

ACTA BIOLOGIAE EXPERIMENTALIS

LITTERAE
SOCIETATIS PHYSIOLOGORUM POLONORUM

REDACTORES:

K. BIAŁASZEWICZ (WARSZAWA), J. FEGLER (KRAKÓW),
E. LEYKO (WILNO), Z. MOCZARSKI (POZNAŃ),
W. MORACZEWSKI (LWÓW), ST. J. PRZYŁĘCKI (WARSZAWA)

VOL. XII, FASC. 3

AUXILIIS FUNDI CULTURAE NATIONALIS
JOSEPHI PILSUDSKII

VARSOVIE
RÉDACTION ET ADMINISTRATION:
INSTITUT NENCKI (SOC. SCI. VARS.)
8, RUE ŚNIADECKI

1938

Les **Acta Biologiae Experimentalis** publient uniquement des travaux originaux de caractère expérimental en langues allemande, anglaise, française, italienne et polonaise et paraissent par fascicules d'importance variable. Deux à quatre fascicules constituent un volume d'environ 320—360 pages.

Le prix de chaque volume (affranchissement compris) est fixé à 20 zloty pour les souscripteurs étrangers.

Tarif spécial pour les souscripteurs polonais.

On s'abonne:

à l'**Institut Nencki de Biologie Expérimentale**, 8 rue Sniadeckich, Varsovie,

à la **Caisse de Mianowski**, 72 Nowy Swiat (Palais Staszic), Varsovie.

Les auteurs sont priés de n'envoyer que des manuscrits dactylographiés dont la rédaction soit entièrement terminée.

Les auteurs reçoivent gratuitement 60 tirages à part de leurs travaux. Ils peuvent en obtenir un plus grande nombre à leurs frais.

On est prié d'adresser tout ce qui concerne la rédaction des „Acta” au Prof. K. Białaszewicz, Laboratoire de Physiologie de l'Institut Nencki, 15 rue Wawelska, Varsovie.

Sommaire du vol. XII (1938).

Jędrzej Sniadecki als Physiologe, von W. Mozołowski. — R. Truszkowski and R. L. Zwemer: Experimental alterations in blood potassium. — J. Konorski et L. Lubińska: À propos de l'action de la strychnine. — J. Dembowski: Über die Rhythmik der Parameciumteilungen. — G. Hevesy, T. Baranowski, A. J. Guthke, P. Ostern und J. K. Parnas: Untersuchungen über die Phosphorübertragungen in der Glykolyse und Glykogenolyse. — P. Ostern, T. Baranowski und J. Terszakowicz: Über die Phosphorylierung des Adenosins durch Hefe und die Bedeutung dieses Vorgangs für die alkoholische Gärung. — Z. Augustin: Vergleichende Untersuchungen über Anfangsvorgänge der Glykogenolyse im Muskel und im Herzen. — K. Białaszewicz et H. Głogowska: Sur le métabolisme minéral au cours du développement embryonnaire du Poulet et sur les fonctions de l'allantoïde. — W. Zakrzewski: Apparat zum Messen der Augengewölbe bei den Untersuchungstieren und das physiologische Messen bei Kaninchen, Meerschweinchen und weissen Ratten. — J. Miodoński: Über die monaurale akustische Isolation und deren physiologischen Grenzen. — F. Krajewski: Die Einwirkung des niedrigen Atmosphärendruckes und der Einatmung verschiedener Gasmischungen auf die Sekretionstätigkeit der Magendrüsen. — E. Hofer: Über künstliche Lecithino-Proteine. III. Teil: Lecithino-Serumalbumin. IV. Teil:

ACTA BIOLOGIAE EXPERIMENTALIS

LITTERAE
SOCIETATIS PHYSIOLOGORUM POLONORUM

REDACTORES:

K. BIAŁASZEWICZ (WARSZAWA), J. FEGLER (KRAKÓW),
E. LEYKO (WILNO), Z. MOCZARSKI (POZNAŃ),
W. MORACZEWSKI (LWÓW), ST. J. PRZYŁĘCKI (WARSZAWA)

VOL. XII

AUXILIIS FUNDI CULTURAE NATIONALIS
JOSEPHI PIŁSUDSKII

VARSOVIE
RÉDACTION ET ADMINISTRATION:
INSTITUT NENCKI (SOC. SCI. VARS.)
8, RUE ŚNIADECKI
1938

Wydawca: Instytut im. Nenckiego, Warszawa, Śniadeckich 8.

Drukarnia Piotr Pyz i S-ka, Warszawa, Miodowa 8.

<http://rcin.org.pl>

Sommaire.

Nr.Nr.	pp.
Jędrzej Śniadecki als Physiologe, von W. Mozołowski	I
1. R. Truszkowski and R. L. Zwemer . Experimental alterations in blood potassium	1
2. J. Konorski et L. Lubińska . À propos de l'action de la strychnine sur la préparation neuro-musculaire	13
3. J. Dembowski . Über die Rhytmik der Parameciumteilungen	22
4. G. Hevesy , T. Baranowski , A. J. Guthke , P. Ostern und J. K. Parnas . Untersuchungen über die Phosphorübertragungen in der Glykolyse und Glykogenolyse	34
5. P. Ostern , T. Baranowski und J. Terszakowec . Über die Phosphorylierung des Adenosins durch Hefe und die Bedeutung dieses Vorgangs für die alkoholische Gärung	40
6. Z. Augustin . Vergleichende Untersuchungen über Anfangsvorgänge der Glykogenolyse im Muskel und im Herzen	45
7. K. Bialaszewicz et H. Głogowska . Sur le métabolisme minéral au cours du développement embryonnaire du Poulet et sur les fonctions de l'allantoïde	50
8. W. Zakrzewski . Apparat zum Messen der Augengewölbe bei den Untersuchungstieren und das physiologische Messen bei Kaninchen, Meerschweinchen und weissen Ratten	57
9. J. Miodoński . Über die monaurale akustische Isolation und deren physiologischen Grenzen	64
10. F. Krajewski . Die Einwirkung des niedrigen Atmosphärendruckes und der Einatmung verschiedener Gasmischungen auf die Sekretionsfähigkeit der Magendrüsen	66
11. E. Hofer . Über künstliche Lecithino-Proteine. III. Teil: Lecithino-Serumalbumin. IV. Teil: Extrahierbarkeit von Lecithin aus künstlichen Lecithino-Ovalbuminen durch Äther-Äthanol-Mischung	70
12. St. J. von Przylecki . Untersuchungen über Polyoso-Proteine. XII Teil. D. Assenhajm : Die Unterschiede in der Bindungsfähigkeit der verschiedenen Tier-Euglobuline mit Amylose	75
13. St. J. von Przylecki . Über die Art der Bindung von Polyosen mit Proteinen in den sogenannten Glyko-Proteinen aus Serum	82
14. F. Goebel and S. Marczewski . The artificial acclimatisation of the human organism to low atmospheric pressures	87
15. Br. Zawadzki . Der Einfluss von Allylformiat auf den Froschmuskel	90
16. E. J. Bienka . Über Änderungen in der Menge der Chloride und der festen Bestandteile sowie über die Speichelreaktion der Submaxillardrüse in Abhängigkeit von der Art und Stärke des Reizes	93
17. Br. Zawadzki . Einige Beobachtungen über Wendungseffekt	96
18. J. Heller . Über den Einfluss der Temperatur auf die Ernährung, Gasaustausch und Wachstum der Raupen von <i>Deilephila Euphorbiae</i> (Untersuchungen über die Metamorphose der Insekten, XII)	99
19. N. Berend . Über den Zusammenhang zwischen der Sekretionsgeschwindigkeit und der Zusammensetzung des Darmsaftes	117

20. **J. Walawski** und **Br. Zawadzki**. Vorversuche zur Unterscheidung der Reizung und des Tonus des Vagus im Zusammenhang mit der Theorie der chemischen Übertragung von Nervenimpulsen . . . 119
21. **T. Baranowski**. Untersuchungen über die phosphatübertragenden Enzyme im Muskelextrakt . . . 122
22. **R. Natolski**. L'influence de l'acide lactique et de ses sels sur la pression artérielle . . . 126
23. **A. Szwabowicz**. The influence of the concentration of alcohol upon temperature, pulsrate and respiration at rabbits and dogs . . . 130
24. **J. Fegler**, **H. Kowarzyk** und **Z. Lelusz-Lachowicz**. Über den Acetylcholin - Gehalt des zentralen Nervensystems bei den Erregungszuständen nach Strychnin- und Tetanustoxin - Einführung . . . 139
25. **J. V. Supniewski** und **M. Serafin-Gajewska**. Über die pharmakologischen Eigenschaften des Cysteamins und des Merkaptothiazolins . 142
26. **J. Szulc**. Méthode d'angiostomie appliquée aux recherches sur l'absorption des sels du calcium par voie digestive . . . 155
27. **Z. Bieliński**. Einfluss der Gase bei ihrer direkten Durchleitung durch den Carotissinus . . . 165
28. **M. Wierzuchowski** and **Z. Borkowski**. Differentiation of the forms of glucose intoxication . . . 168
29. **H. Steinhaus** und **M. Wierzuchowski**. Diabetische Grenze der Glykoseverbrennungsfähigkeit beim normalen Wirbeltierorganismus im Ruhezustand. Versuch einer mathematischen Formulierung . . . 174
30. **W. Niemierko**. Über eine Methode zur Bestimmung sehr kleiner Zuckermengen . . . 178
31. **L. Lubińska** et **H. Rosenberg**. Influence de la concentration des sels magnésiens sur le muscle de Grenouille . . . 183
32. **E. A. Sym**. Hydrolasenwirkung des Blindsackinhaltes des Pferdes und des Panseninhaltes des Rindes. I Teil. Einleitung, allgemeine Methoden und proteolytische Wirkungen . . . 192
33. **B. Szabuniewicz**. Die Polarisationsaufstellung der Muskeln des Wasserfrosches (*Rana esculenta*) . . . 211
34. **J. Duszyńska**. Cycle saisonnier de la sensibilité sexuelle à l'absence des gonades . . . 229
35. **W. Niemierko** und **Ch. Łoszyce**. Über den Fettstoffwechsel bei Sprotten . . . 238
36. **M. Rubinstein**. Recherches sur l'action exercée in vivo par l'extrait embryonnaire de Poule . . . 253
37. **J. Heller**. Über das Exkret des ausschlüpfenden Schmetterlings 262
38. **K. Białaszewicz** et **M. Lewin**. Sur la composition des cendres de la sécrétion du jabot des Pigeons en „lactation” . . . 265
39. **A. Klisiewicz** und **M. Niedbał**. Die statisch - elastische Kräfte des Brustkorbes und ihre Bedeutung für die Atmungsbewegungen . . . 271
40. **B. Szabuniewicz**. Untersuchungen über die Elektronegativität der verletzten Stelle im Muskel . . . 277
41. **H. Krzymień**. Sur les propriétés élastiques des ongles . . . 297
42. **K. Białaszewicz** et **Ch. Landau**. Sur la composition minérale de l'hémolymphe des vers à soie et sur les changements qu'elle subit au cours de la croissance et pendant la métamorphose . . . 307



JĘDRZEJ ŚNIADECKI

1768-1858

<http://rcin.org.pl>

Gesetze dem Menschen gegenüber anzuwenden und weiterhin „zu versuchen, ob nicht die Arzneiwissenschaft nach diesen dargestellten Grundsätzen ihre Gestalt verändert und wie weit die reine Vernunft unser Verfahren bei der Entfernung und Heilung der Krankheiten billigen oder verdammen kann“.

Die Erfolge, die die Physiologie dank gründlichen chemischen Forschungen erreicht hat, will er in der Heilkunst anwenden. Er begründet dies wie folgt:

„Wenn wir ihre (der Medizin) Geschichte mit Aufmerksamkeit lesen, so sehen wir, dass keine Art der menschlichen Kenntnisse so viele Veränderungen, Erschütterungen und Revolutionen, wie sie, erlitten hat. Es hat auch wirklich diese Wissenschaft bis jetzt noch in kein gehöriges System verwandelt werden können“.

Doch war es ihm nicht gegeben, die ärztliche Wissenschaft zu ordnen: der dritte Teil der „Theorie der organischen Wesen“, der diesen Fragen gewidmet sein sollte, blieb ungeschrieben, aber Ś n i a d e c k i hat sich klar über die Notwendigkeit einer Verknüpfung der Medizin mit exakten physiologischen Grundlagen ausgesprochen. Dies war ein grosses Programm. Wir sind noch heute, da es kaum einen Arzt gibt, dem die grossen Errungenschaften der Physik und Chemie (Röntgenstrahlen, Radium, Vitamine, Hormone) nicht vertraut wären, weit davon entfernt, die ganze Heilkunst auf exakten wissenschaftlichen Grundlagen aufgebaut zu sehen. Noch heute können wir die von M a g e n d i e⁹⁾ ausgesprochene Kritik an vielen Ärzten üben, die, obwohl sie es wissen, dass die Verdauungsorgane eine chemische Arbeit ausführen, dass die Respiration eine Verbrennung, also ein chemischer Prozess ist, dass die Nieren eine Veränderung in der Zusammensetzung der Körpersäfte durchführen, von allen diesen Prozessen kühn sprechen und es dennoch systematisch vernachlässigen, sich über das chemische Wesen dieser Prozesse zu unterrichten.

Wenn heute anlässlich der Jahrhundertfeier des Todes von J ę d r z e j Ś n i a d e c k i die Versammlung der Polnischen

⁹⁾ F. M a g e n d i e. *Precis élémentaire de physiologie*. Paris 1825, page 14.

Physiologischen Gesellschaft ihm ihre Huldigung darbringt, so geschieht es deswegen, weil er die Physiologie des genialen Lavoisier — und besonders seine unsterblichen Gedanken über den Stoffwechsel — dem polnischen Schrifttum zugeeignet hat; deswegen, weil er die „Theorie der organischen Wesen“, in welcher der Begriff des Stoffwechsels die wesentlichste Rolle spielt, geschaffen hat; aber auch deswegen (dies gilt besonders für diejenigen Physiologen, die zugleich Ärzte sind) weil er sich die Aufgabe stellte, „die ganze Menge des ärztlichen Wissens in eine geordnete Wissenschaft zu verwandeln“.

Und wenn die Polnische Physiologische Gesellschaft heute sowohl die theoretischen als auch die praktischen Ziele der Physiologie verfolgt, so setzt sie damit nur das Werk des Physiologen und Arztes J ę d r z e j Ś n i a d e c k i fort.

J ę d r z e j Ś n i a d e c k i wurde 1768 in Żnin, in der Nähe von Gniezno, geboren. Seine Studienjahre verbrachte er in Kraków, Pavia und Edinburgh. Im Jahre 1797 wurde er zum Professor der Chemie in Wilno ernannt. Im Jahre 1822 wurde er pensioniert, aber schon nach zwei Jahren übernahm er die Vorträge an der medizinischen Klinik in Wilno. Hier arbeitete er bis zu seinem Tode im Jahre 1838.

Die wichtigsten Schriften sind:

Teoria jestestw organicznych, Bd. 1. Warszawa 1804; Bd. 2. Wilno 1811.
Spätere Auflagen: Wilno 1838; Wilno 1861; Poznań 1905.

D e u t s c h e Ü b e r s e t z u n g e n :

Theorie der organischen Wesen, übersetzt von Jos. Moritz I. Teil, Königsberg bei Unzer 1810;

Theorie der organischen Wesen, übersetzt von Andreas Neubig, im Verlage der C. H. Zeh'schen Buchhandlung, Nürnberg 1821.

F r a n z ö s i s c h e Ü b e r s e t z u n g :

Théorie des êtres organisés, renferment les généralités de la vie organique. Traduit par I. I. Ballard et Dessaix. Paris chez Gabon et Comp. 1 vol. 1825.

Początki chemii (Die Anfänge der Chemie), Wilno 1800; zweite Auflage — Wilno 1807; dritte Auflage — Wilno 1816—1817.

O fizycznym wychowaniu dzieci (Über die körperliche Erziehung der Kinder). Dziennik Wileński. Wilno 1805; Spätere umgearbeitete Auflagen: Warszawa 1840; Sanok 1855; Wilno 1856; Poznań 1867; Warszawa 1920.

Włodzimierz Mozołowski.

Jędrzej Śniadecki als Physiologe ¹⁾.

Die Fundamentalsätze der heutigen Physiologie sind: die Erkenntnis, dass alle pflanzlichen und tierischen Wesen aus denselben chemischen Elementen bestehen, die uns von der unbelebten Natur her bekannt sind; die Erkenntnis von dem Kreislauf dieser Elemente zwischen der unbelebten Natur und der Welt der Lebewesen; die Erkenntnis, dass es möglich ist, die in lebenden Wesen verlaufenden Prozesse quantitativ zu untersuchen; die Erkenntnis von der Rolle des Sonnenlichtes beim Aufbau der organischen Substanz aus Wasser und Kohlensäure in der grünen Pflanze.

Im polnischen physiologischen Schrifttum hat Jędrzej Śniadecki diese Erkenntnisse als erster klar formuliert. Das allein würde schon genügen, um die Huldigung, welche ihm die polnischen Physiologen zur Jahrhundertfeier seines Todes darbringen, zu rechtfertigen. Die grossen Verdienste Śniadeckis wären uns aber nicht ganz klar und verständlich, wenn wir sie ohne Berücksichtigung des Standes der damaligen Wissenschaften in Europa betrachten würden. Wir wollen uns also zunächst klar darüber werden, ob die fundamentalen Erkenntnisse, von denen eben die Rede gewesen ist, zu der Zeit, da Jędrzej Śniadecki seine „Theorie der organischen Wesen“ publizierte, in Europa allgemein anerkannt waren und das Gemeingut der damaligen gelehrten Welt bildeten. Schon ein flüchtiger Blick auf das physiologische Schrifttum der ersten Dezennien des XIX Jahrhunderts führt zu der Feststellung, dass dies keineswegs der Fall war. Noch im Jahre 1838, also 34 Jahre nach dem Erscheinen des ersten Bandes der „Theorie der organischen Wesen“, wurde von der

¹⁾ Vortrag, gehalten am 30.VI.1938 zu Wilno während der von der Polnischen Physiologischen und der Polnischen Chemischen Gesellschaft veranstalteten Feier zu Ehren Jędrzej Śniadecki.

Akademie in Göttingen ein Preisausschreiben über das Thema: „Ob die sog. unorganischen Elemente, welche in der Asche der Pflanze gefunden werden, auch dann in den Pflanzen sich finden, wenn sie denselben von aussen nicht geboten werden“ — herausgegeben²⁾). Auch im damaligen physiologisch - anatomischen Schrifttum vermisst man jene fundamentalen Erkenntnisse, welche die Grundlage der heutigen Physiologie bilden. Ś n i a d e c k i s Anschauungen weichen so stark von der damals herrschenden physiologisch-anatomischen Auffassung ab, dass wir gezwungen sind, die Anregung zur Schaffung seiner Theorie ausserhalb dieser allgemein bekannten physiologisch-anatomischen Literatur zu suchen. Dieser Tatsache ist die noch heute vertretene Ansicht zuzuschreiben, dass die Theorie von J ę d r z e j Ś n i a d e c k i und besonders die Erkenntnis vom Stoffwechsel als der spezifischen, für alle Lebewesen, charakteristischen Eigenschaft spekulativ entstand und jeglicher experimenteller Grundlage entbehrte. Diese Ansicht ist aber nicht richtig. Ś n i a d e c k i selbst hat zwar auf dem Gebiete des Stoffwechsels nicht experimentiert, er hat aber seine Schlüsse aus den Experimenten anderer Forscher gezogen. Wer war nun der Forscher, dessen Arbeiten die experimentelle Grundlage für Ś n i a d e c k i s Theorie geliefert haben? Den Schriften Ś n i a d e c k i s ist nicht schwer zu entnehmen, dass dieser Forscher A n t o i n e L a u r e n t L a v o i s i e r war. Schon in seiner ersten im Druck erschienenen Schrift, in der „Rede über die Ungewissheit der auf Experimenten fundierten Sätze und Lehren“³⁾ nennt Ś n i a d e c k i L a v o i s i e r neben N e w t o n und K o p e r n i k: „Gut zu experimentieren, die Experimente entsprechend zu erkennen und auswerten zu können, ist sehr wenig Menschen gegeben, und ich wage zu behaupten, nur grossen Geistern. Hat doch die ganze Menschheit von Anfang an auf einen fallenden Apfel geschaut, aber niemand ausser N e w t o n hat an die Anziehungskraft gedacht und durch sie das Weltgefüge erklärt. Wie viele Menschen

2) L. Jost. Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. G. Fischer. Jena. 1913. S. 100.

3) J ę d r z e j Ś n i a d e c k i. Dzieła. Warszawa, 1840. III Band. S. 268.

die auf dem Wasser dahingeschwommen sind, haben die Ufer vor sich fliehen sehen, aber niemand vor K o p e r n i k u s hat diese Illusion dazu benutzt, jene berühmte Theorie zu stürzen, auf Grund deren man annahm, dass die ganze Welt sich um die Erde drehe". „Vor der Urzeit her wussten wohl die Menschen, dass brennenden Körpern Luft zugeführt werden muss; alle Mittel, ein Feuer zu löschen, bestätigen das deutlich; und doch hat niemand bis zur Zeit L a v o i s i e r s auf Grund dieser Erscheinung die wahre Natur der Inflammation erklärt". In Ś n i a d e c k i s „Anfängen der Chemie" begegnen wir oft dem Namen L a v o i s i e r s. In der zweiten Ausgabe aus dem Jahre 1807 schreibt ⁴⁾ Ś n i a d e c k i: „Eine wahre Epoche, was den Beginn der Pflanzenchemie und ihre Erklärungen anbetrifft, setzt mit L a v o i s i e r ein, der als ihr Schöpfer angesehen werden kann. Dieser grosse Chemiker hat als erster die Beschaffenheit der Elemente gezeigt, aus denen tatsächlich die Pflanzen zusammengesetzt sind". Die quantitativen Angaben über die chemische Zusammensetzung von Zucker, Alkohol, Oel, Wachs, denen wir in den „Anfängen der Chemie" begegnen, tragen L a v o i s i e r s Namen ⁵⁾. Dies alles beweist, dass das chemische Werk von J ę d r z e j Ś n i a d e c k i unter dem entscheidenden Einfluss L a v o i s i e r s stand. War der Einfluss des Physiologen L a v o i s i e r auch so gross, wie derjenige des Chemikers L a v o i s i e r? Sind in der „Theorie der organischen Wesen" irgendwelche Einflüsse dieses Forschers? Die Antwort auf diese Fragen ist nicht im Jahre 1804, in dem die „Theorie der organischen Wesen" im Druck erschien, zu suchen, sondern elf Jahre vorher, im Jahre 1793, als Ś n i a d e c k i in Edinbrough studierte. Dies war die Zeit, in der die Grundgedanken der „Theorie" entstanden. Ś n i a d e c k i selbst spricht darüber im Vorwort zur ersten Ausgabe ⁶⁾.

„Es sind jetzt elf Jahre, als ich die verschiedenen in der Arzneiwissenschaft bekannten Theorien und Systeme durchging, um sie näher zu untersuchen, und sowohl ihre guten, als ihre

⁴⁾ J ę d r z e j Ś n i a d e c k i. Początki chemii. 1807. § 615.

⁵⁾ l. c. §§ 654, 669, 688, 781 u. a.

⁶⁾ A. Ś n i a d e c k i s Theorie der organischen Wesen, übersetzt von J. Moritz. Königsberg 1810. Vorrede des Verfassers, Seite XI—XXII.

schlechten Seiten besser zu beurtheilen; und so fiel ich allmählich auf einige Gedanken, welche die Basis der in gegenwärtiger Schrift enthaltenen Theorie sind. Damals hatte ich nicht die Absicht, mich mit einer so weitläufigen Arbeit, welche ich jetzt vorgenommen habe, zu beschäftigen; ich dachte nur, die unter meinen Notizen zerstreueten Bemerkungen zu sammeln, in eine gewisse Ordnung zu bringen, und sie so in die gelehrte Welt zu säen, und glaubte, dass diese wenigen Körner für die Menschheit nicht verloren sein werden, sondern dass sie sich, indem sie die Aufmerksamkeit der bessern Köpfe auf sich ziehen, vermehren und zu wichtigern Ideen und Entdeckungen Gelegenheit geben könnten. Weil ich damals ausserhalb meines Vaterlandes lebte, so dachte ich auch für die Ausländer zu schreiben und verfasste diesen ersten Entwurf meiner jetzigen Arbeit in lateinischer Sprache”.

Wenn man sich nun dessen bewusst ist, dass das Wirken eines jeden Forschers auf den Errungenschaften seiner Vorläufer oder anderer Forscher seiner Zeit fusst, so muss man beim Studium der Werke *Śniadecki's* die Fortschritte der Physiologie um 1793 einer genauen Betrachtung unterziehen, und dabei ist es unmöglich, einen *Lavoisier* zu übersehen. Im VI Bände der gesammelten Werke von *Lavoisier* finden wir das Programm eines Preissausschreibens der französischen Akademie der Wissenschaften für das Jahr 1794. Der Herausgeber dieses Bandes, *Grimaux*, stellt auf Grund der Untersuchung des Manuskriptes fest, dass dieses Programm, das eine allgemeine Übersicht über den Chemismus der organischen Wesen enthält, *Lavoisier's* Feder entstammt. Dieses Programm wurde nicht nur in den Memoires der Akademie abgedruckt, sondern auch im Jahre 1792 als vierseitiger Sonderabdruck an die Gelehrten aller Völker Europas versandt. Jedem, der *Śniadecki's* Wirken studiert hat, ist sein lebendiger Kontakt mit dem wissenschaftlichen Schrifttum seiner Zeit bekannt; sehr charakteristisch in dieser Hinsicht ist die Mitberücksichtigung der neuesten chemischen Errungenschaften in den einzelnen Ausgaben der „Anfänge der Chemie”. Wir können also annehmen, dass auch das Programm des Preissausschreibens der Akademie der Wissenschaften, das ja ein wahres

Evenement in der gelehrten Welt bildete, S n i a d e c k i nicht unbekannt blieb. Eine Bestätigung dieser Annahme finden wir in einer ausgesprochenen Ähnlichkeit des Gedankenganges im „Programm“ einerseits und in den physiologischen Grundlagen der „Theorie“ anderseits. Diese Ähnlichkeit ist klar aus den nachstehend zitierten Worten des Programms zu ersehen ⁷⁾:

„Les végétaux puisent dans l'air qui les environne, dans l'eau et en général dans le règne minéral, les matériaux nécessaires à leur organisation.

Les animaux se nourrissent ou de végétaux, ou d'autres animaux, qui ont été eux-mêmes nourris de végétaux; en sorte que les matériaux dont ils sont formés sont toujours, en dernier résultat, tirés de l'air ou du règne minéral.

Enfin la fermentation, la putréfaction et la combustion rendent continuellement à l'air de l'atmosphère et au règne minéral les principes que les végétaux et les animaux en ont empruntés.

Par quels procédés la nature opéra-t-elle cette circulation entre les trois règnes? Comment parvient-elle à former des substances fermentescibles, combustibles et putrescibles, avec des matériaux qui n'avaient aucune de ces propriétés?

La cause et le mode de ces phénomènes ont été jusqu'à présent enveloppés d'un voile presque impénétrable. On entrevoit cependant que puisque la putréfaction et la combustion sont les moyens que la nature emploie pour rendre au règne minéral les matériaux qu'elle en a tirés pour former des végétaux et des animaux, la végétation et l'animalisation doivent être des opérations inverses de la combustion et de la putréfaction.

L'Académie a pensé qu'il était temps de fixer l'attention des savants sur la solution de ce grand problème. Tandis qu'une commission qu'elle a nommée à cet effet s'occupera sans relâche, des phénomènes de la végétation, elle a cru devoir s'aider du concours des savants de toute l'Europe, pour ce qui concerne la nutrition des animaux”.

„L'Académie ne croit pas devoir présenter aux concurrents tout ce plan de travail sur l'animalisation, pour le sujet d'un

⁷⁾ O e u v r e s d e L a v o i s i e r. Paris. Imprimerie impériale. 1893. Vol. VI. p. 33.

seul prix; elle sait qu'il exige une suite immense de recherches, qui ne sont peut-être pas susceptibles d'être faites par un seul homme, et surtout dans le temps qu'elle peut fixer pour ce concours; elle a donc cru qu'elle devait choisir un des principaux traits de l'animalisation, et dans l'intention de les parcourir les uns après les autres, elle a d'abord fixé son attentions sur l'influence du foie et de la bile".

Die angeführten Zitate aus dem Programm zeigen mit besonderer Klarheit die physiologischen Grundlagen jener Erkenntnisse, die sich bei Ś n i a d e c k i zur „Theorie der organischen Wesen“ zusammenfügen. Die französische Akademie der Wissenschaften, die für die beste Arbeit einen Preis von 5.000 Livres aussetzte, lud die Forscher aller Völker Europas zur Mitarbeit ein. Die Abhandlungen waren in französischer oder lateinischer Sprache zu verfassen. Hängen die von Ś n i a d e c k i „vor elf Jahren“ verzeichneten physiologischen Gedanken mit diesem Preissausschreiben zusammen? Ist seine Bemerkung, dass sie lateinisch geschrieben waren, auf die Desiderate des Programms zurückzuführen? — Die Erörterung dieser Frage ist fruchtlos, da aus Mangel an Beweismaterial ihre Lösung heute unmöglich ist. Nichtsdestoweniger berechtigen uns die zitierten Texte zu folgern, dass die Grundgedanken der „Theorie der organischen Wesen“ von Ś n i a d e c k i auf den Arbeiten A. L. L a v o i s i e r s, des Schöpfers der neuzeitlichen Chemie und eines der grössten Physiologen der Welt fussen. Das Verdienst, diese Gedanken dem polnischen Schrifttum zugeeignet und seine zahlreichen wissensdurstigen Hörer mit ihnen bekannt gemacht zu haben und zwar zur Zeit, da diese Lehren noch keineswegs allgemein anerkannt waren, ist so gross, dass dies allein die polnischen Physiologen zu einer Huldigung anlässlich der Jahrhundertfeier des Todes von Ś n i a d e c k i verpflichten würde.

Die „Theorie der organischen Wesen“ ist aber mehr als eine blosser Übertragung der Gedanken von L a v o i s i e r. Wie könnten wir es sonst verstehen, dass im Jahre 1810 in Königsberg die erste Übersetzung ins Deutsche erscheint, dass im Jahre 1821 die Buchhandlung in Nürnberg eine zweite deutsche Übersetzung des Werkes verlegt und dass vier Jahre später das

Buch ins Französische übersetzt wird? Es musste doch etwas in diesem Werke stecken, etwas Neues und Anziehendes für die Übersetzer, das ihnen die Übersetzung aus der für Deutsche oder Franzosen so schwierigen polnischen Sprache lohnend erscheinen liess. Den wesentlichen Reiz im Werke *Sniadecki's* sehen wir nicht nur in neuen experimentellen Ergebnissen, sondern vor allem darin, dass hier auf Grund derselben eine geschlossene Theorie des Lebens der organischen Wesen aufgebaut wurde. Der Grundgedanke dieser Theorie beruht auf dem Zusammenhange der organischen Wesen mit der Umwelt, also darauf, dass sie zum Leben Wasser, Luft, Wärme, Licht und Nahrung brauchen. Der zweite Grundgedanke ist die Erkenntnis, dass die Struktur der Organismen für ihr Leben wesentlich ist. Eine genaue Definition der Begriffe: Organisation und Leben gibt uns *Sniadecki* nicht. Er ist der Meinung (wie auch wir heute), dass diese beiden Begriffe „sich besser fühlen als beschreiben lassen“. Da aber sowohl die Lebewesen als auch die zu ihrer Erhaltung dienenden Stoffe aus physikalischen Körpern bestehen, so ist das Leben ganz allgemein als ein besonderer Fall von physikalischen Beziehungen zwischen der unbelebten und der belebten Materie aufzufassen. Folglich können die Lebensprozesse mit physikalischen und chemischen Methoden untersucht werden. Was im Stoffwechsel der Lebewesen am meisten auffällt, ist die fortwährende Erneuerung ihrer Bestandteile. *Sniadecki* drückt dies im folgenden Satz aus: „Jedes lebende Wesen organisiert sich fortwährend, und das Leben beruht auf Nahrungsaufnahme und einer fortwährenden Organisation der ernährenden Stoffe“. Die Tatsache, dass *Sniadecki* die damals bekannten experimentellen Ergebnisse zu einer Theorie ausgebaut hat, welche in überaus logischer Weise die Erkenntnisse geordnet hat und dadurch zu einer Grundlage für weitere Forschungsarbeiten geworden ist, diese Tatsache soll an dem Tage, da wir seinem Andenken huldigen, in den Vordergrund gerückt werden.

Und obwohl heute, nach so vielen Jahren erfolgreicher Entwicklung der Physiologie — wie sie zur Zeit *Sniadecki's* niemand voraussehen konnte, dank neuen experimentellen Ergebnissen viele Annahmen und Hypothesen von *Sniadecki*

hinfällig geworden sind, so hat dennoch die „Theorie der organischen Wesen“ nicht nur ihre historische Bedeutung, sondern auch ihren lebendigen Reiz behalten, und viele in ihr enthaltenen Gedanken bilden auch heute für manche Physiologen einen freudigen Genuss.

Damit sind aber die Verdienste Jędrzej Śniadecki's für die Physiologie nicht erschöpft. Die Physiologie hat ihre theoretischen Ziele, die in der Erfassung des Wesens der Lebensprozesse gipfeln, aber sie ist auch nicht frei von praktischen Zielen. In dieser Hinsicht findet sie ihre Grundanwendung auf dem Gebiete der Heilkunst. Śniadecki, der sein ganzes Leben lang als praktischer Arzt tätig war und die Meinung vertrat, dass kein Wissensgebiet den Menschen mehr interessieren könne, als die Heilkunst, konnte die Physiologie nur im Zusammenhang mit der praktischen Medizin ausüben. Um seine „Theorie der organischen Wesen“ von diesem Standpunkt zu begründen, schreibt er ⁸⁾:

„Ich weiss es wohl, dass ein grosser Theil der praktischen Aerzte Feind aller Theorie und alles Philosophierens in der Medizin ist; ich weiss es wohl, dass das unglückliche Loos, welches fast alle in diese Wissenschaft eingeführte Erklärungen getroffen hat, eine so strenge Meinung einigermassen rechtfertigen kann“. „Ist aber eine solche Denkkungsart in den Augen des philosophischen Arztes nicht erniedrigend? Ist sie nicht eine wirkliche Krankheit des menschlichen Geistes, welche die Wissenschaft erniedrigt und ihre Fortschritte aufhält? Denn wahrlich, ohne eine gründlich bewiesene und klare Theorie wird keine wahre Wissenschaft, ohne Wissenschaft wird nie Arzneikunst möglich sein“.

„Man muss also durchaus an einer Theorie der Arzneikunst arbeiten; aber um die Irrtümer zu vermeiden, in welche unsere Vorfahren gefallen sind, muss man sie auch auf eine philosophische Weise bearbeiten“.

Śniadecki beschloss also, nicht nur eine Theorie der organischen Wesen zu schaffen, sondern auch die entdeckten

⁸⁾ A. Śniadecki. Theorie der organischen Wesen, übersetzt von J. Moritz. Königsberg 1810. Vorrede des Verfassers. Seite XI—XXII.

[Physiologisches Institut der Jagellonischen Universität Kraków].

B. Szabuniewicz.

Die Polarisationsaufstellung der Muskeln des Wasserfrosches (*R. esculenta*)¹⁾.

Vorliegende Untersuchungen sind eine Fortsetzung der alten Untersuchungen über den „aufsteigenden Strom“ der Froschmuskeln von du Bois Reymond und deren von Cybulski. Die erwähnten Forscher haben bewiesen²⁾, dass manche Muskeln, besonders *Gastrocnemius* und *Triceps femoris*, immer ein merklich höheres elektrisches Potential auf dem proximalen, als auf dem distalen Ende besitzen, was — nach den alten Anschauungen — von einem aufsteigenden Strom in den betreffenden Muskeln stammen sollte. Diesen Strom konnte man nicht nur von ganzen Muskeln ableiten, also nur dann, wenn man die ableitenden Elektroden auf beiden Muskelenden aufstellte, sondern wohl auch von jedem Muskelabschnitt, z. B. wenn man die Elektroden (nach du Bois Reymond) „auf's Gerathewohl“ irgendwo auf dem Muskel setze.

Später zeigte Hermann³⁾, dass — zuwider den alten Untersuchungen — normale Froschmuskeln immer stromlos, also isopotential, auf ihrer Oberfläche sind. Potentialunterschiede erscheinen erst dann, wenn die Muskeloberfläche beschädigt ist. Beim Präparieren unverletzter Muskeln (z. B. *Gastrocnemien*) muss man die Haut mit besonderen — obschon scheinbar sinnlosen — Vorsichtsmassregeln abziehen, weil auch

¹⁾ Vorgetragen an der Sitzung der Abteilung Kraków der Polnischen Physiologischen Gesellschaft am 20.VI.1938.

²⁾ du Bois Reymond: Untersuchungen über thierische Elektrizität, 1848—1884.

Cybulski: Bull. de l. Ac. d. Sc. de Cracovie, 1910, Ser. B., S. 555.

³⁾ L. Hermann: Pflügers Arch. f. d. ges. Physiologie, 15, 1877, 191.

die mindeste Berührung des Muskels mit der äusseren Hautoberfläche diesen „verletzen“ kann, obschon sich das Aussehen des Muskels nicht im geringsten verändert. Dies sind bekannte Tatsachen, die in jedem Laboratorium leicht nachgeprüft werden können.

Hermann war der Meinung, dass alle Potentialunterschiede welche im Muskel feststellbar sind, sich durch diese Verletzungsströme erklären lassen. Die beschädigte Oberfläche besitzt ein niedrigeres Potential als die unverletzte. Die verletzte Stelle ist „negativ“. Alle „Ströme“ (Potentialunterschiede) des ruhenden Muskels sind Verletzungsströme. Diese Theorie wurde erweitert, indem auch die elektrischen Erscheinungen, welche während der Muskelzuckung auftreten, als eine wandernde „Welle der Elektronegativität“ erklärt werden sollten.

Diese — seit langem herrschenden und in der physiologischen Welt allgemein verbreiteten — Verallgemeinerungen Hermann's müssen jedoch Zweifel erwecken. Die Elektronegativität der verletzten Stelle scheint eine zweifellose Tatsache zu sein, sind jedoch alle Potentialunterschiede des ruhenden Muskels dadurch erklärbar? Warum haben viele Forscher — obgleich sie wohl ihre Muskelpräparate nicht unverletzt erhielten — immer und immer wieder den aufsteigenden Strom in manchen Muskeln aufgefunden? Die Regelmässigkeit, mit welcher man diese Erscheinung wahrnahm, führte viele Autoren zum Schluss, dass normale Muskeln immer den aufsteigenden Strom aufweisen.

Für diese Widersprüche habe ich, durch die Entdeckung der Polarisationskontraktur, eine Erklärung gefunden. Mehrere starke Faktoren ⁴⁾ — wie Wirkung der starken Säuren, Basen, mancher Salzen, Lösungen von HgCl₂, Trichloressigsäure, starke mechanische Einwirkungen, die Hautausscheidung des Frosches, die hohe Temperatur und viele andere — rufen im Muskel eine dauernde Kontraktur hervor, bei welcher die Muskeloberfläche sehr grosse Potentialunterschiede aufweist. Diese Potentialunterschiede entstehen nicht nur in der unmittelbar

⁴⁾ B. Szabuniewicz: Pflügers Arch. f. d. ges. Physiologie, 223, 1930, 744, Bull. de l'Ac. Polonaise d. Sc. Cl. de Médecine, 1934, S. 445.

durch den Faktor berührten Oberfläche des Muskels, sondern verbreiten sich weit über diese Grenze und erscheinen sogar an der gegenüberliegenden Muskelseite. Die Potentialunterschiede sind dabei sehr charakteristisch, weil sie sich immer in derselben Weise in bestimmten Muskeln wiederholen. Diese elektrischen Erscheinungen sind mit denen zweifellos identisch, welche durch alte Forscher als der aufsteigende oder der absteigende Muskelstrom festgestellt wurden. Die Kontraktur, welche als Folge der oben genannten Faktoren zutage tritt, wurde die Polarisationskontraktur genannt, weil der Muskel in diesem Zustande elektrisch „polarisiert“ erscheint.

In den ersten Experimenten wurde hauptsächlich der *Gastrocnemius* untersucht. In der Polarisationskontraktur besitzt das untere Ende dieses Muskels das niedrigste Potential. Dieses steigt vom distalen zum proximalen Ende ungefähr um 3—4 Millivolt für 1 mm Muskellänge so, dass zwischen den beiden Muskelenden ein Potentialunterschied von sechzig und mehr Millivolt entsteht.

Weitere Untersuchungen zeigten, dass andere Muskeln auch sehr charakteristische Potentialverteilung im Polarisationszustand darbieten, dass diese jedoch mit denen im *Gastrocnemius* nicht identisch ist. In manchen Muskeln konnten z. B. solche Verhältnisse festgestellt werden, in welchen ein proximaler Punkt negativ gegenüber einem distalen erscheint. Die erste Art der Polarisation des Muskels (ein proximaler Muskelpunkt ist positiv im Verhältnis zu einem distalen) wurde als positive, oder aufsteigende, die zweite Art (ein proximaler Punkt ist negativ im Verhältnis zu einem distalen) — als negative oder absteigende Polarisation bezeichnet. Die erste entspricht dem aufsteigenden, die zweite — dem absteigenden Strom alter Forscher. Manche Muskeln weisen in der Polarisationskontraktur komplizierte Verhältnisse auf. Ein Abschnitt desselben Muskels kann positiv (aufsteigend), ein anderer negativ (absteigend) polarisiert sein. Die Fähigkeit mit bestimmter Potentialverteilung auf stark wirkende Faktoren zu reagieren wurde als die charakteristische Polarisationsaufstellung bezeichnet.

Die Polarisationsaufstellung ist in nicht kontrahierten, normalen Muskeln vollständig unsichtbar. Auch kennen wir keine anatomisch-histologische Gründe, welche sie erklären könnten. Nur mutmasslich kann man annehmen, dass sie auf einer Asymmetrie der Jonengrenzen zwischen der isotropen und anisotropen Substanz von beiden Seiten entlang der Muskelfasern beruht, so dass jede Muskelfaser sich wie eine lange Kette kleiner Elementen verhält (Cybulski l. c.). Die Polarisationsaufstellung kommt erst dann zum Vorschein, wenn der Muskel durch eine starke Einwirkung kontrahiert und polarisiert ist.

Ich habe weiter gezeigt⁵⁾, dass die elektrischen „Ströme“, welche im arbeitenden Muskel nämlich in Muskelzuckung auftreten auf eine kurze Polarisation der Muskelfasern, und nicht auf eine „Welle der Elektronegativität“ zurückgeführt werden müssen. Die Zweiphasigkeit der Erscheinung, welche in normalen Muskeln immer zum Vorschein kommt, erklärt sich durch zwei kurze, sozusagen explosive, aufeinanderfolgende und entgegengesetzte Polarisationen der Muskelfasern. Die erste bei der Muskelzuckung auftretende Polarisation entsteht noch vor den mechanischen Veränderungen. Die Richtung der Polarisation ist dabei derjenigen in der Polarisationskontraktur entgegengesetzt. Wenn also ein Muskelabschnitt in der Kontraktur sich durch eine aufsteigende Polarisation auszeichnet, so ist er kurz vor dem Beginn der Einzelzuckung absteigend polarisiert, und umgekehrt.

Der Anfang der zweiten Phase der elektrischen Erscheinungen in der Muskelzuckung fällt mit dem Beginn der Verkürzung zusammen. In der zweiten Phase des Zuckungsstromes ist die Muskeoberfläche vollständig ebenso polarisiert, wie in der Kontraktur. Diese Kontraktur kann also als ein fixierter Zuckungsanfang betrachtet werden. Dass es wirklich so ist, können Experimente über die elektrischen Erscheinungen an kontrahierten Muskeln bei der Zuckung beweisen. Solche Muskeln zeigen⁵⁾ in der Regel einphasige Aktionsströme. Die zweite Phase des Stromes ist nicht vorhanden. Dies wird selbstver-

⁵⁾ Szabuniewicz: Bull. de l'Ac. des Sc. de Cracovie, Cl. de Méa 1, 1930, 195.

ständig, wenn man annimmt, dass die zweite Phase im kontrahierten Muskel bereits im voraus fixiert sei.

Die früheren Resultate sind dabei leicht erklärbar. Um einen einphasigen Aktionsstrom zu erhalten, stellt man, wie bekannt, die eine ableitende Elektrode auf die unbeschädigte Oberfläche, die andere — auf den künstlichen Durchschnitt des Muskels. Bei dem Anschneiden des Muskels entsteht ⁶⁾ die Polarisationskontraktur und die Einphasigkeit ist die Folge der dabei auftretenden Polarisation. Dagegen kann der einphasige Aktionsstrom durch die Welle der Elektronegativität nicht erklärt werden. Wenn man nämlich z. B. einen polarisierten *Gastrocnemius* untersucht und ihn im oberen Ende anschneidet, erhält man bei der Zuckung immer eine Steigerung des Potentials an der Elektrode, welche auf der unbeschädigten Oberfläche im unteren Muskelabschnitt ruht! Nach der früheren Annahmen müsste man zulassen, dass wir hier mit einer „Welle der Elektropositivität“ zu tun hätten. Diese Erscheinungen sind dagegen nach meiner Auffassung der Polarisation der sich verkürzenden Muskelfasern selbstverständlich.

In der vorliegenden Arbeit habe ich mich mit der Polarisationsaufstellung verschiedener Muskeln des Wasserfrosches beschäftigt.

Methodisches.

So weit es möglich war, wurden die Muskeln auf zwei verschiedene Arten untersucht, nämlich in Zusammensetzung mit anderen Muskeln, desselben Körperteilles und nach vollständiger Freipräparierung (Isolierung) und Abtrennung des Muskels von den anderen. Sofort nach dem Präparieren wurde die Oberfläche des ruhenden Muskels untersucht. Nur dann, wenn die Isopotentialität der Oberfläche festgestellt wurde, also wenn der Muskel unverletzt war, wurde er zur weiteren Untersuchung zugelassen. Der normale Muskel wurde dann polarisiert, was auf verschiedene Weisen erfolgte. Meistens wurde ein kurzdauerndes Bad (5—10 Sek.) in 1% HgCl_2 angewandt, wonach der Muskel in Wasser, und dann in Ringerlösung gespült wurde. Auch andere Polarisationsarten wurden erprobt: ein kurzdauerndes Bad in 5% Trichloressigsäure oder ein Wasserbad von 45° C.

Als Ableitungselektroden dienen Ag-AgCl-Elektroden nach Lapique, modifiziert. Die Potentialunterschiede wurden nach der Kompen-

⁶⁾ Szabuniewicz: Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol., 223, 1930, 744.

sationsmethode gemessen. Den Muskel oder den entsprechenden Körperteil befestigte man vermittels zweier Serrefinen an einem speziell gebauten Stativ, das eine Umdrehung des Präparates um seine Längsachse ermöglichte, so dass der Muskel von allen Seiten den Elektroden zugänglich war. Eine der Ableitungselektroden (die sogen. Nullelektrode) wurde auf einem Punkt, meistens auf das untere Muskelende aufgestellt. Die zweite wurde durch eine spezielle Einrichtung (eine Schraube ohne Ende) entlang des Verlaufs der Muskelfasern verschoben. In grösseren Muskeln wurde das Potential der Oberfläche in einer Linie in Abständen von je 2 mm, in kleineren — von je 1 mm untersucht. Später wurde das Potential jeder Stelle gegenüber dem des Nullpunktes (meistens des distalen Muskelendes) in Millivolt berechnet. Auch die sogen. Steilheit der Polarisation, d. h. die Zahl, welche angibt um wieviel Millivolt sich das Potential auf einer Strecke von 1 mm verändert, wurde berechnet.

Ergebnisse.

Alle untersuchten Muskeln können, bezüglich der Potentialverteilung auf ihrer Oberfläche im Polarisationszustand, in vier Hauptgruppen geteilt werden:

Gruppe A. Muskeln mit aufsteigender Polarisation der ganzen Oberfläche.

Gruppe B. Muskeln, deren distaler Abschnitt positiv (aufsteigend), der proximale Abschnitt dagegen — negativ (absteigend) polarisiert ist.

Gruppe C. Muskeln mit absteigender Polarisation des distalen und mit aufsteigender Polarisation des proximalen Abschnittes.

Gruppe D. Muskeln mit nur sehr kleinen und wenig charakteristischen Potentialunterschieden im Polarisationszustand.

Es gibt jedoch Übergangstypen zwischen den vier Gruppen, so dass mehrere Untergruppen zu unterscheiden sind.

Muskelgruppe A.

Muskeln mit aufsteigender Polarisation der ganzen Oberfläche.

Als Beispiel von Muskeln dieser Gruppe kann *m. tibialis posticus* (Abb. 1) der hinteren Extremität, oder *m. flexor carpi rad.* (Abb. 2) der vorderen Extremität angegeben werden. Die

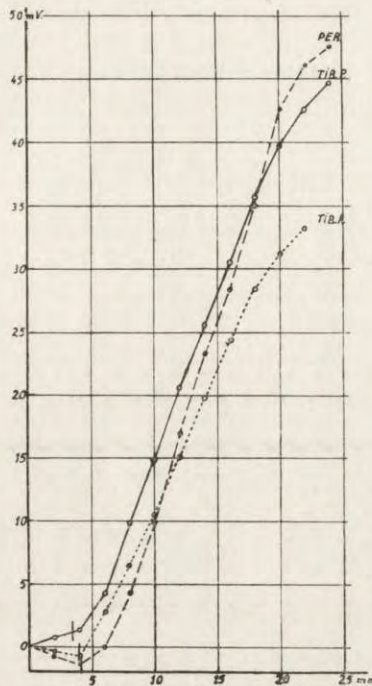


Abb. 1. Potentialverteilung in Muskeln. Nullpunkt — untere Muskelsehne. Ordinatenachse — Potential in Millivolt, Abscissenachse — Muskellänge in Millimeter. PER — *m. peroneus* Nr. 22, TIB. P. — *m. tibialis post.* Nr. 23, TIB. A. — *m. tibialis ant. longus (caput mediale)* Nr. 23. Nach der Abtragung des *m. gastrocnemii* wurde der ganze Unterschenkel für 10 Sek. in 1% HgCl_2 untertaucht, dann wurde das Präparat in Wasser und in Ringerlösung gespült. Die Untersuchung der Muskeln erfolgte 10—15 Min. nach dem HgCl_2 -Bad. Die Stelle, welche der Grenze zwischen Muskel und Sehne entspricht, ist durch eine senkrechte Linie auf den Potentialkurven vermerkt. Die Steilheit der Polarisation in mittleren Muskelabschnitten beträgt im *m. peroneus* 3.1, im *m. tibialis ant.* — 2.3, im *m. tibialis post.* — 2.6 mV/mm.

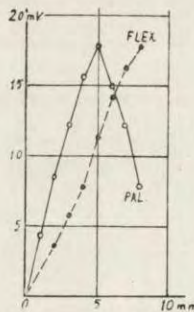


Abb. 2. Bezeichnungen, wie in Abb. 1. FLEX. — *m. flexor carpi rad.* Nr. 37, PAL. — *m. palmaris longus* Nr. 37. Nullpunkt — das untere Muskelennde. Die Muskeln wurden in Verbindung mit der ganzen vorderen Extremität polarisiert 5 Sek. in 1% HgCl_2 . Steilheit des mittleren Abschnittes des *m. flexor carpi rad.* 3.0 mV/mm. Im *m. palmaris* ist der distale Abschnitt aufsteigend polarisiert, der proximale Abschnitt — absteigend polarisiert. Die Steilheit ist in beiden Abschnitten ungefähr dieselbe — 3.5 mV/mm.

Steilheit der Polarisation ist in allen Abschnitten dieser Muskeln gross und beträgt ungefähr 3 Millivolt für 1 mm Muskelänge. Die Steilheit ist an beiden Muskelenden etwas kleiner so dass eine leichte S-förmige Krümmung der Potentialkurven entsteht.

Ganz ähnliche Ergebnisse erhält man in mehreren anderen Muskeln: *m. peroneus* (Abb. 1), *m. tibialis ant. longus (caput laterale et mediale)* (Abb. 1), *m. extensor carpi uln.* (Abb. 4)

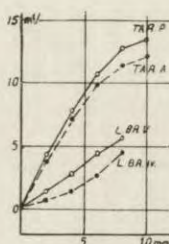


Abb. 3. Bezeichnungen wie in Abb. 1. TAR. P. — *m. tarsalis post.* Nr. 41. TAR. A. — *m. tarsalis ant.* Nr. 41. L. BR. V. — *m. lumbricalis brevis V* Nr. 41. L. BR. IV. — *m. lumbricalis brevis IV.* Nr. 41. Polarisiert mit ganzer Extremität — 5 Sek. in 1% HgCl_2 . Nullpunkt — das untere Muskelende.

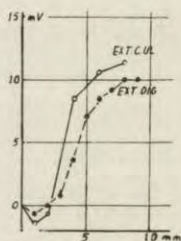


Abb. 4. Bezeichnungen wie in Abb. 1. EXT. C. UL. — *m. extensor carpi ulnaris* Nr. 43. EX. DIG. — *m. extensor digitorum comm. longus* Nr. 43. Polarisiert mit ganzer Extremität — 5 Sek. in 1% HgCl_2 . Nullpunkt — das untere Muskelende.

und *m. extensor digitorum communis longus* (Abb. 4). Die Steilheit der Polarisation beträgt hier 2.5 — 3.0 mV/mm. Eine ziemlich ähnliche, jedoch merklich stärkere Polarisation findet man im *m. gastrocnemius* (Abb. 9), nämlich an der inneren Seite dieses Muskels. Die äussere Seite besitzt eine andere Polarisationsaufstellung, was noch später erwähnt wird.

Ähnliche, jedoch schwächere Polarisation findet man im *m. abductor brevis dors. dig. V.*, im *m. tarsalis post. et ant.* (Abb. 3) und im *m. flexor antibrachii med.* Die Steilheit der

Polarisation beträgt hier ungefähr 1—2 mV/mm. Eine noch schwächere, jedoch immer positive Polarisation finden wir in den kleinen Muskeln der Hand und des Fusses (Abb. 3).

Die elektrischen Erscheinungen in obigen Muskeln sind immer sehr regelmässig. Sie kennzeichnen sich durch eine merkliche und verhältnismässig starke aufsteigende Polarisation des ganzen mittleren Abschnittes und eine etwas schwächere Polarisation beider Enden. Solche Ergebnisse erhält man sowohl mit isolierten, als auch mit nichtabpräparierten Muskeln. Bei der Untersuchung eines isolierten Muskels findet man immer dieselbe Potentialverteilung auf allen Seiten des Muskels. Gegen-

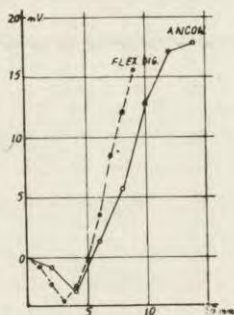


Abb. 5. Bezeichnungen wie in Abb. 1. FLEX. DIG. — *m. flexor digitorum superf. brevis* Nr. 41, ANCON. — *m. anconaeus* Nr. 37. *M. flexor dig.* polarisiert 5 Sek. in 1% HgCl_2 nach Abtrennung der *Aponeurosis plantaris*. *M. anconaeus* polarisiert mit ganzer Extremität. In beiden Muskeln eine absteigende Polarisation in der Nachbarschaft der unteren Sehne.

überliegende Punkten zweier Seiten desselben Muskels weisen immer dasselbe Potential oder nur sehr kleine Potentialunterschiede auf. Nur *m. gastrocnemius* und *m. triceps fem.* bilden eine Ausnahme dieser Regel.

In manchen Muskeln der Gruppe A. z. B. im *m. tibialis ant.* oder im *m. peroneus*, findet man eine Besonderheit: An der Grenze der unteren Sehne und der Muskelfasern kann man eine Senkung des Potentials feststellen (Abb. 1 und 4). In dieser Hinsicht sind diese Muskeln Übergangstypen zwischen der ersten und der dritten Muskelgruppe.

Die kleinen Muskeln der Zehen und der Finger können besonders nicht untersucht werden, weil sie zu winzig sind. Es ist jedoch leicht festzustellen, dass man auch in jeder Zehe und in

jedem Finger ähnliche Potentialunterschiede, d. h. einen Zuwachs des Potentials von den distalen zu den proximalen Punkten findet. Da diese Potentialunterschiede von nichts anderem als von den Muskeln stammen können, so muss man annehmen, dass auch die kleinsten Muskeln der Zehen und der Finger eine Positive (aufsteigende) Polarisationsaufstellung besitzen.

Die obigen Resultate stimmen mit denen von du Bois Reymond überein, der den aufsteigenden Strom in ganzen Froschextremitäten nachwies, und fand, dass die Quelle dieser Ströme der aufsteigende Strom einzelner Muskeln ist. Im Unterschenkel findet du Bois Reymond sehr starke Ströme. Cybulski erhielt beim *m. gastrocnemius* Potentialunterschiede von 50 — 60 mV, was also mit meinen Zahlen vollständig übereinstimmt.

Du Bois Reymond untersuchte auch u. a. den *m. tibialis ant. longus*. Das Ergebnis in diesem Muskel war jedoch unregelmässig — er fand manchmal einen aufsteigenden, manchmal aber einen absteigenden Strom. Die Ursache dieses Widerspruches im Verhältnis zu meinen Ergebnissen ist ohne Zweifel die, dass du Bois Reymond mit Muskeln zu tun hatte, welche zufällig durch Berührung mit der Froschhaut polarisiert wurden. Nach der Einwirkung polarisierender Faktoren ist dieser Muskel immer aufsteigend polarisiert.

Muskelgruppe B.

Muskeln mit aufsteigender Polarisationsaufstellung in der distalen und absteigender Polarisation in der proximalen Hälfte.

In dieser Gruppe kann eine Untergruppe abgesondert werden, welche eine Übergangsform zwischen der bereits beschriebenen Gruppe A und der Gruppe B bildet. Manche von diesen Muskeln, wie z. B. *m. gracilis minor* (Abb. 6) und *m. ileofibularis*, zeigen eine ziemlich starke [1.5 — 2.0 mV/mm] Polarisation der unteren Hälfte. In der Mitte des Muskels wird die aufsteigende Polarisation immer schwächer und geht endlich all-

mählich in den oberen Teil über, dessen Oberfläche vollkommen oder ungefähr isopotential ist. Im *m. gracilis minor* ist der isopotential Abschnitt des Muskels sehr lang, er kann bis 10 mm und mehr betragen.

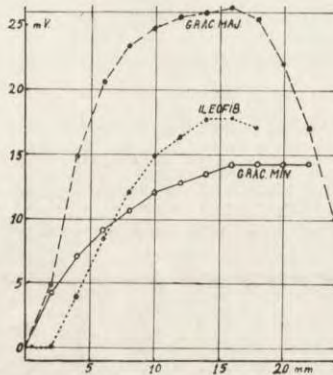


Abb. 6. Bezeichnungen wie in Abb. 1. GRAC. MAJ. — *m. gracilis major* Nr. 44. ILEOFIB. — *m. ileofibularis* Nr. 14. GRAC. MIN. — *m. gracilis minor* Nr. 18. Alle Muskeln isoliert — die untere Sehne wurde an einem Faden befestigt, das obere Ende wurde mit einem Stück Knochen abpräpariert. 5 Sek. in 1% HgCl_2 .

In anderen Muskeln dieser Gruppe findet man eine merkliche absteigende Polarisation des oberen Abschnittes, diese ist jedoch bezüglich der Stärke kleiner oder höchstens der aufsteigenden Polarisation des unteren Muskelabschnittes gleich. Als Beispiel können hier *m. palmaris longus* (Abb. 2), *m. sartorius* (Abb. 7), *m. adductor magnus* (Abb. 7), *m. adductor longus* (Abb. 7), und *m. gracilis major* (Abb. 6) angeführt werden. Die

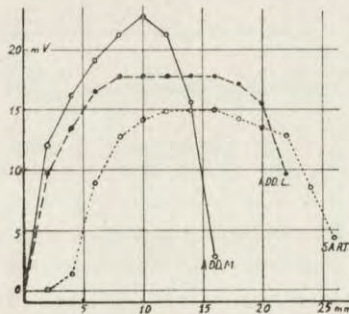


Abb. 7. Bezeichnungen wie in Abb. 1. ADD. M. — *m. adductor magnus (caput ventrale)* Nr. 19. ADD. L. — *m. adductor longus* Nr. 20. SART. — *m. sartorius* Nr. 44. Isolierte Muskeln. 5 Sek. in 1% HgCl_2 .

Steilheit der aufsteigenden Polarisation des distalen Muskelteils ist hier gross und beträgt 2.5 — 4 mV/mm. Die aufsteigende Polarisation wird in der Mitte des Faserverlaufs immer schwächer und geht langsam in die absteigende Polarisation des oberen Abschnittes über. Die Steilheit der absteigenden Polarisation kann ebenso gross wie die aufsteigende des unteren Muskelabschnittes sein (*m. gracilis major*). In manchen Muskeln (*m. adductor longus*, *m. sartorius*) ist der mittlere Abschnitt auf einer ziemlich langen Strecke isopotential. In manchen anderen z. B. im *m. adductor magnus*, ist dagegen der Übergang zwischen den aufsteigend und absteigend polarisierten Abschnitt verhältnismässig scharf.

Endlich gehen wir jetzt zu zwei weiteren Muskeln über, in welchen die absteigende Polarisation des oberen Muskelabschnittes grösser ist als die aufsteigende des unteren. Es sind dies *m. semimembranosus* und *m. semitendinosus* (Abb. 8). Beim er-

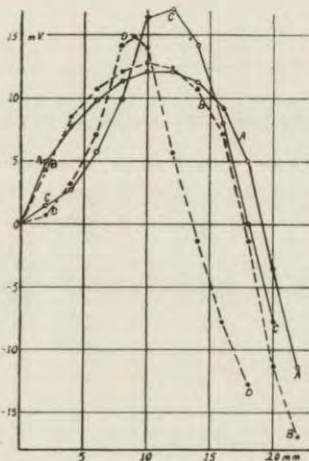


Abb. 8. Bezeichnungen wie in Abb. 1. A-A-A — äussere Seite *m. semimembranosus* Nr. 42, B-B-B — innere Seite desselben Muskels, C-C-C — *caput dorsale m. semitendinosus* Nr. 13, D-D-D — *caput ventrale* desselben Muskels. Isolierte Muskeln. 5 Sek. in 1% HgCl₂.

sten sind die Verhältnisse denjenigen in den bereits beschriebenen Muskeln sehr ähnlich. Die Steilheit im distalen Abschnitt beträgt ungefähr 2.5 mV/mm. Die Steilheit der absteigenden Polarisation am oberen Ende ist beträchtlich stärker — bis 4 mV/mm. Der Übergang zwischen den beiden Muskelteilen ist

mild, so dass in der Mitte des Muskels nur verhältnismässig kleine Potentialunterschiede zu finden sind.

Im *m. semitendinosus* ist der untere aufsteigend polarisierte Abschnitt ziemlich lang, der Übergang in die sehr starke absteigende Polarisation des oberen Muskelabschnittes ist sehr scharf. Die beiden Köpfe dieses Muskels stellen ziemlich ähnliche Potentialverhältnisse dar.

Zu dieser Gruppe gehören noch *m. deltoideus* und *m. latissimus dorsi*. Der distale Muskelabschnitt ist in diesem Muskel in der Regel aufsteigend, der proximale — sehr schwach absteigend polarisiert. Die Potentialunterschiede, welche man in diesen Muskeln feststellen kann, sind jedoch sehr klein und überschreiten gewöhnlich nicht einige Millivolt.

Du Bois Reymond untersuchte mehrere von den bereits beschriebenen Muskeln (wie *m. m. sartorius, gracilis maj. et min., semitendinosus, semimembranosus, ileofibularis, adductor longus*) und fand, dass sie bald einen aufsteigenden bald aber einen absteigenden Strom aufweisen. Dies ist auf Grund unserer Untersuchungen wohl begreiflich.

Muskelgruppe C.

Muskeln mit absteigender Polarisationsaufstellung des distalen und mit aufsteigender des proximalen Abschnittes.

Representanten dieser Gruppe sind: *m. gastrocnemius* (Abb. 9), *m. flexor digitorum superficialis brevis* (Abb. 5), *m. triceps fem.* (Abb. 10) und *m. anconaeus* (Abb. 5). Wenn man diese Muskeln vom distalen Ende je 1 oder je 2 Millimeter entlang des Faserverlaufes untersucht, findet man zu erst ein immer niedrigeres, weit unter Null reichendes, Potential. Das distale Ende dieser Muskeln ist also absteigend polarisiert. In einer für jeden Muskel charakteristischen Entfernung von distaler Sehne kommt es zu einer mehr oder weniger milden Änderung der Richtung der Polarisation. Diese Änderung erfolgt in der unteren Muskelhälfte, in meisten Muskeln nicht weit von distaler Sehne. Der mittlere und obere Abschnitt dieser Muskeln ist stark

[3 — 4 mV/mm] aufsteigend polarisiert so, dass mit der Ausnahme des unteren Teils der ganze Muskel stark aufsteigend polarisiert erscheint. Eine Ausnahme bildet hier nur *m. triceps fem.*, in welchem der mittlere aufsteigend polarisierte Abschnitt in einen oberen isopotentialen oder sogar absteigend polarisierten übergeht (Abb. 10).

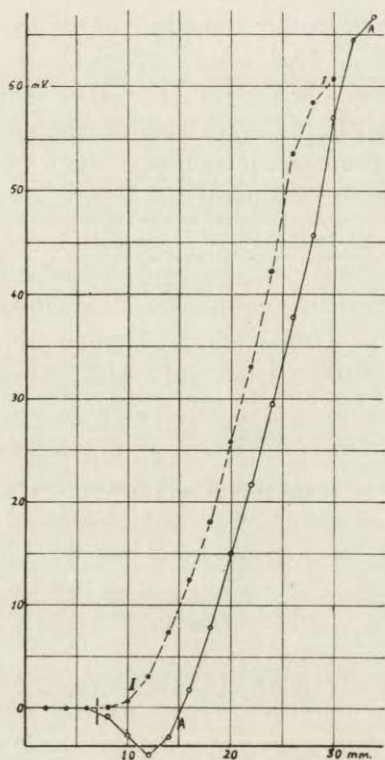


Abb. 9. A - A — äussere Seite, I - I — innere Seite *m. gastrocnemii*. Isolierter Muskel. 10 Sek. in 1% HgCl_2 . Nullpunkt — der Achillesknorpel.

Es ist interessant, dass alle bereits erwähnten Muskeln ein gemeinsames anatomisches Merkmal besitzen: am unteren Ende gehen sie in eine starke aponeurotische Sehne über, wobei an der Grenze eine Verflechtung von Sehnenfasern mit Muskelfasern stattfindet. Es scheint als ob dies in Zusammenhang mit den genannten elektrischen Eigenschaften stünde.

Von diesen Muskeln kann *m. gastrocnemius* leicht ohne jede Verletzung von allen Seiten den Elektroden zugänglich gemacht werden. Von den übrigen Muskeln dieser Gruppe wurde nur der *m. triceps fem.* auch von der Innenseite, nach Abpräparierung untersucht. Dies konnte jedoch, wegen seiner weiten Ansätzen, nicht ohne Verletzung erfolgen.

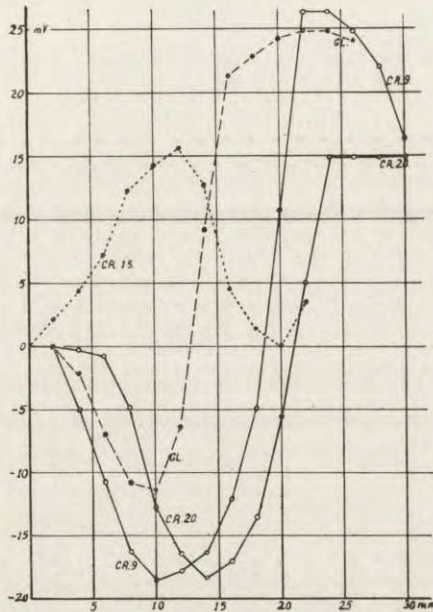


Abb. 10. Bezeichnungen wie in Abb. 1. CR. 9 — *m. cruralis* Nr. 9, äussere Seite. CR. 20 — *m. cruralis* Nr. 20, äussere Seite, GL. — äussere Seite *m. glutaei magni* Nr. 1. Nicht isolierte Muskeln. CR. 15 — *m. cruralis* Nr. 15, isoliert, innere Seite.

Im *m. gastrocnemius* findet man sehr charakteristische Unterschiede in der Polarisationsaufstellung der äusseren und inneren Seiten. An beiden Seiten stellt man eine starke aufsteigende Polarisation fest, die sich an der inneren Seite über die ganze Muskellänge erstreckt, während man an der äusseren Seite eine merkliche Erniedrigung des Potentials in der Nähe der Grenze zwischen Muskel und Sehne findet.

Viel kompliziertere Verhältnisse finden wir im *m. triceps fem.* Die innere Seite des Muskels muss in drei Abschnitte geteilt werden. Der untere Abschnitt ist aufsteigend polarisiert

(im Gegensatz zu der äusseren Seite, wo der Muskel in derselben Höhe absteigend polarisiert ist). Der mittlere Abschnitt ist absteigend, der obere wieder aufsteigend polarisiert. Die Potentialverhältnisse gestalten sich also hier ganz anders als auf der äusseren Seite. Es ist jedoch möglich, dass die Potentialunterschiede, welche auf der inneren Oberfläche gefunden wurden, teilweise von Verletzungen abhängen, welche bei diesen Muskeln beim Präparieren unvermeidlich sind.

Du Bois Reymond und Cybulski fanden sowohl im *m. gastrocnemius*, wie im *m. triceps fem.* immer einen aufsteigenden Strom. Die Stellen mit besonders niedrigem Potential an unteren Muskelenden sind also von diesen Autoren übersehen worden.

Muskelgruppe D.

Muskeln ohne merkliche Potentialunterschiede im Polarisationszustand.

Im Gegensatz zu den Extremitätenmuskeln zeigen die Muskeln des Rumpfes nach der Polarisation in üblicher Weise nur sehr kleine Potentialunterschiede. In manchen Muskeln sind die Potentialdifferenzen — obschon sehr klein — doch charakteristisch. So z. B. zeigen *m. dorsalis scapulae* und *m. m. pectorales* eine sehr schwache absteigende Polarisation. Ein anderes Beispiel gibt *m. rectus abdominis* — sein unterer Abschnitt ist immer aufsteigend polarisiert, ein weiterer Abschnitt ist absteigend polarisiert oder weist nur unregelmässige Potentialunterschiede auf. Endlich *m. latissimus dorsi* und *m. deltoideus* bilden am distalen Ende eine schwache aufsteigende Polarisation, am proximalen Ende sind sie meistens isopotential oder sehr schwach absteigend polarisiert.

Zusammenfassung.

Die Ergebnisse oben beschriebener Untersuchungen können wie folgt kurz zusammengefasst werden.

1°. Im Polarisationszustand findet man sehr charakteristische Potentialunterschiede auf der Oberfläche der Extremitätenmuskeln. Die Muskeln des Rumpfes, obwohl manche von

ihnen ziemlich charakteristische Verhältnisse aufweisen, zeichnen sich durch verhältnismässig sehr kleine Potentialunterschiede aus, oder sind sogar völlig isopotential.

2°. Alle Muskeln der Hand, des Fusses, des Unterarmes und der Unterschenkel sind im Polarisationszustand stark aufsteigend polarisiert. Der Zuwachs des Potentials vom distalen zum proximalen Ende beträgt in den grösseren Muskeln 2.5 — 4 mV/mm.

3°. Der grösste Teil der Schenkelmuskeln hat eine aufsteigende Polarisationsaufstellung des unteren, und eine absteigende — des oberen Abschnittes. Der Übergang zwischen den beiden Abschnitten ist meistens sehr mild, wobei sich in der Mitte des Muskels ein fast oder vollständig isopotentialer Teil bildet. In manchen Muskeln kann dagegen die Grenze zwischen den aufsteigend und absteigend polarisierten Abschnitten ziemlich scharf sein. Manche Muskeln des Armes und des Schultergürtels scheinen eine ähnliche Polarisationsaufstellung zu besitzen.

4°. Einige der aufsteigend polarisierten Muskeln bilden im Polarisationszustand am distalen Ende eine charakteristische Potentialerniedrigung. Die Muskeln, bei denen diese Eigenschaft stark ausgeprägt ist, besitzen alle eine starke aponeurotische Sehne.

5°. Die Potentialverteilung im Muskel ist vollständig davon unabhängig, ob er von den anderen Muskeln abpräpariert und isoliert, oder ob er im Zusammenhang mit anderen Muskeln desselben Körperteils untersucht ist. Vorausgesetzt muss jedoch werden, dass das Abpräparieren ohne Verletzung geschieht.

6°. Es ist augenscheinlich, dass die Potentialunterschiede auf der Oberfläche polarisierter Muskeln keinesfalls durch die „Verletzungsströme“ erklärt werden können.

7°. Es scheint mir, dass es nur eine Möglichkeit gibt um die obigen Resultate zu erklären: der Grund zur Polarisation muss in einer Polarisation kleinster Muskelemente liegen, und zwar in einer Assymetrie der Jonengrenze zwischen der isotropen und anisotropen Muskelsubstanz. Die Richtung der Polarisationsaufstellung könnte dann durch die Richtung der Assymetrie bedingt sein.

Wie kommt es jedoch, dass man verschiedene Grade der Stärke der Polarisation und sogar isopotentielle Muskeln findet? Es wäre verständlich, dass kleine Muskeln schwächere Potentialunterschiede aufweisen, weil bei ihnen die Ableitungsverhältnisse für die vorhandene Potentialunterschiede durch die Muskeloberfläche und durch die sie umgebenden Gewebe verhältnismässig besser sind. Es gibt jedoch grössere Muskeln oder Muskelabschnitte, welche sich durch Isopotentialität der Oberfläche im Polarisationszustand kennzeichnen. Dies könnte in zweifacher Weise verursacht werden.

Entweder sind in jedem Muskel zwei Faserarten vorhanden, von denen nur eine polarisierbar ist. Das Überwiegen der einen oder der anderen würde dann die Stärke der Polarisation bestimmen. Oder es befinden sich vielleicht in den Muskeln zwei sich entgegengerichtete Faserbündel, welche also aufsteigend oder absteigend polarisierbar sind. Wenn die Menge der Fasern mit entgegengerichteter Polarisationsaufstellung gleich ist — so ist der Muskel im Polarisationszustand isopotential, trotz der Polarisation einzelner Faserbündel. Wenn eine oder andere Faserart überwiegt, ist der Muskel entsprechend stärker oder schwächer, aufsteigend oder absteigend polarisierbar.

[Laboratoire des Hormones et Vitamines, Institut d'Hygiène d'Etat,
Varsovie].

Janina Duszyńska.

**Cycle saisonnier de la sensibilité sexuelle à l'absence
des gonades¹⁾.**

Au cours de nos travaux du contrôle des préparations organothérapeutiques commerciales, nous avons constaté une fois de plus le fait bien connu d'une grande variabilité des réponses des animaux castrés aux hormones sexuelles.

Bientôt nous avons pu nous rendre compte, que dans le cas des souris femelles albinos employées pour le test des préparations oestrogènes, les variations de sensibilité envers l'hormone suivaient un cycle assez régulier en montant et en descendant périodiquement.

Puisque nos observations portaient sur des groupes d'animaux différents et par conséquent ne présentaient qu'une valeur assez hypothétique, nous avons essayé de suivre aussi longtemps que possible le même groupe d'animaux, au nombre suffisant, pour étudier de près le phénomène observé.

Matériel et Méthode.

Nous nous sommes servis pour chaque expérience de 60 souris femelles albinos de notre élevage, divisées en 3 groupes et castrées à l'âge de 2 mois et demi env. (poids 16 — 18 gr).

A partir de la troisième semaine après l'ovariectomie chaque groupe recevait régulièrement toutes les trois semaines une dose constante d'hormone oestrogène, de façon que chaque semaine un des trois groupes pouvait être examiné.

¹⁾ Présenté dans la séance du 20.X.1938 de la Société Polonaise de Physiologie.

L'oestrone cristallisé du standard international en solution huileuse (huile d'olive) nous a servi d'agent oestrogène.

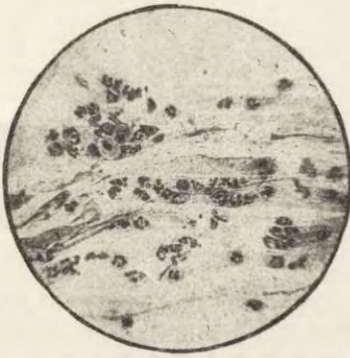
La dose injectée chaque fois était égale à 0.1 gr d'oestrone, c'est à dire à une unité internationale. On l'administrait en 3 injections souscutanées en 24 heures à 0.2 ml de solution chacune.

Modification du test Allen - Doisy.

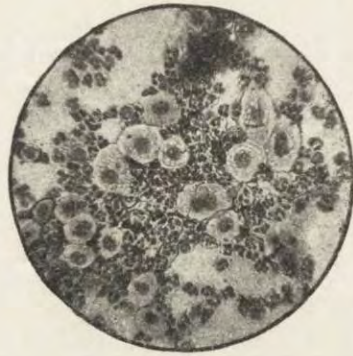
Pour évaluer le degré de la réaction vaginale nous avons introduit quelques modifications dans la méthode courante des frottis vaginaux. Un procédé assez simple et pratique, élaboré à l'usage du laboratoire du Contrôle des Preparations Organothérapeutiques et y employé avec succès depuis trois ans, change en quelque sorte l'essai qualitatif en quantitatif.

En effet les images classiques de la réaction vaginale, conditionnées par la réponse simultanée de toute la surface de l'épithélium ne s'obtiennent qu'au moyen des doses relativement fortes. Les quantités d'oestrone voisines de l'unité internationale provoquent chez la souris dans la plupart de cas toutes les formes des réactions partielles, qui se traduisent en frottis mixtes et difficiles à interpréter. Ceci provient du fait, qu'à la suite d'un faible stimulus oestrogène la prolifération épithéliale peut apparaître sur une surface restreinte de la muqueuse vaginale, ou bien elle peut s'étendre sur toute la surface, sans que les différentes parties réagissent simultanément.

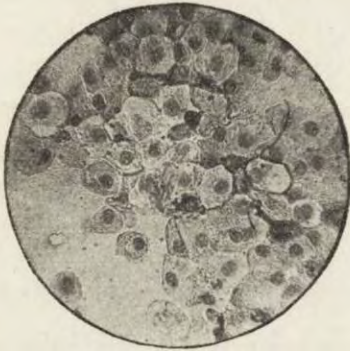
Lorsque quelques îlots d'épithélium vaginal subissent ainsi la prolifération, nous trouvons dans la lumière à côté des leucocytes et du mucus un nombre augmenté de cellules nucléées. Quelquefois la réaction ne va pas plus loin, les couches supérieures d'épithélium, qui est devenu pluristratifié, se desquament sans se kératiniser et le stade du repos réapparaît dans les frottis. Lorsque cependant l'épithélium des parties réagissantes subit à son tour la cornification, la lumière vaginale renferme à la fois tous les éléments caractéristiques des différents stades du cycle, notamment des leucocytes, des cellules épithéliales et des squames cornées. Ces images mixtes des frottis vaginaux qui déconcertent toujours les débutants se laissent facilement interpréter au moyen de notre méthode. Nous nous ba-



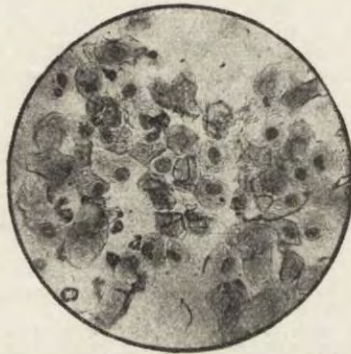
0



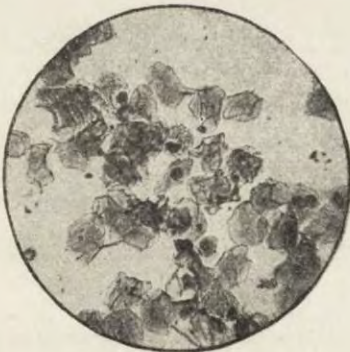
1



2



3



4



5

sons notamment non seulement sur le pourcentage de l'oestrus pur, mais sur la réaction totale du groupe, en prenant en considération toutes les réponses incomplètes, qui n'aboutissent pas à la cornification totale. Dans ce but nous avons subdivisé la réaction en 5 degrés, dont chacun compte pour un nombre différent de points. Ainsi le proestrus en reçoit 1, le début de la cornification (des squames cornées isolées dans le frottis) — 2, les cellules nucléées et les squames cornées en quantités égales — 3, la prédominance des squames — 4 et le rut pur 5.

Le nombre de leucocytes ne joue aucun rôle dans l'interprétation des frottis, étant donné qu'ils ne disparaissent complètement que dans les réactions totales et que les agents accidentels, tels que l'irritation mécanique de la muqueuse vaginale, peuvent modifier leur quantité. De 5 frottis confectionnées pour chaque animal au cours de l'expérience nous choisissons le stade le plus avancé.

Nous pouvons de cette façon déceler les moindres changements de la réactivité d'un groupe, aussi bien que de celle de chaque animal séparément. La réaction du chaque animal du groupe peut donc varier de 0 à 5 et celle du groupe entier de 0 à 100, le dernier chiffre étant atteint au moment où tous les 20 animaux présentent l'oestrus pur.

Résultats.

Nous avons suivi d'une façon continue la première série d'animaux au cours de 18 mois. Au bout de ce temps les groupes ont commencé à se décomposer, ce qui nous a forcé de nous limiter aux résultats obtenus jusqu'alors. L'expérience a été commencée au mois de Février, au moment où la sensibilité des souris ovariectomisées envers la folliculine est encore relativement faible. La première vingtaine d'animaux a été castrée le 21.I.37 et injectée, pour la première fois le 9.II.

Le second groupe a subi l'opération le 21.I et a été injecté le 16.II enfin pour le troisième, castré le 8.II l'expérience a commencé le 23.II.

La fig. 1 nous montre la courbe de la réaction monter rapidement au cours du mois de Février, Mars et Avril pour atteindre sa valeur maximale au mois de Mai.

Au mois de Juin, lorsque la réaction était encore forte, nous avons procédé à une nouvelle série de castrations le 11.VI, le 19.VI, et le 25.VI, et les trois nouveaux groupes ont été injectés le 28.VI, le 6.VII et le 13.VII respectivement.

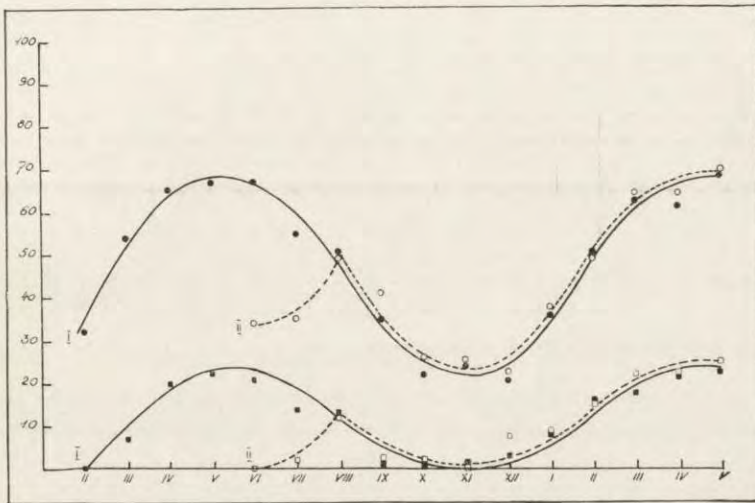


Fig. 1. Variations annuelles de la sensibilité des souris ovariectomisées envers les hormones oestrogènes. Les courbes supérieures indiquent la réaction des deux groupes (I — castré en hiver, II — castré en été) exprimée en nombre de points. Les courbes inférieures — la même réaction en pourcentage de rut pur.

Nous avons constaté, que la première dose d'hormone injectée à la deuxième série a provoqué une réaction moins forte, que celle administrée à la première au même moment. Mais la seconde réaction de trois nouveaux groupes atteint déjà la courbe de la première série et comme nous le voyons dans la fig. 1, la seconde courbe suit désormais la première avec une exactitude frappante.

Au mois de Novembre et de Décembre la sensibilité des deux séries atteint son minimum pour remonter de nouveau à l'approche du printemps.

Les changements saisonniers dans la sensibilité se traduisent également dans la quantité d'hormone nécessaire pour pro-

voquer la réaction de même intensité aux différents moments de l'année.

Les doses d'été et celles d'hiver diffèrent entre elles en effet de plus de 100%. On a constaté p. ex. que pour obtenir au mois de Décembre la même réponse, qu'on a induite en Avril au moyen de 0.1 γ , il faut injecter aux mêmes animaux une dose double d'oestrone.

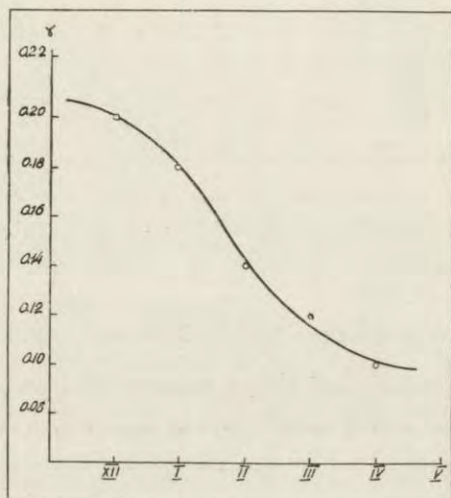


Fig. 2. Dose d'oestrone, expr. en microgrammes, nécessaire pour provoquer la réaction de 60 points, au cours des différents mois.

La fig. 2 nous montre, que la dose nécessaire pour provoquer la réaction de 60 points augmente en hiver et diminue en été, formant une courbe, dont le fragment reproduit donne l'image renversée de la courbe précédente. Il ne s'agit certainement pas dans le phénomène décrit d'un effet artificiel de la cumulation des réactions à la suite des injections répétées. A part la première réaction après la castration qui est toujours un peu plus faible que les suivantes, nous n'avons constaté aucune irrégularité dans la marche du cycle saisonnier. Lorsque on injecte la même dose d'oestrone aux jeunes souris, castrées 3 semaines avant le traitement, aux différents moments de l'année, on observe le même cycle de réactivité, malgré l'exi-

stence du facteur individuel qui pourrait ici modifier les résultats.

Tableau I.

Nombre d'animaux	Mois	(par vingtaine d'animaux.) Réaction moyenne	d'oestrus pur
40	Décembre	16.5	—
20	Janvier	16	—
60	Février	32	—
100	Mai	42	1.8%
20	Juin	34	—
40	Juillet	28.5	—

Le tableau I réunit quelques chiffres relatifs aux réactions qu'on obtient par le premier traitement après l'ovariectomie avec une unité internationale d'oestrone. Nous voyons que ces premières réactions sont de beaucoup inférieures à celles qui vont suivre, et qu'on n'arrive à provoquer un faible pourcentage de rut pur qu'au mois de Mai.

De même les intervalles de longue durée entre les deux traitements successifs agissent sur la sensibilité de la muqueuse vaginale en la diminuant, comme si l'afflux régulier des hormones oestrogènes était nécessaire au maintien de cette sensibilité.

Discussion.

Il semble évident que la sensibilité des souris ovariectomisées envers l'hormone oestrogène varie suivant des lois indépendantes de l'âge des animaux et du moment de la castration. Chez la souris entière normale il existe un rythme sexuel de courte durée, aussi bien en été qu'en hiver. Z o n d e k mentionne cependant, qu'on observe souvent certains troubles dans ce rythme, comme le prolongement exagéré du dioestrus, qui semble avoir un certain rapport aux saisons. Comme le cycle sexuel est déterminé par le fonctionnement des gonades, il serait le plus simple d'admettre que les changements mêmes dans le rythme soient une conséquence directe des fonctions endocrines des glandes génitales.

Cependant en l'absence des gonades le changement cyclique que subit la muqueuse vaginale devrait être attribué aux facteurs exogènes plutôt qu'endogènes. Il est vrai, que plusieurs auteurs, notamment Kostitch et Telebakovitch ('29) ont observé un cycle utéro-vaginal chez les rates châtrées, consistant en une alternance régulière du proestrus et de dioestrus, qu'ils attribuent à un, ou plusieurs facteurs extraovariens inconnus. De même Castillo et Calatroni ('30) et plus tard Long et Zuckerman ('37) sont parvenus à rétablir le cycle sexuel périodique normal chez les rates et les guénons castrées, même à l'absence de l'hypophyse (Zuckerman '38) au moyen des injections journalières d'oestrone. Le dernier auteur suggère que la périodicité des cycles est due à l'intervention endocrine de l'écorce des surrénales. Mais il s'agit là d'un cycle bref, de 4 à 6 jours, qui reproduit le rythme ovarien normal, tandis que les variations observées par nous sont liées aux saisons.

Les observations de Gallagher et Koch ('35) sur la sensibilité des capons envers l'hormone mâle, qui semble être hautement influencée par la quantité de lumière fournie aux oiseaux, ainsi que les travaux de Bissonnette ('37), de Marshall ('36) et de Benoit ('38) sur le cycle saisonnier des animaux entiers nous porte à croire qu'il faut chercher la cause du cycle dans le changement de la quantité et de l'intensité de la lumière du jour au cours des différentes saisons.

Il nous resterait à vérifier s'il en est ainsi et à trouver quel rôle peuvent bien jouer la préhypophyse, l'écorce des surrénales et les autres glandes endocrines dans le mécanisme de ces variations.

Il semble tout à fait probable, que le phénomène observé ne soit pas isolé dans le règne animal. Nous pouvons supposer aussi, qu'il existe chez la femme des variations analogues et que le traitement clinique par les hormones oestrogènes devrait être par conséquent approprié aux changements saisonniers de la sensibilité.

Résumé.

1°. On a décrit une nouvelle modification de la méthode Allen-Daisy.

2°. On a constaté chez les souris albinos femelles ovariectomisées des variations régulières cycliques de leur sensibilité envers les hormones oestrogènes.

3°. Le cycle observé est saisonnier, atteint son point culminant au mois de Mai et son point minimum au mois de Décembre.

4°. On n'a pour le moment aucun renseignement sur le mécanisme de ce phénomène, il nous semble pourtant bien probable que la lumière puisse y jouer un certain rôle.

5°. Une hypothèse est émise, que la femme puisse également subir des variations cycliques analogues, ce qui pourrait avoir une certaine importance pour la thérapie des états hypo-ovariens.

Bibliographie.

Benoit H. *Compt. rend. Soc. Biol.* 1938, 127, 906. — Benoit H. *Compt. rend. Soc. Biol.* 1935, 118, 664. — Bissonnette T. H. *J. Exp. Biol.* 1935, 12, 315. — Castillo E. B. et Calatroni C. J. *Compt. rend. Soc. Biol.* 1930, 104, 1024. — Gallagher et Koch. *J. Pharm. Exp. Therap.* 1935, 55, 97. — Kostitch A. et Telebakovitch A. *Compt. rend. Soc. Biol.* 1929, 100, 51. — Long C. N. H. et Zuckerman S. *Nature*, 1937, 139, 1106. — Marshall F. H. A. *Nature*, 1936, 137, 1056. — Zondek B. *Hormone des Ovariums und des Hypophyse-vorderlappens*, J. Springer, Wien 1935. — Zuckerman S. *J. Physiol.* 1938, 92, 12.

[Institut für Zoophysiologie der J. Piłsudski Universität, Warszawa].

W. Niemierko und Ch. Loszyer.

Über den Fettstoffwechsel bei Sprotten ¹⁾.

Die Untersuchungen von Hilditch, Lovern und ihrer Mitarbeiter (G u h a, H i l d i t c h und L o v e r n '30, L o v e r n '35, L o v e r n '36, L o v e r n '37) haben unsere Kenntnisse auf dem Gebiete der Biochemie der Fischfette weitgehend vertieft. Die genannten Autoren trennten die aus verschiedenen Fischfetten gewonnenen Fettsäuregemische in die einzelnen Fettsäuren und bestimmten den Grad ihrer Ungesättigkeit. Die erhaltenen Resultate weisen auf einen bedeutenden Unterschied zwischen den Fetten der See- und Süßwasserfische hin. Jede der beiden Fischgruppen konnte durch einen eigenartigen Gehalt an einzelnen in ihren Fetten enthaltenen Fettsäuren charakterisiert werden.

Da Fische ein wichtiges Genusmittel bilden, gibt es eine Reihe von Untersuchungen, in denen oft aus rein praktischen Zwecken der allgemeine Fettgehalt verschiedener Nutzfische bestimmt wurde. Die erwähnten Bestimmungen zeigen, dass der Fettgehalt mancher Fische während des Jahres grossen Schwankungen unterliegen kann. So fand z. B. Bull ('11), dass der Fettgehalt der Sprotten in den Wintermonaten 11—14%, im Sommer aber nur 2—3% beträgt. Ähnliche Resultate wurden von F a g e und L e g e n d r e ('14) an Sardinien erhalten.

Wir sehen also, dass einerseits der allgemeine Fettgehalt der Fische während des Jahres grosse Unterschiede zeigt, andererseits aber nach den Untersuchungen von Hilditch und Lovern ('36) eine bestimmte Zusammensetzung der Fettsäu-

¹⁾ Vorgestellt in der Sitzung der Polnischen Physiologischen Gesellschaft in Warszawa am 9 Juni 1938.

regemische für verschiedene Fischgruppen charakteristisch sein soll.

Das Ziel der vorliegenden Untersuchungen war, sich über die Frage Aufklärung zu verschaffen, ob den Schwankungen des allgemeinen Fettgehaltes nicht auch qualitative Änderungen der einzelnen Fettbestandteile entsprechen. Die Beantwortung dieser Frage könnte uns mit den chemischen Vorgängen bekannt machen, die mit der Anpassung des tierischen Organismus an die Veränderungen der Lebensbedingungen verbunden sind. Ferner könnten dadurch auch unsere allgemeinen Kenntnisse des Fettstoffwechsels bei den Fischen erweitert werden.

M e t h o d i k.

Als Untersuchungstiere benutzten wir Sprotten (*Clupea Sprattus*), die uns von der Meeresstation in Gdynia geliefert wurden. Gleich nach der Gefangennahme, wurden die Tiere gemessen und gewogen, in kleine Stücke zerschnitten und mit siedendem 96% Alkohol übergossen. Das auf diese Weise fixierte Material wurde bis zum Beginn der Analysen aufbewahrt, was ungefähr 2—3 Wochen dauerte.

Der Gang der Analyse war folgender: Der Alkohol, in dem ein Teil der Fette schon gelöst war, wurde abgegossen und die zurückbleibenden Stücke des Tieres wurden im Apparate von L a n d s i e d l mit heissem Alkohol mehrere Stunden lang extrahiert. Alsdann verdampfte man den Alkohol, zu dem auch der anfangs abgegossene hinzugegeben war, und bekam so einen Rückstand, der nicht nur die Gesamtmenge der Fette *), sondern auch manche andere im Alkohol lösliche Stoffe enthielt. Von allen diesen Beimischungen wurden die Fette durch Lösung in Chloroform gereinigt und die erhaltene Fettlösung zu folgenden Bestimmungen benutzt: die Gesamtmenge der Fette bestimmte man durch Abdampfen des einen Teiles der Lösung und Bestimmung des Rückstandes, die Menge der Fettsäuren und des Unverseifbaren nach K u m a g a w a - S u t o ('08), die Jodzahl der Fettsäuren nach R o s e n m u n d und K u h n h e n n in der Mikromodifikation von Y a s u d a ('31), die Rhodanzahl nach H. P. K a u f m a n n ('35), den Lipoid-Phosphor nach B r i g g s ('22) und den Stickstoff nach P a r n a s - W a g n e r ('21).

Das aus den Fetten isolierte Fettsäuregemisch wurde nach T w i t c h e l l ('21) in gesättigte und ungesättigte Fettsäuren getrennt.

*) Die mit Alkohol nicht extrahierbare Substanz enthielt nur ganz unbedeutende, nach K u m a g a w a - S u t o bestimmbare Fettsäuremengen, die wir nicht weiter berücksichtigten.

Mit Hilfe der von Kaufmann (35) angegebenen Formeln wurde aus der Menge der gesättigten Fettsäuren und der Jod- und Rhodanzahl die Menge der Öl-, Linol- und Linolensäure berechnet. Da aber solche Berechnungen ohne Kenntnisse des Anteiles höher ungesättigten Fettsäuren eher einen orientierenden Charakter haben können, so haben wir in unserer Zusammenstellung (Tab. II und Fig. 5) nur die gesättigten Fettsäuren und die Säuren mit einer Doppelbindung berücksichtigt, die übrigen Säuren dagegen als hochungesättigte zusammengefasst.

Die allgemeine Menge der Trockensubstanz wurde als Summe des Alkoholextraktes und der nicht extrahierbaren Substanz berechnet. In dieser letzteren wurde N nach Kjeldahl bestimmt und daraus der Eiweissgehalt berechnet ($N \times 6.25$).

Ergebnisse.

Die untersuchten Tiere unterschieden sich hinsichtlich ihrer Körperlänge wie auch ihrer Masse. Das könnte somit auf einen Unterschied in ihrem Alter hinweisen und so manche Schwankungen in den erhaltenen Resultaten erklären. Trotzdem geben die Durchschnittswerte aus 3—4 Tieren, für die einzelnen Monate berechnet und in Form von Tabellen und Kurven dargestellt, ein ziemlich deutliches Bild der Änderungen, welche in der chemischen Zusammensetzung der Sprotten in den jeweiligen Jahreszeiten vor sich gehen.

Tabelle I.

Mittlerer Prozentgehalt an Trockensubstanz, Eiweissstoffen und Fetten im Körper der Sprotten.

Monate	% der Trockensubstanz	Prozentgehalt in der Trockensubstanz					
		Eiweisstoffe	Fette	Fettsäuren	Gesättigte Fettsäuren	Ungesättigte Fettsäuren	Unverseifbare Substanzen
Januar	31.7	37.9	49.3	43.5	4.0	39.5	0.59
Februar	28.9	43.7	44.3	39.5	5.9	33.0	0.75
März	27.8	45.9	41.2	34.7	8.2	26.6	0.95
April	30.5	44.7	43.2	33.9	8.8	27.6	1.08
Mai	27.9	38.6	42.2	35.6	9.8	26.0	1.13
Juli	21.7	53.5	32.3	26.5	6.8	20.0	1.03
August	23.1	49.0	34.9	26.6	7.1	21.5	0.94
November	29.2	48.5	38.4	33.8	7.1	26.7	0.65
Dezember	30.5	42.1	50.6	43.2	2.3	40.9	0.61

Wie aus der Tab. I ersichtlich, beträgt der Gehalt der Trockensubstanz im Juli und September ca 21—23%, in den übrigen Monaten ist er grösser und steigt bis auf 30%. Diese Unter-

schiede im Gehalte der Trockensubstanz sind mit dem Fettgehalte ziemlich eng verbunden. Tab. I und Fig. 1 zeigen uns, dass der Fettgehalt des Tieres während des Jahres grossen Änderungen unterliegt. Die grössten Fettmengen findet man in den Wintermonaten, wo sie ungefähr 50% der Trockensubstanz ausmachen. Der Fettgehalt vermindert sich allmählich während der Frühlingsmonate und beträgt im Juli nur noch 30%; von der Zeit an steigt er wieder.

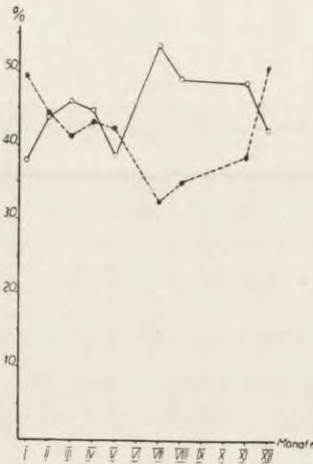


Fig. 1. Fett- (-----) und Eiweiss-Stoffe (————) in % der Trockensubstanz.

Der Eiweissgehalt zeigt Änderungen in ganz umgekehrter Richtung. Es lässt sich aber denken, dass die absolute Eiweissmenge im Tierkörper während des Jahres keinen grossen Schwankungen unterliegt; die scheinbare Verminderung ihres Prozentgehaltes, die man in den Wintermonaten beobachtet, hängt zweifellos von der Anhäufung grosser Fettmengen ab, deren Zuwachs dem zufolge ein tatsächlicher ist.

Die genauere Analyse der Fettstoffe ergab, dass im Laufe des Jahres Änderungen nicht nur in der Gesamtmenge dieser Stoffe, sondern auch in ihrer chemischen Zusammensetzung stattfinden.

Von den von uns bestimmten Fettbestandteilen (Tab. II) wiesen nur P und N keine deutlichen Richtungsänderungen während des Jahres auf. Der P-Gehalt schwankte in den Gren-

Tabelle II.

Änderungen in den Fettbestandteilen im Laufe des Jahres.

Monate	Fettbestandteile in %				Fettsäurebestandteile in %				Jordzahl		Rhodanzahl	Lipoid-P In % der Gesamt- fettmenge	Lipoid-N In % der Gesamt- fettmenge
	gesättigte Fettsäuren	ungesättigte Fettsäuren	Unver- seifbares		gesättigte Fettsäuren	hochunge- sättigte Fettsäuren	der un- gesättigten Fettsäuren	der Fettsäuren	der un- gesättigten Fettsäuren	der un- gesättigten Fettsäuren			
Januar	8.1	80.5	1.2	9.2	69.3	21.5	125.4	141.3	106.2	0.34	1.0		
Februar	14.8	72.9	1.7	17.1	47.1	35.8	122.5	135.9	89.5	0.48	1.0		
März	20.2	65.4	2.3	23.4	39.9	36.8	125.8	130.7	86.4	—	1.1		
April	20.8	64.8	2.5	24.3	37.3	38.4	113.4	122.3	78.6	0.46	1.1		
Mai	22.4	59.5	2.7	27.5	31.8	30.7	126.9	133.0	90.0	—	1.4		
Juli	20.9	62.2	3.2	26.3	50.6	23.1	92.8	100.9	71.9	—	1.1		
August	20.3	61.5	2.7	24.8	62.9	12.3	92.1	98.8	81.0	—	1.0		
November	18.5	69.5	1.7	21.1	56.7	22.2	129.2	136.2	100.0	—	1.2		
Dezember	6.2	80.4	1.2	7.3	70.6	22.1	126.8	133.7	104.9	0.45	1.1		

zen von 0.34 — 0.48% und der des N von 1.0 — 1.4% des gesamten Fettgehaltes.

Aus dem Lipoid-P-Gehalt liess sich auf eine verhältnismässig grosse Phosphatidmenge schliessen. Die angestellten Versuche, diese Substanzen mit Aceton zu fällen, versagten aber: nach Zugabe von einer 10 — 20 fachen Menge Aceton zu der kondensierten Chloroformfettlösung und mehrstündiger Unterbringung des Gemisches in eine Temperatur unter 0° fanden wir nur Spuren eines Rückstandes, dessen Grösse sich nicht bestimmen liess. Es blieb demnach unaufgeklärt, ob in den Fetten der Sprotten irgendwelche nicht näher bekannte, durch Aceton unfällbare Phosphorverbindungen vorhanden sind, oder ob gewöhnliche Phosphatide während der Aufbewahrung im Alkohol gewissen Änderungen unterlagen (Vergl. Boyd '37). Im Zusammenhang mit den obigen Feststellungen muss man die von uns nachgewiesenen ziemlich bedeutenden N-Mengen berücksichtigen. Da das aus unseren Zahlen sich ergebende Verhältnis von N zu P viel grösser ist als das, welches die Phosphatide charakterisiert, müssen wir mit der Möglichkeit einer Adsorption nicht fettartiger Stickstoffverbindungen durch Lipide rechnen.

Der Prozentgehalt am Unverseifbaren ist in Tab. II dargestellt. Im Dezember und Januar beträgt er kaum 1.2%, wächst während des Frühlings sehr regelmässig, um im Juli seine maximale Grösse von 3.2% zu erreichen, worauf er in den Herbstmonaten wieder sinkt.

Nach Isolierung der Fettsäuren aus den Fetten und ihrer Trennung in gesättigte und ungesättigte Säuren ergab sich, dass die Mengen dieser Verbindungen sich nicht gleichmässig verändern. Die betreffenden Zahlen sind in den Tab. I und II und in der Fig. 2 angegeben. Der allgemeine Fettsäuregehalt ändert sich ebenso wie der der Fette: in den Wintermonaten ist er am grössten und beträgt über 40% der Trockensubstanz, in den Sommermonaten steht er am tiefsten (einige zwanzig %). Während bis zum Sommerende hin der Gehalt an ungesättigten Fettsäuren ein dem oben beschriebenen ähnliches Sinken aufweist, verhalten sich die gesättigten Fettsäuren ganz anders. Ihre Menge (Tab. I), im Winter kaum 2 — 4% der Trocken-

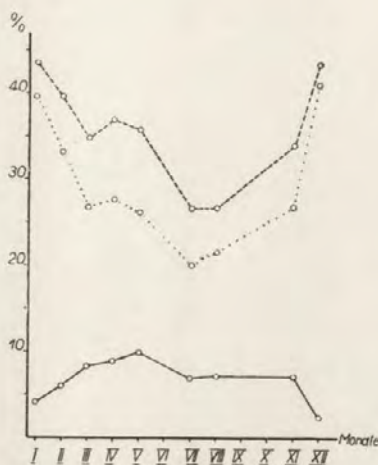


Fig. 2. Fettsäuren in % der Trocken-Substanz. - - - - - gesamte Fettsäuren, ungesättigte Fettsäuren, ————— gesättigte Fettsäuren.

substanz ausmachend, wächst allmählich während der ersten Jahresmonate an und erreicht im Mai 10%, von da ab tritt ein nicht grosses Sinken ein und erst mit Beginn des Winters wird dasselbe beträchtlich, indem der Gehalt an diesen Verbindungen im Dezember auf ungefähr 2% fällt. Auf diese Weise beträgt das Verhältnis der ungesättigten zu den gesättigten Säuren im Winter 93 zu 7, im Sommer dagegen 73 zu 27.

Tabelle III.

Fettsäuren pro 1 g N.

Monate	Gesättigte Fettsäuren	Ungesättigte Fettsäuren
	g	g
Januar	0.69	6.50
Februar	0.88	4.75
März	1.13	3.63
April	1.25	3.88
Mai	1.56	4.19
Juli	0.81	2.31
August	0.88	2.75
November	0.94	3.44
Dezember	0.31	6.06

Der in den ersten Jahresmonaten beobachtete Zuwachs der gesättigten Fettsäuren ist wahrscheinlich kein scheinbarer. Das wird ebenfalls durch die von uns durchgeführten Berechnungen des Fettsäuregehaltes pro 1 g N wahrscheinlich gemacht. Tab. III und Fig. 3 zeigen, dass die Menge der gesättigten Fettsäuren pro 1 g N im Januar 0.69 g beträgt, dann regelmässig aufsteigt und im Mai die Grösse von 1.56 g erreicht.

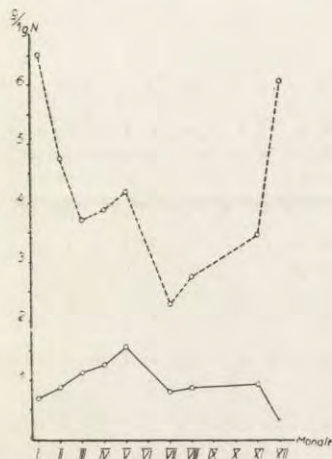


Fig. 3. g Fettsäuren pro 1 g N. - - - - - Ungesättigte Fettsäuren, ————— gesättigte Fettsäuren.

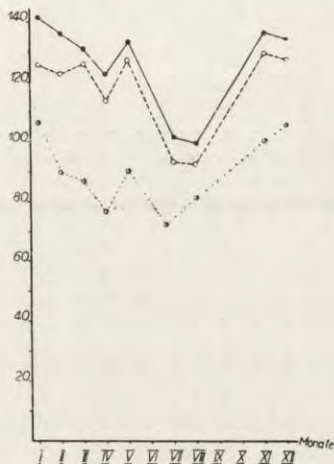


Fig. 4. Jodzahl und Rhodanzahl der Fettsäuren, - - - - - Jodzahl der Fettsäuren, ————— Jodzahl der ungesättigten Fettsäuren, Rhodanzahl der Fettsäuren.

Die Bestimmungen der Jod- und Rhodanzahl geben uns eine weitere Bestätigung von den Änderungen im Gehalte der gesättigten und der ungesättigten Fettsäuren. Die Ergebnisse sind in der Tab. II und in der Fig. 4 dargestellt. Sowohl die Jod- wie die Rhodanzahl der Fettsäuren haben in den Sommermonaten niedrigere Werte, was darauf hinweist, dass zu dieser Zeit der Gehalt an ungesättigten Verbindungen ein kleinerer ist. Die Jodzahlbestimmungen wurden auch allein für die ungesättigten Fettsäuren durchgeführt. Auch diesmal wurden für die Sommermonate niedrigere Werte erhalten. Man konnte daraus schliessen, dass in den Wintermonaten nicht nur die Menge der ungesättigten Fettsäuren eine grössere als im Sommer, sondern auch der Grad der Ungesättigtkeit ein höherer ist.

Tab. II und Fig. 5 geben den Gehalt der einzelnen Fettsäurenfraktionen an, der nach der Methode von Kaufmann

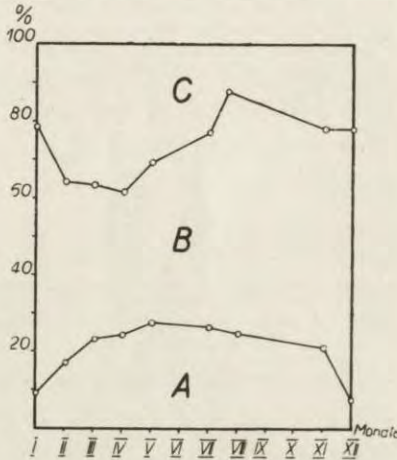


Fig. 5. Zusammensetzung der Fettsäuren. A—gesättigte Fettsäuren, B—einfach ungesättigte Fettsäuren, C—zwei und mehrfach ungesättigte Fettsäuren.

berechnet ist. Bei der Betrachtung der Zahlen und der Kurven wird man auf die bedeutende Senkung der Menge der hochungesättigten Fettsäuren in den Sommermonaten aufmerksam. Da aber, wie schon früher erwähnt, die Berechnungen nach den Formeln von Kaufmann eher einen orientierenden Charakter haben, werden wir das Problem nicht näher betrachten und aus den erhaltenen Zahlen den Schluss ziehen, dass die gegenseitigen Verhältnisse der einzelnen Fettsäuren bei Sprotten während des Jahres sehr grosse Änderungen zeigen.

Diskussion.

Die von uns erhaltenen Resultate kann man in zwei Gruppen einteilen. Die erste, die eine Anhäufung grosser Fettmengen bis zur Wintermitte hin sowie deren nachherigen Verbrauch feststellt, bestätigt die Ergebnisse anderer Forscher, die nicht nur an einem anderen tierischen Materiale, sondern auch an Sprotten erzielt wurden (Wallace '22, Fage und Le-

gendre '14). Die erhaltenen Zahlen stimmen ausserdem mit den Lebensbedingungen der Untersuchungstiere gut überein. Die Anhäufung grosser Fettmengen fällt mit dem Zeitraum der intensiven Ernährung der Tiere zusammen, die sofort nach der Ausscheidung der Genitalprodukte beginnt (Juli) und bis zum Beginn des Winters dauert. Im Winter hören die Tiere auf sich zu ernähren und fangen damit allmählich erst wieder im April oder Mai an. In diesen Monaten können wir demgemäss einen geringen Fettzuwachs beobachten. Die beträchtliche Verminderung des Fettgehaltes in den Sommermonaten steht wahrscheinlich teilweise mit der Ausscheidung fettreicher Sexualprodukte vielmehr aber noch mit der zu dieser Zeit bedeutenderen Beweglichkeit der Tiere und einer nur geringen Nahrungsaufnahme in Verbindung.

Die zweite Gruppe unserer Ergebnisse stellt beträchtliche qualitative und quantitative Änderungen in den einzelnen Fettbestandteilen im Laufe des Jahres fest. Die biologische Bedeutung dieser Änderungen für das Leben des Tieres ist ziemlich klar. Die Anhäufung grosser Mengen labiler ungesättigter Fettsäuren zur Winterzeit erlaubt dem Tiere diese namhaften Energiespeicher während der späteren Hungerperiode leicht zu benutzen.

Es ist jedoch ausserordentlich schwer, den Anteil der einzelnen Momente sowohl innerer wie auch äusserer Natur festzustellen, welche die erwähnten Änderungen in der chemischen Zusammensetzung des Tieres hervorrufen. Von diesen Momenten können folgende in Betracht kommen: die im Laufe des Jahres in der Umwelt des Tieres selbst eintretenden Änderungen, weiter, Änderungen in der Zusammensetzung der Nahrung, schliesslich Momente innerer Natur, wie z. B. die Reifung der Genitaldrüsen und andere physiologische Erscheinungen.

Wie bedeutend der Einfluss der verschiedenen physiologischen Zustände auf den Fischkörper ist, illustrieren die klassischen Untersuchungen von Miescher ('97) über die Wanderung des Lachses zu den Quellen der Ströme. Rubner ('24) berechnete auf Grund der Ergebnisse von Miescher den Verbrauch der Fette während der Wanderung und stellte fest, dass derselbe 95% seines Anfangsgehaltes betrug, während die

Verluste an Einweisstoffen kaum 13% ausmachten. Andererseits jedoch wiesen die Forschungen von V i e w e g e r ('28) nach, dass der prozentuale Fettgehalt im Körper des Aals während einer sehr langen Hungerperiode (320 Tage) keine Änderung erlitt.

C h a n n o n und E l S a b y ('32) stellten fest, dass während der Reifung der Genitaldrüsen beim Hering eine Verminderung des Fettgehaltes und der unverseifbaren Substanzen in der Leber, den Muskeln und dem Darne vor sich geht. Die Jodzahl der Fettsäuren blieb jedoch dabei unverändert, während die gleichzeitig beobachtete Anhäufung der Fettsäuren in den Genitaldrüsen mit einer bedeutenden Vergrößerung der Jodzahl verbunden war.

Die englischen Forscher G u h a, H i l d i t e h und L o v e r n ('30) sprechen sich dahin aus, dass die Nahrungsfette von dem Fischorganismus in einer nur wenig veränderten Form abgelegt werden. Die Veränderungen in der Natur der Fischfette würden demnach in beträchtlichem Maasse auf nicht näher bekannte, in den Nahrungsfetten vor sich gehende Änderungen hinweisen. In einer späteren Arbeit glaubt aber einer der zitierten Autoren (L o v e r n '35) feststellen zu können, dass die Fische jedoch im Stande sind, die Nahrungsfette weit umzubauen.

In seiner „klimatischen Theorie“ bedingt der russische Botaniker I v a n o v ('34) den Gehalt an ungesättigten Fettsäuren im Organismus durch den unmittelbaren Einfluss der Aussen-temperatur. Die Tiere und Pflanzen, welche Länder mit kaltem Klima bewohnen, enthalten gewöhnlich grössere Mengen ungesättigter Fettsäuren, als diejenigen, welche in einem wärmeren Klima leben. Die „klimatische Theorie“ stützt sich nicht nur auf eine ganze Reihe von Beobachtungen, sondern auch auf die Ergebnisse hauptsächlich an Pflanzenmaterial durchgeführter Experimente.

Die Ergebnisse unserer Untersuchungen erlauben uns allerdings nicht, einen Schluss zu ziehen, welches von den erwähnten Momenten in der Gestaltung der chemischen Zusammensetzung der Fette im Laufe des Jahres die entscheidende Rolle spielt. Es scheint uns jedoch, dass die von uns erhaltenen Resultate die „klimatische Theorie“ von I v a n o v bis zu einem gewissen Gra-

de bestätigen, indem sie die Anhäufung grosser Mengen von ungesättigten Fettsäuren durch die Sprotten zur Winterzeit unmittelbar von dem Einfluss der zu dieser Zeit herrschenden niedrigen Aussentemperatur abhängen lassen.

Zur Aufklärung des Mechanismus der Einwirkung der Temperatur auf den Grad der Ungesättigkeit der Fette muss man vor allem feststellen, ob überhaupt in tierischen Organismen die Prozesse der Hydrierung und Dehydrierung der Fettsäuren vor sich gehen und mit was für physiologischen Erscheinungen sie in Verbindung stehen.

Nach *Leathes* ('13) ist die Bildung ungesättigter Säuren die unbedingte Vorstufe der Oxydation der Fettsäuren im Tierkörper. Obgleich die Ansichten von *Leathes* zur Zeit nur wenige Anhänger finden, scheint doch trotzdem die Tatsache der Bildung ungesättigter Fettsäuren im Tierkörper keinem Zweifel zu unterliegen.

In überzeugender Weise wurde dieser Prozess in den Untersuchungen von *Schoenheimer* und *Rittenberg* ('36) durch Experimente nachgewiesen, wobei die Autoren Mäusen in der Nahrung schweren Wasserstoff enthaltende Stearinsäure gaben und nachher dieses Element in der vom Tierkörper isolierten Ölsäure fanden. Die Entstehung von ungesättigten Fettsäuren im Fischorganismus scheint uns auf Grund der Beobachtungen *Channons* und *El Saby's* ('32) über die Zunahme der Jodzahl der Fette in den wachsenden Genitaldrüsen der Heringe wahrscheinlich zu sein. Auf Grund unserer eigenen Zahlen glauben wir, dass eine Dehydrierung der Fettsäuren auch bei Sprotten stattfindet, und zwar meinen wir das deswegen, weil man während der Anhäufung der ungesättigten Fettsäuren im Herbst gleichzeitig eine Verminderung der Menge der gesättigten Säuren beobachten kann.

Der umgekehrte Vorgang, d. h. die Hydrierung der Fettsäuren im Tierkörper, wurde vor kurzem mit grösster Wahrscheinlichkeit von *Rittenberg* und *Schoenheimer* ('37) mittels ihrer schönen an Mäusen angestellten Versuchen nachgewiesen. Dieser Prozess war schon früher von *Banks* und *Hilditch* ('32) bei Schweinen und von *Lovern* ('36) bei

Fischen beobachtet worden. Nach unserer Schlussfolgerung ist der Nachweis der Hydrierung der Fettsäuren auch bei Sprotten feststellbar, besonders in den ersten Jahresmonaten, da man in diesem Zeitraum bei den hungernden Tieren einen Zuwachs der gesättigten Fettsäuren neben einer gleichzeitigen Verminderung des Gehaltes an ungesättigten Säuren wahrnimmt.

Man kann annehmen, dass im Laufe des Fettstoffwechsels beide Vorgänge, sowohl die Hydrierung wie auch die Dehydrierung der Fettsäuren, nebeneinander auftreten. Während des Aufbaues der Fette häuft der Organismus hauptsächlich die ungesättigten Fettsäuren an, wandelt sie dann allmählich in gesättigte um und lagert sie in Form von Reservefetten ab. Bei dem Abbau der Fette finden wahrscheinlich entgegengesetzte Dehydrierungsprozesse statt.

Wenn wir in Betracht ziehen, dass die Ablagerung der gesättigten Fettsäuren mit einer Energiespeicherung verbunden ist, so dürfen wir annehmen, dass bei niedriger Aussentemperatur, wenn der Stoffwechsel bei Poikilothermen ein geringer ist, die Hydrierungsprozesse nur in ganz unbedeutendem Grade vor sich gehen und der ganze Prozess der Anhäufung der Fettsäuren bei den höher ungesättigten Verbindungen stehen bleibt. Wir beobachten zu dieser Zeit einen Zuwachs von ungesättigten Fettsäuren und eine Verringerung der Menge gesättigter Säuren. In den ersten Jahresmonaten steigt die Aussentemperatur und die Hydrierung der Fettsäuren geht in grösserem Masse vor sich. Deshalb beobachten wir jetzt nicht nur ein Verschwinden der verbrauchten Fettsäuren, sondern auch einen Zuwachs an gesättigten Fettsäuren, die aus der ungesättigten Säuren entstehen.

Unser Versuch einer Deutung des Mechanismus des Einflusses der Temperatur auf den Grad der Ungesättigtkeit der Fettsäuren schliesst andere Deutungsmöglichkeiten nicht aus. Es lassen sich gewiss auch andere Mechanismen denken, dabei sind die bedeutenden Unterschiede zwischen den gesättigten und ungesättigten Fettsäuren in ihren physikalischen Eigenschaften nicht ausser Acht zu lassen.

Folgerungen.

1°. Die Vorgänge des Fettstoffwechsels bei Sprotten kann man in zwei Perioden einteilen: die Perioden des Auf- und des Abbaues der Fetten. Die erste beginnt in den Herbstmonaten und dauert bis zur Wintermitte, die zweite in den ersten Jahresmonaten und währt bis zum Sommerende.

2°. Der Aufbau der Fette ist mit einem Zuwachs an ungesättigten Fettsäuren verbunden. Daneben findet wahrscheinlich auch eine Entstehung dieser Stoffe aus den gesättigten Fettsäuren statt, deren Gehalt sich bedeutend verkleinert.

3°. Während der Periode des Abbaues der Fette gehen Prozesse in einer umgekehrten Richtung vor sich. Die vorher angehäuften ungesättigten Fettsäuren verschwinden: ein Teil derselben wird oxydiert, der andere wahrscheinlich in gesättigte Fettsäuren umgebaut.

4°. Die Aussentemperatur scheint in der Gestaltung der im Laufe des Jahres ständig wechselnden Verhältnisse der gesättigten und der ungesättigten Fettsäuren zu einander eine Rolle zu spielen.

Herrn Prof. Dr. M. Bogucki, Direktor der Meeresstation in Gdynia und Herrn Dr. B. Dixon, Adjunkten der Station, sagen wir unseren herzlichsten Dank für alle ihre mit der Lieferung der Untersuchungstiere verbundene wertvolle Hilfe.

Literatur.

Banks A. and T. P. Hilditch. 1932. The body fats of the pig. II. Some aspects of the formation of animal depôt fats suggested by the composition of their glycerids and fatty acids. *Bioch. J.* 26 (298). — Boyd E. M. 1937. The storage of lipid extracts. *J. biol. Chem.* 121 (485). — Bull.

1911. Aarsberetning Vedkommende Norges Fiskerier. Bergen. zit. nach Wallace. 1922. — Briggs P. 1922. A modification of the Bell-Doisy phosphate method. *J. biol. Chem.* 53 (13). — Channon H. J. and M. K. El Saby. 1932. Fat metabolism of the herring. I. A preliminary survey. *Bioch. J.* 26 (2021). — Guha K. D., T. P. Hilditch and J. A. Lovern. 1930. The composition of the mixed acids present in the glycerids of cod-liver and certain other fish liver oils. *Bioch. J.* 24 (266). — Fage L. et R. Legendre. 1914. Teneur des sardines en eau et en matières grasses. *C. R. Soc. Biol.* 76 (284). — Hilditch T. P. and J. A. Lovern. 1936. The evolution of natural fats. *Nature.* 137 (478). — Ivanov S. L. 1934. Chimija žirov. Moskva. — Kaufmann H. P. 1935. Studien auf dem Fettgebiete. Berlin. — Kumagawa M. Suto. 1908. Fettbestimmung. *Z. f. Bioch.* 8 (212). — Leathes J. B. 1913. The fats. London. — Lovern J. A. 1935. Fat metabolism in fishes. VII. The depot fats of certain fish fed of known diet. *Bioch. J.* 29 (1894). — Lovern J. A. 1936. Fat metabolism in fishes. X. Hydrogenation in the fat depots of the tunny. *Bioch. J.* 30 (2023). — Lovern J. A. 1937. Fat metabolism in fishes. XI. Specific peculiarities in depot fat composition. *Bioch. J.* 31 (755). — Miescher F. 1897. Die histochemischen und physiologischen Arbeiten. Bd. II. Leipzig. — Parnas J. and Wagner. 1921. Über die Ausführung von Bestimmungen kleiner Stickstoffmengen nach Kjeldahl. *Bioch. Z.* 125 (253). — Rittenberg D. and R. Schoenheimer. 1937. Deuterium as an indicator in the study of intermediary metabolism. VIII. Hydrogenation of fatty acids in the animal organism. *J. biol. Chem.* 117 (255). — Schoenheimer R. and Rittenberg D. 1936. Deuterium as an indicator in the study of intermediary metabolism. V. The desaturation of fatty acids in the organism. *J. biol. Chem.* 113 (505). — Twitchell. 1921. *J. Ind. engin. Chem.* 13 (806). Zit. nach Holdé. 1933. Kohlenwasserstofföle und Fette. 7 Aufl. — Vieweger T. 1928. Sur la composition chimique des anguilles soumis à l' inanition. *Acta Biol. Exp.* 1, № 10 (1—19). — Wallace W. 1922. Chemical analysis of sprats. *Sprats. Abstracts* (239). — Yasuda M. 1931. The determination of the iodine number of lipids. *J. biol. Chem.* 94 (401).

[Institut de Physiologie de l'Université de Wilno].

M. Rubinstein.

Recherches sur l'action exercée *in vivo* par l'extrait embryonnaire de Poule¹⁾.

I.

C'est l'action exercée par le suc embryonnaire sur les cultures de tissus qui nous a incités aux présentes recherches commencées en France il y a six ans. On sait, en effet, qu'une croissance active et permanente des cultures de tissus n'est réalisée qu'en présence du suc embryonnaire. C'est Carrel qui, le premier, a mis en évidence la présence dans le suc embryonnaire des corps favorisant la prolifération et la régénération des cultures de tissus. Les travaux ultérieurs de Carrel, Ebeling, Fischer, Baker etc. ont eu pour but de déterminer les substances actives contenues dans le suc embryonnaire, dénommées tréphones par Carrel. Bien que la nature chimique des tréphones ne soit pas encore complètement élucidée, de même que leur mode d'action (s'agit-il d'un aliment ou bien des agents stimulants, par exemple des hormones?), on est cependant arrivé à constater quelques-unes de ses propriétés: elles sont liées à la fraction protéique du suc embryonnaire, elles sont instables (étant inactivées par la chaleur, la lumière etc), elles ne sont pas spécifiques pour l'espèce, l'extrait hétérologue agissant de la même façon que l'extrait homologue; ainsi, l'extrait embryonnaire de Poule favorise non seulement la croissance des tissus de la Poule, mais aussi celle des Mammifères etc.

¹⁾ Présenté dans la séance du 1.VII.1938 de la Société Polonaise de Physiologie.

Etant donnée cette action du suc embryonnaire exercée *in vitro*, nous avons posé la question s'il en est de même en ce qui concerne les tissus *in situ* dans l'organisme. Ce problème a, d'ailleurs, déjà fait l'objet de quelques recherches antérieures. Ainsi, Carnot a signalé le pouvoir cytopoïétique du suc embryonnaire accélérant la cicatrisation des plaies cutanées et muqueuses; ajouté aux tissus greffés, il favorise leur évolution. En outre, Carnot et Lelièvre ont montré que l'extrait embryonnaire augmente l'hypertrophie d'un rein à la suite d'une néphrectomie unilatérale, Gabszewicz a constaté son action favorable sur l'épithélisation des ulcérations cornéales de l'oeil, Nakamura — sur la régénération des organes entiers après leur ablation expérimentale. Carnot conclut à la présence dans le suc embryonnaire d'un stimulus prolifératif agissant sur les processus mitotiques *in situ* („cytopoïétines”); il lui attribue une nature hormonale. „...chez l'embryon, dit-il notamment, où se manifeste une extrême activité prolifératrice.... le stimulus prolifératif est un attribut général des tissus embryonnaires”²⁾.

II.

Dans nos recherches personnelles que nous sommes en train de poursuivre depuis 6 ans nous avons utilisé les embryons de Poule de 9 au 10-ème jour de l'incubation. Nous en préparions soit le suc pur, suc d'expression obtenu après centrifugation des tissus broyés, soit l'extrait préparé dans du liquide de Ringer additionné en raison de 1:5. On n'utilisait que les produits frais à cause de l'instabilité des tréphones. Les doses habituellement employées ont été de 0.1 cm³ à 0.3 cm³ de suc ou de 0.5 à 1.5 cm³ d'extrait par kg de poids.

Les expériences ont été effectuées sur des chiens et des lapins soumis à un régime alimentaire fixe. Nous avons employé le suc embryonnaire non pas en application locale, comme l'ont fait la plupart des auteurs précités (pansements des plaies etc), mais par l'introduction intraveineuse. C'est pourquoi, avant de

²⁾ P. Carnot: Hormones embryonnaires, p. 771, Les régulations hormonales, Paris, Baillière 1937.

procéder à des recherches sur son action sur les processus de régénération, nous avons étudié tout d'abord l'effet général produit par de telles injections, en recherchant spécialement s'il n'y avait pas d'action toxique, ce qui pourrait empêcher leur application.

Le comportement général des animaux injectés ne traduisait d'habitude aucun trouble visible. Il n'y avait ni troubles de la circulation, ni ceux de la respiration ou du système moteur etc. Nous n'avons pas noté d'effet toxique même au cours des injections répétées pendant 4—5 semaines, où on pourrait pourtant craindre des accidents de sensibilisation connus au cours des injections répétées d'une protéine étrangère.

La température rectale ne montrait que de légères élévations, plus modérées que celles observées d'habitude après les injections des doses correspondantes de blanc d'oeuf.

La pression artérielle, mesurée dans la carotide au manomètre de Ludwig, ne subissait aucun trouble notable, sauf parfois un léger abaissement de très courte durée. De même, il n'y avait pas de troubles dans le fonctionnement cardiaque, enregistré sur le tracé de la pression carotidienne ou, dans les expériences sur la grenouille, sur le tracé du coeur suspendu d'après Engelmann.

La coagulabilité du sang chez le chien était énormément augmentée, souvent elle suivait une phase passagère d'un léger ralentissement. Le temps de coagulation (la fin) passait souvent chez le chien de 8'—9' à 1' au lendemain de l'injection. Cet effet était moins prononcé chez le lapin.

Les éléments figurés du sang accusaient d'importantes modifications. Nous les avons déjà décrites ailleurs. Ici nous n'en rappellerons que les caractères généraux: 1) les globules rouges subissent une double évolution — d'abord une chute, dans les premiers 24 heures, puis une élévation au-dessus du taux initial. L'hémoglobine montre une évolution analogue, mais son ascension est moins prononcée. En même temps on assiste à un accroissement de la résistance globulaire, surtout de la résistance maxima; ainsi, dans une expérience sur le chien, elle passe de 0.34% NaCl à 0.30%; 2) le nombre de réticulocytes — coloration „supravitale” au bleu de brillant cré-

syl d'après F i s s e n g e r et L a u r — s'élève. Il s'agit là d'une élévation accentuée et précoce — elle précède celle du nombre global des hématies; 3) le nombre de leucocytes descend dans une première phase pour remonter ensuite et atteindre en 12 — 24 heures ses valeurs maxima (jusqu'à 15.000). Cette ascension est accompagnée d'une augmentation du nombre des formes jeunes.

Tels étaient, en résumé, les effets produits par le suc (extrait) embryonnaire sur les animaux normaux.

III.

Les résultats cités concernant l'image sanguine indiquent une excitation hématopoïétique. On sait en effet, que la réticulocytose est un des signes les plus probants et les plus précoces de la régénération sanguine; elle est le signe précurseur de l'érythrocytose (F e r r a t a, W h i p p l e, M i n o t, F i s s e n g e r etc.). D'autre part, une réticulocytose entraîne l'augmentation de la résistance globulaire qui, de ce fait, deviendrait, elle aussi, un signe de l'hématopoïèse excitée (M o r a w i t z etc.).

Cette constatation que nous avons faite d'abord sur les animaux normaux, nous a incités à des recherches sur l'action du suc embryonnaire au cours de l'anémie. Nos recherches sur l'action du suc embryonnaire, en tant qu'agent stimulant la régénération, portent principalement sur les processus de la régénération sanguine. Car parmi les processus de régénération dans l'organisme, ce sont ceux de la régénération sanguine dont on peut faire l'étude de façon la plus suivie et, ce qui importe surtout, de façon quantitative: on peut exprimer l'accroissement de l'hémoglobine en gr, celle des hématies en chiffres absolus etc.

Nous avons déterminé chez nos animaux des anémies par saignées, pratiquées chez le chien par ponction du coeur, chez le lapin — par section de la veine d'une oreille en hyperémie (xylo). Selon la fréquence et l'importance des saignées pratiquées, nous avons déterminé tantôt une anémie progressive et grave, tantôt légère et de courte durée. Le degré voulu d'anémie une fois obtenu, nous avons laissé l'animal réparer ses pertes. Nous avons comparé l'évolution de la régénération sanguine chez

les animaux traités par le suc embryonnaire à la régénération spontanée chez les témoins. Cette étude a porté sur des cas comparables entre eux, c'est-à-dire sur des cas d'anémie provoquée d'une façon identique et, dans le cas des lapins, sur les animaux de la même portée.

Chez les lapins la quantité du sang soustrait a été de 1.5 à 1.7 p. 100 de poids. Dans ces conditions, le nombre d'hématies baissait en 2 — 3 jours jusqu'à 3,000.000. Chez les témoins la réparation complète des hématies n'est achevée qu'au bout de 16 à 19 jours, tandis que chez les lapins traités elle se fait en moins de 10 jours, souvent en 5 — 7 jours. La fig. 1 en reproduit un exemple.

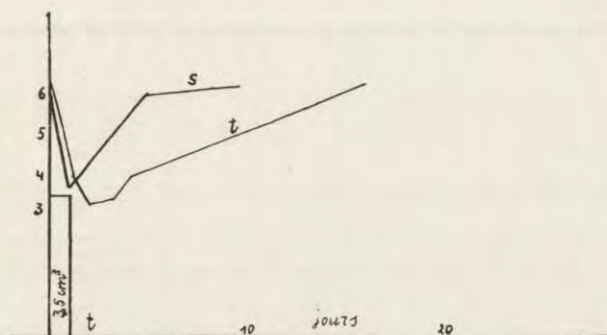


Fig. 1.

Chez les chiens l'effort réparateur spontané est beaucoup plus puissant. Les expériences effectuées par nous peuvent être classées en deux groupes: 1) anémie de courte durée, produite par une seule série des saignées (8 — 10); 2) anémie à long cours, maintenue par plusieurs séries de saignées interrompues par périodes de repos; dans ce cas la réparation spontanée est affaiblie (Hayem, Binet etc).

La fig. 2 reproduit une anémie très accentuée (2,000,000 gl. r. et 5.7 gr d'Hb dans 100 cm³ de sang) qui a été déterminée par de copieuses saignées (jusqu'à 1.8 p. 100 de poids) représentées par les colonnes verticales. Les saignées interrompues, l'augmentation chez les témoins s'élevait à 1.900.000 gl. r. et 4 gr d'Hb, chez l'animal traité par l'extrait embryonnaire — à 3,800,000

gl. r. et 5,9 gr d'Hb (soit un surcroît de 1,900,000 gl. r. et de 1.9 gr d'Hb en 15 jours).

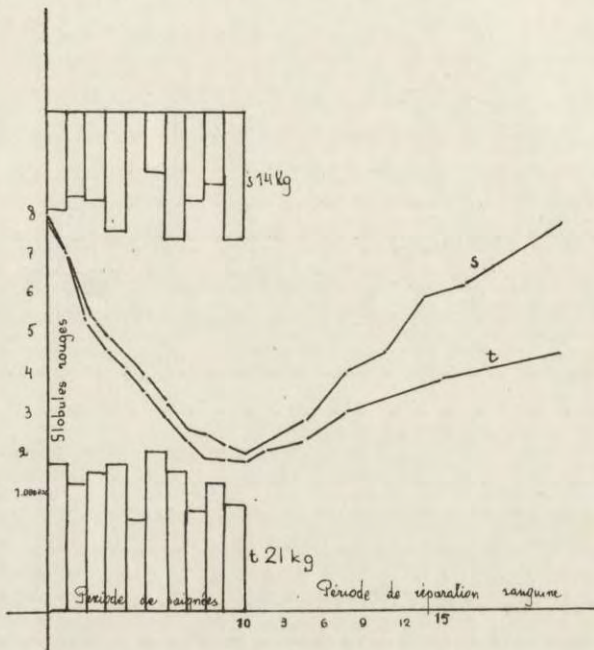


Fig. 2.

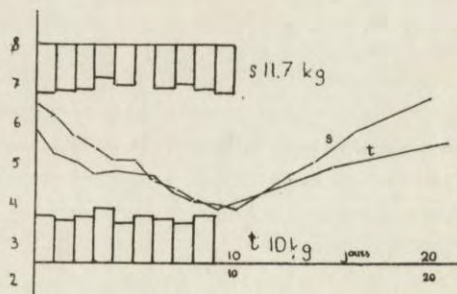


Fig. 3.

La fig. 3 reproduit une anémie modérée (4,000,000 gl. r. et 7.5 gr d'Hb) du même type, traitée non pas par l'extrait, mais par le suc d'expression. On voit que dans ce cas le surcroît de la rénovation sanguine est plus faible que dans le cas précédent.

L'extrait embryonnaire accélérerait également la réparation sanguine dans une anémie prolongée, provoquée par des saignées en deux séries de 10 jours chacune, séparées par une période de repos d'une semaine. L'augmentation chez l'animal traité a été de 1,950,000 gl. r. et de 3.4 gr d'Hb, au lieu de 1,400,000 gl. r. et 2.7 gr d'Hb chez le témoin.

Comme on le voit, c'est surtout la rénovation des hématies et beaucoup moins celle de l'hémoglobine qui est accélérée par le suc embryonnaire. Une chute de la valeur globulaire en est l'expression, une chute plus importante encore que celle connue au cours de la régénération spontanée dans l'anémie par saignées (Hayem etc). Ainsi, exprimée en valeurs absolues, elle passe chez un chien traité par l'extrait embryonnaire de 21.2 γ (Hb en gr: nombre de gl. r.), avant les saignées, à 14.46 γ après le retour à la normale du nombre des hématies.

Cette action hématopoïétique du suc embryonnaire au cours de l'anémie est-elle spécifique? Doit-on l'attribuer à des agents spécifiques, par exemple aux tréphones, ou plutôt à la réaction non-spécifique (protéinothérapie non-spécifique) produite par l'injection des protéines contenues dans le suc embryonnaire? Dans le but d'éclaircir ce point nous avons par la suite poursuivi l'étude simultanée d'une protéinothérapie non-spécifique (injections de sérum ou de blanc d'oeuf) et, d'autre part, nous avons injecté le suc embryonnaire inactivé par la chaleur.

Il s'est montré que la protéinothérapie, à elle seule, exerce déjà une action hématopoïétique, ce qui est, d'ailleurs, connu des travaux classiques sur la protéinothérapie (Schittenhelm, Weichardt, Roger etc). Mais cette action est beaucoup inférieure à celle du suc embryonnaire: l'accroissement du nombre de globules rouges et d'Hb après injection de blanc d'oeuf ou de sérum était accélérée par rapport à la régénération spontanée, mais plus lente que dans les cas traités par le suc embryonnaire (on peut trouver les résultats et chiffres dans mon travail antérieur).

D'autre part, la température de 70° inactivant les tréphones affaiblit le pouvoir hématopoïétique du suc embryonnaire.

Conclusions.

1°. Le suc embryonnaire exerce une action hémato-poïétique dépassant celle des injections de sérum ou de blanc d'oeuf (protéinothérapie non-spécifique).

2°. Le pouvoir hémato-poïétique de l'extrait est plus fort que celui du suc pur.

3°. L'action hémato-poïétique est beaucoup plus prononcée en ce qui concerne la rénovation des hématies que celle de l'hémoglobine.

Bibliographie.

Baker L. The chemical nature of the substances required for the cell multiplication, d'après A. Fischer, *Die chemische Vorgänge bei der Gewebekultur*, Erg. d. Physiol. 35, 1933. — Baker et Carrel. Action des lipoides du sérum sur la multiplication cellulaire, C. R. Soc. Biol. 93, 79, 1925. — Baker et Carrel. Effet de la fraction protéique du suc embryonnaire sur la multiplication, C. R. Soc. Biol. 95, 157, 1926. — Bisceglie und Juhasz-Schäffer. *Die Gewebezüchtung*, Berlin, 1928. — Borgér und Peters. *Chemisch-biologische Untersuchungen über wachstumsfördernde Stoffe*, Z. physiol. Chem. 214, 1933. — Carnot P. Le problème thérapeutique des régénérations d'organes. *Presse Médicale*, 1900. — Carnot P. Opothérapie embryonnaire, C. R. Acad. Méd. 1922. — Carnot P. Activation du développement par les extraits embryonnaires, C. R. Soc. Biol. 89, 34, 1923. — Carnot P. Action des extraits embryonnaires sur la vitesse de régénération des ulcères gastriques expérimentaux, C. R. Soc. Biol. 94, 637, 1926. — Carnot P. Hormones embryonnaires dans „Régulations hormonales”, 771, Paris, Baillièrre, 1937. — Carnot et Lélièvre. C. R. Acad. Sc. 1907. — Carnot et Terris. Activation de la cicatrisation des plaies par des extraits embryonnaires, *Presse Méd.* 1926. — Carrel A. Growth promoting factor, *J. exper. Med.* 36, 385, 1922. — Carrel A. Tissue culture and cell physiology, *Physiol. Rev.* 4, 1924. — Clarac. Contribution à l'étude de l'embryothérapie, Paris, 1937. — Ephrussi B. *La culture des tissus*, Paris, Gauthier-Villars, 1932. — Fischer A. *Ergebnisse der Physiol.*, 35, 1933. — Gabszewicz J. O stosowaniu ekstraktu embrionalnego w niektórych schorzeniach oka, *Klinika Oczna*, III, 1928. — Laur. *Réticulocytes*, Paris, Doin, 1932. — Morawitz. Dans *Bethe-Bergmann*, *Handb. d. norm. u. pathol. Physiol.* 5, 1928, Berlin, J. Springer. — Needham J. *Chemical embryology*, Cambridge, The. Univ. Press, 1931. — Rubinstein M. L'évolution du

pH et du coefficient tampon des constituants de l'oeuf de Poule au cours de l'incubation, Arch. Phys. Biol. 11, 1933. — Rubinstein M. Note sur le pH des milieux des cultures des tissus, C. R. Soc. Biol., 1932. — Rubinstein M. Injections du suc embryonnaire aux animaux, C. R. Soc. Biol. 1938 (sous presse). — Rubinstein et M. Strumza. Anémie expérimentale chez le chien, Le sang, 1934. — Weichhardt W. Die Grundlagen der unspezifischer Therapie, Berlin, 1936. — Zakrzewski. Die Rolle des Prothrombins bei der Proliferation von Geweben, Kl. Wochenschr. 1932.

[Aus dem Staatsinstitut für Hygiene, Kraków].

Józef Heller.

Über das Exkret des ausschlüpfenden Schmetterlings¹⁾.

Das breiige Exkret, welches beim Ausschlüpfen des Wolfsmilchschwärmers abgesondert wird, ist grau bis braun gefärbt, mikroskopisch amorph, von einem pH 5.8—6.1. Es enthält (Heller und Arémóna '32) bei Männchen durchschnittlich 15.5 mg, bei Weibchen 12.1 mg Stickstoff, fast durchweg in der Form der Harnsäure, welche bei den Schmetterlingen das Endprodukt des Eiweiss-stoffwechsels darstellt. Kleine, schwankende Werte, die man für den Ammoniakgehalt findet, sind wohl einer bakteriellen Zersetzung der Harnsäure zuzuschreiben.

Auf die abgesonderte Harnmenge berechnet erweist sich die Harnsäure als eine 5.5% Aufschwemmung. Unter den anorganischen Bestandteilen spielen Kalium und Phosphat die Hauptrolle (Heller '37). Kalium wird bei beiden Geschlechtern mit einem Gehalt von 6 mg gefunden. Phosphat, durchwegs als anorganisches Phosphation vorhanden, weist je nach dem Geschlecht verschiedene Werte auf, indem im Harne der Männchen rund 0.4 mg P, in dem der Weibchen 1.3—1.4 mg P gefunden werden. Es tritt hier eine Differenz von 1 mg auf, welche dem Überschuss am labilen Phosphat (Heller '36) im Körper des Männchens gegenüber den Weibchen entspricht.

Wird der Gehalt des Exkretes an den besprochenen drei Bestandteilen in Milimol ausgedrückt, so finden wir:

für Männchen	Harnsäure	0.277	für Weibchen	0.216
	Kalium	0.152		0.152
	Phosphat	0.014		0.41

¹⁾ Vorgestellt in der Sitzung der Polnischen Physiologischen Gesellschaft am 9.XII.1937.

Bei pH 5.9 beträgt das Verhältniss der Phosphate primär: sekundär 9:1 und das Verhältniss der Harnsäure zum Urat = 1:1. Es folgt daraus, dass die Harnsäure im Exkret der Männchen einen Kationengehalt von 0.138 Milimol, die Phosphorsäure einen solchen von 0.015 und beide Säuren zusammen 0.153 Milimol Kationen erheischen, was mit dem Gehalt von Kalium, d. i. 0.153 Milimol im Einklang steht. Analog berechnen wir im Exkret der Weibchen 0.108 für die Harnsäure, und 0.045 für die Phosphorsäure, zusammen 0.153-gegenüber 0.152 Milimol Kalium. Das Verhältniss der Harnsäure zum Urat entspricht also demjenigen, welches als „Quadriurat“ im Schlangensexkrement und im „Sedimentum latericium“ des Menschenharnes beschrieben wurde.

Die oben dargestellten Befunde wurden an den latent (mit Überwinterung) entwickelten Schwärmern erhoben. Beim Exkret, welches den subitan entwickelten Schmetterlingen entstammte, wurden gelegentlich höhere Werte für die H-Ionenkonzentration gefunden und es wurde folglich eine andere chemische Zusammensetzung vermutet (Heller '37).

Dieser Punkt wurde nun in einer besonderen Untersuchungsreihe geprüft, in welcher zufälligerweise die weiblichen Schwärmer in starker Überzahl vorhanden waren. In Exkreten von 8 männlichen Schwärmern wurde der durchschnittliche Stickstoffgehalt zu 15,3 mg, der Phosphatgehalt zu 0.425 mg P und das Kalium zu 4.89 mg gefunden. Bei 14 Weibchen enthielt das Exkret — bei einem durchschnittlichen N Gehalt von 12.1 mg Stickstoff — 1.34 mg P. Bei einer Reihe von 18 weiblichen Schmetterlingen wurde der Gehalt an Kalium im Exkrete zu 5.17 mg, bei einem N-Gehalt von 11.26 mg N gefunden. Wird der letzte Wert auf einen N-Gehalt von 12.1 mg umgerechnet, so erhalten wir 5.5 mg für Kalium. Beim Vergleich der Werte für die latente und subitane Entwicklung ergibt sich ein kleiner aber merklicher Unterschied zugunsten der säuren Bestandteile bei der subitanen Entwicklung. Doch ist die Streuung der Einzelwerte zu gross, um beim vorhandenen Material diesem Unterschied einem realen Wert beizumessen. Genaue Bestimmungen der pH-Werte der Exkrete bei beiden Entwicklungsweisen werden diese Frage entscheiden können.

Frau Dr. Augusta Berner bin ich für die Ausführung der Kalium-Bestimmungen dieser Reihe zum Dank verpflichtet.

Literatur.

J. Heller und H. Aremóna. 1932. Über den Harn der Schmetterlinge. *Z. f. vergl. Physiol.* 16. 362. — J. Heller. 1937. Über den Phosphat- und Kaliumgehalt des Schmetterlingsexkretes. *Z. f. vergl. Physiol.* 25. 83. — J. Heller. 1936. Les composés phosphoriques chez la nymphe et le papillon de *Deilephila euphorbiae*. *C. R. S. B.* 121. 414.

[Institut de Physiologie des Animaux de l'Université Joseph Piłsudski
à Varsovie].

K. Białaszewicz et M. Lewin.

**Sur la composition des cendres de la sécrétion du jabot des
Pigeons en „lactation”¹⁾.**

La sécrétion lactée du jabot de Pigeon dont les parents nourrissent les petits pendant les premières journées qui suivent l'éclosion²⁾ n'a pas été jusqu'à présent analysée au point de vue des constituants minéraux. C'est pourquoi nous avons entrepris les présentes recherches.

Nous avons voulu établir la composition minérale moyenne de cette sécrétion et vérifier si la période de „lactation” y détermine des remaniements. Il s'agissait de plus, de comparer certains constituants des cendres de la sécrétion du jabot à ceux des cendres du lait des mammifères.

On se procurait la substance à analyser en la retirant par un massage approprié de la gorge des pigeonneaux nourris par leurs parents. On prélevait cette sécrétion tous les jours à la même heure, de la première à la sixième ou neuvième journée après l'éclosion, suivant le moment de l'apparition des souillures importantes (du sable, des cailloux et des grains broyés) dont il était très difficile de la débarrasser. On nettoyait soigneusement la sécrétion provenant de chaque journée, on la pesait et séchait jusqu'au poids constant. Si la quantité du produit recueilli était insuffisante, on réunissait ensemble la sécrétion de plusieurs jours. Chaque échantillon a été divisé en deux portions dont une servait au dosage de l'azote par la méthode de P a r

¹⁾ Présenté dans la séance du 15.XII.38 de la Société Polonaise de Physiologie.

²⁾ Comp. C a r r et J a m e s ('31) et D u l z e t t o et L i V o l s i ('32).

nas et Wagner '21) et l'autre était incinérée à l'acide nitrique concentré (Białaszewicz '27). On dosait par les procédés microchimiques dans les cendres ainsi obtenues le potassium (Kramer et Tisdall '21), le sodium (Barrenschén et Messiner '27), le calcium (de Waard '19 et Hecht '23), le magnésium (Bell et Doisy '21, Briggs '22, Białaszewicz '27) et le chlore (van Slyke '23).

On a effectué en tout 13 analyses complètes de la sécrétion du jabot prélevée sur 3 pigeonneaux (tableau I).

Tableau I.

№ du pi- geon- neau	Date	Journée après l'éclo- sion	Poids de la substance fraîche de la sécrétion recueillie g	Teneur de la sécrétion en substance sèche %	Teneur de la substance sèche de la sécrétion du jabot en					
					K %	Na %	Ca %	Mg %	Cl %	N %
12	26-27.VI	II-III	2.871	24.5	1.19	0.81	0.49	0.14	0.25	8.74
	28.VI	IV	3.295	26.3	1.14	0.84	0.55	0.12	0.10	7.79
	29.VI	V	6.811	25.8	1.43	0.73	0.48	0.11	0.14	7.92
	30.VI-1.VII	VI-VII	5.181	28.5	1.15	0.76	0.53	0.12	0.05	7.94
	2-3.VII	VIII-IX	3.810	25.6	(2.59)	0.76	0.47	0.12	0.03	8.67
14	12-13.VII	I-II	8.646	30.0	0.87	0.65	0.23	0.08	0.13	8.36
	14.VII	III	6.600	28.4	1.10	0.66	0.42	0.09	0.04	8.34
	15.VII	IV	7.844	25.6	1.08	0.65	0.27	0.08	0.11	8.31
	16-17.VII	V-VI	6.761	31.1	0.74	0.60	0.32	0.08	—	9.50
20	20-22.VII	I-II-III	4.530	—	0.83	0.69	0.42	0.10	—	7.79
	23.VII	IV	7.190	—	0.79	0.52	0.45	0.10	—	7.68
	24.VII	V	6.590	—	0.87	0.59	0.46	0.12	—	8.55
	25.VII	VI	3.490	—	0.80	0.54	0.42	0.11	—	9.20
Moyen :				27.3	1.000	0.667	0.424	0.105	0.106	8.37

Il résulte des données rapportées dans le tableau I que ni la teneur de la sécrétion en substance sèche ni les rapports mutuels des bases fixes des cendres ne subissent au cours de neuf premiers jours aucun changement qui indiquerait une évolution fonctionnelle du jabot au cours de la „lactation” malgré les transformations morphologiques importantes que subissent à cette époque les poches latérales du jabot. (Litwér '26, Dąbrowska '32a et '32b). On peut donc envisager la composition minérale moyenne de la sécrétion lactée du pigeon,

produit de la métamorphose et de la desquamation de l'épithélium pluristratifié tapissant ces poches (Litw'er '26).

Ce qui constitue le trait saillant de la sécrétion lactée au point de vue de la composition minérale, semblable d'ailleurs à celle de la plupart de cellules animales, c'est sa richesse en potassium, atteignant 0.79 à 1.47% de la substance sèche. Les autres bases fixes peuvent être rangées dans la série suivante



les rapports pondéraux respectifs étant:

$$100 : 67 : 42 : 11.$$

Pour comparer la composition minérale de la sécrétion lactée du pigeon à celle des mammifères, nous avons rassemblé dans le tableau II les données existantes concernant les constituants minéraux du lait de cinq espèces animales et nous avons calculé les quantités des autres bases par rapport aux 100 g de potassium.

Tableau II.

La composition chimique du lait des mammifères et de la sécrétion du jabot de pigeon.

Espèce animale	Temps au bout duquel le poids de l'animal double jours	Pourcentage de la substance sèche %	N ²⁾		Somme des bases fixes dans la substance sèche eq./kg	K %	Teneur par rapport au potassium				Auteur
			%	%			K g	Na g	Ca g	Mg g	
Homme	180	13.26	1.74	0.280	0.45	100	33	33	7	Bunge ('74)	
Cheval	60	9.60	3.07	0.835	0.94	100	11	100	11	Bunge ('74)	
Boeuf	47	10.58	6.11	1.286	1.42	100	54	73	6	Bunge ('74)	
Chien	9	30.50	5.66	0.696	0.42	100	39	235	7	Bunge ('74)	
Lapin	6	30.50 ¹⁾	8.15	1.537	0.70	100	70	304	14	Abderhalden ('98)	
Pigeon	2	27.30	8.37	0.847	1.00	100	67	42	11	Travail présent	

1) D'après les analyses de Pizzi ('94).

2) D'après Bunge ('74).

On voit que éléments qui nous intéressent oscillent dans le lait des mammifères dans les limites suivantes:

K	Na	Ca	Mg
100	11 à 70	33 à 304	7 à 11

Les proportions relatives ne diffèrent donc pas de celles observées dans la sécrétion lactée du pigeon.

Ce fait est mis en évidence avec plus de netteté sur le diagramme de la figure 1. On y a représenté la teneur relative de la sécrétion lactée du pigeon et du lait des mammifères en constituants minéraux en nombre d'équivalents-grammes de ces métaux contenus dans les cendres. La sécrétion lactée du pigeon présente par rapport au lait des mammifères une particularité intéressante: elle est relativement beaucoup plus pauvre en calcium et plus riche en sodium. Il s'agit là d'un point très

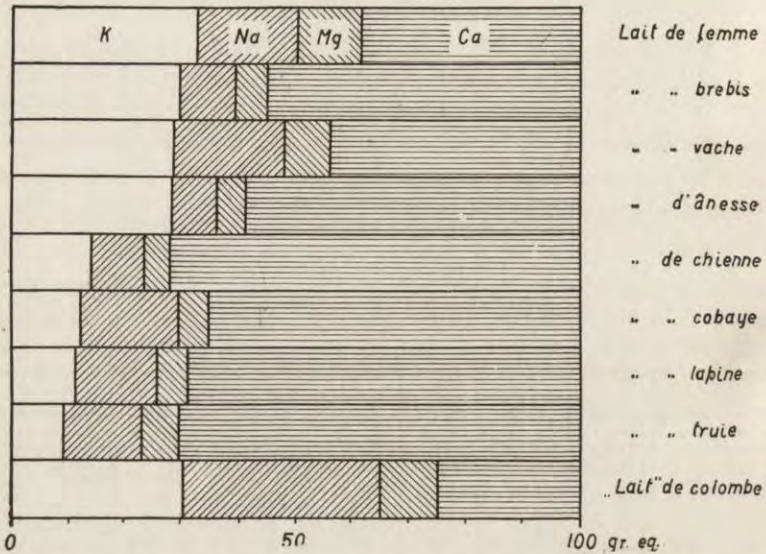


Fig. 1. Diagramme représentant la teneur du lait de 7 espèces animales ainsi que celle de la sécrétion du jabot de pigeon, en potassium, en sodium, en calcium et en magnésium, exprimée en équivalents-grammes par rapport à la totalité de ces 4 bases fixes des cendres. D'après les „Tabulae Biologicae”, vol. II, pp. 554—555 (1925).

significatif de la physiologie de nutrition et de croissance des pigeonneaux. On pourrait l'interpréter en admettant que la sécrétion lactée constitue au cours des premières journées après l'éclosion un aliment complémentaire destiné à suppléer à l'insuffisance de certaines réserves minérales de l'oeuf. On sait en effet (Białaszewicz '27 et '29) que les oeufs des oiseaux sont relativement riches en calcium et pauvres en sels sodiques. La justesse de cette hypothèse pourrait être étayée par le bilan du métabolisme minéral ainsi que par les recherches concernant

l'intensité des processus ossificateurs pendant la période qui suit l'éclosion.

Ce qui mérite également l'attention c'est l'existence de très faibles quantités de chlore dans les cendres de la sécrétion du jabot (tableau I). Il se peut que le régime des pigeonneaux si pauvre en chlore soit compensé par les réserves chlorées provenant du blanc d'oeuf et accumulées au cours du développement embryonnaire.

Les jeunes pigeons après l'éclosion présentent une croissance particulièrement rapide parmi les oiseaux (L. Kaufman '26). Il est difficile cependant pour le moment de relier ce fait à la teneur en cendres de la sécrétion du jabot. Nos données (tableau II) semblent indiquer plutôt que les cendres de la substance sèche de la sécrétion, évaluées d'après l'ensemble de bases fixes ne sont pas plus abondantes que celles du lait des animaux dont la croissance est beaucoup plus lente que celle du pigeon.

Conclusions.

1. La substance sèche de la sécrétion du jabot des pigeons nourrissant leurs petits contient en moyenne 8.37% d'azote, 1.00% de potassium, 0.67% de sodium, 0.42% de calcium, 0.11% de magnésium et 0.11% de chlore.

2. La composition minérale de la sécrétion du jabot demeure constante pendant les neuf premiers jours de la „lactation”.

3. La teneur en cendres et le pourcentage de diverses bases fixes présentent des valeurs voisines dans le lait des mammifères et dans la sécrétion du jabot des pigeons. Cette dernière constitue un „lait” relativement pauvre en combinaisons calciques et riches en sels de sodium.

Bibliographie.

Abderhalden E. 1898. Die Beziehungen der Wachstumsgeschwindigkeit des Säuglings zur Zusammensetzung der Milch beim Kaninchen, bei der Katze und bei Hund. Zeitschr. f. physiol. Chem. 26 (497). —
Barronschen H. K. und L. Messiner. 1927. Kolorimetrische

Mikrobestimmung des Natriums. *Bioch. Zeitschr.* 189 (308). — Białaszewicz K. 1927. Sur la composition minérale des cellules-oeufs. *Public. della Stazione Zool. di Napoli.* 8 (355). *Trav. de l'Inst. Nencki (Varsovie).* 3. — Białaszewicz K. 1929. Recherches sur la répartition des électrolytes dans le protoplasme des cellules ovulaires. „*Protoplasma*”. 6 (1). — Briggs A. 1922. A modification of the Bell-Doisy phosphat method. *Journ. of biol. Chem.* 53 (13). — Bunge G. 1874. *Lehrbuch der Physiologie.* — Carr R. H. and C. M. James. 1931. Synthesis of adequate protein in the glands of the pigeon crop. *Amer. Journ. of Physiol.* 97 (227). — Dulzetto F. e N. Li Volisi. 1932. Sulla composizione chimica del cosiddetto latte del gozzo dei colombi. *Bolet. di Zoologia.* 3. — Dąbrowska W. 1932a. The formation of pigeon milk, its chemical composition and its importance for the growth of squabs. *Mém. de l'Inst. Nation. Polon. d'Econ. Rur. à Pulawy.* 13 (276). — Dąbrowska W. 1932b. Sur la composition chimique de la sécrétion lactée du jabot du Pigeon par rapport aux taux d'accroissement. *C. R. Soc. Biol.* 110 (1091). — Kaufman L. 1927. Recherches sur la croissance du corps et des organes du pigeon. *Biologia Generalis.* 3 (105). — Hecht G. 1923. Bestimmung des Organkalkes nach de Waard. *Bioch. Zeitschr.* 143 (324). — Kramer B. and F. F. Tisdall. 1921. A clinical method for the quantitative determination of potassium in small amounts of serum. *Journ. of biol. Chem.* 46 (339). — Litwer G. 1926. Die histologischen Veränderungen der Kropfwandung bei Tauben zur Zeit der Bebrütung und Ausfütterung ihrer Jungen. *Zeitschr. f. Zellforsch. u. mikr. Anat.* 3 (695). — Parnas J. K. und R. Wagner. 1921. Über die Ausführung von Bestimmungen kleiner Stickstoffmengen nach Kjeldahl. *Bioch. Zeitschr.* 125 (253). — van Slyke. 1923. Cité d'après: P. Rona: *Praktikum der physiologischen Chemie, Teil II, Berlin 1929* (Seite 254). — Waarde D. J. 1919. Eine Mikrobestimmung des Kalziums in Blut, Serum und andern organischen Substanzen. *Bioch. Zeitschr.* 97 (176).

[Physiologisches Institut der Tierärztlichen Hochschule, Lwów].

A. Klisiecki und M. Niedbal.

Die statisch-elastischen Kräfte des Brustkorbes und ihre Bedeutung für die Atmungsbewegungen ¹⁾.

Der heutigen Lehre nach, wird die normale ruhige Ausatmung durch die Schwere des Brustkorbes, Elastizität der Rippenknorpel und der gedehnten Lungen bedingt. Das Zwerchfell wird in seine Ruhelage durch die gespannten Bauchdecken verschoben. Demnach müsste der Brustkorb, welcher seiner Muskel und Pleuradruckes entbehrt, infolge der Schwere und Elastizität der Rippenknorpel eine Expirationsstellung annehmen. Man sieht jedoch, dass die Durchschneidung der Interkostal-, Bauch- und Halsmuskel eine maximale Inspirationsstellung herbeiführt. Offenbar wirken die statisch-elastischen Kräfte des Brustkorbes inspiratorisch und überwinden die Schwerkraft. Die Elastizität der Rippenknorpel und Rippenbänder ist inspiratorisch gerichtet und kommt als eine Ausatemungskraft gar nicht in Frage. Ebenso wenig die Schwere des Brustkorbes. Als einzige expiratorische Kraft würde der Lungenzug bleiben, aber dieser ist auch nicht imstande den inspiratorischen Zug der Rippenknorpel und mancher Muskel zu überwinden und dem Thorax seine expiratorische Ruhelage zu verleihen. Es müssen also auch andere Kräfte am Brustkorbe existieren und sich bei der Ausatmung beteiligen. Die vorliegenden Beobachtungen zeigen, dass es sich um elastische statische Muskelkräfte handelt. Die Muskel, welche sich bei der aktiven Expiration beteiligen, üben auch durch ihre Ruhespannung einen expiratorischen Zug auf den Brustkorb aus. Die bekannten Inspirationsmuskel wirken dagegen inspiratorisch und verstärken somit die elastische,

¹⁾ Vorgetragen an der Sitzung der Abteilung Lwów der Polnischen Physiologischen Gesellschaft am 2.XI.1938.

gleichsinnig gerichtete Kraft des Thorax. Die normale Grösse des Brustkorbes ist also durch zwei Gruppen von antagonistischen Kräften bedingt, und die Atmungsbewegungen werden um den Gleichgewichtspunkt dieser elastischen Kräfte vollzogen.

Das Vorhandensein der elastischen Kräfte am Brustkorb wurde an lebenden und toten Hunden folgenderweise geprüft. Ein isoliertes Rippenpaar mit einem Teil des Brustbeines verbunden, verengt seinen Interkostalraum sobald die *Mm. intercostales externi* und *intercartilaginei* durchgeschnitten werden. Die Verengung beträgt ungefähr 0.8 mm und ist durch den Wegfall des inspiratorischen Zuges dieser Muskel verursacht. Nach einem Durchschneiden der *Mm. intercostales interni* und des *Transversus thoracis*, erweitert sich dagegen der Interkostalraum um 2—3 mm. Die Verschiebung der Rippen ist nicht allzu gross, weil auch die Länge dieser Muskelschichten klein ist. Die Durchschneidung der Interkostalmuskel am ganzen Thorax erweitert denselben im frontalen und sagittalen Durchmesser um 1—2 mm, und verschiebt das Brustbein kopfwärts um 3—6 mm. Daraus folgt, dass die Ruhelage des Brustkorbes von zwei gegenüber gerichteter Elastizitätskräfte abhängig ist. Der Zug der Rippen und der *Mm. intercostales externi* sowie der der *Mm. intercartilaginei* wirkt inspiratorisch und wird im Gleichgewichte durch den expiratorischen Zug der *Mm. intercostales interni*, des *Transversus thoracis* und den Pleuradruck gehalten. Die letztgenannten expiratorischen Kräfte sind aber nicht imstande dem Brustkorbe seine normale Expirationsgrösse zu verleihen, und wenn ihre Wirkung von anderen Einflüssen nicht unterstützt wird, nimmt der Brustkorb eine gewissermassen inspiratorische Stellung an. „Schon Henke und Donders (1) wiesen darauf hin, dass die elastischen Kräfte des Thorax in der Ruhelage denjenigen der Lunge entgegengesetzt sind, indem sie die Inspirationsstellung herbeizuführen trachten, während die Lunge auf Expirationsstellung tendiert“. Diese aber Gedanken wurden nicht richtig verwertet.

Einen viel grösseren Einfluss auf die normale Thoraxgrösse üben die Spannungen der sog. auxiliären Ausatemsmuskel; ihre Wirkung ist für seinen normalen Expirationsstand massgebend. Die Durchschneidung dieser Muskelgruppe bedingt eine

Hebung der Rippen und Vergrößerung des Thoraxraumes im frontalen und sagittalen Durchmesser folgenderweise.

Durchschneidung d. Muskel:	Hebung der Rippen (Millimet.)	Vergrößerung d. Thorax		Bemerkungen.
		frontal	sagittal	
<i>Obliquus abd. int.</i>	1.3—1.9	0.7—1.7	1.0—1.4	a) Die auxiliäre Inspirations- muskel wurden vorher durch- getrennt, und der Thorax hat- te unter dem Einfluss des Bauchmuskeltzuges eine stär- kere Expirationsgrösse, wo- durch auch eine Erweiterung des Thorax höheren Grades eintrat
a) <i>Rectus abd.</i>	2.0—3.0	1.9—2.1	1.8—2.3	
a) <i>Obliquus abd. ext.</i>	1.6—2.9	0.9—2.2	1.3—2.1	
a) <i>Transversus abd.</i>	5.8—6.8	4.4—6.4	2.9—4.1	
<i>Latiss. dorsi</i>	1.0—1.8	0.5—1.3	0.4—1.9	
<i>Transvers. cost.</i>	1.1—3.3	0.9—1.5	1.2—1.8	
<i>Sacrospin., spin., semispin., dorsi, multifid. dors.</i>	0.9—1.8	0.2—0.8	0.5—0.8	
<i>Iliopsoas, psoas min., quadrat. lumb.</i>	0.8—1.2	0.9—2.2	0.4—0.6	
<i>Serratus dors. caudalis</i>	0.1—0.4	0.1—0.4	0.0—0.2	
	0.5—1.3	0.3—0.8	0.2—0.6	
	0.2—0.9	0.2—0.4	0.2—0.3	
	0.2—0.6	0.1—0.4	0.3—0.5	

Relativ gross ist der expiratorische Zug der ruhenden Bauchmuskel, während andere Muskel einen weniger angedeuteten Einfluss üben.

Die andere Gruppe, die auxiliäre Einatmungsmuskel, wirkt in ihrer Ruhespannung auf den Thorax inspiratorisch, und die Vernichtung derselben verkleinert ihn folgendermassen.

Durchschneidung d. Muskel:	Senkung der Rippen (Millimet.)	Verkleinerung d. Thorax		Bemerkungen
		frontal	sagittal	
<i>Pectorales</i>	1.6—2.4	0.4—1.4	1.2—2.1	b) Die Buchmuskel üben ihren Einfluss auf den Thorax, da- her weit stärkere Rippensen- kung.
<i>Scaleni</i>	0.4—1.2	0.3—0.9	0.2—0.4	
<i>Serratus ventr.</i>	0.6—1.6	0.4—1.2	0.2—0.4	
<i>Sternohyoideus, — thyreoid. — cephalicus</i>	1.1—2.3	0.4—0.9	1.4—2.1	
b) <i>Spinales, semispin. cervic., longiss. capit., multifid. cervic., longus colli.</i>	6.0—7.2	2.8—3.6	6.1—8.1	
b) <i>Levatores cost. Serratus dors. cranialis.</i>	0.2—0.6	0.1—0.2	0.3—0.6	
	1.8—2.1	0.9—1.2	0.3—1.8	
	0.5	0.8	—	
	0.8—1.0	0.4—0.6	0.3—0.8	

Die Stärke des Muskelzuges am Brustkorb hängt von der Länge und Tonus der betreffenden Muskeln ab. Bei einem narkotisierten Hund in Rückenlage, mit leicht ausgestreckten Hinterbeinen und den beiderseits des Thorax fixierten Vorderbeinen, scheinen die Bauchmuskeln stärker gespannt zu sein und eine grössere Kraft zu entwickeln als andere Muskelgruppen, welche in dieser Körperlage weniger gedehnt sind. Beim Stehen ist der Brustkorb grösser als im Liegen, weil manche Inspiratoren an der Körperstellung teilnehmen und in einen höheren Tonuszustand geraten.

Die Summe der Expirationskräfte am Thorax eines liegenden Hundes beträgt ca. 1.7 kg, die der Exspirationskräfte dagegen 0.9 kg. Die letzten werden durch die gleichsinnig wirkende Rippenknorpel und Rippenbänderelastizität mit den ersten ins Gleichgewicht gebracht. Die obigen Gewichte sind erforderlich um den muskellosen Brustkorb aus der maximalen Inspirationsresp. Expirationsstellung in eine normale Lage zu bringen.

Die Zugwirkung der Muskel auf den Brustkorb, wurde auch mit dem Gasometer geprüft. Die Abtrennung der Inspirationsgruppe bedingt eine Verkleinerung des Brustkorbes und eine Ausatmung gewisser Luftmenge; die Durchschneidung der Expirationsgruppe im Gegenteil vergrössert den Brustkorb und verursacht das Einsaugen der Luft in die Lungen. Der Lungenkapazitätzuwachs eines Brustkorbes, dessen auxiliärer Muskelzug beseitigt ist, beträgt 90—150% einer normalen Inspiration, die beim mittelgrossen Hund ca. 50 ccm beträgt.

Die normale Atmung im Ruhestand ändert sich weitgehend was der Anzahl und Grösse der Atemzüge betrifft, wenn die Atemhilfsmuskeln durchgeschnitten werden und ihren elastischen Zug auf den Thorax nicht mehr ausüben können. Die Frequenz vermindert sich und die Amplitude wird bedeutend vergrössert. Die Atmung ist erschwert.

Ähnlich wie die Stellung (Haltung) der anderen Körperteilen von den statischen, passiven, Muskelspannungen, so ist auch die Thoraxgrösse von dem Zug seiner antagonistischen Muskeln abhängig.

Aus den angeführten Beobachtungen folgt, dass die passive Expiration weder durch die Schwere und Elastizität der Rippen-

knorpel noch durch den Lungenzug verursacht werden kann, wie heute allgemein angenommen wird. Der Brustkorb, der nur mit diesen Kräften versorgt ist, wird offensichtlich mehr als normal erweitert und zeigt keine Tendenz zur Verkleinerung, soweit die Aktivität der Exspiratoren nicht eingreift. Erst wenn neben den eigenen expiratorischen Thoraxkräften auch der elastische Zug der auxiliären Exspiratoren zusammenwirkt, wird dem Brustkorbe seine normale Ruhegrösse gegeben. Der Expirationsgruppe stellt sich die Inspirationsgruppe gegenüber, welche — wie schon oben angedeutet wurde — aus den Inspirationsmuskeln und Rippenelastizität besteht. Um den Gleichgewichtspunkt dieser beiden Kräfte werden die Atmungsbewegungen mit einem geringen Energieaufwand, leicht und fast gefühllos, wie sie in Ruhe vorzukommen pflegen, ausgeführt.

Bei solcher Verteilung der Kräfte, genügt zur Rippenhebung ein kleines Überwiegen der Inspirationskräfte, z. B. eine Zuckung einer geringen Menge von *Intercostales externi* oder *Intercartilaginei*. Die Untersuchungen von R. Gesell (2) beweisen, dass der Energieaufwand bei der normalen Inspiration wirklich ein unbedeutender ist. Wenn man dabei das Vorkommen der antagonistischen Hemmung bei der Atmung berücksichtigt, wird der kleine Energieverbrauch umso mehr verständlich. Wie geschieht nun die völlig passive Ausatmung? Zur Verkleinerung des in der Inspiration etwas vergrösserten Brustkorbes genügen die Elastizitätskräfte der Exspiratoren. Während der Inspiration nämlich, werden diese Muskel mehr gespannt und ihre elastische Kraft verstärkt. Sobald die Zuckung der Inspiratoren aufhört und die Erschlaffung eintritt, beginnt sich der Brustkorb zu verkleinern und zwar unter dem Einfluss der in diesem Moment überwiegenden Expirationskräfte. Es scheint nicht unwahrscheinlich zu sein, dass die normale Atemgrösse bei Inspiration und Expiration auch durch die wachsenden Muskelspannungen der Antagonisten zum Teil reguliert wird. Es ist auch begreiflich, dass bei diesem Kräftespiel — theoretisch wenigstens — eine passive Inspiration durch den Tonusnachlass der Exspiratoren erfolgen kann. Es gibt der vorläufig keine Beweise, ob überhaupt und in welchem Maasse die Tonusveränderungen

bei der normalen Atmung stattfinden. Sicherlich treten sie ein, wenn der Brustkorb aus seiner bestimmten mittleren Grösse beim Liegen in eine grössere beim Stehen oder bei der Arbeit übergeht. Der statische Tonusnachlass der Inspiratoren verursacht die Verkleinerung des Brustkorbes, sobald sich der Körper in liegender Lage befindet. Die Tonusvermehrung derselben verleiht dem Brustkorbe eine grössere Mittelstellung sobald die nervösen Impulse zur Arbeitsleistung auftreten.

Bei manchen Wirbeltieren spielen die oben angeführten elastischen Kräfte eine Rolle in der Lungenventilation beim Springen und Laufen (Galopp). Im Augenblick wo der Körper auf die Vorderbeine fällt, werden manche Inspiratoren (*Mm. pectorales, serrati ventrales*) plötzlich gespannt, wodurch sich der Brustkorb passiv erweitert. Man hört dann einen scharfen kurzen Inspirationsgeräusch. Unmittelbar nachher erfolgt eine scharfe Expiration, wenn der Körper auch durch die Hinterbeine unterstützt wird und der Druck der sich bewegenden Körpermasse nachlässt. Diese Atemgeräusche hört man bei laufenden Hunden. Beim mässigen Lauf befördert die elastische Muskelwirkung die Atmung, und das Tier arbeitet mit einem unbedeutenden Energieverbrauch der Atmungsmuskeln: Eine synchronische sogar schwache aktive Mitarbeit gesellt sich den passiven Ventilationskräften, wodurch der Eintritt der Ermüdung verzögert wird. Anders gestalten sich die Verhältnisse beim Menschen, der seine statischen Thoraxkräfte in solch einer Weise bei der Bewegung nicht ausnützen vermag.

Literatur.

H e n k e, D o n d e r s: zit. Nagel, Hdb. d. Physiol. d. Menschen, 1905. — R. G e s e l l: Am. J. Physiol. 115, 168, 1936.

[Physiologisches Institut der Jagellonischen Universität Kraków].

B. Szabuniewicz.

Untersuchungen über die Elektronegativität der verletzten Stelle im Muskel¹⁾.

Eine der wichtigsten Tatsachen, welche die Stütze für unsere Anschauungen über die elektrischen Zustände und Vorgänge des Muskels bilden, ist die allgemein bekannte Elektronegativität der verletzten Stelle, welche—nach dem heutigen Standpunkte— auch im unbeschädigten Muskel, als die sogen. Negativität des Muskelinnern vorgebildet sein soll.

Im Laufe meiner letzten Forschungen über die Polarisation des Muskels hat es sich ergeben, dass diese Elektronegativität der verletzten Stelle nicht immer auftritt, im Gegenteil, dass man sogar unter gewissen Bedingungen eine Positivität der Verletzung nachweisen kann. Weitere Experimente zeigten, dass die sogen. Elektronegativität vielleicht als eine Folge der Polarisation der Muskelfasern zu verstehen ist, ohne das wir noch weitere Annahmen für ihr Verständniss heranzuziehen brauchten.

Methodisches.

Die Methoden, welche in der vorliegenden Arbeit angewandt wurden, unterscheiden sich nicht wesentlich von denen in den früheren Arbeiten²⁾. Das Präparieren der Muskeln und das Polarisieren geschah in der üblichen Weise. Das Messen des Potentials wurde nach der Kompensationsmethode ausgeführt. Neuartig ist hier nur die Darstellung von Muskelkarten mit dem Verlauf der elektrischen Isobaren auf der Muskeleoberfläche.

¹⁾ Vorgetragen an der Sitzung der Abteilung Kraków der Polnischen Physiologischen Gesellschaft am 2.XII.1938.

²⁾ B. S z a b u n i e w i c z. Pflügers Arch. 223, 744, 1930; Bull. de l'Ac. Polon. d. Sc. Cl. de Med. 1930, S. 195 und 1933, S. 445; Acta Biologiae Exp. 12, 211, 1938.

Zu diesem Zwecke musste das Muskelpotential sehr genau untersucht werden. Zur Forschung wurde *m. gastrocnemius* und zum Teil auch *m. triceps femoris* des Wasserfrosches benutzt, da nur diese Muskeln eine genügend grosse Oberfläche für eine derartige Untersuchung darbieten. Jeder Muskel wurde in Abständen von je 1 oder 2 mm entlang mehrerer Linien untersucht, welche voneinander ca. 2 mm entfernt waren.

Die Untersuchung des Gastrocnemius fand längs 7 Meridianlinien statt. Die Erste von diesen (I) lief durch den lateralen Rand des Muskels, der immer verhältnismässig gut sichtbar ist. Vier weitere Linien (II, III, IV und V) liefen auf der hinteren (äusseren) Muskeloberfläche, die Linie VI — durch den medialen Rand, endlich die Linie VII — durch die Mitte der vorderen (inneren) Muskeloberfläche. Die Abstände zwischen den Linien betragen an der breitesten Muskelstelle (am „Äquator“) ca. 2 mm. Nur der Abstand zwischen den Linien I und VII, und zwischen den Linien VII und VI war gewöhnlich etwas grösser. Die entsprechenden Muskelpunkte, durch welche die Meridianlinien liefen, wurden gewöhnlich auf dem Muskel mit Russ vermerkt.

Auf diese Weise erhielt man bei jedem Gastrocnemius ungefähr 100 Messwerte, welche die Potentialhöhe ebensovieler Punkte der Muskeloberfläche anzeigen. In der weiteren Bearbeitung der Resultate wurden die Punkte mit gleicher Potentialhöhe durch Interpolation berechnet, und dann die elektrischen Isobaren auf ein Schema der Muskeloberfläche gezeichnet.

Ergebnisse.

Die elektrische „Negativität“ der verletzten Stelle soll—nach den seit lange herrschenden Anschauungen — nicht durch die Verletzung selbst hervorgerufen werden. Die Verletzung soll dem Forscher nur die Negativität des Muskelinnern aufdecken, d. h. sie soll das Messen des Potentialunterschiedes, der zwischen der Faseroberfläche und dem Faserinnern des intakten Muskels herrscht, und der eine Folge der Ionenverteilung an der Grenzfläche der Muskelzellen sein soll, ermöglichen.

Wenn dies zu Recht besteht, so sollte man erwarten, dass der Potentialunterschied zwischen dem Inneren und der Oberfläche im Muskel überall der gleiche ist. Wenn man also z. B. verschiedene Stellen desselben künstlichen Querschnittes untersucht, sollte man eine Isopotentialität aller dieser Stellen finden. An der Grenze der Verletzung müsste man dagegen einen plötzlichen Potentialsturz aufweisen können, der dem Potentialunterschiede zwischen dem Muskelinnern und der Muskeloberfläche entspräche, d. h. also ca. 50 mV. Da das Muskelgewebe bei der

Verletzung kleinere oder grössere Zerquetschungen erleiden muss, und da das zerquetschte Gewebe ein elektrischer Leiter ist, so muss ein Strom zwischen beiden Oberflächen entstehen. Dies könnte die Schärfe der Potentialgrenze beeinträchtigen, was natürlich von der Schichtdicke der vernichteten Zellen, von der Feuchtigkeit u. s. w., das heisst also von dem Widerstand dieser Schicht, abhängen muss. Jedenfalls sollten wir aber die Potentialunterschiede nur auf den Stellen, wo der mechanische Faktor gewirkt hat, oder wo sich das zerquetschte Gewebe findet, nachweisen können, nicht aber auf den vollkommen intakten Oberflächenpartien.

Wenn wir uns nun an die experimentellen Belege wenden, finden wir anfänglich eine scheinbare Bestätigung obiger Anschauungen. Schneidet man z. B. einen Muskel senkrecht zu der Richtung des Faserverlaufs durch, so finden wir, dass das Potential der Schnittfläche überall fast dasgleiche ist, wobei der Unterschied zwischen den verletzten und benachbarten unverletzten Stellen ca. 20—30 mV beträgt. Wenn man jedoch diese Verhältnisse systematisch erforscht, bekommt man weniger übereinstimmende Ergebnisse.

Präparieren wir z. B. einen vollkommen unverletzten, also isopotentialen Gastrocnemius, und legen wir ihn auf ein mit Ringelrösung getränktes Filterpapier, das auf einer Korkplatte ruht. Nun schneiden wir den Muskel mit einem scharfen Rasiermesser senkrecht zum Faserverlauf durch, und verfolgen das Potential in mehreren Punkten. Die Potentialdifferenzen, welche unter solchen Bedingungen nachweisbar sind, werden mit der Zeit immer kleiner. Diese Änderung verläuft jedoch sehr langsam, so dass die gleichen Verhältnisse — in etwas schwächerem Grade — noch nach Ablauf von Stunden wieder nachgewiesen werden können. Man kann also die Messungen mehrmals wiederholen, um sie zu kontrollieren. Die Abb. 1 zeigt uns einige charakteristische Resultate, welche in solchen Präparaten konstant nachgewiesen werden können.

Wir sehen, dass das Potential der Schnittfläche keine sehr grossen Unterschiede zeigt. Die „Negativität“ der Schnittfläche am distalen Muskelabschnitt gegenüber dem Potential des Achillesknorpels beträgt 34—40 mV. Die Negativität der Schnittflä-

che am proximalen Abschnitte gegenüber dem Potential des proximalen Muskelendes beträgt 20—31 mV. Wir sehen jedoch keine scharfe Grenze zwischen der angeschnittenen und der unberührten Oberfläche. Die „Negativität“ beginnt auf der intakten Muskelfläche, ca. 8 mm von dem Rande des Schnittes. Beinahe ist der volle Potentialsturz gerade auf der unbeschädigten Oberfläche lokalisiert. Am Rande des Schnittes scheint der Potentialsturz nicht grösser zu sein, als zwischen den sonstigen benachbarten Muskelpartien. Solche Untersuchungen zei-

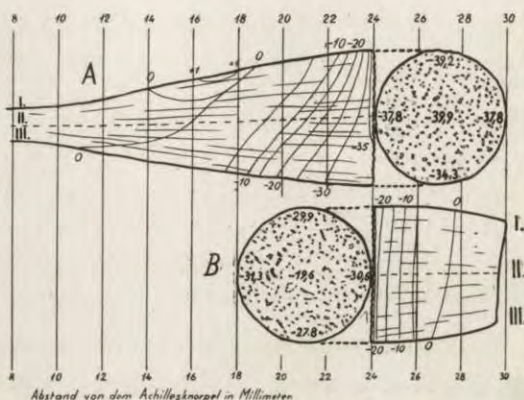


Abb. 1. Die Elektroisobaren auf der medialen Seite und das Potential einiger Punkte der Schnittflächen einer quer durchgeschnittenen Gastrocnemius (Frosch Nr. 62). Nach der Prüfung der Isopotentialität der Muskeloberfläche des Gastrocnemius wurde derselbe auf ein mit Ringerlösung getränktes Filterpapier gelegt und mit einem raschen Druck eines scharfen Rasiermessers durchgeschnitten. Die Potentialmessung erfolgte entlang dreier Meridianlinien (I, II, III) in Abständen von je 2 mm. Die Elektroisobaren sind in Potentialabständen von je 5 mV durchgeführt. A — der distale, B — der proximale Muskelabschnitt. In A wurde die Potentialhöhe gegenüber dem Achillesknorpel, in B — gegenüber dem proximalen Muskelende gemessen.

gen, dass die Elektronegativität der verletzten Stelle die Folge eines stufenmässigen Potentialfalls auf der unbeschädigten Oberfläche ist, und dass es zwischen der künstlichen und der natürlichen Muskeloberfläche keinen steilen Potentialsturz gibt.

Ähnliche Ergebnisse erhält man mit dem proximalen Muskelsegment (Abb. 1 B). Der grösste Potentialfall besteht auf der unbeschädigten Oberfläche neben der verletzten Stelle, und nicht auf der Grenze. Was für den proximalen Muskelabschnitt be-

sonders charakteristisch ist, ist ein um 5—10 mV höheres Potential, das die Mitte der Schnittfläche gegenüber dem Verletzungsrande aufweist.

Wenn wir uns der Potentialverteilung entlang der Muskelfasern zuwenden, können wir folgendes feststellen: Der Fall des Potentials beginnt im Abstand von 5—10 mm von dem Rande der Verletzung und ist um so grösser, je näher wir an diese Grenze kommen. In den distalen Muskelsegmenten finden wir oft noch eine andere, sehr merkwürdige Erscheinung. Das Potential der Nachbarschaft der Achillessehne ist gleich Null. Weiter nach oben steigt es etwas, bis ungefähr 10 mm von der Verletzungsgrenze. Erst dann beginnt, in der Richtung zur Wunde, ein immer stärkerer Potentialsturz. Diese Erscheinung kommt besonders stark auf dieser Muskelseite zum Vorschein, auf der der Druck des Messers beim Durchschneiden beginnt!

Diese Steigerung des Potentials in den unteren Muskelpartien ist umso stärker je weniger scharf das Messer war, welches zur Durchschneidung des Muskels diente. Wenn man den Muskel mit einem gewöhnlichen Skalpell durchschneidet, bekommt man ein Präparat, wie in der Abb. 2 D Kurve A (Gastrocnemius des Frosches Nr. 63). Ein Vergleich dieser Kurve mit den Ergebnissen meiner früheren Arbeiten über die Polarisation des Gastrocnemius³⁾ zeigt uns sofort, dass wir bei der Muskeldurchschneidung in seinem distalen Segment mit zwei verschiedenen Erscheinungen zu tun haben: Ausser der „Negativität“ in der Nähe der Schnittfläche, sehen wir eine Polarisation, welche durch den starken mechanischen Faktor (Druck eines Messers) hervorgerufen ist. Dass wir es hier wirklich mit der Polarisation zu tun haben, kann dadurch bewiesen werden, dass man die bestehende Polarisation durch spezifisch wirkende Agentien verstärken kann. So wurde im Experiment der Abb. 2 D die anfänglich sehr schwache Polarisation (Kurve A) durch 1% HgCl_2 verstärkt (Kurve B und C). Es ist also einleuchtend, dass je stärker der reizende Faktor beim Durchschneiden, also je stumpfer das Messer ist, eine desto stärkere Kontraktur und Polarisation zum Vorschein kommt.

³⁾ B. S z a b u n i e w i c z: Pflügers Arch. 223, 1930, 744, Bull. de l'Ac. Polon. Cl. de Med. 1933, S. 445.

Wenn man solche Präparate mit mehr oder weniger polarisierten Muskeln untersucht, sieht man eine Beziehung zwischen der Tiefe der Negativität der verletzten Stelle und dem Grade der Polarisation in ihrer Nachbarschaft. Die Negativität in der Abb. 1 beträgt in unterem Muskelsegment 34—40 mV. Die Polarisation ist hier sehr klein (siehe den Abschnitt von 16—18 mm auf der hinteren Muskelseite). Die Polarisation nach der Durchschneidung im Experiment der Abb. 2 (Kurve A) ist merklich grösser: die Negativität der Schnittfläche beträgt dagegen nur ca. 20 mV. In der Kurve B derselben Abbildung haben wir, nach einer stärkeren Polarisation desselben Muskelsegmentes, eine Negativität von nur 7 mV, bezogen auf den Nullpunkt, oder ca. 15 mV gegenüber dem Potential des 20 mm, in der Kurve C.

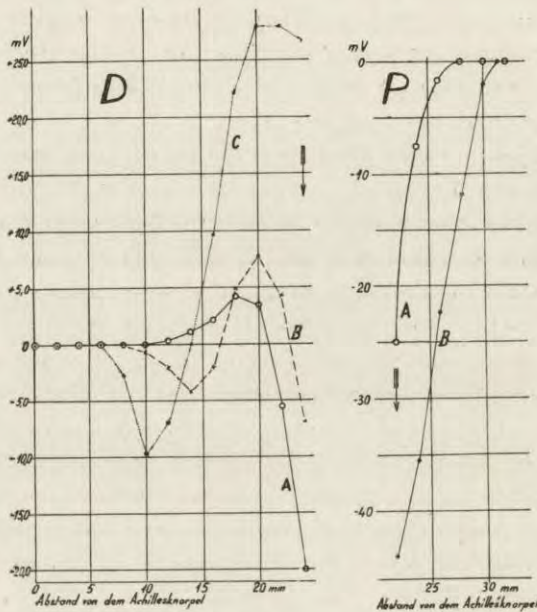


Abb. 2. D — Die Potentialverteilung auf der hinteren (äusseren) Seite des distalen Muskelsegmentes eines quer durchgeschnittenen Gastrocnemius. Der Schnitt wurde mit einem gewöhnlichen Skalpell ausgeführt. Kurve A — Potentialverteilung sofort nach dem Durchschneiden, Kurve B — nach der Berührung der Oberfläche desselben Muskelbaschnittes mit einem in 1% HgCl₂ getränkten Stück Filterpapier, Kurve C — Potentialverteilung im selben Muskelbaschnitt nach einem 5 Sek. dauerndem Bad in 1% HgCl₂. Man sieht den Anstieg der Stärke der Polarisation der Muskeloberfläche in den Kurven A, B und C. Der Pfeil zeigt die Grenze der Schnittfläche. P — die Potentialverteilung auf der hinteren (äusseren) Seite des proximalen Muskelsegmentes des zweiten Gastrocnemius desselben Frosches, der in ähnlicher Weise durchgeschnitten wurde. Kurve A — sofort nach dem Durchschneiden, Kurve B — nach einem 5 Sek. dauerndem Bad in 1% HgCl₂. Der Pfeil zeigt die Grenze der Schnittfläche.

wo es am höchsten ist. Nach der stärksten Polarisation sieht man in der Kurve C keine Negativität der verletzten Stelle mehr! Die Schnittfläche ist hier mit der benachbarten Muskeloberfläche beinahe isopotential.

Wir haben hier also gesehen, dass im distalen Muskelsegment der Potentialfall in den dem Schnitte benachbarten Stellen sich nach der Polarisation plötzlich in eine Potentialsteigerung in der Richtung zur Wunde umwandelt. Werden wir auch im proximalen Muskelsegment dieselbe Umwandlung finden? Das ist nicht der Fall. In der Abb. 2 P finden wir die Ergebnisse eines entsprechenden Versuches mit dem zweiten Gastrocnemius desselben Frosches. Wir sehen, dass nach der Polarisation des proximalen Muskelabschnittes (Kurve B) die ganze Oberfläche aufsteigend polarisiert wird, so dass die Negativität der Wunde hier noch viel stärker hervortritt. Wir erhalten also ein entgegengesetztes Ergebnis, als mit dem distalen Muskelabschnitt.

Die beiden Experimente sind ein gutes Beispiel für die Polarität der Muskelreaktion. Die Reaktion ist in den beiden Muskelabschnitten verschieden. In dem proximalen Segment entsteht in der Nähe der Verletzung eine Polarisation, welche durch andere starke Faktoren noch verstärkt werden kann. In dem distalen Segment entsteht dagegen eine „Negativität“, welche durch reizende Faktoren vernichtet, und in die aufsteigende Polarisation umgewandelt wurde. Die Tatsache einer verschiedenen Reaktionsart beider Muskelabschnitte in Abhängigkeit davon, ob die reagierenden Abschnitte proximal oder distal von der Verletzung liegen, ist für unsere weiteren Betrachtungen von Bedeutung.

Die obigen Untersuchungen zeigen, dass auch dann, wenn die Muskelverletzung mit einem sehr scharfen Instrument ausgeführt wurde, keine scharfe Grenze zwischen der „natürlichen“ und der „künstlichen“ Muskeloberfläche nachweisbar ist. Sollte also die sogen. Elektronegativität des Inneren des Muskels nur durch die elektrischen Vorgänge in der der Verletzung benachbarter Muskelpartie vorgetäuscht sein?

Um das zu entscheiden wurden noch andere Forschungen veranstaltet. Der Muskel wurde in ähnlicher Weise, wie früher, durchgeschnitten, jedoch nicht senkrecht sondern schräg zum Faserverlauf. Die Resultate sind in solchen Experimenten sehr eindeutig, obwohl auch sie von der Schärfe des dabei gebrauchten Messers abhängen. In der Abb. 3 sehen wir das Resultat eines solchen Experimentes. Auch hier sehen wir einen starken Potentialfall in der Nachbarschaft des Durchschnittes und eine aufsteigende Polarisation in einem Teil des distalen Segmentes. Was aber für uns besonders interessant ist, ist die Potentialverteilung auf der Schnittfläche. In dieser Hinsicht verhalten sich die beiden Muskelsegmente verschiedenartig.

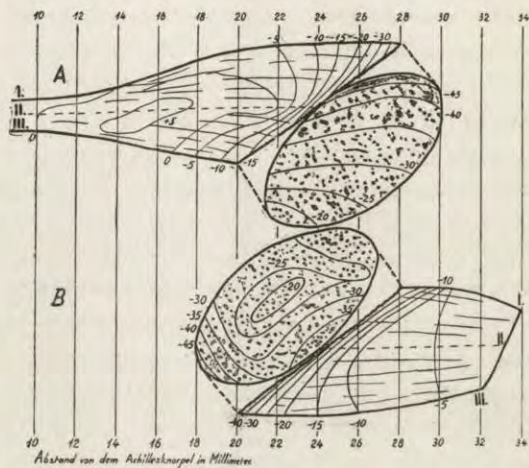


Abb. 3. Elektroisobaren in einem schräg durchgeschnittenen Gastrocnemius. Der Muskel wurde mit einem scharfen Rasiermesser schräg zu seiner Achse durchgeschnitten. Mediale Muskelseite und beide Schnittflächen. Die Zahlen zeigen das Potential in Millivolt. Man bemerke: 1) die leichte positive Polarisation im distalen Muskelsegment (auf der Höhe des 14—16 mm), 2) die regelmässigen und grossen Potentialunterschiede auf den Schnittflächen, 3) das hohe Potential der Mitte der Schnittfläche des proximalen Abschnittes im Verhältnis zum Rande derselben.

Auf der Schnittfläche des distalen Segmentes (Abb. 3 A) finden wir das höchste Potential in den unteren Partien, dann fällt das Potential in der Richtung nach oben. Der Unterschied zwischen den beiden Rändern der Wunde beträgt ca. 30 mV bei einem Abstand von 10 mm! Dieses Resultat erhält man stets in solchen Präparaten, ganz unabhängig davon, in welcher

Richtung, im Verhältniss zu den Muskelseiten, der Schnitt ausgeführt wurde.

Auf der Schnittfläche im proximalen Segment finden wir immer eine Steigerung des Potentials vom unteren Ende zur Mitte der Wunde. Von der Mitte fällt das Potential in der Richtung nach oben und dann steigt es wieder bis zum oberen Ende des Schnittes an.

Wenn wir diese Ergebnisse mit denen der Abb. 1 vergleichen, vertieft sich noch der Eindruck, dass wir es hier, in dem distalen Muskelsegment, mit einem Potentialfall in den der Verletzung benachbarten Muskelfaserabschnitten zu tun haben. Es gibt hier keinen plötzlichen Unterschied zwischen der normalen und der angeschnittenen Oberfläche, sondern wir haben es hier mit einer Erscheinung zu tun, welche einer Polarisation der Muskelfasern ähnlich zu sein scheint. Jeder unten liegende Muskelpunkt hat ein niedrigeres Potential als ein anderer mehr nach oben gelegener. Wenn der Schnitt, wie im letzten Experiment, schräg durchgeführt ist, so summieren sich die Potentialdifferenzen in den übereinander liegenden Muskelfaserschichten, so dass der Effekt sich vergrössert und das Potential der Spitze besonders niedrig ausfällt.

Wenn wir annehmen, dass die Potentialverteilung in dem proximalen Muskelsegment von der Polarisation der Muskelfasern abhängt, wird die Potentialsteigerung in der Richtung von unten nach oben leicht verständlich. Die Polarisation wäre dann offenbar stärker in der Nähe der Verletzung, als in weiter liegenden Faserabschnitten. Die Reizung durch den mechanischen Faktor muss natürlich stärker auf der Oberfläche des Muskels wirken, als in der Tiefe. Die Muskelfasern also, welche in der Tiefe liegen, sollten schwächer polarisiert sein als auf der Oberfläche. So wird das verhältnissmässig hohe Potential in der Mitte des proximalen Durchschnittes auch gut erklärbar.

Die bis jetzt vorgestellten Resultate machen es wahrscheinlich, dass die Elektronegativität der Schnittfläche im proximalen Muskelsegment sich durch die Polarisation der Muskelfasern erklären lässt. Die Elektronegativität der Schnittfläche im distalen Segment scheint durch eine ähnliche Ursache bedingt zu sein, d. h. durch eine Polarisation der Fa-

sern, deren Richtung jedoch derjenigen in der Polarisationskontraktur entgegengesetzt ist. Da eine solche Polarisation der Muskelfasern wirklich bei der Muskelzuckung entsteht, nämlich in der ersten Phase der elektrischen Vorgänge⁴⁾, so haben wir es hier wahrscheinlich mit einem Zustand zu tun, in welchen die erste Phase des Aktionsstromes fixiert ist. In der Polarisationskontraktur haben wir schon früher einen Zustand kennengelernt, in welchem der Zuckungsanfang (d. h. also eine Verkürzung und die zweite Phase des Aktionsstromes) fixiert ist, jetzt sehen wir, dass man auch einen dauernden Zustand, in dem die erste Aktionstromphase fixiert wird, hervorrufen kann.

Jetzt kommen wir zur Besprechung der Experimente, in welchen man in demselben Muskel die beiden Polarisationsarten nachweisen kann. In diesen Experimenten wurde der Muskel längs des Faserverlaufes in zwei Hälften gespalten. Man muss dabei sehr vorsichtig vorgehen, weil der Grad der dabei gewirkten mechanischen Schädigung, also die Schärfe des gebrauchten Instrumentes, das Resultat beeinflussen kann.

Wenn man z. B. einen Gastrocnemius mit einem gewöhnlichen Messer längs des Faserverlaufs spaltet, erhält man zwei Muskelhälften, welche in gewöhnlicher Weise polarisiert sind. Sowohl auf der natürlichen Oberfläche, als auch auf der Schnittfläche findet man eine Steigerung der Potentialhöhe von den distalen zu den proximalen Muskelpunkten. Man kann auch eine dauernde Muskelverkürzung nachweisen. Wir haben hier also eine Polarisationskontraktur. Man kann die Entstehung einer solchen vermeiden, wenn die Längsspaltung des Muskels folgendermassen durchgeführt wird: Nach der Präparierung eines isopotentialen Gastrocnemius wurde dieser auf ein mit Ringerlösung getränktes Filterpapier, das auf einer Korkplatte ruht, gelegt. Die Kante der Schneide eines sehr scharfen Rasiermessers wurde so in die Muskelsehne gedrückt, dass sie diese durchschnitt. Jetzt drückt man das Messer in schräger Haltung weiter bis der ganze Muskel halbiert ist.

⁴⁾ B. S z a b u n i e w i e z. Bull. de l'Ac. Polon des Sc. Cl. de Med. 1930, S. 195.

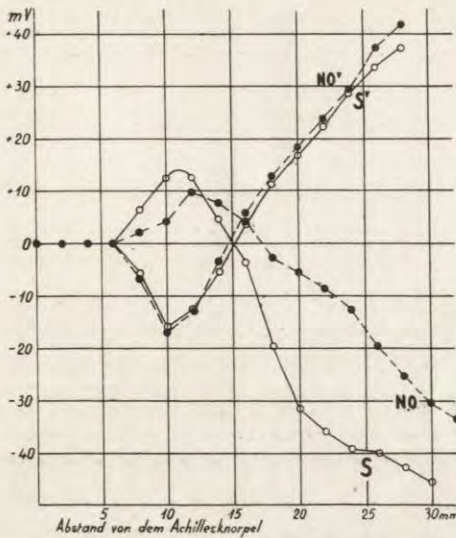


Abb. 4. Potentialverteilung in einem halbierten Gastrocnemius. Ein vollkommen normaler und isopotentialer Gastrocnemius (Frosch Nr. 49) wurde mit einem sehr scharfen Rasiermesser längs der Muskelachse durchgeschnitten. Die Potentialmessung erfolgte je 2 mm entlang der Mitte der natürlichen, unberührten Oberfläche (NO und NO'), und entlang der Mitte der Schnittfläche (S und S'). NO und S—Potentialverteilung sofort nach dem Durchschneiden. NO' und S' — dieselbe nach der Polarisierung der Muskelhälfte durch ein kurzes Bad in HgCl_2 . Die beiden letzten Kurven zeigen eine Potentialverteilung, wie in der Polarisationskontraktur. In den beiden ersten Kurven sieht man ein (gerade umgekehrtes) Bild.

Die Abb. 4 zeigt die mit einem solchen Muskel erhaltenen Resultate. Nur die eine der beiden Muskelhälften wurde hier untersucht. Die beiden ersten Kurven zeigen die Potentialverteilung auf der normalen (NO) und auf der künstlichen (S) Oberfläche (Schnittfläche). Nach Beendigung dieser Untersuchung wurde der Muskel vermittels 1% HgCl_2 polarisiert und dann nochmals untersucht (Kurven NO' und S'). Man sieht sofort, dass es zwischen den beiden Seiten (der natürlichen Muskeloberfläche und der Schnittfläche) keine wesentliche Unterschiede gibt. Nach der Durchschneidung gestaltet sich die Potentialverteilung gerade umgekehrt wie in demselben Muskel nach der Polarisation. Man kann hier nichts anderes annehmen, als dass der erste (mechanische) Faktor die eine, und der zweite (chemische) Faktor die andere Polarisationsart hervorgerufen hat.

Das Messen der Muskellänge vor und nach der Durchschneidung zeigt, dass der Muskel sich nach diesem Eingriff nicht

(oder zum mindesten nicht wesentlich) verkürzt hat. Im Gegensatz dazu kontrahiert er sich dauernd bei der Polarisation.

Es muss hier erinnert werden, dass — wie ich in den früheren Arbeiten gezeigt habe — bei der Zuckung zwei verschiedene Muskelpolarisationen stattfinden, welche den beiden Phasen des sogen. Aktionsstromes entsprechen. In der zweiten Phase, welche gleichzeitig mit der mechanischen Verkürzung beginnt, ist der Muskel genau so polarisiert, wie in der Polarisationskontraktur. In der ersten elektrischen Phase, welche kurz vor den mechanischen Veränderungen stattfindet, ist die Potentialverteilung im Muskel gerade umgekehrt. Da wir im halbierten Muskel eine ähnliche Potentialverteilung finden, und zwar eine solche wie in dem Vorverkürzungsstadium, werden wir in der Folge die entsprechende Polarisationsart die *Vorverkürzungspolarisation* nennen, in Gegenüberstellung zu der früher beschriebenen Art — der *Kontrakturpolarisation*.

Kann jedoch die alte Auffassung der Negativität der verletzten Stelle die oben beschriebene Tatsachen nicht etwa gleichfalls erklären? Das ist nun nicht der Fall, im Gegenteil, die Tatsachen widersprechen der alten Theorie. So findet sich in der Regel in den halbierten Muskeln, welche ohne Polarisationskontraktur präpariert worden sind (siehe Abb. 4), in den unteren Muskelpartien ein Abschnitt, wo das Potential der Schnittfläche höher, als auf der gegenüberliegenden, unbeschädigten Oberfläche ist. Diese Elektropositivität der verletzten Stelle kann sehr leicht in jedem derartigen Präparat durch zwei auf derselben Muskelhöhe an beiden Seiten angelegten Elektroden unmittelbar nachgewiesen werden. Der Potentialfall ist in der Regel in der Richtung nach der oberen Muskelpartie (Abb. 4) bei solchen halbierten Muskeln auf der Schnittfläche grösser als auf der unberührten Oberfläche, so dass in den proximalen Muskelpartien die künstliche Oberfläche wieder negativ im Verhältniss zu der gegenüberliegenden normalen Oberfläche ist. So sieht man hier eine Elektropositivität und eine Elektronegativität der verletzten Stelle am verschiedenen Stellen desselben Präparates.

Wenn man den Längsschnitt des Muskels vermittels eines nicht sehr scharfen Messers macht, erhält man Präparate, in denen die Polarisationsreaktionen auf verschiedene Weisen zustande kommen können. So kann der ganze Muskel die Kontrakturpolarisation zeigen, oder man kann in einigen Abschnitten eine Kontraktur-, und in den anderen eine Vorverkürzungspolarisation nachweisen. Die Abhängigkeit der Reaktion von der Stärke des mechanischen Faktors ist hier sehr gross. Man bemerkt jedoch, dass die beiden Seiten der Muskelhälfte auf derselben Höhe immer dieselbe Polarisationsart aufweisen. Wenn auf einen solchen Muskel ein kontrahierender Faktor wirkt (z. B. 1% HgCl_2), wird seine ganze Oberfläche aufsteigend polarisiert (wie in der Polarisationskontraktur).

Wenn wir jetzt zu den früher besprochenen Experimenten mit den quer und schräg zum Faserverlauf durchschnittenen Muskeln zurückgehen, können wir folgendes feststellen. In den proximalen Muskelsegmenten haben wir es offenbar mit der Kontrakturpolarisation zu tun. Die Elektronegativität der verletzten Stelle wäre somit ohne weiteres die Folge der Polarisierung. Ein starker chemischer Faktor, welcher auf die ganze Muskeloberfläche wirkt, kann die Kontraktur verstärken, wobei auch die „Negativität“ der Verletzung verstärkt wird. In den distalen Muskelsegmenten scheint dagegen die Negativität der verletzten Stelle eine Folge der Vorverkürzungspolarisation der Muskelfasern in der Nähe der Schnittfläche zu sein. Wenn man hier Sublimat auf die Muskeloberfläche einwirken lässt, wird die Vorverkürzungspolarisation in die Kontrakturpolarisation umgewandelt, wobei die Negativität der Verletzung verschwindet, und in eine Positivität übergeht.

Unverständlich bleibt dann jedoch, warum in den beiden Muskelabschnitten verschiedene Reaktionsarten entstehen. Ent-

sprechende Untersuchungen haben gezeigt, dass diese Verhältnisse sich nicht ändern, wenn der Schnitt durch den Muskel in verschiedener Höhe gemacht ist. Wäre die Vorverkürzungspolarisation ein Anfangsstadium der Kontraktur, so könnte man vermuten, dass der Muskel in dem proximalen Abschnitt schneller reagiert, so dass dort die erste elektrische Reaktionsphase sofort in die zweite übergeht. Im distalen Segment würde die Muskelreaktion auf der ersten Phase anhalten. Dies alles würde uns jedoch auch nicht klar machen, warum die Reaktion in einem Abschnitt auf dem ersten Stadium und in dem anderen auf dem zweiten Stadium anhält.

Wenn also die „Elektronegativität“ der verletzten Stelle in den durchgeschnittenen Muskeln durch eine besondere elektrische Reaktion in den der Wunde benachbarten Muskelfaserabschnitten erklärbar ist, so wäre wahrscheinlich auch die Elektronegativität in den nur angedeuteten oder durch verschiedene andere Agentien beschädigten Muskeln durch dieselben Reaktionen ebenfalls erklärbar. Um dies zu erforschen wurden weitere Untersuchungen angestellt.

Im ersten Experiment wurde dem Muskel eine kleine und gut begrenzte Beschädigung zugefügt. Als Beispiel wird das

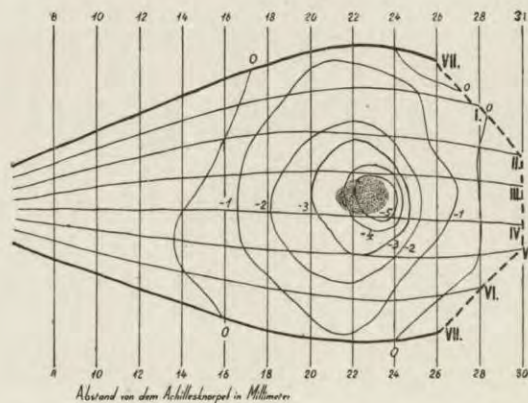


Abb. 5. Elektrosobaren eines lokal verletzten Gastrocnemius. Ein vollkommen normaler, isopotentialer Gastrocnemius wurde auf ein mit Ringerlösung getränktes Filterpapier gelegt und mit einer Stecknadel angestochen, wobei das entstandene Loch durch leichte Bewegungen der Stecknadel etwas vergrößert wurde. Der Muskel wurde dabei nicht festgehalten, damit die übrige Oberfläche vollkommen unberührt bleibe. Dann wurde das Potential des Muskels je 2 mm entlang 7 Meridianlinien gemessen und die Elektroisobaren auf ein Schema der Muskeleoberfläche gezeichnet. Das Potential ist im Verhältnis zu dem des Achillesknorpels in Millivolt angegeben. In der Abbildung ist die angestochene Stelle punktiert angemerkt.

Experiment am Gastrocnemius des Frosches Nr. 50 in Abb. 5 angeführt. Man sieht sofort, dass wir hier keinen charakteristischen Unterschied zwischen dem Potential der verletzten und unverletzten Stelle haben. Im Gegenteil: 1) Der Potentialfall beginnt mehrere Milimeter weit von der angestochenen Stelle, und 2) Die Stelle, welche das niedrigste Potential aufweist, deckt sich nicht mit der verletzten Stelle, sondern ist mehr nach dem proximalen Muskelende hin verschoben. Die beiden Tatsachen sind sehr charakteristisch und werden in den weiteren Experimenten wiederholt auftreten. Sie stehen natürlich im Widerspruch mit der Annahme, dass eine Verletzung einfach die elektrische Negativität des Muskelinnern entblösst.

Es scheint ganz offenbar zu sein, dass hier eine elektrische Muskelreaktion stattfindet. Da wir bereits zwei derartige Reaktionen (die beiden Polarisationsarten) kennen gelernt haben, wollen wir uns fragen, ob die eine von ihnen, oder die beiden gemeinsam uns die im letzten Experiment nachgewiesene Erscheinungen nicht erklären könnten.

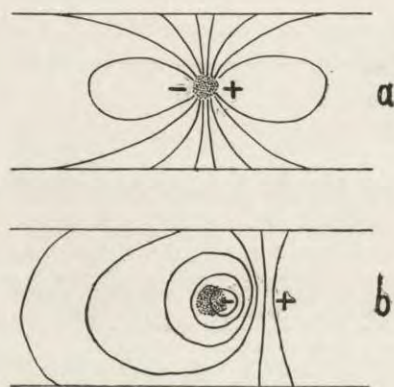


Abb. 6.

Wir wissen, dass der Muskel auf verschiedene schädliche Agentien mit der Kontrakturpolarisation reagiert. Wird dieselbe vielleicht allein die in der Abb. 5 dargestellten Verhältnisse erklären können? Wenn wir annehmen, dass in einem Muskelpunkt eine reine aufsteigende Polarisation (wie in der Polarisationskontraktur) sich ausbildet, so sollten sich die Elektro-

isobaren in der Art, wie in der Abb. 6 a anordnen. Die Elektroisobarenverteilung der Abb. 5 entspricht nicht diesen Verhältnissen, sie ist vielmehr wie in der Abb. 6 b geordnet. Diese Isobaranordnung kann also durch die Kontrakturpolarisation allein nicht verständlich gemacht werden. Wenn wir ausser der Kontrakturpolarisation noch die Elektronegativität der verletzten Stelle annehmen würden, würden wir auch nicht die Potentialverteilung erklären können, weil doch die Elektronegativität des Muskelfleisches auf weite Partien der Oberfläche nicht ausstrahlen kann.

Wenn wir dagegen annehmen, dass die von der Verletzung proximal liegenden Muskelfaserabschnitte der Kontrakturpolarisation unterliegen, und dass gleichzeitig die distalen Abschnitte mit der Entstehung der Vorverkürzungspolarisation reagieren, dann wird alles verständlich werden. Es muss hier erinnert werden, dass wir in den durchgeschnittenen Muskeln eben solche Verhältnisse, d. h. also verschiedene Reaktionsarten der distalen und der proximalen Muskelpartien mit Sicherheit nachgewiesen haben. So wäre es ganz natürlich, dass auch in den angeschnittenen Muskeln die Fasern in der gleichen Weise reagieren.

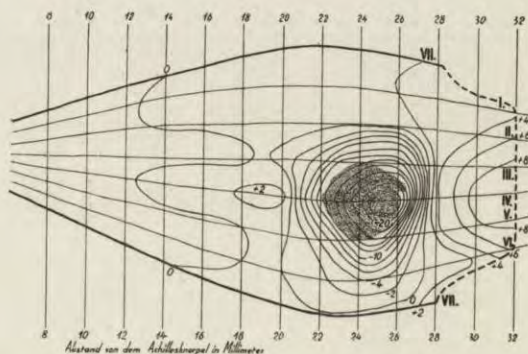


Abb. 7. Elektroisobaren eines Gastrocnemius aus dem ein Stück Gewebe ausgeschnitten wurde. Aus dem vollkommen isopotentialen Muskel (Frosch Nr. 53) wurde vermittels scharfer Scheren ein kleines Stück, ca. 3×3 mm, herausgeschnitten. Die verletzte Stelle ist punktiert angemerkt. Alles übrige, wie in der Abb. 5.

Die Abb. 7 zeigt die Resultate eines weiteren Experimentes, in welchem der Muskel stärker beschädigt wurde. Es wurde nämlich mit scharfen Scheren ein kleines Stück, ca. 3×3 mm

gross, herausgeschnitten. Die Wunde war ungefähr 2 mm tief. Die Elektronegativität ist hier viel stärker, als im vorherigen Experiment — bis 20 mV und mehr. Wir sehen hier jedoch auch keinen besonders starken Potentialfall auf der Grenze der Verletzung. Die Potentialveränderungen beginnen weit von der Wunde. Entlang der IV. Meridianlinie finden wir in den distalen Muskelpartien, ausser eines grossen Potentialfalls in der Richtung zu der Verletzung, noch eine Steigerung des Potentials von unten nach oben. Das ist offenbar die beginnende Polarisationskontraktur, was man beim Vergleich mit den Ergebnissen der früher besprochenen Untersuchungen leicht erkennt. Proximal von der Wunde sieht man eine starke Kontrakturpolarisation. Im Allgemeinen sind die Verhältnisse denen in den Abb. 5 ähnlich, nur viel stärker ausgeprägt. Wir haben also auch hier eine starke Kontrakturpolarisation proximal von der Verletzung, eine ziemlich starke Vorverkürzungspolarisation distal von derselben und eine sehr schwache Kontrakturpolarisation in den untersten Muskelpartien.

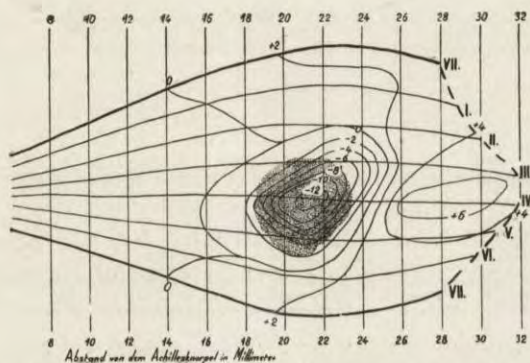


Abb. 8. Elektroisobaren eines lokal erwärmten Gastrocnemius. Der Boden eines mit auf 70°C erwärmten Wasser gefüllten Probierröhrchens wurde einige Sekunden lang auf die vollkommen isopotentielle Oberfläche des Muskels angelegt. Die durch das Probierröhrchen berührte Stelle ist punktiert angemerk. Alles übrige, wie in der Abb. 5.

Weiter haben wir die lokale Wirkung der Wärme erprobt. Wir führen zwei Beispiele an. Im ersten wurde die lokale Erwärmung durch Berührung mit einem Probierröhrchen, das mit auf 70°C. erwärmten Wasser gefüllt war, hervorgerufen. Im zweiten wurde der Muskel mit einem in der Flamme erhitzten Stecknadelkopf angebrannt.

Aus den Ergebnissen des ersten Experimentes (Abb. 8) sieht man, dass, so wie in den früheren Untersuchungen, zwischen der erwärmten und der unerwärmten Oberfläche keine elektrische Grenze entstand. Die Erwärmung kann übrigens so durchgeführt werden, dass sich die beeinflusste Oberfläche, ausser den elektrischen Veränderungen, scheinbar in nichts von der Nachbarschaft unterscheidet. In unserem Beispiel sind die elektrischen Erscheinungen sehr spärlich, obwohl sie auf einer grossen Oberfläche ausgebreitet sind. Eine Elektronegativität der verletzten Stelle ist hier nicht zu sehen.

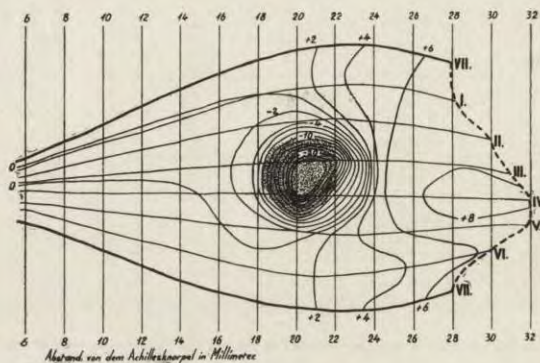


Abb. 9. Elektroisobaren eines lokal angebrannten Muskels. Ein isopotentialer Gastrocnemius (Frosch Nr. 50) wurde durch einen in der Flamme erhitzten Stecknadelkopf angebrannt. Die angebrannte Stelle ist punktiert angemerkt. Alles übrige, wie in der Abb. 5.

Viel stärkere Veränderungen finden wir im Experiment der Abb. 9. Die Anhäufung der Elektroisobaren ist hier so gross, dass sie eine Elektronegativität vortäuschen könnte. Diese kann jedoch nicht angenommen werden. Wenn wir nämlich das Potential von den unteren nach den oberen Muskelpartien genauer verfolgen, bemerken wir, dass dieses fast in der ganzen verletzten Stelle nach oben hin fällt. Erst an der oberen Grenze der Verletzung beginnt die Potentialsteigerung. Die „Negativität“ ist viel weiter nach oben lokalisiert, als dies der Fall wäre, wenn man es hier mit einer Aufdeckung des Muskelinnern zu tun hätte. Im Verhältnis mit der Abb. 7 könnte man sagen, dass wir hier mit sehr starken, jedoch mehr konzentrierten, weniger ausgebreiteten Reaktion zu tun haben, obwohl sie dieselbe Eigen-

schaft besitzt, wie in den Präparaten, in welchen der Muskel mechanisch verletzt wurde.

Es gibt mehrere chemische Agentien, welche eine Polarisationskontraktur im Muskel sehr energisch hervorrufen. Es wäre interessant zu wissen, was für eine elektrische Reaktion entsteht, wenn ein solcher Faktor lokal appliziert wird. Als Beispiel führe ich das Ergebniss eines Experimentes an, in welchem ein Gastrocnemius durch einen kleinen mit 1% HgCl_2 getränkten Wattebausch lokal polarisiert wurde. Die Muskeleoberfläche wird durch Sublimat angeätzt, so dass die verletzte Stelle gut sichtbar bleibt. Man sieht eine ziemlich starke und — im

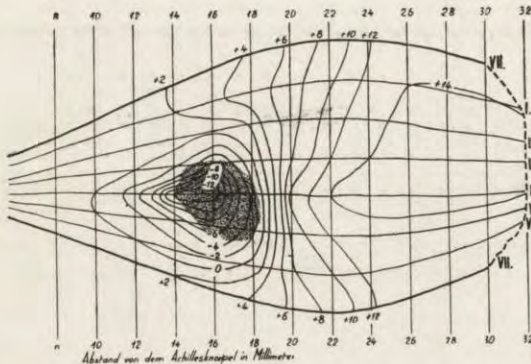


Abb. 10. Elektroisobaren eines lokal polarisierten Muskels. Auf die Oberfläche eines isopotentialen Gastrocnemius (Frosch Nr. 51) wurde ein mit 1% HgCl_2 getränkter Wattebausch 10 Sek. lang angelegt. Dann wurden der Muskel mit Ringerlösung gespült. Die Stelle, wo der Wattebausch appliziert war, ist punktiert angemerkt. Alles übrige, die in der Abb. 5.

Verhältnis mit der berührten Stelle — sehr ausgebreitete Kontrakturpolarisation. Man kann auch hier keine Spur einer Elektronegativität des Muskelinnern finden: es gibt keinen Potentialunterschied auf der Grenze der Beschädigung, ja, viel mehr, keinen Unterschied in der Verteilungsart der Isobaren auf der normalen und auf der angeätzten Oberfläche. Von allen bisher angeführten Bildern ähnelt dieses am meisten dem Schema a in der Abb. 6. Daraus folgt, dass wir hier mit einer verhältnismässig reinen Form einer lokalen aufsteigenden Polarisation zu tun haben. Wir haben hier also ausschliesslich oder fast ausschliesslich das Bild der lokalen Kontrakturpolarisation, das

durch die Vorverkürzungspolarisation nicht kompliziert wurde. Dies entspricht auch der Erwartung, da das Sublimat eines der stärksten polarisierend wirkenden Agentien ist.

Allgemeine Schlussfolgerungen.

Alle in dieser Arbeit dargestellten Ergebnisse zeigen, dass das, was wir bis jetzt die „Elektronegativität“ der verletzten Stelle nannten, sehr gut als eine Folge der elektrischen Polarisationsreaktionen der der Verletzung benachbarten Muskelfaserabschnitte aufgefasst werden könnte. Die Annahme einer Negativität des Muskelinnern ist dabei für das Verständniss der elektrischen Erscheinungen im Muskel nicht unbedingt nötig.

Im Muskel treten zwei verschiedene anhaltende elektrische Reaktionen auf: Die Vorverkürzungs- und die Kontrakturpolarisation. Sie werden durch verschiedene Agentien in verschiedenem Grade hervorrufen. So bewirkt z. B. das Sublimat eine sehr starke Kontrakturpolarisation, ohne oder fast ohne Vorverkürzungspolarisation. Dagegen bewirken mechanische Eingriffe, besonders vermittels scharfer Instrumente, eine starke Vorverkürzungspolarisation, und eine schwächere — im Verhältnis zum früheren Beispiel — Kontrakturpolarisation. Die Vorverkürzungspolarisation scheint eine Vorbereitungsphase für die Kontrakturpolarisation zu sein, so wie dies wahrscheinlich auch in der Muskelzuckung der Fall ist. Lokal applizierte starke Faktoren rufen die eine Polarisationsart in den distalen, und die andere in den proximalen Muskelfaserabschnitten hervor, was eine elektrische „Negativität“ der verwundeten Stelle vortäuschen kann.

Ich will noch ausdrücklich betonen, dass — trotzdem ich die beiden Polarisationsarten für bewiesen halte und obwohl dieselben für das Verständniss der elektrischen Muskelreaktionen wahrscheinlich ausreichen — ich dennoch das Vorhandensein der „Negativität des Muskelinnern“ nicht widerlegen kann. Es ist möglich, dass diese Erscheinung in den oben dargestellten Vorgängen im Muskel eine Rolle mitspielt, wenn sie auch allein für die Erklärung derselben bei weitem nicht ausreicht.

[Institut de Physique Médicale de l'Université de Poznań].

Henryk Krzymień.

Sur les propriétés élastiques des ongles.

Reçu le 29.X.1938.

1°. Au cours des dernières années, on a étudié les propriétés élastiques de certaines formations biologiques, telles que les cheveux humains, la laine, la soie, etc. Ces recherches, jointes à l'application de la méthode des „Faserdiagrammes” ont conduit à la connaissance plus exacte des composés à haut poids moléculaire dont sont formées les substances que nous venons d'énumérer. Dans le présent travail, nous nous occupons des propriétés de la kératine que l'on trouve dans les cheveux humains, la laine, les ongles, les plumes des oiseaux, les baleines, les cornes et les piquants du hérisson. Au point de vue industriel, c'est la laine qui a été le plus minutieusement étudiée. On peut appliquer également, dans une certaine mesure, les résultats obtenus au groupe entier de substances susmentionnées; il est cependant probable que chaque substance offrira certaines particularités individuelles, en relation avec sa structure et la disposition de ses cellules. Dans le présent mémoire on décrit plus particulièrement les propriétés élastiques des coupes d'ongles soumises à la traction dans l'eau à la température du laboratoire et à la vapeur d'eau à la température de 100°C.

2°. Les fibres de la laine ou de la soie offrent pendant l'extension beaucoup de particularités, leurs propriétés élastiques se distinguent considérablement de celles des autres substances, ainsi qu'on peut en juger en observant les courbes établies à la fig. 1. Ces courbes (1) montrent l'allongement de la fibre ou du fil (en pourcent de la longueur initiale) en fonction de la tension appliquée. Un fil d'acier s'allonge proportionnellement à la tension appliquée jusqu'à sa limite de l'élasticité (env.

25 kg/mm²); en outre, sa déformation est généralement insignifiante. Lorsqu'on dépasse la limite de l'élasticité on constate un glissement des plans réticulaires qui se termine par la rupture du fil à la tension d'environ de 40 kg/mm². La courbe d'extensibilité de la fibre de laine se présente de manière toute différente. La période de proportionnalité de l'allongement à la tension, qui n'est pas nettement visible sur la figure, finit pour l'allongement de 2 pour 100 de la longueur initiale, ensuite on

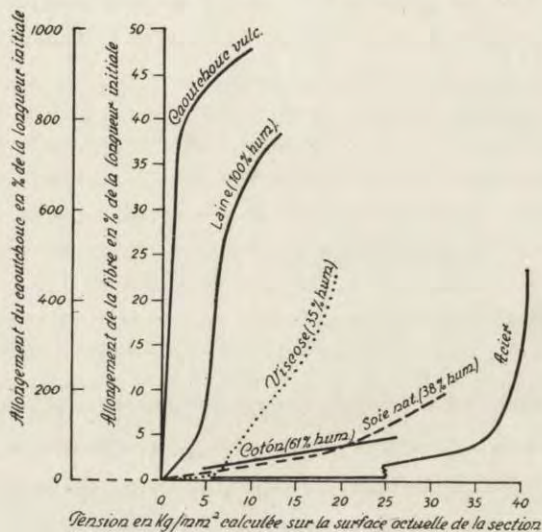


Fig. 1.

observe d'abord un allongement très violent, puis quelque peu plus lent jusqu'à 40 pour 100 des dimensions initiales pour une faible tension de quelques kg/mm². Il faut remarquer que, malgré une déformation aussi considérable, la fibre de laine abandonnée dans l'eau sans tension, revient d'elle-même à sa longueur initiale. Le caoutchouc qui s'allonge de 1000 pour 100 de sa longueur initiale, jouit d'une élasticité plus grande encore. La température de l'eau dans laquelle l'extension de la laine a lieu, exerce une forte influence sur allure du phénomène, ainsi qu'on peut en juger d'après la fig. 2(4), sur laquelle on a représenté les courbes de l'extensibilité dans l'eau aux températures de 0°, 64° et 92°C. Comme on voit l'élévation de la température de

l'eau facilite en général l'extension de la fibre de laine. Si nous laissons le brin de laine ou le cheveu humain allongé dans la vapeur de l'eau bouillante pendant 20 minutes au moins, la fibre perd sa faculté de contraction et lorsque la tension appliquée est enlevée il reste une déformation permanente connue dans l'industrie textile sous le nom de fixation et en art capillaire sous celui d'ondulation indefrizable. Au contraire, dans certaines conditions décrites avec plus de détails dans la bibliographie indiquée à la fin du présent travail, on peut observer le phénomène de supercontraction; cette dernière consiste en ce que le

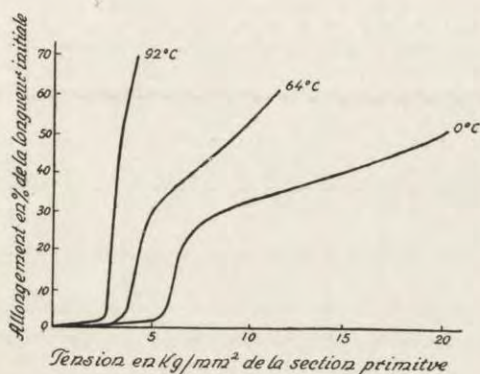
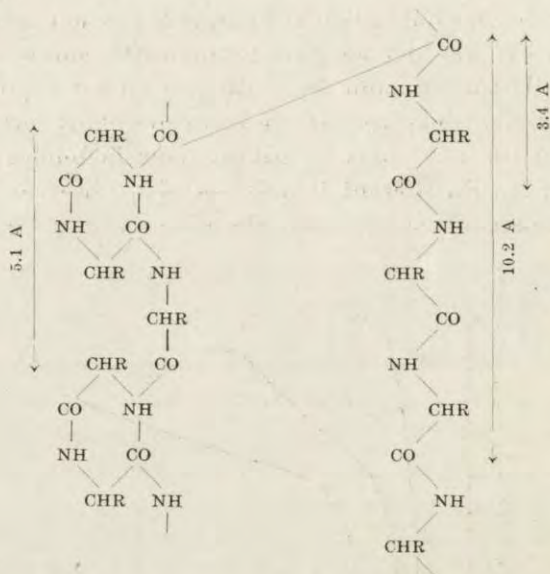


Fig. 2.

brin allongé, se contracte jusqu'à une longueur moindre que celle qu'il avait avant l'extension lorsque la force appliquée cesse d'agir.

L'explication des propriétés élastiques de la laine et des fibres analogues a été donnée par Astbury (2). Elle est basée sur ce que la kératine, qui forme la fibre de laine peut exister en deux formes α et β . Les fibres non-déformées après allongement sont formées par la kératine α qui se transforme en kératine β . Le phénomène est réversible et la forme β redevient la forme α lorsque la tension cesse d'être appliquée. Astbury a basé ses déductions en premier lieu sur l'application de la méthode „des Faserdiagrammes" qui a démontré que la laine présente structure cristalline; en outre, en direction de l'axe de la fibre, la période d'identité est égale à 5.1 un. Angstrom

pour la kératine α et 3.4 U. A. pour la kératine β . Astbury représente de façon suivante la structure des deux variétés de la kératine:



Ainsi qu'on le voit, la molécule de kératine α se développe pendant son allongement à la façon d'un ressort moléculaire jusqu'au double de sa longueur. Ceci correspond en réalité à l'allongement maximum de la laine dans la vapeur d'eau à la température de 100°C . Les chaînes principales de kératine sont maintenues en équilibre au moyen de chaînes latérales, ce qui est figuré à la fig. 3. Nous passons sur la composition exacte et classification de ces liaisons. À l'état d'extension, la kératine β présente l'aspect d'une échelle moléculaire dans laquelle les liaisons latérales jouent le rôle d'échelons. Lorsque la tension extérieure est supprimée commencent à agir les forces d'attraction mutuelle entre les liaisons latérales et les molécules se plissent en plans perpendiculaires aux liaisons latérales; ainsi, la substance continue à garder ses propriétés cristallines. Nous interprétons la courbe en S caractéristique de l'extension, en admettant que sous l'effet de petites tensions il s'effectue d'abord un relâchement des forces agissant entre les liaisons latérales, à la suite de quoi toutes les molécules de kératine α commen-

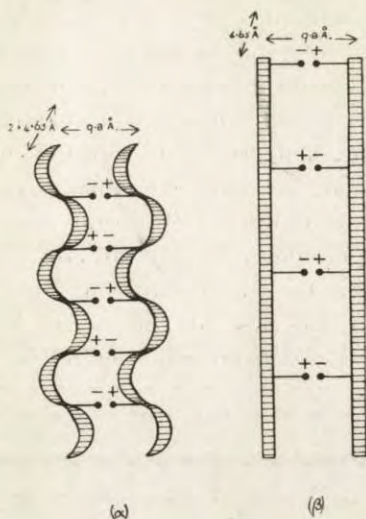


Fig. 3.

cent à se dérouler et deviennent des molécules de kératine β . Après la transformation totale d'une variété en autre, l'allongement diminue, car les forces d'attraction mutuelle entre les molécules de la kératine β y mettent obstacle. Les changements survenus dans les chaînes et les liaisons latérales peuvent également expliquer les phénomènes de fixation et de supercontraction.

3°. L'étude de l'extension des coupes d'ongles a été effectuée à l'aide de l'appareil dont le schéma est reproduit à la fig. 4. La coupe étudiée était placée entre deux pinces m et n , dont l'inférieure était fixée à demeure à la base de l'appareil et la supérieure était suspendue par intermédiaire d'un petit étrier à l'extrémité d'un fléau. On étirait graduellement la coupe en chargeant le second plateau d'un filet d'eau qui s'écoulait d'un flacon de Mariotte dans le becher Z . L'allongement a été observé à l'aide du microscope déplacé vers le haut ou le bas au moyen de vis micrométrique permettant d'effectuer des mesures avec une précision de 1/100 de mm. On pouvait remplir d'eau le vase KK ou faire passer à travers ce vase la vapeur de l'eau provenant d'un récipient.

Nous avons eu quelques difficultés dans l'exécution les coupes d'ongles qui ont été coupées dans trois sens: 1) perpendiculairement à la surface de l'ongle et dans le sens de son axe de longueur, sens I; 2) parallèlement à la surface et dans le sens de l'axe de longueur, sens II, et 3) parallèlement à la surface et perpendiculairement à l'axe de longueur, sens III. On a débité les coupes au microtome. L'épaisseur des coupes variait de 0.05 à 0.2 mm, leur longueur et leur largeur dépendaient des dimensions de l'ongle. Les matériaux ont été prélevés sur des cadavres, aussi frais que possible, et conservés dans une atmosphère saturée de vapeur d'eau afin d'éviter la dessiccation, et la

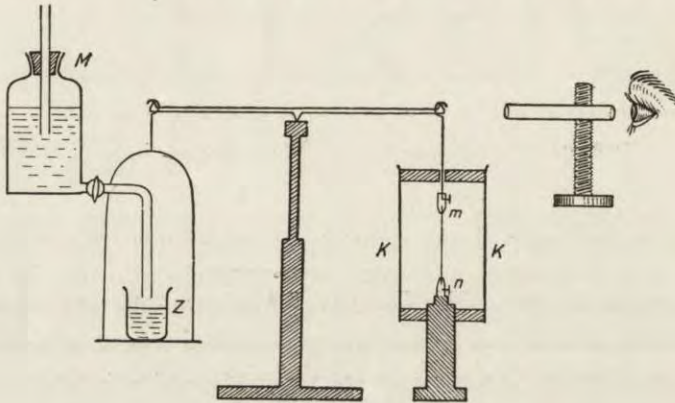


Fig. 4.

friabilité qui en résulte. On ne peut conserver les ongles aussi longtemps qu'on le désirerait parce qu'ils moisissent. À cause de défauts de nature histologique, un grand nombre de coupes d'ongles cassait sous une tension infime sans atteindre l'allongement dont on parlera ci-dessous. La période d'allongement durait de 10 à 30 min., la vitesse de l'allongement allait de 1 à 40 pour 100 de la longueur initiale par minute et dépendait du débit d'eau qui s'écoulait du flacon de Mariotte. On a constaté que l'allure de la courbe ne dépend pas du temps d'allongement pour les vitesses considérées.

4°. Les coupes d'ongles ont été allongées comme nous l'avons mentionné 1) dans l'air, à la température du laboratoire;

2) dans l'eau à la température de 20°C et 3) dans la vapeur d'eau bouillante. Dans le premier cas les coupes se brisaient, lorsque l'allongement atteignait 5 à 10 pour 100 de leur longueur initiale. Les résultats obtenus pendant l'allongement des coupes dans l'eau à la température de 20°C sont exprimés en pourcent de la longueur initiale sur les courbes de la fig. 5. Les chiffres romains indiquent le sens des sections ainsi qu'on a expliqué plus haut. Dans l'eau à la température de 20°C le phénomène est complètement réversible, c'est à dire après la suppression de la tension appliquée la coupe allongée revient

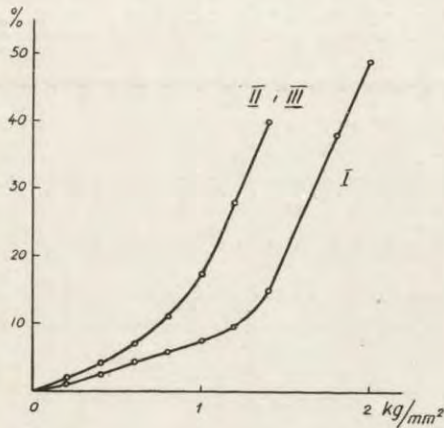


Fig. 5.

à sa longueur initiale de sorte que, aussitôt libre, son allongement diminue jusqu'à 5 pour 100, et ensuite la coupe continue à se contracter très lentement et revient à sa longueur primitive au bout de quelques heures. Astbury et Sisson(5) ont démontré au moyen des rayons X que les chaînes de kératine dans les ongles sont orientées perpendiculairement à l'axe du doigt; de même J. Alkiewicz(6) est arrivé à la conclusion que la cellule de la plaque de l'ongle peut être comparée à une graine de potiron, dont le grand axe serait orienté perpendiculairement à la direction de croissance de l'ongle. A la lumière de ces résultats, il faut remarquer que les courbes II et III se superposent complètement, tandis que les coupes faites perpendiculairement à la surface de l'ongle présentent des propriétés

élastiques différentes. L'identité des courbes II et III indiquerait donc que dans l'ongle la plupart de molécules de kératine est répartie de façon désordonnée et que seule une quantité très petite est orientée dans une direction définie, ce qui est en accord avec l'aspect des diagrammes aux rayons X de Astbury et Sisson. Les coupes parallèles à la surface de l'ongle présentent en général pour tension égale un allongement plus grand. Le domaine où la loi de Hooke est applicable est très restreint et la limite de la résistance est plus basse que dans la direction I. En comparant les courbes de la fig. 5 avec

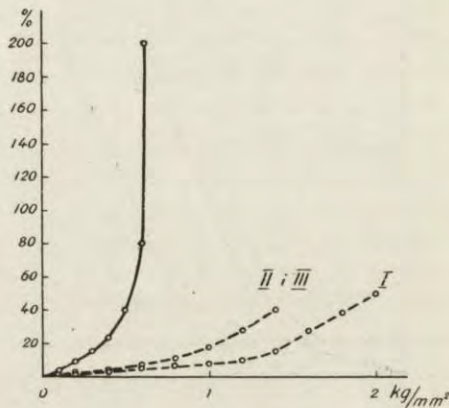


Fig. 6.

celles de la fig. 2 qui se rapportent à la laine, nous constatons entre elles une différence qui consiste en ce que la courbe d'allongement de la laine (ou du cheveu humain) présente une inflexion caractéristique dans le segment compris entre 2 pour 100 et 20 pour 100 env. de l'allongement, ce qui n'existe pas pour les ongles. En outre, le domaine d'application de la loi de Hooke est pour la laine beaucoup plus grand que pour les ongles. Si nous prenons pour base la courbe I (l'allongement de 2.5 pour 100 correspond à la tension de 0.4 kg/mm²), nous obtenons pour le module d'Young E la valeur de 16 kg/mm², alors qu'en comptant E pour la laine sur la base de la courbe pour 0°C (2 pour 100 d'allongement à la tension de 5 kg/mm²) nous trouvons $E = 250$ kg/mm².

5°. On a effectué les observations suivantes sur l'extension des coupes d'ongles dans la vapeur d'eau à la température de 100°C. Les ongles ont été coupés dans le sens I. La courbe correspondante est représentée à la fig. 6 (pour faciliter la comparaison on a figuré en pointillé les courbes qui vont jusqu'à 20°C dans la fig 5). Le résultat très caractéristique qui ressort de ce diagramme consiste en ce que les coupes d'ongles s'allongent dans la vapeur d'eau jusqu'à 200 pour 100 de leur longueur initiale, tandis que les cheveux, dans les mêmes conditions, ne s'allongent que de 100 pour 100. Le comportement des coupes est également différent après la suppression de la tension. Les brins de laine (le cheveu humain) après être restés quelques minutes en extension dans la vapeur d'eau, reviennent à leur dimension primitive lorsqu'on enlève la tension appliquée et même dans certaines conditions, ils présentent le phénomène de *superecontraction*. Par contre, les coupes d'ongles ne reviennent à leur longueur initiale que dans le cas où l'allongement ne dépasse pas 50 pour 100. Cette limite dépassée, il se produit probablement un glissement irréversible des cellules de l'ongle. Il faut remarquer également ce détail, que dans la courbe de la fig. 6 le domaine d'application de la loi de *Hook e* disparaît complètement, et même pour les tensions faibles l'allongement n'est pas proportionnel à la tension appliquée.

R é s u m é.

1°. Les coupes faites parallèlement à la surface de l'ongle présentent à l'allongement dans l'eau à la température de 20°C, les mêmes propriétés élastiques, qu'il s'agisse de coupes parallèles ou perpendiculaires à l'axe de l'ongle. Les coupes parallèles et perpendiculaires à la surface de l'ongle offrent des propriétés élastiques inégales. La courbe de l'extensibilité des coupes de l'ongle diffère de celle des fibres de laine ainsi que de celles des cheveux humains. Le module d'*Y o u n g* pour les ongles (16 kg/mm²) est plus petit que celui pour la laine.

2°. Dans la vapeur d'eau à la température de 100°C, les coupes d'ongles s'allongent de 200 pour 100 de leur longueur initiale, c'est à dire montrent un pouvoir d'extension double de

celui de la laine. Les coupes reviennent à leur longueur initiale seulement si l'allongement à la vapeur n'a pas dépassé 50 pour 100; passé cette limite il apparaît une déformation irréversible.

J'ai l'honneur de remercier gracieusement Monsieur le Professeur S. Kalandyk de l'initiative donnée et de m'avoir fourni les moyens d'exécuter ce travail.

Bibliographie.

- 1) H o u v i n k, R. Elasticity, Plasticity and Structure of Matter. Cambridge (1937). — 2) A s t b u r y, W. T. Fundamentals of Fibre Structure. Oxford (1933). — 3) S c h m i t t, F. O. Die Erforschung der Feinstruktur tierischer Gewebe mit Hilfe der Röntgenstrahleninterferenzmethoden. Naturwissensch. 25, 709 (1937). — 4) A s t b u r y, W. T. Roy. Soc. Trans. A. 232, 336 (1933). — 5) A s t b u r y, W. T. and S i s s o n, W. A. Roy. Soc. A. 150, 533 (1935). — 6) A l k i e w i c z, J. Przegląd Dermatologiczny, 30, 17 (1935).

[Institut de Physiologie des Animaux de l'Université Joseph Piłsudski
à Varsovie].

K. Białaszewicz et Ch. Landau.

**Sur la composition minérale de l'hémolymphe des vers à soie
et sur les changements qu'elle subit au cours de la croissance
et pendant la métamorphose ¹⁾.**

Les données existantes dans la littérature amènent à l'idée que les liquides de l'organisme des insectes constituent une solution d'électrolytes particulière, présentant des différences notables avec le plasma sanguin de tous les groupes animaux étudiés à ce point de vue. Bien que ces données (comp. le tableau I) ne soient pas abondantes — elles ne portent que sur plusieurs espèces des lépidoptères et des hyménoptères, et ne concernent qu'un petit nombre de constituants dosés des cendres — elles font ressortir une pauvreté exceptionnelle de l'hémolymphe de ces animaux en sodium et en chlore et une concentration très élevée en potassium, en magnésium et en azote extraprotéique qu'il est rare de trouver ailleurs (Bishop, Briggs et Ronzoni '25, Portier et Duval '27, Portier et Courtois '28, Brecher '29, Heller et Mokłowska '30, Florokin '37 a-c).

Ces faits qui demanderaient à être confirmés sur le matériel moins restreint nous ont incités à une étude détaillée des propriétés chimiques de l'hémolymphe du ver à soie et à l'analyse de sens et de l'étendue des changements de sa composition minérale en fonction du stade de développement.

¹⁾ Présenté dans la séance du 15.XII.1938 de la Société Polonaise de Physiologie.

Tableau I.

Composition de l'hémolymphe des insectes d'après les données existantes dans la littérature.

Espèce de l'insecte	Stade	Teneur de l'hémolymphe en										Auteur	
		Na mg%	K mg%	Ca mg%	Mg mg%	Cl mg%	P in- organ. mg%	N extrapro- téique mg%	N-NH ₂ mg%				
Coleoptera													
<i>Hydrophilus piceus</i>	Adulte	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	146, 31, 40—80	Duval, Portier et Cour- tois '28, Delaunay '27, Florkin '37
<i>Dytiscus marginalis</i>	"	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	134	Duval, Portier et Cour- tois '28
Hymenoptera													
<i>Apis mellifica</i>	Larve	11	95	15	21	117	31	306—385	250—308				Bishop, Briggs et Ronzoni '25
Lepidoptera													
<i>Sphinx pinastri</i>	Chrysalide	—	138	31	56	59	66	—	—	—	—	—	Brecher '29
<i>Sphinx ligustri</i>	"	—	—	—	—	53	—	—	—	—	—	322	Duval, Portier et Cour- tois '28
<i>Pieris brassicae</i>	"	—	146	22	64	70	—	—	—	—	—	—	Brecher '29
<i>Delilephila euphorbiae</i>	Chenille	—	—	41	43	49	12	358	171				Heller et Mokłowska '30
<i>Delilephila euphorbiae</i>	Chrysalide	—	—	20—35	20—40	—	13—60	—	—	—	—	—	"
<i>Cossus cossus</i>	Chenille	—	—	—	—	27	—	—	—	—	—	234	Duval, Portier et Cour- tois '28, Portier et Du- val '27
<i>Attacus cynthia</i>	Chrysalide	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	327	"
<i>Saturnia pyri</i>	"	—	—	—	—	62	—	—	—	—	—	285	"
<i>Saturnia caprini</i>	"	—	—	—	—	42	—	—	—	—	—	358	"
<i>Bombyx mori</i>	Chenille	—	—	—	—	27—76	—	—	—	—	—	—	Portier et Duval '27
<i>Bombyx mori</i>	Chrysalide	—	—	—	—	—	—	496—574	215—290				Florkin '37

Matériel et technique des recherches.

Les animaux dont on analysait l'hémolymphe provenaient de deux élevages faits dans ce laboratoire en 1936 (I série) et en 1937 (II série). Les chenilles vivaient dans une grande étuve verrée, maintenue à la température constante de 25°C et à l'humidité de l'air oscillant entre 60 et 80%. On gardait les animaux aux mêmes conditions de température et de l'humidité pendant toute la durée du filage et de métamorphose jusqu'à l'éclosion de l'imago.

La première série de dosages (tableau II, élevage I) portait sur 19 jours de développement des chenilles, le moment initial correspondant à la mue qui succédait à la quatrième période du sommeil larvaire. L'élevage II durait en tout 16 jours. On a commencé les prélèvements de l'hémolymphe dans cette série aussi à un moment facile à saisir — le début du filage de cocon. Ce phénomène a lieu généralement le sixième jour après la quatrième mue. On continuait de recueillir l'hémolymphe jusqu'au jour de l'éclosion de l'imago. Ainsi les résultats de deux séries de dosages se superposent dans le segment de temps compris entre le début du filage et le onzième jour de la métamorphose.

Les prélèvements avaient lieu à des intervalles de temps assez réguliers, plus serrés durant la croissance larvaire, plus espacés au cours de la nymphose. Les individus destinés à fournir de l'hémolymphe étaient comptés et pesés et on mesurait le volume de l'hémolymphe qu'on recueillait aussi soigneusement que possible.

On procédait un peu différemment pour saigner les chenilles et les chrysalides. On coupait les pattes aux premières, et lorsqu'on appuyait légèrement sur le corps de l'animal, on voyait sourdre des plaies les gouttes du liquide jaune pâle généralement tout à fait transparent. Quant aux chrysalides on leur faisait d'habitude une incision dorsale et on en obtenait un liquide brunâtre contenant, surtout vers les derniers jours de la métamorphose, des quantités notables de corpuscules en suspension. Chez les papillons qui venaient d'éclore le prélèvement de l'hémolymphe débarrassée de l'urine présentait d'assez grandes difficultés que l'on parvenait cependant à surmonter.

L'hémolymphe ainsi obtenue, provenant d'un grand nombre d'individus, était transvasée dans des tubes à essai et soumise à une centrifugation intense. On versait ensuite le liquide surnageant dans des fioles où l'on opérerait la défécation.

On précipitait les protides en ajoutant goutte à goutte à un volume déterminé de l'hémolymphe centrifugée le volume égal de la solution à 14% de l'acide trichloracétique. On séparait par filtration le précipité que l'on rinçait à plusieurs reprises à l'acide trichloracétique à 7% et l'on y dosait l'azote par méthode de Kjeldahl.

Le premier filtrat constituait par conséquent une solution deux fois diluée des constituants de l'hémolymphe qui n'ont pas subi la précipitation

dans l'acide trichloracétique à 7%. Cette solution servait à la détermination de tous les constituants intéressants de l'hémolymphe sauf l'azote protéique.

Comme on ne disposait que de faibles quantités de l'hémolymphe on appliquait généralement les méthodes microchimiques et on effectuait sur chaque prise d'essai plusieurs dosages parallèles du même élément. Les méthodes utilisées furent les suivantes: pour l'azote celle de Parnas et Wagner ('21), pour le sodium — de Barronschen et Messiner ('27), pour le potassium, après avoir chassé l'ammoniaque — la méthode de Kramer et Tisdall ('21a), pour le calcium — celle de Kramer et Tisdall ('21b), complétée d'après les indications de de Waard ('19) et de Hecht ('23), pour le magnésium — la méthode colorimétrique de Białaszewicz ('26) basée sur celles de Kramer et Tisdall (21b) et de Briggs ('22), pour le phosphore minérale — la méthode de Briggs ('22), pour le phosphore total, après l'incinération par méthode de Białaszewicz ('26), le dosage par méthode de Briggs ('22), pour le soufre total la méthode de Benedict et Denis ('23) et pour le chlore la méthode de Whitehorn ('21).

Les résultats obtenus.

Les résultats de tous les dosages de l'hémolymphe sont rapportés dans les tableaux II et III. Le premier concerne l'élevage des vers à soie de 1936, le second celui de 1937. Toutes les données sont exprimées en mg% de l'hémolymphe entière. Ces tableaux contiennent de plus les renseignements concernant le stade du développement de l'animal, le jour du développement à la température de 25°C, le poids moyen de l'animal, le nombre d'exemplaires ayant fourni de l'hémolymphe et le volume de l'hémolymphe recueilli par 1 gramme de l'animal.

Pour mettre en évidence les changements de la composition minérale indépendants de la concentration de l'hémolymphe nous avons calculé la teneur en sodium, en potassium, en calcium et en magnésium en équivalents-grammes et nous les avons exprimé en pourcent des bases fixes totales. Les résultats de ces calculs sont représentés sur quatres courbes interpolées de la figure 3. Elles expriment les changements de la composition centésimale des bases des cendres en fonction de la période du développement. Les résultats de nos dosages sont résumés de plus sur de diagramme de la fig. 2. On y voit la teneur relative de différentes bases fixes ainsi que le degré de la

Tableau II.

Élevage des vers à soie de 1936.

N° d'ordre de la prise d'essai de l'hémolymphe	Stade	Journée du développement à la température de 25° après la IV mue	Poids du corps de l'animal sans cocon	Nombre d'individus qui ont été fournis l'hémolymphe	Volume de l'hémolymphe prélevée par 1 g de l'animal	Teneur de l'hémolymphe déféquée en					
						N	Na	K	Ca	Mg	Cl
		jours	g		cm ³	mg%	mg%	mg%	mg%	mg%	mg%
1	IV mue	0	0.70	40	0.198	429	14	154	30	106	75
2	Alimentation	1.7	1.70	60	0.150	439	16	136	63	124	71
3	"	2.7	2.39	40	0.163	415	16	133	61	127	77
4	"	3.7	3.21	30	0.175	447	13	121	60	121	75
5	"	4.7	3.76	25	0.175	467	11	131	54	127	66
6	Filage	5.9	3.47	25	0.212	422	10	170	70	154	72
7	"	6.8	3.09	24	0.221	354	15	178	55	100	66
8	Chrysalide	8.0	1.77	39	0.259	633	18	188	57	61	68
9	"	10.0	1.66	20	0.212	487	26	170	58	68	79
10	"	13.0	1.62	23	0.221	482	26	169	54	69	77
11	"	14.0	1.61	15	0.206	489	26	131	65	63	83
12	"	17.0	1.51	13	0.216	467	28	147	49	66	87
13	"	19.0	1.62	12	0.191	400	28	158	45	68	83

Tableau III.

Élevage des vers à soie de 1937.

N° d'ordre de la prise d'essai de l'hémolymphe	Stade	Journée du développement à la température de 25° après la IV mue	Poids du corps de l'animal sans le cocon	Nombre d'individus	Volume de l'hémolymphe prélevée par 1 g. de l'animal	N total (protéique et extraprotéique)	Teneur de l'hémolymphe déféquée en									
							N	Na	K	Ca	Mg	Cl	P		S	
		jours	g		cm ³	mg%	mg%	mg%	mg%	mg%	mg%	mg%	mg%	mg%	mg%	mg%
1	Début de filage	5,9	3,30	45	—	1619	353	16	164	78	147	56	56	9	58	
2	Chrysalide	8	1,35	100	0,305	1415	558	20	223	49	73	77	115	9	70	
3	"	10	1,41	70	0,310	1355	495	25	223	50	79	78	131	18	87	
4	"	12	1,39	85	0,226	1307	517	24	219	47	78	77	128	20	80	
5	"	14	1,34	100	0,224	1199	471	23	181	48	85	82	130	18	92	
6	"	16	1,35	105	0,172	1021	466	26	162	48	84	85	131	18	96	
7	"	18	1,33	115	0,180	696	389	30	163	39	81	88	129	19	83	
8	"	20	1,29	91	0,106	644	389	34	183	20	74	96	114	34	107	
9	"	21	1,35	26	0,194	675	385	33	207	26	73	94	123	48	—	
10	Insecte parfait	22	—	—	—	842	432	33	141	29	54	88	133	42	—	

saturation des leurs affinités par le chlore aux trois stades significatifs du développement de bombyx: 1°. pendant la cinquième période de croissance larvaire (fig. 2/I, — moyennes des dosages № 2, 3, 4 et 5 du tableau II); 2°. au début de la métamorphose (fig. 2/II — moyennes des dosages № 8 et 9 du tableau II et № 2, 3 et 4 du tableau III); 3°. pendant les derniers jours de la nymphose (moyennes des dosages № 7, 8 et 9 du tableau III).

Les données numériques du tableau II font ressortir la différence fondamentale entre la composition minérale de l'hémolymphe des chenilles et celle du plasma sanguin de tous les autres groupes animaux qui ont fait l'objet de recherches semblables. Ce qui distingue l'hémolymphe des chenilles du bombyx, c'est la quantité infime du sodium, l'élément qui constitue le cation fondamental du plasma des autres groupes animaux, la concentration presque six fois plus grande du potassium et du calcium et de très fortes quantités du magnésium dont la concentration égale presque celle de cet élément dans l'eau de mer.

Si l'on compare nos données à celles des autres auteurs ayant travaillé sur l'hémolymphe des insectes d'autres espèces (comp. le tableau I), on trouve des concentrations semblables du sodium dans l'hémolymphe des larves d'abeilles (Bishop, Briggs et Rozoni '25 — 11 mg%), du potassium chez les chenilles de *Pieris brassicae* (85 à 119 mg%) et chez les pupes de *Sphinx pinastri* (138 mg%) et de *Pieris brassicae* (146 mg%) (Rechler '29), du magnésium dans les chenilles du *Pieris brassicae* (Rechler '39, 48 à 112 mg%), tandis que la concentration du calcium déterminée dans nos expériences dépasse notablement la teneur de l'hémolymphe des autres insectes en ce métal (15 à 41 mg%).

Le tableau II montre de plus que la composition minérale de l'hémolymphe déféquée est maintenue sensiblement constante pendant toute la durée de l'alimentation et de croissance, c'est à dire à partir de la quatrième mue jusqu'au début du filage du cocon. Ceci prouve que les divers constituants minéraux de l'hémolymphe pénètrent dans la circulation à la même vitesse

pendant une période au cours de laquelle l'animal quintuple son poids tandis que le volume de liquides de l'organisme augmente dans des proportions plus fortes encore.

On peut donc considérer la composition minérale constante de l'hémolymphe comme propriété caractéristique de ce liquide chez les chenilles en croissance. Si nous choisissons les rapports numériques de quatre métaux comme indice de la composition minérale nous pouvons envisager l'hémolymphe des chenilles comme une solution saline où sur 100 équivalents-grammes on trouve en moyenne 54.8 de magnésium, 19.4 de potassium, 17.3 de calcium et 3.5 de sodium seulement.

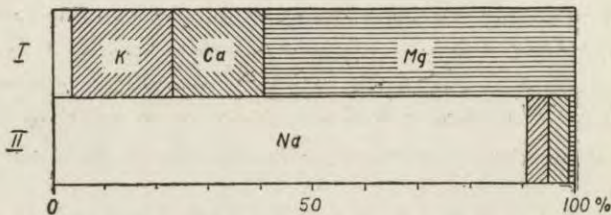


Fig. 1. Les quantités relatives du sodium, du potassium, du calcium et du magnésium pour 100 équivalents-grammes de ces quatre bases fixes dans l'hémolymphe des vers à soie en croissance (I) et dans le sérum humain (II).

La figure 1 indique la différence de la composition centésimale des bases fixes de l'hémolymphe des vers à soie en croissance d'une part et du sérum humain de l'autre.

Quant aux radicaux acides il faut signaler que le chlore qui forme le principal anion des liquides de l'organisme chez les autres groupes animaux n'intervient ici qu'en de très faibles proportions (fig. 2). Ce fait ne semble pas dépourvu d'importance. Cet élément ne couvre en effet chez les chenilles en croissance que 11.9%, au début de la métamorphose — que 14.5% et avant l'éclosion de l'imago — que 18.0% des bases totales. Si l'on tient compte du phosphore minéral décelé dans l'hémolymphe des chrysalides (tabl. III), des traces du soufre minéral et des anions de bicarbonate, on trouve que les bases fixes ne sont couvertes que dans un tiers par les anions minéraux.

A la lumière de ces résultats notons un fait très intéressant, signalé pour la première fois par Bishop, Briggs et

R o n z o n i ('25) et confirmé ensuite par les autres auteurs (comp. tableau I). Il s'agit de l'abondance de l'azote organique extraprotéique dans les liquides nourriciers des insectes (306 à 574 mg%). Cet azote se combine probablement d'après les auteurs qui se sont occupés de la question aux métaux. Nos recherches effectuées sur les vers à soie confirment les observations des auteurs américains. Nous avons trouvé chez les chenilles une concentration moyenne de 442 mg% d'azote extraprotéique ce qui correspond à 2.575 g d'N ($4420 \times 100 / 171.6$) par 100 éq mg des bases fixes. Plus tard ce rapport s'accroît pendant les premiers jours de la métamorphose jusqu'à 3.828 g d'N, pour redescendre ensuite à 2.769 immédiatement avant l'éclosion du papillon.

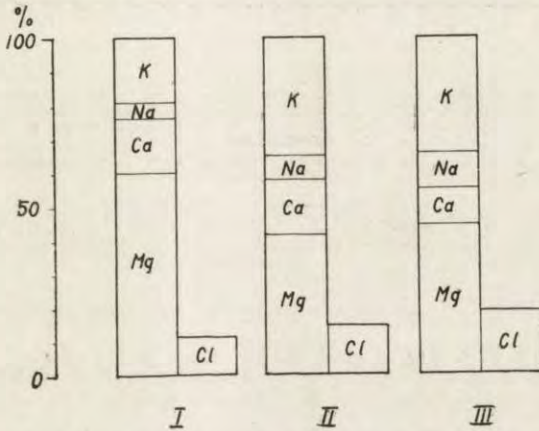


Fig. 2. Diagramme représentant la composition centésimale des bases fixes de l'hémolymphe et le degré de leur couverture par le chlore dans les trois stades du développement de bombyx. I — pendant la cinquième période de la croissance larvaire; II — au début de la métamorphose; III — pendant les derniers jours de la nymphose.

La composition minérale de l'hémolymphe subit des changements marqués dans la période qui suit la croissance. Les remaniements les plus importants tant au point de vue de concentration globale qu'à celui des rapports mutuels de divers constituants apparaissent pendant le période préparatoire à la métamorphose, c'est à dire à partir de l'achèvement de la croissance et la purgation jusqu'à la formation de la puppe.

On peut se rendre compte du sens et de l'importance de remaniements de la composition des cendres en comparant la

composition centésimale des bases fixes de l'hémolymphe de la chenille en croissance (fig. 2/I) à celle de la nymphe au cours de premiers jours de la métamorphose (fig. 2/II). On voit alors que l'animal en nymphose diffère de la chenille en premier lieu par une diminution notable de la teneur en sels magnésiens et par l'enrichissement en sels potassiques et sodiques ainsi qu'en chlore et en azote extraprotéique. Si nous envisageons les rapports mutuels de différentes bases, nous trouvons sur 100 équivalents grammes de métaux 3.5 de Na, 19.4 de K, et 59.8 de Mg chez la chenille et 6.7 de Na, 35.4 de K et 40.5 de Mg chez la puppe.

Le calcul du bilan des éléments minéraux des liquides de l'organisme (tableau IV) effectué en tenant compte de la varia-

T a b l e a u IV.

Constituants	Teneur de l'hémolymphe en constituants		Variations au cours de la période préparatoire à la métamorphose	
	100 g de chenilles ayant terminé leur croissance mg	47.1 g de chrysalides mg	quantités absolues mg	par rapport à la teneur de l'hémolymphe des chenilles ayant terminé leur croissance %
Mg	21.9	8.7	- 13.2	- 60
Ca	10.5	6.5	- 4.0	- 38
N	77.3	65.4	- 11.9	- 15
K	22.7	24.2	+ 1.4	+ 6
Na	2.45	2.81	+ 0.36	+ 15

tion du volume total de l'hémolymphe au cours de la préparation à la nymphose indique de rôle particulier des ions magnésiens à l'époque où la chenille se prépare au sommeil léthargique de la métamorphose. En admettant que l'animal perd alors environ 52.9% de son poids (Białaszewicz '36) et que l'hémolymphe passe de 17.5 à 25.9% du poids de corps (tableau II et III), on constate que l'élimination (30%) de l'eau du torrent circulatoire est accompagnée du rejet de 60% du magnésium existant

normalement dans le sang de la chenille adulte. L'accroissement des concentrations de potassium, de sodium et d'azote extraprotéique que l'on observe à cette époque n'est qu'apparent, il résulte de la deshydratation de hémolymphe.

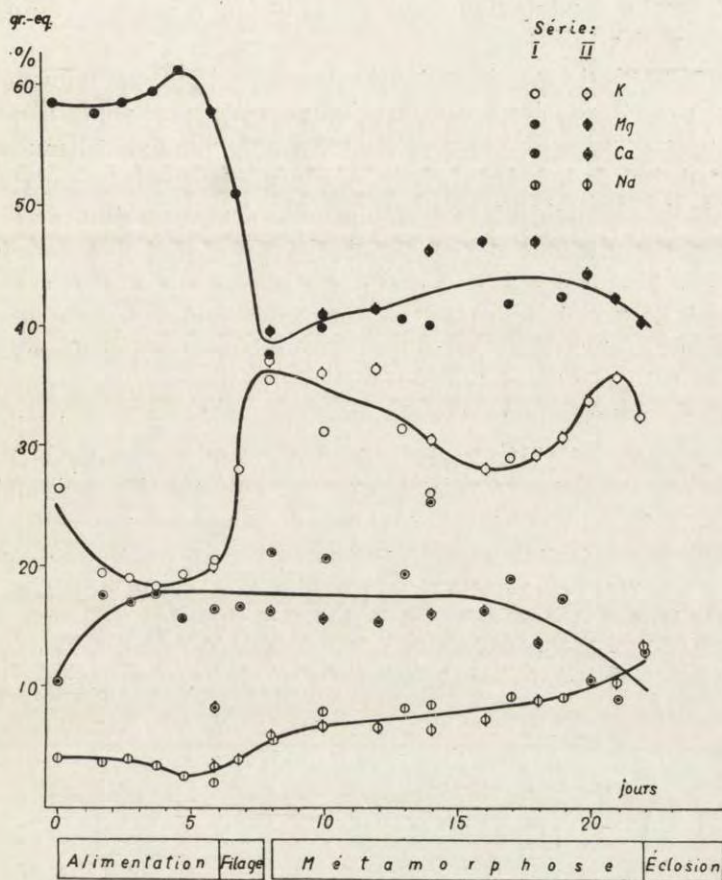


Fig. 3. L'évolution des rapports mutuels de quatre bases fixes de l'hémolymphe entre la quatrième mue et l'éclosion de l'insecte parfait. Les calculs ont été effectués d'après les données du tableau II (pour la première série) et du tableau III (pour la seconde série).

La métamorphose est donc précédée par un processus essentiel qui accompagne la perte d'eau, à savoir l'élimination de l'hémolymphe de la plus forte partie de son magnésium. Ceci

détermine un équilibre nouveau des cations mono- et bivalents. Il resterait à élucider si les sels magnésiens disparaissant de l'hémolymphe sont emmagasinés dans les tissus ou éliminés de l'organisme soit par purgation soit avec la sécrétion des glandes séricigènes au cours du filage du cocon. L'élucidation de ce point contribuerait à jeter un peu de lumière sur les causes de la dépression métabolique qui apparaît au cours de la métamorphose des insectes.

En passant maintenant à la période de la métamorphose elle-même on constate que les changements que subit à cette époque la composition minérale de l'hémolymphe sont beaucoup moins profonds que ceux que l'on observait pendant la période précédente. En faisant abstraction de la deshydratation de l'hémolymphe qui modifie la concentration des sels minéraux, on voit (fig. 3) que l'évolution de l'hémolymphe marque un accroissement incessant du sodium et une diminution de la concentration du potassium. Le niveau du magnésium est abaissé et reste sensiblement constant jusqu'à la fin de la métamorphose. Quant au potassium sa teneur diminue d'abord par rapport à celle des autres métaux mais revient avant la fin de la métamorphose au taux caractéristique présenté par l'hémolymphe des pupes au cours de premiers jours de la nymphose.

En dernière analyse, à la suite des transformations qu'elle subit au cours de la métamorphose, l'hémolymphe de l'insecte parfait diffère de celle de la jeune chrysalide par une teneur plus forte en sodium et plus faible en calcium (fig. 2/II et 2/III) par rapport aux bases totales des cendres. De plus chez l'imago la saturation des affinités des bases par le chlore est plus forte et la teneur de l'hémolymphe en azote extraprotéique décroît.

Conclusions.

1. L'hémolymphe des insectes présente, ainsi que l'ont constaté d'autres auteurs également, une composition minérale qui la différencie nettement de celle des humeurs des autres groupes animaux.

2. Chez les chenilles de bombyx en croissance on trouve sur 100 équivalents grammes de bases fixes de l'hémolymphe 3.5 équivalents grammes de sodium, 19.4 de potassium, 17.3 de

calcium et 59.8 de magnésium. Ces métaux ne sont balancés par le chlore que dans de faibles proportions (20.4%). L'azote extraprotéique est très abondant. Cette composition ne subit aucun changement visible pendant toute la durée de la cinquième période de la croissance larvaire.

3. C'est pendant la période qui s'étend entre la cessation de l'alimentation et la nymphose que l'hémolymphe est siège des transformations les plus importantes. Le fait le plus significatif de cette période c'est l'élimination du torrent circulatoire de la plus grande partie (60% environ) du magnésium. Ce phénomène est accompagné de la diminution du volume global de l'hémolymphe. Il en résulte une augmentation de la concentration des autres composés de cette humeur.

4. Pendant la métamorphose on n'observe que les changements insignifiants de la composition des cendres de l'hémolymphe. Ils consistent surtout (l'élimination du magnésium ayant été effectuée auparavant) en accroissement progressif du sodium au dépens du calcium dans la somme des bases fixes, le rapport du potassium au magnésium étant maintenu sensiblement constant. La quantité de chlore augmente alors par rapport aux bases totales et la teneur en azote extraprotéique diminue.

Bibliographie.

- Barrenschen H. K. und L. Messiner. 1927. Kolorimetrische Mikrobestimmung des Natriums. *Bioch. Zeitschr.* 189 (308). — Benedict and Denis. *Journ. of biol. Chem.* 6, 7 (D'après O. Folin: *Laboratory manual of biological chemistry*. New York-London, 1923, p. 159—160). — Białasiewicz K. 1926. Sur la composition minérale des oeufs. *Trav. de l'Institut Nencki (Varsovie)*, 3 (Nr. 52). — Białasiewicz K. 1936. Sur l'alimentation du ver à soie pendant la dernière période de sa croissance. *Acta Biol. Exper.* 10 (352). — Białasiewicz K. 1937-a. Variations de la composition chimique des vers à soie pendant la dernière période de leur vie larvaire. *Acta Biol. Exper.* 11 (20). — Białasiewicz K. 1937-b. Sur la respiration du ver à soie et sur l'effet calorique de la croissance. *Acta Biol. Exp.* 11 (299). — Bishop G. H., A. P. Briggs and S. Ronzoni. 1925. Body fluid of the honey bee larva. II. Chemical constituents of the blood and their osmotic effects. *Journ. of biol. Chem.* 66 (77). — Brecher L. 1929. Die anorganischen Bestandteile des Schmetterlingspuppenblutes (*Sphinx pinastri*, *Pieris brassicae*). Veränderungen im Gehalt an anorganischen Bestandteilen bei Verpuppung (*Pieris brassicae*). *Bioch. Zeitschr.* 211 (40). — Briggs A. P. 1922. A modifica-

tion of the Bell-Doisy phosphorus method. Journ. of biol. Chem. 53 (13). — Delaunay H. 1927. Recherches biochimiques sur l'excrétion azotée des Invertébrés. Thèse Sc. natur., Nr. 1973, Paris—Bordeau. — Duval M., P. Portier et A. Courtois. 1928. Sur la présence de grandes quantités d'acides aminées dans le sang des Insectes. C. R. Acad. Sc. 186 (652). — Florkin M. 1937-a. Contributions à l'étude du plasma sanguin des Insectes. Mém. de l'Acad. Roy. de Belgique, 16 (1—169). — Florkin M. 1937-b. Variations de la composition plasma sanguin au cours de la métamorphose du ver à soie. Arch. intern. de Physiol. 45 (17). — Florkin M. 1937-c. Sur la teneur du plasma sanguin des Insectes en protéines, en acide urique et en CO₂ total. Arch. intern. de Physiol. 45 (241). — Hecht G. 1923. Bestimmung des Organkalkes nach de Waard. Bioch. Zeitschr. 143 (342). — Heller J. und A. Mokłowska. 1930. Über die Zusammensetzung des Raupenblutes bei *Deilephila euphorbiae* und deren Veränderungen im Verlauf der Metamorphose. Bioch. Zeitschr. 219 (473). — Kramer B. and F. F. Tisdall. 1921-a. A clinical method for the quantitative determination of potassium in small amounts of serum. Journ. of biol. Chem. 46 (339). — Kramer B. and F. F. Tisdall. 1921-b. The direct quantitative determination of sodium, potassium, calcium and magnesium in small amounts of blood. Journ. of biol. Chem. 48 (223). — Leifert H. 1935. Untersuchungen über den Exkretsstoffwechsel bei Eiern, Raupen und Puppen von *Antheraea pernyi*. Zool. Jahrb. Abt. f. allg. Zool. und Physiol. der Tiere, 55 (131). — Parnas J. K. und R. Wagner. 1921. Über die Ausführung von Bestimmungen kleiner Stickstoffmengen nach Kjeldahl. Bioch. Zeitschr. 125 (253). — Portier P. et M. Duval. 1927. Concentration moléculaire et teneur en chlore du sang de quelques Insectes. C. R. Soc. Biol. 97 (1605). — de Waard D. J. 1919. Eine Mikrobestimmung des Calciums in Blut, Serum und anderen organischen Substanzen. Bioch. Zeitschr. 97 (176). — Whitehorn J. C. 1921. A system of blood analysis. Simplified method for the determination of chlorides in blood plasma. Journ. of biol. Chem. 45 (449).

Wydawca: Instytut im. Nenckiego, Warszawa, Śniadeckich 8.

<http://rcin.org.pl>

Extrahierbarkeit von Lecithin aus künstlichen Lecithino-Ovalbuminen durch Äther-Äthanol-Mischung. — St. J. von Przyłęcki: Untersuchungen über Polyoso-Proteine. XII Teil. D. Assenhajh: Die Unterschiede in der Bindungsfähigkeit der verschiedenen Tier-Euglobuline mit Amylose. — St. J. von Przyłęcki: Über die Art der Bindung von Polyosen mit Proteinen in den sogenannten Glyko-Proteinen aus Serum. — F. Goebel and S. Marczewski: The artificial acclimatisation of the human organism to low atmospheric pressures. — Br. Zawadzki: Der Einfluss von Allylformiat auf den Froschmuskel. — E. J. Bićńska: Über Änderungen in der Menge der Chloride und der festen Bestandteile sowie über die Speichelreaktion der Submaxillardrüse in Abhängigkeit von der Art und Stärke des Reizes. — Br. Zawadzki: Einige Beobachtungen über Wendungseffekt. — J. Heller: Über den Einfluss der Temperatur auf die Ernährung, Gasaustausch und Wachstum der Raupen von *Deilephila Euphorbiae* (Untersuchungen über die Metamorphose der Insekten, XII). — N. Berend: Über den Zusammenhang zwischen der Sekretionsgeschwindigkeit und der Zusammensetzung des Darmsaftes. — J. Walawski und B. R. Zawadzki: Vorversuche zur Unterscheidung der Reizung und des Tonus des Vagus im Zusammenhang mit der Theorie der chemischen Übertragung von Nervenimpulsen. — T. Baranowski: Untersuchungen über die phosphatübertragenden Enzyme im Muskelextrakt. — R. Natolski: L'influence de l'acide lactique et de ses sels sur la pression artérielle. — A. Szwabowicz: The influence of the concentration of alcohol upon temperature, pulse rate and respiration at rabbits and dogs. — J. Fegler, H. Kowarzyk und Z. Lelusz-Lachowicz: Über den Azetylcholin - Gehalt des zentralen Nervensystems bei den Erregungszuständen nach Strychnin - und Tetanustoxin - Einführung. — J. V. Supniewski und M. Serafin-Gajewska: Über die pharmakologischen Eigenschaften des Cysteamins und des Merkaptothiazolins. — J. Szulc: Méthode d'angiostomie appliquée aux recherches sur l'absorption des sels du calcium par voie digestive. — Z. Bieliński: Einfluss der Gase bei ihrer direkten Durchleitung durch den Carotissinus. — M. Wierzuchowski and Z. Borkowski: Differentiation of the forms of glucose intoxication. — H. Steinhaus und M. Wierzuchowski: Diabetische Grenze der Glykoseverbrennungsfähigkeit beim normalen Wirbeltierorganismus im Ruhezustand. Versuch einer mathematischen Formulierung. — W. Niemierko: Über eine Methode zur Bestimmung sehr kleiner Zuckermengen. — L. Lubinska et H. Rosenber: Influence de la concentration des sels magnésiens sur le muscle de Grenouille. — E. A. Sym: Hydrolasenwirkung des Blindsackinhaltes des Pferdes und des Panseninhaltes des Rindes. I Teil. Einleitung, allgemeine Methoden und proteolytische Wirkungen. — B. Szabuniewicz: Die Polarisationsaufstellung der Muskeln des Wasserfrosches (*Rana esculenta*). — J. Duszyńska: Cycle saisonnier de la sensibilité sexuelle à l'absence des gonades. — W. Niemierko und Ch. Łoszyce: Über den Fettstoffwechsel bei Sprotten. — M. Rubinstein: Recherches sur l'action exercée *in vivo* par l'extrait embryonnaire de Poule. — J. Heller: Über das Exkret des ausschlüpfenden Schmetterlings. — K. Białaszewicz et M. Lewin: Sur la composition des cendres de la sécrétion du jabot des Pigeons en „lactation“. — A. Klisiecki und M. Niedbał: Die statisch-elastische Kräfte des Brustkorbes und ihre Bedeutung für die Atmungsbewegungen. — B. Szabuniewicz: Untersuchungen über die Elektronegativität der verletzten Stelle im Muskel. — H. Krzymień: Sur les propriétés élastiques des ongles. — K. Białaszewicz et Ch. Landau: Sur la composition minérale de l'hémolymphe des vers à soie et sur les changements qu'elle subit au cours de la croissance et pendant la métamorphose.

Sommaire du fascicule 3, volume XII.

Nr.Nr.	pp.
<i>Jędrzej Sniadecki als Physiologe, von W. Mozołowski</i>	I
33. B. Szabuniewicz. <i>Die Polarisationsaufstellung der Muskeln des Wasserfrosches (Rana esculenta)</i>	211
34. J. Duszyńska. <i>Cycle saisonnier de la sensibilité sexuelle à l'absence des gonades</i>	229
35. W. Niemierko und Ch. Łozycer. <i>Über den Fettstoffwechsel bei Sprotten</i>	238
36. M. Rubinstein. <i>Recherches sur l'action exercée in vivo par l'extrait embryonnaire de Poule</i>	253
37. J. Heller. <i>Über das Exkret des ausschlüpfenden Schmetterlings</i>	262
38. K. Białaszewicz et M. Lewin. <i>Sur la composition des cendres de la sécrétion du jabot des Pigeons en „lactation”</i>	265
39. A. Klisiecki und M. Niedbał. <i>Die statisch-elastische Kräfte des Brustkorbes und ihre Bedeutung für die Atmungsbewegungen</i>	271
40. B. Szabuniewicz. <i>Untersuchungen über die Elektronegativität der verletzten Stelle im Muskel</i>	277
41. H. Krzymień. <i>Sur les propriétés élastiques des ongles</i>	297
42. K. Białaszewicz et Ch. Landau. <i>Sur la composition minérale de l'hémolymphe des vers à soie et sur les changements qu'elle subit au cours de la croissance et pendant la métamorphose</i>	307