere V und VI sind vollständig gesund.

Die Kurven 1—6 repräsentieren die Ladungen der Lipoidteilchen (nach der kataphoretischen Geschwindigkeit), wenn sie der Wirkung verschiedener Sera unterworfen werden, wobei jede Kurve die Ladung der Teilchen ein und desselben Emulsoids angibt. In demselben Sinne wie I—VI bedeuten 1—6 die Tiere, von welchen die Nervenemulsoide stammen.

#### 4. Der Einfluss des Reiskleieextraktes und des Oryzanins auf die Ladung der Nervenlipoidteilchen.

Es ist eine wohlbekannte Tatsache, dass der Reiskleieextrakt die Hakumai-Krankheit schnell zur Heilung bringt. Kato, Shizume und

Maki<sup>1)</sup> betrachten das Hauptsymptom der Krankheit, die Lähmung, nicht als Folge einer Nervendegeneration, da diese Heilung sehr rasch stattfindet, und schliessen aus ihren Untersuchungsergebnissen mit Recht, dass die Heilwirkung des Reiskleieextraktes auf die Neutralisation der Wasserstoffionen und die Vertreibung derselben aus den Nerven zurückzuführen sei. Meiner Meinung nach wirkt der Reiskleieextrakt direkt auf die Nervenlipoide ein, so dass die Ladung derselben irgendwie eine Veränderung erfährt.

Die Reiskleie wurde mit der 10-fachen Wassermenge 4 Stunden lang extrahiert und das klare Filtrat des Extraktes als „Reiskleieextrakt“ gebraucht. Auch die käufliche Injektio oryzanini (Sankyo, Tokyo), die vom Reiskleieextrakt isoliert worden ist<sup>2)</sup>, wurde aufs 50-fache verdünnt und als „Oryzaninlösung“ gebraucht. Die alkoholischen Nervenextrakte von den Hühnern 1 und 6 wurden mit 0,9%iger Kochsalzlösung aufs 60-fache verdünnt. Dazu fügt man dann verschiedene Hühnersera. Diese Mischungen wurden teils direkt kataphoretisch untersucht, teils erst nach Hinzufügung von Reiskleieextrakt, bezw. von Oryzaninlösung im Verhältnisse von 50 : 1. Was das Resultat der direkten Untersuchung anbetrifft, so ist schon oben die Rede davon gewesen. In Bezug auf die Wirkung des Reiskleieextraktes oder des Oryzanins möchte ich hier darauf aufmerksam machen, dass beide sowohl den erwähnten Unterschied in der Serumwirkung, als auch den in der Nervenlipoidladung aufheben. (Fig. 3 A u. B)

Die Tatsache, dass sich die negative Ladung des Lipoides von Huhn 6 nach Zusetzung des Reiskleieextraktes oder der Oryzaninlösung vermehrt, beruht wahrscheinlich darauf, dass der Reiskleieextrakt und die Oryzaninlösung unrein waren (Die Kolloidteilchen im Reiskleieextrakte

---

1) Loc. cit.

2) Man vergleiche die Arbeit von U. Suzuki, T. Shimamura und S. Otake:  
Ueber Oryzanin, ein Bestandteil der Reiskleie und seine physiologische Bedeutung.  
Bioch. Zeitschr. Bd. 43, 1912.

Fig. 3 A Reiskleieextrakt.

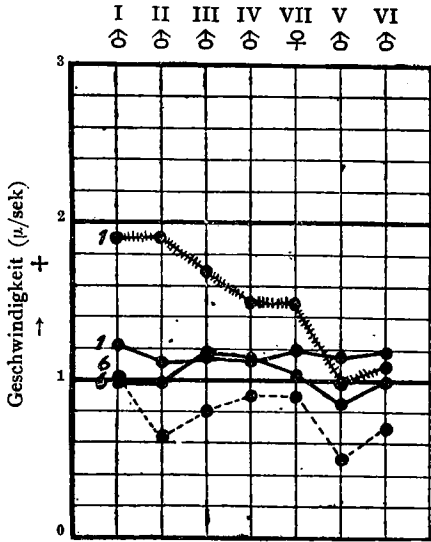
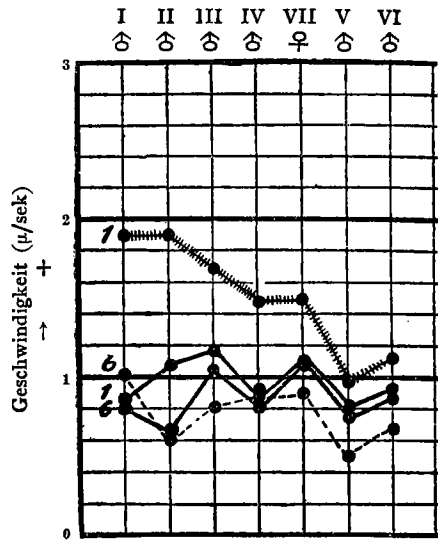


Fig. 3 B Oryzaninlösung.



Die dicken ausgezogenen Kurven zeigen die Ladungen der Nervenlipidteilchen an, die der Wirkung des Reiskleieextraktes oder der Oryzaninlösung unterworfen sind. Man vergleiche Fig. 2, A.

Fig. 4 A Reiskleieextrakt.

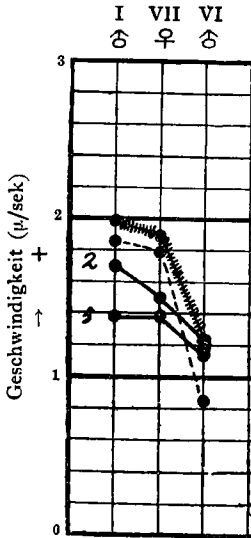
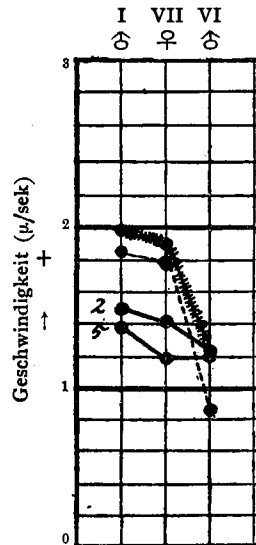


Fig. 4 B Oryzaninlösung.



Die dicken ausgezogenen Kurven zeigen die Ladungen der Nervenlipidteilchen an, die der Wirkung des Reiskleieextraktes oder der Oryzaninlösung unterworfen sind. Vergleiche Fig. 2, B.



schiene, wie später erwähnt, zum grossen Teil negativ geladen zu sein), und dass die elektrisch negativ geladenen Teilchen dieser Mittel vom Lipoide adsorbiert wurden.

Um mich von den Ergebnissen zu überzeugen, wiederholte ich die Untersuchung, verdünnte aber das alkoholische Extrakt mit 0,9%iger Kochsalzlösung nur aufs 30-fache. Das Ergebnis ist, wie Fig. 4 A und B zeigen.

Bei den obenerwähnten Experimenten addierte ich zu den Lipoiden neben dem Reiskleieextrakt, bzw. der Oryzaninlösung auch Sera. Kann aber der Reiskleieextrakt, bzw. die Oryzaninlösung auch allein die Ladung der Nervenlipoidteilchen herabsetzen? Die diesbezüglichen Versuche sind bejahend ausgefallen.

### 5. Ueber die elektrische Ladung der wirksamen Substanz, des Reiskleieextraktes und des Oryzanins.

Um diese Ladung festzustellen, stellte ich folgende Untersuchung an. Nach Iscovesco<sup>1)</sup> bereitete ich eine gewundene Glasröhre (im ganzen 1 Meter lang, Kapazität 50 ccm.—Fig. 5.). Der mittlere Teil A derselben wird mit dem Reiskleieextrakt oder der Oryzaninlösung gefüllt, und die übrigen mit 0,08%iger Kochsalzlösung. Nachdem ein elektrischer Strom von etwa 0,0017 Ampère durch den ganzen Apparat eine Stunde lang hindurch geführt worden ist, nimmt man die Flüssigkeit auf den Hähnen (B, B) gesondert ab. Auf der Anodenseite enthält diese Flüssigkeit natürlich elektrisch negativ geladene Teilchen und Ionen, welche von dem Reiskleieextrakt oder dem Oryzanin ausgewandert sind, auf der Kathodenseite dagegen positiv geladene Teilchen und Ionen. Zu gleicher Zeit verdünnt man Nervenextraktlipoide mit 0,9%iger Kochsalzlösung aufs 30-fache, und addiert dazu Sera (25 : 1) und eine der obenerwähnten Flüssigkeiten von den Hähnen B, B (25 : 1). Nach

五  
五  
五

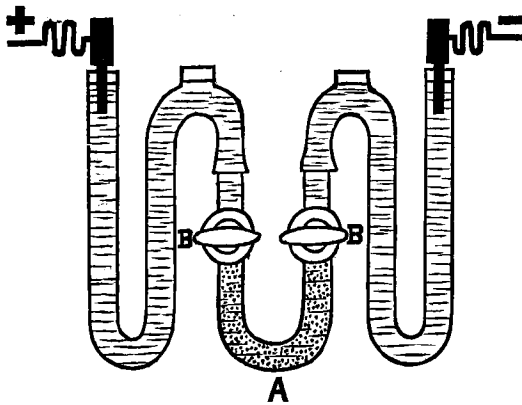
---

1) H. Iscovesco; Bioch. Zeitschr., Bd. 24, 1910.

weiteren 4 Stunden wird die kataphoretische Untersuchung angestellt; deren Ergebnisse folgende sind. Obwohl die von der Anodenseite genommene Flüssigkeit getrübt und verfärbt ist, und die Ingredienzien des Reiskleieextraktes, bezw. der Oryzaninlösung der Hauptsache nach dahin übergegangen zu sein scheinen, so hat sie doch nur eine sehr geringe Wirkung, die Ladung der Nervenlipoidteilchen herabzusetzen, oft zeigt sie sogar eine völlig entgegengesetzte Wirkung. Dagegen besitzt die von der Kathodenseite genommene Flüssigkeit trotz ihrer Farblosigkeit eine starke Wirkung, die Ladung zu vermindern. Aus diesen Tatsachen geht hervor, dass die wirksame Substanz des Reiskleieextraktes und die des Oryzanins, welche die negative Ladung der Nervenlipoide vermindert, elektrisch positiv geladen sein muss.

Nun fragt es sich, ob diese positiv geladene Substanz wirklich gegen Neuritis heilsam wirkt. Um diese Frage zu lösen, machte ich folgende Versuche.

Fig. 5.



Ich bereitete eine konzentrierte Oryzaninlösung, indem ich die „In-jectio oryzanini“ mit Wasser nur aufs 10-fache verdünnte, und damit Teil A des erwähnten Apparates (Fig. 5) füllte. Die übrigen Teile wurden wieder mit 0,08%iger Kochsalzlösung gefüllt. Nachdem ein elektrischer Strom ein Stunde lang durch den ganzen Apparat hindurchgeführt worden war, wurde die auf beiden Hähnen liegende Flüssigkeit gesondert abgenommen. 2 ccm von jeder Flüssigkeit wurde täglich zweimal den durch ausschliessliche Reisfütterung erkrankten Hähnen subkutan eingespritzt, um die Heilwirkung beider Flüssigkeiten genau miteinander vergleichen zu können.

	Tag vor d. Inj.	1. Tag d. Inj.	2. Tag d. Inj.	3. Tag d. Inj.	4. Tag d. Inj.	5. Tag d. Inj.
Mit Anod.-Fl. behandelte Hahn 1.	++	++	++	##, Tod.		
Mit Kath.-Fl. behandelte Hahn 2.	++	##	++	+	##	Stirbt nachts zuvor.

	1 Tag vor d. Inj.	1. Tag der Inj.	2. Tag der Inj.	3. Tag der Inj.	4. Tag der Inj.
Mit Anod.-Fl. behandelte Hahn 3.	+	+	+	##	Stirbt nachts zuvor.
Mit Kath.-Fl. behandelte Hahn 4.	+	+	±	+	Tod.

Anod.-Fl. = Von der Anodenseite genommene Flüssigkeit.  
 Kath.-Fl. = Von der Kathodenseite genommene Flüssigkeit.  
 — keine Lähmung, ± fragliche L., + schwache L.,  
 ++ deutliche L., ## stärkste L.

Die in obigen Tabellen angegebenen Befunde sind alle am frühen Morgen beobachtet worden. Man sieht, dass die Hähne, welche mit der von der Kathodenseite genommenen Flüssigkeit behandelt wurden, sich von der Lähmung mehr oder weniger erholten. Die Tatsache, dass diese Hähne früher oder später wie die anderen Hähne starben, hatte wohl ausser dem Mangel an Vitamin B, ihren Grund in der Unzulänglichkeit der injizierten Substanz und in ungeeignetem Futter.

Weiter versuchte ich mit zwei anderen Hähnen, die auch blosser Reisfütterung wegen von einer schweren beriberiähnlichen Krankheit befallen waren und kaum stehen konnten. Je 2 ccm der erwähnten Flüssigkeiten wurde 3—4 mal täglich subkutan eingespritzt und die Heilwirkung sorgfältig beobachtet.

	2 Tage vor d. Inj.	1 Tag vor d. Inj.	1. Tag der Inj.	2. Tag der Inj.
Mit Anod.-Fl. behandelter Hahn 5.	+	+	Am Morgen: liegt, ohne stehen zu können. Am Abend: desgl.	Am Morgen: dem Tode nahe. Am Abend: trotz klarer Sinne nicht imstande zu stehen.
Mit Kath.-Fl. behandelter Hahn 6.	+	++	Am Morgen: liegt, ohne stehen zu können. Am Abend: steht.	Am Morgen: dem Tode nahe. Am Abend: bewusstlos, aber imstande, eine Weile zu sitzen.
			3. Tag der Inj.	4. Tag der Inj.
Mit Anod.-Fl. behandelter Hahn 5.	Stirbt nachts zuvor.			
Mit Kath.-Fl. behandelter Hahn 6.	Am Morgen: dem Tode nahe. Nachmittags erholt sich das Tier allmählich.		Am Morgen: dem Tode nahe. Nachmittags: etwas erholt.	Stirbt nachts zuvor.

Bemerkenswert ist, dass der Hahn, dem man die von der Anodenseite genommene Flüssigkeit injizierte, am zweiten Tag der Injektion trotzdem er bei klaren Sinnen war, seine Beine nicht aktiv bewegen konnte und liegen blieb, auch wenn man ihn sitzen lassen wollte. Im Gegensatz hierzu erhielt der zweite mit der von der Kathodenseite genommenen Flüssigkeit behandelte Hahn die Lage eine kurze Zeit lang, wenn man ihn durch Reize erwachen liess und in eine sitzende Lage legte, obwohl sein allgemeiner Befund so schlecht war, dass er bewusstlos schlief. Ausserdem hatten seine Beine eine stärkere Kraft als die des ersten Hahns. In der Nacht blieben beide Hähne in anhaltender Bewusstlosigkeit liegen, aber der zweite Hahn schien sich von seiner Lähmung ein wenig zu erholen. Er stand erschreckt auf und ging einige Schritte, wenn man ihn mechanisch reizte. Dagegen liess sich der erste

Hahn nicht erwecken. Am nächsten Morgen, also am 3. Tage der Injektion, starb der erste Hahn, während sich das Befinden des zweiten nicht verschlechterte. Nachmittags konnte man nach häufiger Injektion sogar ein auffallendes Verschwinden der Lähmung und eine geringe Besserung des Allgemeinbefindens bei ihm feststellen. Am 4. Tage der Injektion verfiel der Hahn in schwere Bewusstlosigkeit, und obwohl er sich nach einigen Injektionen etwas erholte, ging er doch endlich ein. Ich glaube berechtigt zu sein, behaupten zu dürfen, dass die elektrisch positiv geladene Substanz im Oryzanin nicht nur auf die Nervenlähmung, sondern auch auf das Allgemeinbefinden heilsam wirkt.

Sicherheitshalber wiederholte ich diese Injektionsversuche mit größeren Mengen an vielen erkrankten Hähnen. Die Versuche ergaben folgendes.

	1. Tag der Inj.	2. Tag der Inj.
Mit Anod.-Fl. behandelter Hahn 7.	Dem Tode nahe. Am Abend inj. 6 ccm.	Stirbt nachts zuvor.
Mit Kath.-Fl. behandelter Hahn 8.	Dem Tode nahe. Am Abend inj. 6 ccm.	Morgens dem Tode nahe. Inj. 6 ccm. Stirbt um 6. nachm.

	1. Tag der Inj.	2. Tag der Inj.	3. Tag der Inj.
Mit Anod.-Fl. behandelter Hahn 9.	+	++, Inj. 6 ccm 2-mal.	Stirbt nachts zuvor.
Mit Kath.-Fl. behandelter Hahn 10.	++	++, Inj. 6 ccm 2-mal.	Am Morgen: ++. Inj. 6 ccm. Nachmittags: Tod.

	1. Tag der Inj.	2. Tag der Inj.	3. Tag der Inj.	4. Tag der Inj.
Mit Anod.-Fl. behandelter Hahn 11.	Dem Tode nahe. Inj. 6 ccm 2-mal.	Tod.		
Mit Kath.-Fl. behandelter Hahn 12.	Dem Tode nahe. Inj. 6 ccm 2-mal.	Dem Tode nahe. Inj. 6 ccm 2-mal.	Dem Tode nahe. Inj. 6 ccm 2-mal.	Tod.

	3 Tage vor d. Inj.	2 Tage vor d. Inj.	1 Tag vor d. Inj.	1. Tag der Inj.
Mit Anod.-Fl. behandelter Hahn 13.	+	+	++	##, Am Abend inj. 6 ccm.
Mit Kath.-Fl. behandelter Hahn 14.	+	+	++	##, Am Abend inj. 6 ccm.
	2. Tag der Inj.	3. Tag der Inj.	4. Tag der Inj.	5. Tag der Inj.
Mit Anod.-Fl. behandelter Hahn 13.	Am Morgen: sitzt, ohne stehen zu können. Inj. 6 ccm. Am Abend: liegt, ohne sitzen zu können. Inj. 6 ccm.	Stirbt nachts zuvor.		
Mit Kath.-Fl. behandelter Hahn 14.	Kann den ganzen Tag stehen. Vorm: Inj. 6 ccm. Nachm: desgl.	Am Morgen: steht. Am Abend: sitzt.	Liegt, ohne sit- zen zu können. Vorm: Inj. 6 ccm. Nachm: desgl.	Dem Tode nahe. Inj. 6 ccm 2-mal. Stirbt schliess- lich.

Obige Resultate wurden bei schwer erkrankten Hähnen erhalten. Alle Tiere starben früher oder später, gleicherweise ob sie mit der anodischen oder kathodischen Flüssigkeit behandelt wurden. Bei leicht erkrankten Hähnen erhielt ich jedoch folgende Resultate.

	1. Tag der Inj.	2. Tag der Inj.	3. Tag der Inj.	Später.	
Mit Kath.-Fl. behandelter Hahn 15.	++, Inj. 12 ccm. Am Abend: erholt er sich etwas.	+, Inj. 6 ccm 2-mal. Erholt sich allmäh- lich.	±, Inj. 6 ccm. 2-mal.	Stets gesund.	
	1. Tag der Inj.	2. Tag der Inj.	3. Tag der Inj.	4. Tag der Inj.	Später.
Mit Anod.-Fl. behandelter Hahn 16.	±, Inj. 6 ccm 2-mal.	++, Inj. 6 ccm 2-mal.	Stirbt nachmittags.		
Mit Kath.-Fl. behandelter Hahn 17.	+, Inj. 6 ccm 2-mal.	±, Inj. 6 ccm 2-mal.	-, Inj. 6 ccm 2-mal.	-, Inj. 6 ccm 2-mal.	Stets gesund.

Während der mit der anodischen Flüssigkeit behandelte Hahn am 3. Tag der Injektion starb, erholten sich alle mit der kathodischen Flüssigkeit behandelten Hähne.

sigkeit behandelten Tiere endlich vollständig. Damit ist bewiesen, dass der positiv geladene Bestandteil der Oryzaninlösung die Fähigkeit hat, die Hakumai-Krankheit der Hühner zu heilen, und dass der negativ geladene Teil völlig wirkungslos ist.

### 6. Die Spezifität der Wirkung des Reiskleieextraktes und der Oryzaninlösung.

Es steht fest, dass der Reiskleieextrakt und die Oryzaninlösung die elektrische Ladung des vom N. ischiadicus dargestellten Nervenlipoids herabsetzen. Aber es fragt sich, ob diese Wirkung der beiden Mittel sich auf das Nervenlipoid beschränkt, oder ob das für alle Lipoide gilt, z. B. auch für das Lecithin. Zur Untersuchung dieser Frage stellte ich ein Emulsoid von Lecithin ex ovo (Merck, Darmstadt) her und behandelte es genau wie das Nervenemulsoid, indem ich es der Wirkung des Serums zusammen mit Reiskleieextrakt oder mit Oryzanin oder nur der Wirkung eines dieser beiden Mittel ohne Serum unterwarf. In allen diesen Fällen zeigte jedoch die kataphoretische Untersuchung keine besondere Ladungsveränderung der Lipoidteilchen.

Das genannte Nervenlipoid erhielt ich ausschliesslich vom Nervus ischiadicus. Es war also noch nachzuprüfen, ob auch andere Nervenlipoide, z. B. ein solches von der Grosshirnrinde oder vom Thalamus opticus oder von der grauen oder weissen Substanz des Rückenmarks gleichfalls vom Reiskleieextrakt oder vom Oryzanin beeinflusst werden wie das Ischiadicuslipoid. Ich stellte alle diese Nervenlipoide vom Nervensystem der Hühner dar und prüfte, ob ihre kataphoretischen Bewegungen durch Reiskleieextrakt oder Oryzanin beeinflusst wurden. Hinsichtlich der elektrischen Ladung zeigten die Lipoidteilchen der Grosshirnrinde und des Thalamus gar keine, und diejenigen der grauen und weissen Substanz des Rückenmarks nur eine geringe, dagegen diejenigen der peripherischen Nerven (sowohl des N. ischiadicus als auch der an-

deren sensiblen und motorischen Nerven) eine sehr starke Verminderung. Der kathodische Bestandteil des Reiskleieextraktes oder des Oryzanins hat dieselbe Wirkung, während der anodische Bestandteil unwirksam ist.

Daraus geht hervor, dass die elektrisch positiv geladene Substanz im Reiskleieextrakt, resp. im Oryzanin besonders auf Lipoidteilchen von peripherischen Nerven wirkt und ihre negative Ladung herabsetzt. Auf die elektrische Ladung von Lipoidteilchen vom zentralen Nervensysteme aber hat diese Substanz nur eine geringe oder gar keine Wirkung, so dass sie die Ladung der Nervenzellen im zentralen Nervensystem nicht zu beeinflussen scheint.

Bezüglich der Ladungsdifferenz zwischen den Lipoidteilchen der Nervenzellen und denen der markhaltigen Nervenfasern kann ich wegen technischer Schwierigkeiten nichts Bestimmtes sagen, aber es ist sehr wahrscheinlich, dass Extraktlipoidteilchen von markhaltigen Nervenfasern im allgemeinen eine grössere negative Ladung haben als die von den Nervenzellen. Eine solche Differenz besteht jedoch nicht zwischen den motorischen und sensiblen Nerven.

## **7. Die Ladung der Nervenlipoidteilchen des an Beriberi leidenden Menschen.**

Obwohl die menschliche Beriberi in ihren Hauptzügen der Haku-mai-Krankheit der Vögel gleicht, gibt es doch nicht wenige Unterschiede zwischen beiden Krankheiten sowohl in Bezug auf ihre Symptome als auch auf den anatomischen Befund. Manche Autoren wollen deshalb diese beiden Krankheiten auseinandergehalten wissen. Es ist hier nicht meine Aufgabe, auf diese Frage näher einzugehen, aber ich glaube, dass zwischen Mensch und Vogel natürlich ganz verschiedene Krankheitsbilder zu Stande kommen können, wenngleich ihre Ursache ein und dasselbe ist, da bezüglich des Körperbaues und der Körperbe-



standteile eine bedeutende Verschiedenheit besteht.

Neulich gelang es Murata u. a.<sup>1)</sup>, auch beim Kaninchen durch eine einseitige Fütterung eine beriberiähnliche Krankheit zu erzeugen. Sie geben an, dass die Krankheit betreffs der Symptome und des anatomischen Befundes der Beriberi des Menschen sehr ähnlich sei, und dass bei beiden Krankheiten kein Unterschied in der Veränderung der peripherischen Nerven zu finden sei.

Es wurde bereits erwähnt, dass die Substanz, welche die Ladung der Nervenlipoidteilchen vermindert, im Serum des an Hakumai-Krankheit leidenden Huhnes fast fehle, dass aber im Reiskleieextrakt und im Oryzanin eine positiv geladene Substanz von derselben Wirkung reichlich vorhanden sei. Gilt aber nun das, was von der Hakumai-Krankheit gesagt worden ist, auch von der Beriberi des Menschen? Dieser Punkt scheint mir auf die Frage nach der Identität der beiden Krankheiten Gewicht zu legen.

Von der Leiche eines Mannes, der im 34. Lebensjahre an thrombotischer Hirnerweichung gestorben war, wurde 12 Stunden nach dem Tode der N. ischiadicus genommen und daraus mit absolutem Alkohol das Nervenlipoid extrahiert, welches dann mit 0,9%iger Kochsalzlösung aufs 60-fache verdünnt wurde. Dazu fügte ich dann die Sera von Beriberikranken, bezw. von Gesunden, um damit die kataphoretische Untersuchung anzustellen. Es ergibt sich, dass, je schwerer die Krankheit ist, das Serum des Patienten um so mehr die Wirkung verliert, die Ladung der Nervenlipoidteilchen zu vermindern. Diese Ladung wird aber bedeutend vermindert, wenn man dem Emulsoid ausser Serum noch Reiskleieextrakt oder Oryzaninlösung hinzufügt (Fig. 6, A u. B).

MIKI

Mit Hilfe eines elektrischen Stromes, welcher durch den Reiskleieextrakt und die Oryzaninlösung geführt wurde, sonderte ich die positiv geladenen Bestandteile beider Mittel von den negativ geladenen und fügte

---

1) Murata, Kumagai, Koyama, Katsura und Saito, Nisshin-Igaku, 11. Jahrgang, Nr. 4. u. 5, 1921. (japanisch)

Fig. 6 A Reiskleieextrakt.

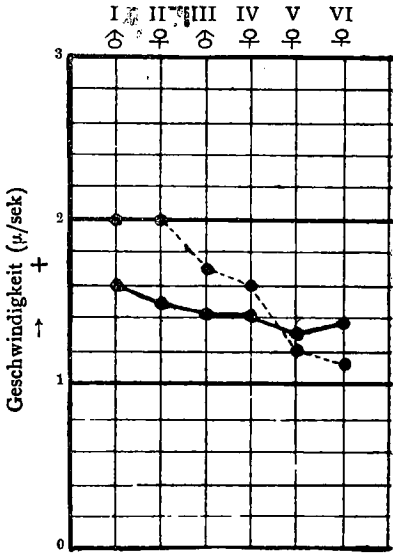
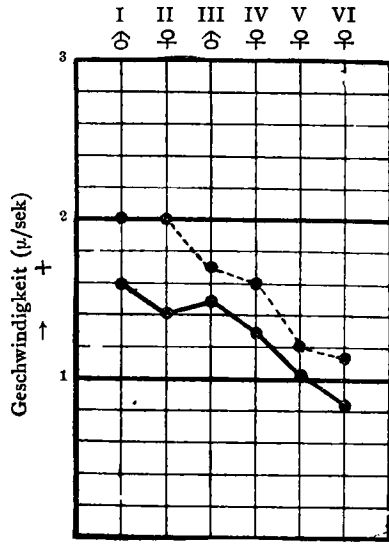


Fig. 6 B Oryzaninlösung.



I—IV sind die Nummern der Kranken, von welchen die geprüften Sera genommen wurden. Dabei stand der Grad der Lähmung in folgender Reihe: I > II > III > IV, während V u. VI vollständig gesund waren.

Die dicken ausgezogenen Kurven zeigen die Ladung der Nervenlipoidteilchen an, die der Wirkung des Reiskleieextraktes oder der Oryzaninlösung unterworfen sind.

zu dem Nervenlipoidemulsoide je einen dieser Teile und je ein Serum. Nach 4 Stunden wurde kataphoretisch untersucht. Die anodische Flüssigkeit verminderte die Ladung der Lipoidteilchen gar nicht, die kathodische dagegen in hohem Grade, so dass in diesem Falle die Wirkungsdifferenz der kranken und der normalen Sera nicht mehr erkennbar war (Fig. 7, A u. B).

Während das Nervenlipoid gegen die verschiedenen Sera eine spezifische Ladungsveränderung zeigt, ist dies bei Lezithin nicht der Fall.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass diejenige Substanz, welche im Serum des Gesunden reichlich vorhanden ist und die Fähigkeit hat, die Ladung des Lipoides der markhaltigen Fasern zu vermindern, dass die Menge dieser Substanz beim

Fig. 7 A

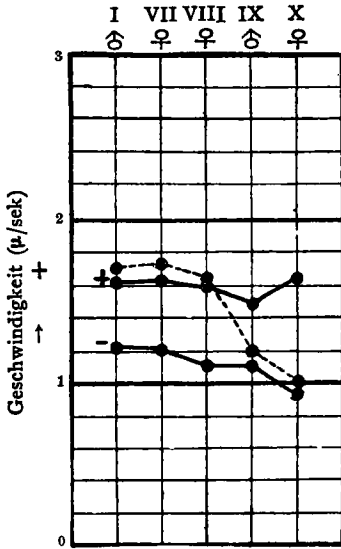
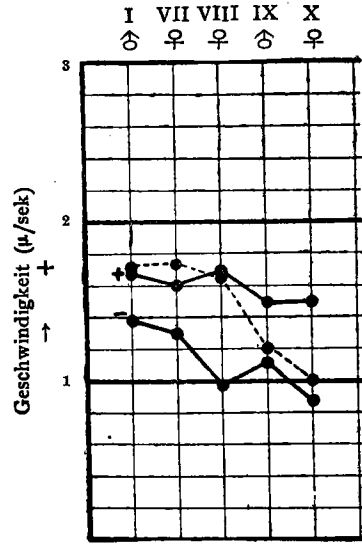


Fig. 7 B



I, VII, VIII, IX sind die Nummern der Kranken, von welchen die geprüften Sera genommen wurden. Dabei stand der Grad der Lähmung in folgender Reihe: I > VII > VIII > IX, während X eine vollständig gesunde Frau war.

Die dicken ausgezogenen Kurven haben dieselbe Bedeutung wie in Fig. 6.

Beriberikranken immer kleiner und ungenügender wird, dass aber der positiv geladene Bestandteil des Reiskleieextraktes oder des Oryzanins die Wirkung dieser Substanz zu ersetzen vermag.

## 8. Über Wasserstoffionenkonzentration.

Maki

Es ist begreiflich, dass wenn die negative elektrische Ladung der Nervenlipoidteilchen steigt, die positiv geladenen Wasserstoffionen leichter adsorbiert werden. In der Tat fanden Kato, Shizume und Maki<sup>1)</sup>, dass sich die Wasserstoffionenkonzentration in einem mit isotonischer

1) Loc. cit.

Salzlösung dargestellten Extrakte von den peripherischen Nerven und vom Rückenmarke bei der Hakumai-Krankheit vermehrt. Diese Tatsache konnte ich auch im Lipoidemulsoide vom N. ischiadicus des erkrankten Huhnes feststellen. Ferner prüfte ich nach, dass das Emulsoid des Nervenlipoides eines erkrankten Huhnes die Salzsäure leichter, die Natronlauge dagegen schwerer neutralisiert als das Emulsoid von einem gesunden.

Im allgemeinen wird die elektrische Ladung der kleinen Teilchen in Wasserlösungen sehr beträchtlich von Wasserstoffionen beeinflusst. Aber die Substanz, welche sich im Reiskleieextrakt und im Oryzanin findet und die Fähigkeit hat, die negative elektrische Ladung der Nervenlipoidteilchen zu vermindern, muss etwas anderes sein als Wasserstoffionen. Dies gründet sich auf folgende Tatsachen.

- 1) Nachdem man zum Nervenlipoidemulsoide (Reaktion schwach sauer) ein Serum addiert und kataphoretisch untersucht hat, wird die Wasserstoffionenkonzentration des Emulsoides gemessen, indem man Neutralrot und Phenolsulfonphthalein als Indikatoren benutzt. Die Grösse pH ist dann ungefähr 7,3, schwankt jedoch ein wenig je nach der Art des addierten Serums. Diese Zahl ist ganz unabhängig davon, ob das Serum von einem Erkrankten oder von einem Gesunden stammt, während gerade dieser Unterschied bei der Ladung der Nervenlipoidteilchen von grösster Wichtigkeit ist.
- 2) Der Reiskleieextrakt hat etwa pH 6,0 und ist deutlich sauer. Die mit 0,9%iger Kochsalzlösung aufs 50-fache verdünnte Oryzaninlösung hat ungefähr pH 7,1. Wenn man zum Nervenlipoidemulsoide ausser dem Reiskleieextrakt oder der Oryzaninlösung ein Serum hinzufügt, so wird das pH des Emulsoides 7,2—7,25, wenn man Reiskleieextrakt benutzt, und 7,25—7,3, wenn man Oryzaninlösung benutzt. Dabei ist kein Unterschied zwischen den Sera von Kranken und denen von Gesunden festzustellen. Die Tatsache, dass das pH in allen diesen Fällen fast gleich bleibt, beruht wahrscheinlich auf der Pufferwirkung des Serums.

- 3) Ein elektrischer Strom wird durch Reiskleieextrakt oder Oryzaninlösung geführt und die Wasserstoffionenkonzentration der auf dem anodischen und kathodischen Hahn gelegenen Flüssigkeit gemessen.

	Reiskleieextrakt		Oryzaninlösung	
	Auf dem anodischen Hahn gelegene Flüssigkeit.	Auf dem kathodischen Hahn gelegene Flüssigkeit.	Auf dem anodischen Hahn gelegene Flüssigkeit.	Auf dem kathodischen Hahn gelegene Flüssigkeit.
I. Versuch	pH 6,7	6,9	7,0	7,2
II. Versuch	pH 6,8	6,9	7,15	7,25

Meinem Erwarten zuwider hat die anodische Flüssigkeit eine höhere Wasserstoffionenkonzentration als die kathodische. Wenn man eine dieser Flüssigkeiten auf Nervenlipoidteilchen einwirken lässt, so vermindert die mit höherer Wasserstoffionenkonzentration die Ladung der Lipoidteilchen fast gar nicht, wohl aber die mit niedrigerer Wasserstoffionenkonzentration und zwar sehr beträchtlich.

Wasserstoffionen, welche in der anodischen Flüssigkeit reichlich vorhanden sind, müssen die Ladung der Nervenlipoidteilchen vermindern, aber ihre Wirkung wird durch den negativen Bestandteil des Reiskleieextraktes nicht nur kompensiert, sondern sogar ins Gegenteil verkehrt.

- 4) Nach Sugawara<sup>1)</sup> hat die Wasserstoffionenkonzentration des Serums die Tendenz sich bei Beriberikrankheit zu steigern, und nach Kato, Shizume und Maki<sup>2)</sup> zeigen die Sera von den an der Hakumai-Krankheit leidenden Hühnern meistens eine vermehrte Wasserstoffionenkonzentration, und selbst wenn diese Vermehrung nicht festgestellt werden kann, verringert sich doch das Neutralisierungsvermögen des Serums gegen Säure. Obgleich die Sera der Beriberi-

1) T. Sugawara, Tohoku-Igaku-Zasshi, Bd. 4, 1919. (japanisch)

2) Loc. cit.

kranken oder der an Hakumai-Krankheit leidenden Hühner an Wasserstoffionen reich sind, ist ihre Fähigkeit, die negative Ladung der Nervenlipoidteilchen zu vermindern, viel geringer als die des normalen Serums, welches weniger Wasserstoffionen enthält.

Daher kann man mit Recht behaupten: Was gegen die negative Ladung der Nervenlipoidteilchen so stark wirkt, ist etwas ganz anders als Wasserstoffionen.

Bezüglich der Verbindungsweise der in der Reiskleie enthaltenen Substanz mit Nervenlipoidteilchen kommen Adsorption, Absorption und chemische Reaktion in Betracht. Über die Frage, welche von diesen die Hauptrolle spielt, kann ich gegenwärtig nichts Bestimmtes sagen. Die Affinität der Substanz für Nervenlipoid muss jedoch sehr stark sein. Wenn der Prozess eine Adsorption ist<sup>1)</sup>, dann muss diese Substanz eine viel grössere Adsorbierbarkeit haben als die Wasserstoffionen, weil diese Substanz die Ladung der Lipoidteilchen—fast ganz unabhängig von der Wasserstoffionenkonzentration im Medium—beträchtlich herabzusetzen vermag. Nach Kato, Shizume und Maki werden die beriberiähnlichen Nervensymptome der Vögel dadurch hervorgerufen, dass die Adsorption der Wasserstoffionen an den Nerven zunimmt. Ich halte es nun für sehr wahrscheinlich, dass die Krankheits-symptome deshalb zurückgehen, weil die an den Nerven adsorbierten Wasserstoffionen durch die in der Reiskleie enthaltene und die negative elektrische Ladung der Nervenlipoide vermindemde Substanz mehr oder minder vertrieben werden.

---

1) *Erinnert sei an die von S. Loewe gemachte Arbeit: Zur physikalischen Chemie der Lipoide (Bioch. Zeitschr. Bd. 42, 1912). Loewe machte darauf aufmerksam, dass die Aufnahme von basischen Farbstoffen, organischen Lösungsmitteln und in Wasser gelösten organischen Substanzen durch Lipoide keine lineare Funktion der Konzentration sei, sondern dass sie durch eine Adsorptionsisotherme bestimmt werde.*

## 9. Zusammenfassung.

Alkoholische Extraktlipoide von den Nn. ischiadici der Hühner werden mit physiologischer Kochsalzlösung langsam verdünnt. Das so erhaltene Emulsoid enthält zahllose Teilchen, welche ich kurz Lipoidteilchen nenne, obwohl sie ausser Lipoiden noch ein wenig Eiweiss u. a. enthalten. Die kationoretische Untersuchung dieser Teilchen unter dem Mikroskop ergibt folgendes:

- 1) Alkoholische Extraktlipoidteilchen von den Nn. ischiadici der Hühner, die infolge einseitiger Fütterung mit geschältem, kleiefreiem Reis an einer beriberiähnlichen Krankheit litten, besitzen eine grössere negative Ladung als diejenigen von normalen Hühnernerven.
- 2) Das Serum der erkrankten Hühner vermindert nur wenig die negative Ladung der Nervenlipoidteilchen, während dasjenige der gesunden Hühner eine starke Wirkung hat, die Ladung zu vermindern.
- 3) Dieselbe Wirkung hat ebenfalls eine gewisse Substanz des wässerigen Reiskleieextraktes oder des Kleiepräparates „Oryzanin,“ welche elektrisch positiv geladen, aber von Wasserstoffionen unabhängig ist.
- 4) Das alkoholische Nervenlipoidemulsoid der an der beriberiähnlichen Krankheit leidenden Hühner enthält Wasserstoffionen in höherer Konzentration und hat eine grössere Kraft, Säure zu neutralisieren, als das der gesunden Tiere.
- 5) Nach Kato, Shizume und Maki wird die beriberiähnliche Krankheit der Vögel dadurch hervorgerufen, dass die Adsorption der Wasserstoffionen an den Nerven zunimmt. Im Einklang mit dieser Ansicht kann ich feststellen, dass die in der Reiskleie enthaltene und gegen die beriberiähnliche Krankheit der Vögel und wahrscheinlich auch gegen die Beriberi des Menschen günstig wirkende Substanz die negative Ladung der Nervenlipoidteilchen stark herabsetzt. Die Affinität zwischen der betreffenden Substanz und den Nervenlipoiden muss sehr stark sein, weil diese Wirkung durch verschieden starke Konzentration der Wasserstoffionen im Medium kaum beeinflusst wird, und selbst eine

ganz geringe Menge der genannten Substanz die Ladung der Lipoidteilchen stark vermindert. Auf Grund dieser Tatsachen bin ich zu der Auffassung gekommen, dass die wirksame Substanz in der Reiskleie bei den an der Hakumai-Krankheit leidenden Vögeln oder beim Beri-berikranken auf das Nervensystem so wirkt, dass sich die gesteigerte negative Ladung der Nervenlipoide vermindert, und dass dadurch die von den Nerven stark adsorbierten Wasserstoffionen mehr oder weniger aus den Nervenfasern vertrieben werden, was die Hauptursache der Besserung der Krankheit zu sein scheint.

---

Zum Schlusse erfülle ich hier die angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. K. Kosaka für seine freundliche Leitung und Anregung und Herrn Prof. Dr. K. Yagita für gewährte Erleichterungen bei dieser Arbeit meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

---



## Nachtrag.

---

Wie oben erwähnt, setzt das Serum von Beriberikranken die negative elektrische Ladung der Nervenlipoidteilchen viel weniger herab als das von gesunden. Das gleiche ist auch bei der Hakumai-Krankheit der Fall. Ausserdem habe ich entdeckt, dass die Nervenlipoidteilchen des erkrankten Huhnes eine grössere Ladung haben als die des gesunden, wenn sie ohne Zusatz eines Serums untersucht werden. Es fragt sich nun, ob dasselbe auch bei Beriberi gilt. Vor kurzem hatte ich Gelegenheit, Teile des Nervus ischiadicus von drei Menschen zu bekommen. Der erste war an Beriberi, der zweite an einem Herzklappenfehler und der dritte an einer Sinusthrombose gestorben.

I. Leiche: 40 jähriger Mann, an einer durch Beriberi verursachten Herzlähmung gestorben. Etwa vom 12. August an litt er an Gliederlähmung und Herzklopfen. Die Krankheit wurde von Tag zu Tag schlimmer, bis der Patient schliesslich am 22. September abends 11 Uhr verstarb. Am nächsten Morgen um 11 wurde ein Stückchen des Nervus ischiadicus herausgenommen, zerschnitten und in Alkohol gelegt. Der Sektionsbefund war:

- 1) Degeneration des Herzens,
- 2) Hypertrophie des linken Ventrikels,
- 3) Hydropericard und
- 4) Hyperämie verschiedener Organe.

II. Leiche: 48 jährige Frau, an einem Herzklappenfehler gestorben. Seit 3 Jahren klagte sie über Herzklopfen, und seit 60 Tagen trat unterhalb des Rumpfes überall das Oedem auf. Am 24. September nachmittags 3 Uhr verstarb sie. Gegen Mittag des folgenden Tages wurde ein Nervenstückchen exstirpiert und wie oben behandelt. Der Sektionsbefund ergab:

- 1) Stenose und Insuffizienz der Aortenlappen,
- 2) Dilatation und Hypertrophie des linken Ventrikels,
- 3) Hydropericard, Hautödem der unteren Körperhälfte und
- 4) Beginnende Schrumpfniere.

III. Leiche: 56 jähriger Mann, an Sinusthrombose gestorben. Im Februar dieses Jahres begannen rechtsseitig Ohrenscherzen. Im April trat die Mastoiditis auf, die zweimal operiert wurde. Ausserdem litt er an Wirbelkaries und war beträchtlich abgemagert. Er starb am 25. September morgens 4 Uhr. Um 4 Uhr nachmittags an demselben Tage nahm ich ein Nervenstückchen heraus. Der Sektionsbefund war:

- 1) Thrombose im rechten Sinus transversus,
- 2) Wirbelkaries (III. und IV. Lendenwirbel),
- 3) Beiderseitiger Psoasabszess,
- 4) Allgemeine Anämie und Atrophie und
- 5) Nierenabszess (embolisch?).

Nachdem ich 3 bis 4 Tage lang die Lipide aus den Nerven extrahiert hatte, verdünnte ich das Extrakt mit 0,9%iger Kochsalzlösung aufs 60-fache und untersuchte kataphoretisch.

Die Teilchen, welche sich im Emulsoid der Nervenlipide der Beri-beri-Leiche befanden, wanderten mit einer Geschwindigkeit von  $2,5 \mu/\text{sek}$  nach der Anode, während die Teilchen von der Herzklappenfehler-Leiche nur eine Strecke von  $1,7 \mu$  und die von der Sinusthrombosen-Leiche eine solche von  $1,6 \mu$  in einer Sekunde zurücklegten. Die Nervenlipidteilchen der Beri-beri-Leiche hatten also eine viel grössere negative elektrische Ladung als diejenigen der anderen.

Ferner stellte ich fest, dass die Oryzaninlösung die Ladung der Nervenlipidteilchen der Beri-beri-Leiche so stark verminderte, dass die Ladung endlich derjenigen der normalen Nervenlipidteilchen fast gleich wurde.

Was die Konzentration der Wasserstoffionen in den Nervenlipid-emulsoiden betrifft, so zeigte das Emulsoid von der Beri-beri-Leiche  $\text{pH} = 6,4$ , dasjenige von der Herzklappenfehler-Leiche  $\text{pH} = 6,8$  und das von der Thrombosen-Leiche  $\text{pH} = 6,9$ . Die Nervenlipide der Beri-beri-Kranken sind also mit Wasserstoffionen am reichsten beladen.