

(Aus dem Pathologischen Institut der Universität Berlin [Direktor: Geh. Rat  
Prof. Dr. O. Lubarsch].)

## Der Einfluß des zentralen und peripheren Nervensystems auf die Entzündung.

Von

Dr. Kunisaku Shimura.

(Eingegangen am 31. Dezember 1923.)

### Verzeichnis der Versuchsreihen.

1. Einleitung (S. 161).
2. Verzeichnis der Untersuchungsme-  
thoden (S. 163).
3. Verzeichnis der Versuchsreihen  
(S. 165).
  - I. Anästhesierung von Körperteilen  
und *sofortige* Einwirkung auf  
die betreffenden Teile mit Ent-  
zündungsreizen (S. 165).
    - A. Das Auge (S. 165).

Reizung durch:

      1. Wärme (S. 165).
      2. Kälte (S. 173).
      3. Senföl (S. 177).
    - B. Das Ohr (S. 184).

Reizung durch:

      1. Wärme (S. 184)
      2. Kälte (S. 184).
      3. Senföl (S. 184).
  - II. Nervendurchschneidung und Ent-  
zündungsreiz - Applikation *so-  
fort nach* der Durchschnei-  
dung (S. 189).
    - A. Trigeminiisdurchschneidung  
(S. 191).
      1. Wärme (S. 191).
      2. Kälte (S. 193).
      3. Chemikalien (S. 195).
    - B. Halssympathicusgeflecht sowie  
Gangliensexstirpation und Nn.-  
auriculares - Durchschneidung  
(S. 197).

Reizung durch:

      1. Wärme (S. 197).
      2. Kälte (S. 199).
      3. Chemikalien (S. 199).
    - C. N. auricularis major et minor-  
Durchschneidung (S. 199).

Reizung durch:

      1. Wärme (S. 199).
      2. Kälte (S. 201).
      3. Chemikalien (S. 203).
    - D. Ischiadicus-Durchschneidung  
(S. 205).

Reizung durch:

      1. Wärme (S. 205).
      2. Kälte (S. 205).
      3. Chemikalien (S. 207).
  - III. Nervendurchschneidung und Ent-  
zündungsversuch nach einem  
Monat (S. 208).
    - A. N. trigeminus (S. 209).

Reizung durch:

      1. Wärme (S. 211).
      2. Kälte (S. 212).
      3. Senföl (S. 213).
    - B. N. sympathicus sowie Nn.  
auriculares major et minor  
(S. 214).

Reizung durch:

      1. Wärme (S. 218).
      2. Kälte (S. 220).
      3. Senföl (S. 220).

C. Nn. auriculares minor et major (S. 220).

Reizung durch:

1. Wärme (S. 220).
2. Kälte (S. 221).
3. Senfö1 (S. 221).

D. N. ischiadicus sowie N. ischiadicus und Adventitia der A. femoralis (S. 222).

Reizung durch:

1. Wärme (S. 224).
2. Kälte (S. 222).

IV. Allgemeine Narkose und Entzündungsreiz - Applikation während derselben (S. 228).

A. Am Auge (S. 230).

Reizung durch:

1. Wärme (S. 231).
2. Kälte (S. 230).
3. Chemikalien (S. 231).

V. Zusammenfassung (S. 232).

## 1. Einleitung.

Die alte Frage über die Beziehungen zwischen dem Nervensystem und Entzündungsvorgängen ist in den letzten beiden Jahrzehnten und besonders in den letzten Jahren Gegenstand zahlreicher experimenteller und klinischer Untersuchungen gewesen. Ich übergehe die bekannten älteren Versuche von *Virchow*, *Snellen* und *Samuel* und die zahlreichen daran anschließenden weniger bekannten Arbeiten von *Sinitzin*, *Danilewski*, *Paoli*, *Roger*, *Ochotine*, *Liek* und *Preuss* und wende mich gleich zu den neueren Arbeiten, die zunächst im Anschluß an die Angaben von *Spiess* (1906) entstanden sind.

*Spiess* hat auf Grund klinischer Erfahrungen die Bedeutung der örtlichen und allgemeinen Betäubung in der Entzündungsbehandlung hervorgehoben und durch seine Theorie zu einer Reihe von experimentellen und klinischen Arbeiten Veranlassung gegeben. Er stellte folgende Hypothese auf: „Eine Entzündung wird nicht zum Ausbruch kommen, wenn es gelingt, durch Anästhesierung die von dem Entzündungsherde auszugehenden, in den zentripetalen sensiblen Nerven verlaufenden Reflexe auszuschalten. Eine schon bestehende Entzündung wird durch Anästhesierung des Entzündungsherdes rasch der Heilung entgegengeführt.“

*Ninian Bruce* (1910) experimentierte an Fröschen, Katzen und Kaninchen und beurteilte den Entzündungseffekt nach Senfapplikation auf die Haut oder die Augen. Er kam zu folgenden Ergebnissen: „Die Anfangsstadien der Entzündung (Vasodilatation und abnorme Durchlässigkeit der Gefäße) werden nicht beeinflusst:

1. durch Rückenmarkdurchschneidung,
2. durch Durchtrennung der hinteren Wurzeln,
3. durch einfache Durchschneidung eines sensiblen Nerven peripher vom Wurzelganglion ohne Degeneration der Nervenendigung. Dagegen tritt Entzündung nicht auf:

1. nach Durchtrennung eines sensiblen Nerven distal vom Wurzelganglion und nach Ablauf der zur Degeneration der Nervenendigungen notwendigen Zeit,

2. während der Dauer der Ausschaltung sensibler Nerven durch örtliche Betäubung. Daher ist die anfängliche Gefäßerweiterung in den ersten Stadien einer Entzündung wahrscheinlich ein Axonreflex, und es ist dieser Reflex anscheinend beschränkt auf die Bifurkation der sensiblen Fasern, derart, daß der Entzündungsreiz seinen Weg den einen Schenkel der Bifurkation hinauf und den anderen hinab nimmt.

1913 berichtet *Januschke* zusammenfassend über Entzündungshemmungen: „1. Die akute Exsudation bei entzündlicher Senfölschemosis des Kaninchenauges läßt sich experimentell verhüten durch medikamentöse oder degenerative Ausschaltung der sensiblen Trigeminusendigungen in der Bindehaut. — 2. Die Senfölschemosis wird ferner sehr abgeschwächt und verzögert durch allgemeine tiefe Narkose der Versuchstiere mit Magnesiumsulfat, Chloralhydrat oder Äther. — 3. Durch Subcutaninjektion von antipyretisch und analgetisch wirkenden Substanzen (Morphin, Antipyrin, Salicylsäure, Chinin, oder Atophan). — 4. Auch durch andere beruhigende Mittel des Nervensystems, z. B. Natriumbromid. — 5. Die Hemmung der entzündlichen Exsudation in der Bindehaut durch narkotische Substanzen findet unabhängig von der Narkose des Zentralnervensystems statt. — 6. Die Senfölschwellung kann durch subcutane Injektion von Magnesiumsalzen sowie durch Adrenalin hemmend beeinflußt werden (Gefäßabdichtung).“

Als klinische Beobachtung über die entzündungswidrige Wirkung der Anästhesie liegen neben den Erfahrungen von *Spiess* solche von *Engelhardt* (1914) und *Zenker* (1919) vor, die bei Kehlkopftuberkulose nach Durchschneidung des N. laryngeus sup. deutliche Besserung sahen. *Naegeli* (1919) untersucht den Einfluß der Anästhesie auf den Verlauf der Tuberkulinreaktion und fand, daß nach Injektion von Novocainlösung bei tuberkulösen Patienten und bei Meerschweinchen die Pirquetsche Reaktion bedeutend später und schwächer auftrat, in einzelnen Fällen überhaupt keine Entzündung zustande kam.

Am eingehendsten hat sich *Breslauer* in einer Reihe von Arbeiten mit den Beziehungen der Entzündungen zum Nervensystem befaßt. Er untersuchte vor allem an Ischiadicus-Schußverletzten das Verhalten der Zirkulation am nervenlosen Glied beim Hinzutreten von äußeren Schädlichkeiten und kam zu folgenden Schlüssen:

1. Nach Durchtrennung eines peripheren Nervenstammes oder der hinteren Wurzel bleibt im anästhesierten Bezirke die lokale Reaktionsfähigkeit der Gefäße zunächst ungestört erhalten, und zwar mindestens eine Woche lang.

2. In der Folgezeit geht die lokale Reaktionsfähigkeit der Gefäße teilweise verloren. Es bleibt erhalten: die aktive Gefäßverengung und die ihr folgende paralytische Erweiterung; es geht verloren: die aktive Gefäßerweiterung auf periphere Reize.

3. Die Oberflächenanästhesie an Haut und Schleimhäuten erzeugt ebenfalls eine deutliche Verminderung der aktiven Dilatationsfähigkeit auf entzündliche Reize, während sie die Gefäßkontraktion nicht beeinträchtigt.

*Breslauer* kommt dann weiterhin zu dem Schluß, daß „die von *Spiess* angegebene antiphlogistische Wirkung der Schmerzlosigkeit“ nicht zutrifft. „Der Zusammenhang von Entzündung und Sensibilität beschränkt sich lediglich auf die aktive Hyperämie, die andere Gefäßkomponente der Entzündung, die passive Hyperämie, die Stauung, hat nichts mit der Sensibilität zu tun.“ Immunreaktion, Stase, Emigration und Exsudation zeigt keinen Unterschied zwischen innerviertem und nichtinnerviertem Gebiet. *Wehner* (1920) gelang es, durch cutane Injektion von Novocain-Suprarenin und Erzeugung von Hautquaddeln in der Umgebung eines erysipelatösen Ausschlages das Fortschreiten der Entzündung zu verhindern, was er ebenfalls mit der entzündungshemmenden Wirkung der Anästhesie erklären zu können glaubt.

*A. W. Meyer* (1920) will diese Entzündungshemmung durch 1% Novocain-Adrenalinlösung gerade bei progredienten Erysipelformen mit Vorsicht beurteilt wissen und möchte sie höchstens für temporär, durch Anästhesierung oder Lymphstromsperrung bedingt, ansehen. Ähnlich äußern sich *Gelinsky* und *Nicolas*.

*Payer* (1910) hat nach dem Vorschlag *Samuels* bei gleichmäßiger Verbrennung beider Beine einmal Leitungsanästhesie an der einen Extremität angewandt und an dem anästhetischen Gliede einen rascheren und komplikationslosen Heilungsverlauf beobachtet.

*G. Ricker* und *P. Regendanz* (1921) haben sich eingehend mit den örtlichen Kreislaufstörungen befaßt. Sie untersuchten an den mit Cocain, Alypin, Chlorcalcium, subcutaner Injektion und Trigeminusdurchschneidung vorbehandelten Augen das Verhalten der Zirkulationsstörungen an der unempfindlich gemachten Conjunctiva und Cornea beim Hinzutreten von äußeren Schädlichkeiten und kamen zu folgenden Schlüssen: 1. Die rein reflektorisch zustande kommende Erregung der Gefäßnerven hat dieselbe Wirkung wie die nach gewöhnlichen Bedingungen wirklichte, zugleich direkte und indirekte Erregung derselben. 2. Die Verhinderung der reflektorischen Erregung der Gefäßnerven schwächt die lokale Wirkung von an diesen angreifenden Reizen nicht ab, verhindert aber die Ausstrahlung des Reizungsvorgangs in die Nachbarschaft. 3. Die Unterbrechung der Leitung in einem gemischen, auch Gefäßnerven enthaltenden Nerven verstärkt die Wirkung der lokalen Reizung der Gefäßnerven, und zwar dadurch, daß sie am Reizungsorte Innervationsstörungen der Strombahn und dadurch Kreislaufstörungen unterhält, zu denen die Folgen der nachträglichen Reizung hinzutreten.

Vor kurzem hat sich *H. Groll* (1922) in einer Reihe von Arbeiten mit den Beziehungen der Entzündung zum Nervensystem befaßt, und zwar sagte er, daß „alle Änderungen im Verlauf der Entzündung, die nach Nervendurchschneidung gefunden werden können, unabhängig von bestehender Anästhesie sind und nur eine indirekte Folge der Nervendurchtrennung zu sein scheinen, eine Folge, die durch Vermittlung der Blutzirkulation und durch Zustandsveränderungen des Gewebes eintritt; sie können durch entsprechende Applikation geeigneter Pharmaca zum Teil in gleicher Weise hervorgebracht werden“.

Da, wie diese kurze Übersicht zeigt, die Versuchsergebnisse widersprechend waren, wurde ich von Herrn Geheimrat *Lubarsch* zu einer erneuten, möglichst eingehenden und umfangreichen Prüfung der Frage veranlaßt, über die ich in folgendem berichte.

## 2. Untersuchungsmethoden.

Bei meinen Untersuchungen über den Einfluß des zentralen und peripheren Nervensystems auf den Entzündungsverlauf stellte ich vor allem Versuche über etwaige Unterschiede der Reizempfindlichkeit zwischen normalen und empfindungslos gemachten Stellen an.

Als Verfahren, die Stelle unempfindlich zu machen, habe ich die örtliche Betäubung angewandt. Ich ließ dann auf den nichtanästhesierten resp. anästhesierten Körperteil gleichzeitig gleiche Reize einwirken.

Zu diesem Zweck habe ich das Auge und die Ohrmuschel möglichst heller Kaninchen gebraucht. Ich habe zur Beobachtung das Zeissche binokulare Hornhautmikroskop mit Gullstrand-Beleuchtungsvollbogen benutzt, und zwar mit den Objektiven  $a_2$ — $a_3$  und mit Okular Nr. 4 und Nr. 6 (orthoskopischen Okularen  $f = 15$ ), wodurch bis 103fache Vergrößerung erzielt wurde.

Ich habe als Anästhetica für das Auge Cocainlösung, für die Muschel Novocainlösung gebraucht, und zwar habe ich mit verschiedenprozentiger Cocainlösung das Auge betäubt und fand, daß das mit isotonischer (5,8%) Cocainlösung vorbehandelte Auge makroskopisch und mikroskopisch keine Veränderung zeigt.

Vor dem Experiment untersuchte ich genau, ob die beiden Augen gesund und gleich sind, dann träufelte ich 4—6 mal oben genannte Cocainlösung im Abstand von je 10—15 Min. ein.

Dann stellte ich fest, ob die Unempfindlichkeit vollkommen war; durch Berührung der Hornhaut. Bei völliger Areflexie ergab sich völlige Betäubung.

Darauf ließ ich den gleichen Entzündungsreiz auf beide Augen einwirken.

Beim Ohr: Ebenso wie bei den Augen stellte ich fest, ob beide Ohren ganz gesund sind, und enthaarte beide Ohren mittels Ba S. Am folgenden Tage betäubte ich das rechte Ohr an der Ohrwurzel mit Novocain. Nach der Einspritzung von Novocain entstand eine ziemlich heftige Hyperämie im betroffenen Ohrappen, die aber bald geringer wurde.

Die unempfindliche Seite erschien bei Beginn des Versuches etwas blutreicher als die linke.

Zu gleichem Zwecke machte ich zweitens Versuche, welcher Unterschied im Entzündungsverlauf zwischen normaler Stelle und nervenloser Stelle nach der Nervendurchschneidung vorhanden ist. Beim Ohr: Als Versuchstiere benutzte ich stets 2 gleichfarbige, gleich große und gleichaltrige Kaninchen. Nur bei einem Kaninchen wird die betreffende Nervendurchschneidung gemacht, das zweite bleibt normal. Dann wirkt auf beide Kaninchen gleichzeitig der gleiche Reiz ein.

Bei der Operation wird leichte örtliche Betäubung angewandt, Zuerst werden die Sympathicusganglien entfernt, darauf das Sympathicusgeflecht ausgeräumt.

Danach werden die Nn. auriculares major et minor auf 3 cm reseziert. Bei dieser Operation wird mit dem Messer nur der Hautschnitt ausgeführt, die weitere Operation wird stumpf vorgenommen. Auf diese Weise tritt keine wesentliche Blutung auf. Beim Kaninchen tritt keinerlei Störung durch die Operation auf.

Nach 5 Tagen ist der Hautschnitt verheilt. Nach der Operation wurden die Ohren beider Kaninchen enthaart, und am folgenden Tage ließ ich den Entzündungsreiz einwirken. Der Entzündungsreiz wirkt auf  $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{4}$  des Ohres ein.

Beim Augenversuch wird der Kopfteil mitten zwischen Auge und Ohr des Kaninchens enthaart und an dieser Stelle ein frontaler Schnitt von ca. 3 cm Länge ausgeführt. Darauf wird eine Trepanationsöffnung von ca. 1 qcm gesetzt. Mit einer Sonde wird die Dura mater vom

Schädelknochen abpräpariert und darauf mit dünnem Neurotommesser der N. trigeminus unterbrochen. Dann wird der Reflex des Auges geprüft. Bei Areflexie ist die Operation als gelungen anzusehen; nur solche Tiere werden verwandt, bei denen die Operation einwandfrei gelungen war. Den Schutz des Auges habe ich durch Lidschluß mit einer weitgreifenden Schlinge aus dünnster Seide erreicht. Als Reize kommen in Betracht, da mechanische durch die Vernähung der Lider ausgeschlossen waren, solche, die von dem im Conjunctivalsack sich ansammelnden Drüsensekret und abgestoßenem Epithel ausgegangen sind, und zwar ist besonders an die Produkte der sich im geschlossenen, warmen Conjunctivalsack nachweislich vermehrenden Spaltpilze zu denken.

Letztere Reizursache habe ich mich bemüht, jeden Tag durch Ausspülen mit Kochsalzlösung nach Möglichkeit zu entfernen.

Beim Fuß operierte ich unter leichter örtlicher Betäubung den N. ischiadicus, und zwar habe ich möglichst den oberen Teil auf 3 cm durchschnitten. Diese Operation wurde außer dem Hautschnitt ganz stumpf ausgeführt, so daß keine wesentliche Blutung auftrat.

Nach der völligen Lähmung wird das Bein enthaart und am folgenden Tage der Entzündungsreiz angewandt.

Drittens machte ich dieselben Versuche über den Einfluß des zentralen Nervensystems auf die Entzündung unter Äther- und Urethanarkose sowie Chlorkalium- und Bromkalibetäubung; weiter habe ich subcutane Strychnin- und Campherölinjektionen gemacht und darauf die gleichen Versuche angestellt.

Jeder Versuch wurde 3—4fach angestellt; das Durchschnittsergebnis wurde der Beurteilung zugrunde gelegt.

### **3. Versuchsreihen.**

#### **I. Anästhesierung von Körperteilen und sofortige Einwirkung auf die betreffenden Teile mit Entzündungsreizen.**

##### **A. Versuch an der Conjunctiva.**

##### **1. Versuch mit Wärme an den Conjunctiven des Kaninchens und Meerschweinchens.**

##### **Versuch 1. Reihe.**

In das rechte Auge werden 5,8proz. Cocainlösung geträufelt, 4 mal im Abstand von je 10—15 Min. 2—3 Tropfen. Völlige Areflexie auf Berührung. Makroskopisch: die rechten Conjunctiven und Corneae sehen etwas blasser als die linken aus. Mikroskopisch: Strombahn und Strömung gleich.

Darauf werden die beiden Conjunctiven und Corneae während 3 Min. mit 47—46° C warmer physiologischer Kochsalzlösung berieselt.

## Links (normales Auge):

- 11 Uhr 55 Min. Während der Berieselung ist Conjunctivalhyperämie nachweisbar. Mikroskopisch: Gesamte Strombahn stark erweitert, Strömung im allgemeinen verlangsamt. In den oberflächlichen Capillaren Stase, aber weder Petechien noch Ödem. Hornhaut klar.
- 12 Uhr 10 Min. Mikroskopisch: Hyperämie der Conjunctiva nimmt zu. Ganz geringes Ödem an der Umschlagstelle der Conjunctiva nachweisbar.
- 12 Uhr 20 Min. Makroskopisch: Oberes Augenlid etwas ödematös. Allgemeine Hyperämie nimmt zu.
- 1 Uhr 55 Min. (nach 2 Std.). Hyperämie der Conjunctiven. Mäßiges Ödem der ganzen Conjunctiven. Mikroskopisch: Strombahn noch stark erweitert. Strömung langsam. Stase fast unverändert. Hornhaut klar.
- 3 Uhr 55 Min. (nach 4 Std.). Gleiche Hyperämie der Conjunctiven. Ödem nimmt etwas ab. Mikroskopisch: In den oberflächlichen Gefäßen besteht noch Stase, aber bedeutend geringer als vorher.
2. Tag. Geringe Hyperämie, kein Ödem. Mikroskopisch: Oberflächliche Strombahn, teils schnell, teils langsam, und erweitert. Stellenweise Stase und Stillstand merkbar. Hornhaut klar.
3. Tag. Leichte Hyperämie. Mikroskopischer Befund wie vorher.
4. Tag. Keine Hyperämie. Mikroskopisch: Oberflächliche Strombahn leicht erweitert. Strömung stark verlangsamt.
5. Tag. Normal.

## Rechts (anästhetisches Auge):

- 11 Uhr 55 Min. Während der Berieselung entsteht wie links Conjunctivalpyperämie. Mikroskopisch: Gesamte Strombahn erweitert, aber nicht so stark wie links. In den oberflächlichen Gefäßen ist die Strömung langsam. Stillstand und Stase in vereinzelt Capillaren. Weder Petechien noch Ödem. Hornhaut klar.
- 12 Uhr 10 Min. Stase und allgemeine Hyperämie nimmt zu. Weder Ödem noch Petechien.
- 12 Uhr 20 Min. Mikroskopisch: Ganz geringes Ödem am III. Lid nachweisbar. Hyperämie und Stase fast gleich wie links.
- 1 Uhr 55 Min. Hyperämie der Conjunctiven wie links. Das Ödem nimmt zu, aber weniger als links. Strombahn und Strömung ganz gleich wie links. Hornhaut klar, keine Petechien.
- 3 Uhr 55 Min. (nach 4 Std.). Hyperämie der Conjunctiven ganz gleich wie links. Ödem makroskopisch nicht nachweisbar. Mikroskopisch: Strombahn und Strömung wie vorher, desgleichen Stase. Geringes Ödem.
2. Tag. Hyperämie der Conjunctiven wie links. Kein Ödem. Mikroskopisch: Im allgemeinen Strombahn erweitert und Strömung langsam. Hornhaut klar. Kein Ödem.
3. Tag. Leichte Hyperämie, aber etwas stärker als links. Strömung im allgemeinen langsamer.
4. Tag. Leichte Hyperämie; oberflächliche Strombahn stark erweitert, Strömung teils schnell, teils langsam.
5. Tag. Leichte Hyperämie wie vorher, nur Strömung im allgemeinen langsamer.
6. Tag. Fast normal.

*Zusammenfassung:*

Sofort nach der Reizeinwirkung auf das rechte (anästhesierte) Auge entsteht die entzündliche Erscheinung verzögert und geringer als links. An beiden Augen treten weder Petechien noch Ödem, sondern nur starke Hyperämie, Ödem und Zirkulationsstörung auf. Auf dem linken Auge sind die Hyperämien und die Kreislaufstörungen der Conjunctiven stärker als rechts aufgetreten. Auf dem linken Auge tritt innerhalb 15 Min. nach der Verbrühung ein leichtes Ödem auf, aber auf dem rechten Auge ist nach 25 Min. nur ganz geringes Ödem nachweisbar. Obwohl nach 2 Std. die Hyperämien und sonstige Kreislaufstörungen der Conjunctiven auf beiden Augen fast gleich werden, ist links das Ödem doch stärker als rechts. Am nächsten Tage sind die beiden Augen in fast gleichem Zustand. Von da ab entwickeln sich auf dem rechten Auge allmählich die Entzündungserscheinungen heftiger als links.

In diesem Versuche wirken gleiche Reize auf beide Augen ein. Die entzündliche Reaktion tritt am unempfindlichen Auge später auf und bildet sich langsamer aus, erreicht aber dieselbe Stärke. Das Abklingen der Entzündung dauert länger als auf der normalen Seite.

**Versuch 2. Reihe.**

Das rechte Auge ist völlig empfindungslos durch 5 maliges Bepinseln mit 5,8 proz. Cocainlösung. Das linke Auge bleibt ganz normal. Makroskopisch und mikroskopisch: Strombahn und Strömung in beiden Augen ganz normal. Dann werden beide Augen auf 3 Min. mit 50 bis 49° C warmer physiologischer Kochsalzlösung berieselt.

Sofort nach der Berieselung entstehen auf dem linken Auge mehr Petechien als auf dem rechten empfindungslos, sonst keine erkennbaren Unterschiede der entzündlichen Erscheinungen an beiden Augen. Nach Verlauf von 35 Min. auf dem rechten anästhesierten Auge etwas stärkere Hyperämie, Ödem und Stase.

Am folgenden Tage sind die beiden Hornhäute fast im gleichen Grade trübe.

Nach weiterem Verlauf einer Woche verschwindet auf dem linken Auge die Hornhauttrübung und wird makroskopisch fast normal; auf dem rechten Auge bleibt nicht nur Cornealtrübung, sondern auch leichte Hyperämie der Conjunctiven zurück. Eiterabsonderung auf dem unempfindlich gemachten Auge immer stärker als links.

In dieser Versuchsreihe reagieren also im Anfangsstadium die beiden Augen mit fast gleichen Entzündungserscheinungen, während der weitere Verlauf eine Benachteiligung des rechten Auges zeigt.

**Versuch 3. Reihe** (junges Kaninchen).

In das rechte Auge werden 4 mal im Abstand von je 10–15 Min. 2–3 Tropfen 5,8 proz. Cocainlösung geträufelt. Reflex auf Berührung



ganz verschwunden. Makroskopisch: Rechtes Auge etwas blaß und Hornhaut etwas glanzlos. Mikroskopisch: Beide Augen fast gleich und normal. Dann werden beide Augen auf 3 Min. mit 52° C warmer physiologischer Kochsalzlösung berieselt.

Sofort nach der Berieselung entstehen auf beiden Augen gleich Hyperämie und Zirkulationsstörungen. Aber Petechien treten auf dem linken Auge etwas stärker als rechts auf. Das Ödem erscheint auf dem linken Auge innerhalb 8 Min.; auf dem rechten Auge erscheint das Ödem etwas später und ist nach 11 Min. kaum nachweisbar. Nach 2 Std. werden auf dem rechten Auge die Hyperämie, das Ödem und der mikroskopische Befund der Gefäße etwas stärker als links, während beide Hornhäute klar sind. Am nächsten Tag kann man den entzündlichen Zustand der beiden Conjunctiven kaum unterscheiden, indessen ist nur die rechte leicht getrübt. Am 3. Tag ist die linke Hornhauttrübung ganz gering, während sie rechts ziemlich stark gleichmäßig ausgebreitet erscheint. Im darauffolgenden Verlauf reagiert das rechte Auge stärker als das linke, und nach 7 Tagen werden der Augapfel und die Lider trocken und schrumpfen. Auf dem linken Auge nach 9 Tagen noch keinerlei Nekrose.

In dieser Versuchsreihe sind auch im Anfangsstadium auf der unempfindlich gemachten Seite die Entzündungserscheinungen verzögert und träge, aber der weitere Verlauf ist ungünstiger.

#### Versuch 4. Reihe (junges Kaninchen).

In das rechte Auge werden 5 mal im Abstand von je 10—15 Min. 2—3 Tropfen 5,8proz. Cocainlösung geträufelt: vollständige Empfindungslosigkeit. Mikroskopisch und makroskopisch beide Augen fast gleich. Dann wird in die beiden Augen auf 1 Min. 63—62° C warme physiologische Kochsalzlösung geleitet.

##### Links (normal):

- 10 Uhr 5 Min. Während der Berieselung schon starke Hyperämie. Gesamte Strombahn erweitert, mit allgemeiner Stase. Viele Petechien sichtbar. Kein Ödem. Hornhaut leicht diffus trüb.
- 10 Uhr 10 Min. Gesamte Strombahn wie vorher. Petechien nehmen zu. Hyperämie nimmt auch zu, besonders an der Conjunctiva bulbi heftiger. Ödem schon makroskopisch nachweisbar.
- 10 Uhr 25 Min. Ödem nimmt stark zu. Hyperämie und Blutung nimmt auch zu, besonders auf der Conjunctiva III heftiger. Hornhaut trübe.

##### Rechts (anästhetisch):

- 10 Uhr 5 Min. Berieselung, sofortige Hyperämie. Gesamte Strombahn manchmal erweitert, mit allgemeiner Stase. Mäßige Petechien. Hornhaut leicht diffus getrübt wie links.
- 10 Uhr 10 Min. Hyperämie nimmt zu, aber Hyperämie sowie Petechien weniger als links. Kein Ödem. Nach 9 Min. kann mikroskopisch leicht ein Ödem nachgewiesen werden.
- 10 Uhr 25 Min. Ödem nimmt zu, aber Blutung sowie Ödem weniger als links. Hornhaut trübe, gleich wie links.

Links (normal):

- 12 Uhr 5 Min. Ödem nimmt zu. Mikroskopisch nicht beobachtbar.
- 3 Uhr 5 Min. Starkes Ödem der Lider und Conjunctiven. Erweiterung der Strombahn. Oberflächliche Stase. Mehrere Petechien in Conjunctiva tarsi.
2. Tag. Lider durch Eiter verklebt. Ödem stark. Hornhaut diffus getrübt. In allen Conjunctiven stärkste Hyperämie mit Blutung. Mikroskopisch: Nur Conjunctiva tarsi beobachtbar. Strombahn stark erweitert. Mit vielen Petechien und allgemeiner Stase.
3. Tag. Lider verklebt. Viel Eiter. Ödem nimmt stark ab. Conjunctivalhyperämie wie oben. Mikroskopischer Befund wie vorher.
4. Tag. Lider verklebt. Eiter nimmt etwas ab. Ödem mäßig. Hornhaut diffus trübe. Pericornealhyperämie stark. Mikroskopisch: Oberflächliche und pericorneale Strombahn stark erweitert, Stase und Blutaustritte.
5. Tag. Lider verklebt. Reichlich dünnflüssiger bluthaltiger Eiter. Hornhaut stark trübe. Gefäße ausgesprochen erweitert.
6. Tag. Lider verklebt. Düninflüssiger Eiter, aber geringer.
9. Tag. Lider verklebt. Eiterabsonderung schwächer. Mikroskopisch: Strombahn stark erweitert, Stase. Pericorneale Strombahn stark erweitert. Viele Capillaren in der Hornhaut sichtbar mit langsamer Strömung.

Rechts (anästhetisch):

- 12 Uhr 5 Min. Ödem nimmt zu. Genau gleich wie links.
- 3 Uhr 5 Min. Schon mäßiger Eiter im Conjunctivalsack vorhanden. Hyperämie, Blutung und Ödem stärker als links.
2. Tag. Lider verklebt. Sehr viel Eiter. Starkes Ödem. In der Conjunctiva starke Hyperämie mit Blutung. Hornhaut ganz diffus getrübt, im allgemeinen stärker als links. Mikroskopisch: Ganz gleich wie links.
3. Tag. Lider verklebt. Viel Eiter. Ödem nimmt ab wie links. Hyperämie der Conjunctiva wie links, aber stellenweise ganz cyanotisches Aussehen; Conjunctiva III sieht weißlich-blaß und matt aus.
4. Tag. Lider verklebt. Weniger Eiter. Geringes Ödem. Hornhaut ganz getrübt und mehr trocken und weiß. Ganze obere Conjunctiva und Blindhaut weißlich-blaß und trocken. Infolge Trübung der Conjunctiva sind keine Gefäße sichtbar. Mikroskopisch: Nur einige Gefäße sichtbar mit Stase. Aber in der unteren Conjunctiva und in der Conjunctiva bulbi sind die Gefäße stark erweitert und stark hyperämisch.
5. Tag. Wieder etwas trocken und nekrotisch. Augenspalte verkleinert. Hornhaut trocken.
6. Tag. Augenlid ganz trocken.
9. Tag. Ganz blind. Das ganze Auge ist trocken.

Im linken Auge entstehen als Reizwirkung sofort nach der Berieselung stärkere Entzündungserscheinungen als rechts, und zwar Hornhauttrübung, Petechien sowie Ödem stärker als im rechten empfindungslosen. Nach 5 Stunden sind beide Augen fast gleich stark

entzündet. Am 2. Tage entsteht beiderseits deutliche Trübung der Hornhaut, die im rechten unempfindlichen Auge heftiger ist als im linken. Im weiteren Verlauf sind am rechten Auge schon deutliche Zeichen beginnender Nekrose ersichtlich. Am 7. Tage ist das rechte Auge völlig nekrotisch und mumifiziert. Am linken Auge, das ganz stark getrübt ist, sind keine Anzeichen von Nekrose zu sehen.

In dieser Versuchsreihe reagiert das empfindungslose Auge im Anfangsstadium leichter als das normale, aber im weiteren Verlauf zeigt sich beim rechten Auge schlimmerer Verlauf als beim normalen.

#### Versuch 5. Reihe.

In das rechte Auge werden 5 mal im Abstand von je 10–15 Min. 2–3 Tropfen 5,8proz. Cocainlösung geträufelt. Völlige taktile Areflexie. Makroskopisch und mikroskopisch zeigen beide Augen keinen Unterschied bezüglich Strombahn und Strömung.

Dann werden die beiden Conjunctiven und Hornhäute auf 30 Sek mit 73–71° C warmer physiologischer Kochsalzlösung berieselt.

Die Reaktion ist beiderseits sehr ausgesprochen. Am Schluß der Berieselung sind beide Hornhäute gleichmäßig getrübt. Auf der normalen Seite kommt es innerhalb von 3 Min. zu diffusem Ödem der Lider und der Conjunctiven, während die gleichen Erscheinungen sich auf der unempfindlichen Seite erst innerhalb von 5 Min. ausbilden. Später sind an der nicht-anästhetischen Seite einige Petechien zu erkennen, die auf der anderen Seite stets vermißt werden. Die Ödeme bleiben etwa 2–3 Tage beiderseits in gleicher Stärke bestehen. Vom 2. Tage ab ist lebhaftes Eiterabsonderung festzustellen. Vom 4. Tage ab sind beide Augen trocken und nekrotisch.

Sofort nach der Berieselung reagiert also das unempfindlich gemachte Auge etwas leichter als links. Am 2. Tage an beiden Augen fast gleicher Status. Kein Unterschied im weiteren Verlauf, der mit völligem Verlust des Auges endet.

#### Versuch 6. Reihe (junges Kaninchen).

In der angegebenen Weise wird das rechte Auge mit 5,8proz. Cocainlösung völlig betäubt. Dann möglichst kurze Berührung des Cornearandes mit einer rotglühenden Pinzettenspitze.

##### Links:

10 Uhr. In der Umgebung der verglühten Stelle entsteht sofortige Hyperämie, sonst normal. Mikroskopisch: Conjunctivalarterien und -venen der hyperämischen Stelle sind im allgemeinen erweitert, und die Strömung ist in ihnen verlangsamt. Am Herd entsteht ein flacher Brandschorf. Der Rand des Herdes schwillt etwas wallartig an.

##### Rechts:

10 Uhr 15 Min. Im Hof der verglühten Stelle entsteht nur kaum merkbare Hyperämie; nach 5 Min. aber deutlich sichtbar. Herd ist mit weißlichem, flachem Brandschorf bedeckt. Hyperämie weniger als links. Mikroskopisch: Strombahn leicht erweitert mit weniger Stase. Strömung teils langsam, teils beschleunigt, letzteres besonders an entfernten Stellen.

Links:

- 10 Uhr 10 Min. Hyperämie nimmt etwas zu. Mikroskopisch: Strömung im allgemeinen langsamer und hier und da Stase sichtbar. Strombahn ziemlich erweitert. Ränder des Herdes ödematös angeschwollen.
- 4 Uhr. Hyperämie (lokale). Mikroskopischer Befund wie vorher.
2. Tag. Am Rand der Verschorfungsstelle nimmt das Ödem zu und geht diffus in die gesunden Teile über. Mäßige Hyperämie. Mikroskopisch: Strombahn erweitert mit langsamer Strömung.
3. Tag. Ödem nach dem Rande hin abnehmend, aber Hyperämie zunehmend. Mikroskopisch: Wie vorher.
4. Tag. Kein Ödem. Leichte Hyperämie. Cornea normal, aber Hornhautdefekt trübe; besonders Rand etwas höher und Trübung stärker. Mikroskopisch: Einige Capillaren an der Verglühungsstelle sichtbar. Im allgemeinen Strombahn erweitert; keine Stase; Strömung langsam.
5. Tag. Keine Hyperämie sichtbar. Mikroskopischer Befund wie vorher.
6. Tag. Wie vorher.
8. Ta. Hornhautdefekt gleichmäßig trübe, sonst übrige Hornhaut klar. Mikroskopisch: Strombahn leicht erweitert; Strömung teilweise verlangsamt.
15. Tag. Getrübter Fleck in der Hornhaut. Mikroskopisch: Wie vorher.
20. Tag. Trüber Fleck noch vorhanden, sonst fast normal.

Rechts:

- 10 Uhr 25 Min. Hyperämie weniger als links. Mikroskopisch: Strombahn leicht erweitert. Strömung langsam, kein Ödem. Herd sieht ganz gleich aus wie links.
- 4 Uhr 15 Min. Hyperämie nimmt zu und fast im gleichen Maße wie links. Rand des Herdes etwas ödematös angeschwollen. Mikroskopischer Befund wie vorher.
2. Tag. Rand der Verschorfungsstelle ganz gleich wie links. Mäßige Hyperämie und etwas stärker als links. Hornhautteil des Randes der Verschorfungsstelle etwas trübe. Mikroskopischer Befund wie oben.
3. Tag. Ganz leichtes Ödem. Hyperämie stärker als links. Hornhauttrübung wie vorher. Mikroskopisch: Strömung sehr langsam; stellenweiser Stillstand.
4. Tag. Kein Ödem. Leichte Hyperämie; Hornhauttrübung nimmt zu. Hornhautdefekt flach und getrübt. Mikroskopisch: Fast gleich wie links.
5. Tag. Leichte Hyperämie. Hornhauttrübung wie vorher. Der Hornhautdefekt wird zum grauen Fleck. Viele Capillaren in Hornhaut sichtbar. Strömung und Strombahn wie vorher.
6. Tag. Wie vorher.
8. Tag. Hornhautdefekt unscharf gegen den getrübten Teil der Cornea begrenzt. Mikroskopisch: Viele Capillaren in der Umgebung der Hornhauttrübung. Strombahn erweitert.
15. Tag. Trübung viel größer und stärker als links. Mikroskopischer Befund wie links.
20. Tag. Trübung stärker als links und viele Capillaren in der Hornhaut sichtbar.

Nach der Verbrennung tritt am 1. Tage zwar an beiden Augen der Brandhof in gleicher Stärke auf. Aber am normalen Auge entsteht

sofort ein hyperämischer Hof, während das unempfindlich gemachte Auge den Hof erst später und langsamer zeigt. Mikroskopischer Befund: Am anästhesierten Auge geringe Hyperämie und geringere Zirkulationsstörungen.

Am 2. Tage gleiche Entzündungserscheinungen. Nur am empfindungslosen Auge teilweise Hornhauttrübung sichtbar; am normalen keinerlei Trübung.

Am 20. Tage bleibt statt des Brandschorfes kleine Trübungsstelle auf der Hornhaut zurück, die am anästhesierten stärker ist.

Im Anfang des Versuches tritt am betäubten Auge die Reaktion leichter auf. Nur der Reflex erscheint verzögert. Nach einigen Tagen gleicher Verlauf an beiden Augen. Später rechts schlimmerer Verlauf.

#### **Versuch 7. Reihe** (Meerschweinchen).

In der angegebenen Weise wird das rechte Auge mit 5,8 proz. Cocainlösung völlig betäubt. Dann werden die beiden Augen auf 15 Min. mit 53—52° C warmer physiologischer Kochsalzlösung berieselt.

#### *Zusammenfassung: Versuch 7.*

Sofort nach der Berieselung reagiert das betäubte Auge mit leichter Trübung. Ebenfalls ist der mikroskopische Befund gering.

Am 2. Tage nimmt die Hornhauttrübung am rechten schneller zu. Die übrigen Reaktionen sind gleich.

Am 3. Tage stärkere Entzündungserscheinungen am anästhesierten Auge. Am normalen Auge ist die Hornhaut nach 2 Wochen schon völlig klar. Fast normales Aussehen des ganzen Auges. Am rechten Auge nach 2 Wochen noch Hornhauttrübung. Noch nach 3 Wochen kein normales Aussehen.

Im Anfangsstadium reagiert das normale Auge stärker als das betäubte. Später schlimmerer Verlauf am anästhesierten Auge.

#### **Versuch 8. Reihe** (Meerschweinchen).

In der angegebenen Weise wird das rechte Auge mit 5,8 proz. Cocainlösung völlig betäubt. Dann werden die beiden Augen auf einen Augenblick mit 70° C warmer physiologischer Kochsalzlösung berieselt.

##### Links:

12 Uhr. Sofortige Hyperämie. Nach 3 Min. schon makroskopisch Ödem deutlich nachweisbar. Mikroskopisch: Gesamte Strombahn stark erweitert. Strömung langsam. Teilweise Stase. Mäßige Petechien nachweisbar. Hornhaut leicht trübe.  
2 Uhr 30 Min. Ödem nimmt zu. Hyperämie stark. Petechien nehmen zu.

##### Rechts:

12 Uhr 30 Min. Sofort Hyperämie. Nach 5 Min. makroskopisch Ödem nachweisbar. Mikroskopisch: Gesamte Strombahn stark erweitert mit Stase, aber nur einige Petechien. Hornhaut gleichmäßig trübe wie links.  
2 Uhr 50 Min. Ödem wie links, aber Hyperämie und Petechien weniger als links.

**Links:**

2. Tag. Lider verklebt. Viel Eiter im Conjunctivalsack. Hornhaut diffus trübe. Hyperämie. Mikroskopisch: Strombahn erweitert mit Stase und Petechien.
3. Tag. Lider verklebt mit Eiter. Hornhauttrübung etwas leichter. Mikroskopisch: Wie vorher.
5. Tag. Geringer Eiter im Conjunctivalsack. Hornhauttrübung nur im oberen Teil, und zwar ganz leicht. Keine Conjunctivalhyperämie. Mikroskopisch: Strombahn erweitert, besonders stark in der tiefen Schicht.
7. Tag. Hornhaut klar, makroskopisch normal. Mikroskopisch: Strombahn erweitert mit geringer Stase. Strömung im allgemeinen langsam. Etwas injiziert.
9. Tag. Augen makroskopisch normal. Mikroskopisch: Wie vorher. Pericornealinjektion nimmt ab.
15. Tag. Augen normal. Mikroskopisch: Strombahn fast normal.
19. Tag. Wie vorher.

**Rechts:**

2. Tag. Lider verklebt. Eiter mehr als links. Hornhaut diffus trübe wie links. Gleiche Hyperämie wie links. Mikroskopisch: Wie links, aber weniger Petechien.
3. Tag. Lider verklebt mit Eiter. Hornhauttrübung stärker als links, sonst wie links.
5. Tag. Eiter etwas mehr als links; Hornhaut diffus trübe. Keine Conjunctivalhyperämie. Pericornealinjektion sichtbar. Mikroskopisch: Wie links.
7. Tag. Hornhauttrübung, diffus einige Capillaren in der Cornea sichtbar. Pericorneale Injektion deutlich. Mikroskopisch: Fast gleich wie links. Keine Conjunctivalhyperämie.
9. Tag. Hornhauttrübung geringer. Viele Gefäße in der Cornea. Pericornealinjektion mäßig stark.
15. Tag. Hornhauttrübung in der Mitte ganz gering. Viele Gefäße in der Hornhaut. Mikroskopisch: Strombahn erweitert, Strömung beschleunigt.
19. Tag. Hornhaut fast klar. Weniger Gefäße in der Hornhaut. Pericornealer Teil leicht injiziert.

Fassen wir die Ergebnisse dieser ganzen Versuchsreihe zusammen, so müssen wir feststellen, daß auf der unempfindlich gemachten Seite die anfänglichen Entzündungserscheinungen, besonders Ödem und Blutungen, im Vergleich zur gesunden Seite etwas verlangsamt und träger auftreten, dafür aber der weitere Verlauf ein schwererer ist und es zur Nekrose kommen kann, während sie auf der gesunden Seite ausbleibt. Diese Unterschiede sind um so deutlicher, je geringer die entzündungserregende Schädlichkeit, während bei Anwendung sehr starker Entzündungsreize (z. B. Anwendung von heißem Wasser von 71—75°) die Unterschiede weniger ausgeprägt sind und vor allem der Verlauf schon nach 2 Tagen ein im wesentlichen übereinstimmender ist.

**2. Versuche mit Kälte an den Conjunctiven des Kaninchens und Meerschweinchens.**

**Versuch 30. Reihe.**

In der obenerwähnten Weise wird das rechte Auge mit isotonischer Cocainlösung völlig betäubt. Dann beide Augen 1 Min. lang mit Chloräthylspray zum Erfrieren gebracht.

## Links (normal):

- 10 Uhr. Während der Berieselung von Chloräthyl ist das ganze Auge stark zugefroren und sieht weiß aus. Kein Gefäß sichtbar. Nach einigen Minuten erscheinen stark kontrahierte Gefäße: nach und nach viele Gefäße zum Vorschein kommend. Diese verengten Gefäße erweitern sich, und nach 5 Min. werden alle Conjunctiven hyperämisch. Strombahn stark erweitert mit allgemeiner Stase. Hier und da Petechien sichtbar. Cornea matt, aber keine Trübung vorhanden. Kein Ödem.
- 10 Uhr 25 Min. Conjunctiven stark hyperämisch. Leichtes Ödem. Auf der Hornhaut keine Trübung. Strombahn stark erweitert mit Stase. Petechien nehmen zu.
2. Tag. Lider verklebt mit Eiter. Ödem mäßig stark; starke Hyperämie; nur Conjunctiva tarsi sichtbar. Hornhaut klar. Mikroskopisch: Wie vorher.
3. Tag. Lider verklebt. Geringer Eiter. Leichtes Ödem. Hyperämie stark und etwas cyanotisch. Hornhaut klar. Mikroskopisch: Strombahn stark erweitert. Strömung ganz langsam und viel Stase.
5. Tag. Geringer Eiter im Conjunctivalsack. Kein Ödem. Hornhaut klar. Leichte Hyperämie. Mikroskopisch: Wie vorher.
7. Tag. Hornhaut klar, leichte Hyperämie. Mikroskopisch: Strombahn erweitert. Strömung im allgemeinen langsam, stellenweise Stase sichtbar.
9. Tag. Hornhaut klar. Hyperämie mehr vorhanden. Mikroskopisch: Strombahn erweitert. Strömung langsam.
14. Tag. Makroskopisch: Normal. Mikroskopisch: Strombahn leicht erweitert. Strömung im allgemeinen langsam, stellenweise schnell.

## Rechts (anästhesiert):

- 10 Uhr. Während der Berieselung von Chloräthyl ist das Auge stark zugefroren und sieht weiß aus. Kein Gefäß sichtbar. Nach einigen Minuten erscheinen stark zusammengezogene Gefäße, allmählich kommen viele Gefäße zum Vorschein. Diese verengten Gefäße erweitern sich, und nach 7 Min. werden alle Conjunctiven hyperämisch; Strombahn ist die gleiche wie links, aber weniger Petechien. Hornhaut matt, aber keine Trübung. Kein Ödem.
- 10 Uhr 25 Min. Conjunctiven stark hyperämisch. Hornhaut teilweise trübe. Leichtes Ödem. Strombahn stark erweitert mit allgemeiner Stase. Petechien weniger als links.
2. Tag. Lider verklebt mit Eiter. Ödem wie links. Hyperämie stark. Hornhaut leicht diffus trübe. Mikroskopisch: Wie vorher.
3. Tag. Lider verklebt mit Eiter. Mäßiger Eiter, leichtes Ödem. Hornhaut gleichmäßig trübe. Hyperämie wie links. Mikroskopisch: Strombahn stark erweitert mit allgemeiner Stase.
5. Tag. Lider verklebt mit Eiter. Kein Ödem. Hornhaut gleichmäßig trübe. Leichte Hyperämie. Mikroskopisch: Wie links.
7. Tag. Lider verklebt mit geringem Eiter. Hornhaut diffus trübe. Leichte Hyperämie. Mikroskopisch: Strombahn erweitert. Strömung teils langsam, teils schnell. Stellenweise Stase.
9. Tag. Geringer Eiter. Hornhaut diffus trübe. Pericornealinjektion sichtbar. Conjunctiva: Leichte Hyperämie. Mikroskopisch: Strombahn erweitert. Strömung wie vorher. In der Hornhaut einige Gefäße sichtbar.
14. Tag. Hornhaut diffus trübe und matt. Starke pericorneale Injektion. Conjunctiva bulbi: Leichte Hyperämie, sonst normal. Mikroskopisch: Wie vorher.

Links (normal):

20. Tag. Normal. Mikroskopisch:  
Strombahn fast normal. Strömung  
teils langsam, teils schnell.

Rechts (anästhesiert):

20. Tag. Cornea leicht trübe, in der  
Mitte ist die Trübung stärker.  
Cornea ist etwas vorgewölbt. Mi-  
kroskopisch: Wie links.

*Zusammenfassung: Versuch 30.*

Nach der Erfrierung entsteht am normalen Auge schon nach 5 Min. Hyperämie. Am anästhesierten erst nach 7 Min. Beider Cornea ist matt und ohne Trübung.

Nach 25 Min. ist das normale Auge klar; aber das empfindungslose weist teilweise Trübung auf. Die sonstigen Entzündungserscheinungen sind gleich.

Nach 3 Tagen ist der mikroskopische Befund sowie die Hyperämie bei beiden Augen gleich. Am anästhesierten Auge Hornhauttrübung und Eiterabsonderung stärker als beim normalen.

Im weiteren Verlauf ist das nicht betäubte Auge wieder völlig normal; das betäubte weist dagegen noch Entzündungserscheinungen auf.

Im Anfangsstadium weist das anästhesierte Auge verzögerte Reaktion auf; ebenfalls Hornhauttrübung. Das normale hat während dieses Versuches stets klare Hornhaut. Im weiteren Verlauf ist noch nach 20 Tagen am rechten Auge Hornhauttrübung vorhanden, während das linke schon von Anfang an völlig klar ist und nur leichte Entzündungserscheinungen aufweist.

**Versuch 31. Reihe** (Meerschweinchen).

In der oben erwähnten Weise wird das rechte Auge mit isotonischer Cocainlösung völlig betäubt. Dann beide Augen auf 1 Min. mit Chloräthylspray zum Erfrieren gebracht.

Während der Berieselung von Chloräthyl ist das ganze Auge zugefroren, hart und sieht weiß aus. Keine Gefäße sichtbar.

Bald nach der Erfrierung zeigen beide Augen gleiche Erscheinungen: Anfangs Blässe, die bald einer starken Hyperämie Platz macht. Innerhalb einer Stunde besteht beiderseits ausgedehnte Stase. Es bildet sich allmählich ein starkes Ödem aus, das nach 2 Tagen den Höhepunkt erreicht. Petechien finden sich auf der empfindungslosen Seite spärlicher, sonst sind anfangs keine wesentlichen Unterschiede erkennbar. Im weiteren Verlauf tritt Eiterbildung beiderseits auf, die rechts deutlich stärker ist. Nach 1 Woche ist die linke Hornhaut klar, während rechts im unempfindlich gemachten Auge deutliche Trübung, Cornealinjektion, Conjunctivalhyperämie und mäßige Eiterabsonderung vorhanden ist.

Nach 2 Wochen ist das linke Auge fast normal, während rechts noch Hornhauttrübung und Hyperämie zurückbleibt.



**Versuch 32. Reihe** (Meerschweinchen).

In das rechte Auge werden 5 mal im Abstand von je 10—15 Min. 2—3 Tropfen 5,8proz. Cocainlösung geträufelt. Völlige Areflexie auf Berührung. Dann wird das linke Auge auf 80 Sek. mit Chloräthyl erfroren und das rechte Auge auf 60 Sek. auch mit Chloräthylspray erfroren.

**Links (normal):**

- 12 Uhr 30 Min. Während der Berieselung ist das ganze Auge hart zugefroren. Keine Gefäße sichtbar. Nach einigen Minuten erscheinen einige stark zusammengezogene Gefäße; nach und nach erscheinen viele Gefäße im Gesichtsfeld. Diese kontrahierten Gefäße erweitern sich allmählich, und nach 6 Min. werden die Conjunctiven rot. Nach 10 Min. leichtes Ödem nachweisbar. Mikroskopisch: Strombahn stark erweitert mit Stase und vielen Petechien.
2. Tag. Lider mit Eiter verklebt. Starkes Ödem. Mäßig starkes Ödem. Cornea leicht diffus trübe, besonders der obere Teil.
3. Tag. Lider halb verklebt. Leichtes Ödem. Cornea trübe wie vorher. Leichte Hyperämie.
4. Tag. Lider halb verklebt. Geringer Eiter. Oberer Teil der Cornea trübe, sonst ganz leichte Pericornealinjektion sichtbar. Ganz leichte Hyperämie der Conjunctiven. Mikroskopisch: Strombahn erweitert. Strömung im allgemeinen langsam, teilweise stark.
6. Tag. Cornea klar. Mikroskopischer Befund: Wie vorher.
12. Tag. Geringer Eiter im Conjunctivalsack. Mikroskopisch: Strombahn nicht mehr erweitert, nur tiefe Conjunctivagefäße im Bulbus etwas erweitert. Hyperämie fast normal.
18. Tag. Fast normal.

**Rechts (anästhesiert):**

- 12 Uhr 35 Min. Während der Berieselung ist das ganze Auge halb zugefroren. Keine Gefäße sichtbar. Nach einigen Minuten erscheinen stark zusammengezogene Gefäße, nach und nach erscheinen viele Gefäße im Gesichtsfeld. Diese kontrahierten Gefäße erweitern sich allmählich, und nach 6 Min. werden die Conjunctiven rot. Nach 15 Min. leichtes Ödem bemerkbar. Cornea klar. Mikroskopisch: Wie links.
2. Tag. Lider mit Eiter verklebt. Cornea trübe, und zwar leichter als links. Hyperämie wie links. Starkes Ödem.
3. Tag. Lider verklebt. Leichtes Ödem. Cornea diffus trübe wie links. Leichte Hyperämie.
4. Tag. Lider halb mit Eiter verklebt. Cornea diffus trübe. Teilweise in der Mitte kleine Geschwüre. Pericornealinjektion stark. Hyperämie stärker als links. Mikroskopischer Befund: Wie links.
6. Tag. Lider verklebt. Cornea diffus trübe. Starke corneale Injektion. Mikroskopisch: Strombahn erweitert. Strömung teils langsam, teils schnell. Kleine Petechien sichtbar.
12. Tag. Cornea trübe und sieht etwas rötlich aus. Pericornealhyperämie stark. Mikroskopisch: In der Cornea sehr viele Gefäße sichtbar und ihre Strömung schnell. Conjunctiva fast normal.
18. Tag. Cornea leicht trübe. Leichte Pericornealhyperämie.
23. Tag. Cornea klar.

*Zusammenfassung: Versuch 32.*

In dieser Versuchsreihe wurde auf das normal gebliebene Auge ein stärkerer Reiz als auf das unempfindlich gemachte ausgeübt. Anfänglich scheint das anästhesierte Auge leichter zu reagieren als das normale. Am 3. Tage sind beide in ungefähr gleichem Zustand, und die normale Seite zeigt schon am 6. Tage klare Hornhaut; während dies auf der unempfindlich gemachten Seite erst nach 22 Tagen der Fall ist.

**3. Versuch mit Senföl an den Conjunctiven und der Cornea des Kaninchens und Meerschweinchens.**

**Versuch 17. Reihe** (junges Kaninchen).

In das rechte Auge werden 5 mal in je 10—15 Min. Abstand je 2 bis 3 Tropfen 5,8proz. Cocainlösung geträufelt. Völlige Unempfindlichkeit. Mikroskopisch und makroskopisch unverändert. Darauf werden in die beiden Augen jetzt 3 Tropfen 70proz. Senföl geträufelt; danach entsteht sofort Hyperämie.

Links (normal):

- 10 Uhr 20 Min. Einträufelung. Sofortige Hyperämie. Die vorher erweiterte Pupille wird eng. Zahl der oberflächlichen Gefäße und Capillaren sehr vermehrt. Gesamte Strombahn stark erweitert, in den oberflächlichen Gefäßen Stase. Keine Petechien. Cornea klar. Kein Ödem. Nach 3 Min. an der Umschlagfalte leichtes Ödem.
- 10 Uhr 30 Min. Das Ödem nimmt zu, besonders am oberen Lid. Stase nimmt auch zu. Einige Petechien.
- 11 Uhr 30 Min. Das Ödem nimmt immer weiter zu. Mikroskopischer Befund: Wie vorher.
- 1 Uhr 30 Min. Ödem heftig. Allgemeine Stase und Stillstand. Pupille erweitert. Wegen des Ödems keine gute Übersicht. Cornea klar. Strombahn stark erweitert mit Stase.
- 2. Tag. Lider verklebt. Mäßig Eiter im Auge. Das Ödem geringer. An der oberen Hälfte der Hornhaut starke Hyperämie. Mikroskopisch: Gesamte Strombahn der ganzen Conjunctiva ist stark erweitert, Strömung ganz langsam an der Oberfläche. Im allgemeinen Stase. Hier und da mäßige Petechien.

Rechts (anästhesiert):

- 10 Uhr 40 Min. Einträufelung. Sofortige Hyperämie, die Pupille wird verengt. Gesamte Strombahn stark erweitert, an der Oberfläche Stase. Hornhaut klar. Kein Ödem. Keine Petechien. Nach 5 Min. leichtes Ödem nachweisbar (an Conjunctiva III).
- 10 Uhr 50 Min. Das Ödem nimmt zu; aber weniger als links. Keine Petechien.
- 11 Uhr 50 Min. Conjunctiva stark ödematös angeschwollen, aber Ödem deutlich geringer als links.
- 1 Uhr 50 Min. Das Ödem stark, aber deutlich geringer als links. Hyperämie ebenso stark wie links. Hier und da kleine Petechien nachweisbar. Hornhaut klar. Mikroskopisch: Strombahn stark erweitert; Stase.
- 2. Tag. Wenig Eiter im Conjunctivalsack. Das Ödem ganz gering und bedeutend weniger als links. Hornhaut diffus trübe, bedeutend stärker als links. Conjunctivalhyperämie ebenso wie links. Mikroskopisch: Gesamte Strombahn ganz stark erweitert, allgemeine Stase. Einige Petechien.

## Links (normal):

3. Tag. Lider verklebt, Eiter mäßig stark. Kein Ödem. Hornhaut wenig getrübt. Mikroskopisch: Pericornealgefäße stark injiziert und Strömung ganz langsam, stellenweise Blutung nachweisbar. Die Strombahn der Conjunctiven im allgemeinen stark erweitert mit oberflächlicher Stase und Blutung. In der oberen Umschlagfalte nur einzelne, verzweigte Gefäßchen sichtbar, diese erweitert und mit Stillstand, sonst sieht das Auge blaß aus.
4. Tag. Geringer Eiter. Kein Ödem. Hornhaut ganz leicht, am Rande trübe. Hyperämie mäßig stark. Mikroskopischer Befund: Wie vorher.
5. Tag. Lider verklebt. Sehr wenig Eiter. Die Hornhaut ist schwach getrübt. Kein Ödem. Leichte pericorneale Hyperämie. Conjunctivalhyperämie noch ziemlich stark. Mikroskopisch: Strombahn stark erweitert, in der oberflächlichen Strombahn im allgemeinen Stase, stellenweise ganz verlangsamte Strömung sichtbar. Petechien ablassend.
7. Tag. Hornhaut klar. Geringer Eiter im Conjunctivalsack. Keine makroskopische Hyperämie mehr. Mikroskopisch: Strombahn noch erweitert. Strömung teils verlangsamt, teils beschleunigt. In einem Gefäßgebiete Stase sichtbar.
10. Tag. Makroskopisch sieht das ganze Auge normal aus. Mikroskopisch: Strömung schnell, von einigen Stasegegenden abgesehen.
14. Tag. Wie vorher.

## Rechts (anästhesiert):

3. Tag. Lider leicht verklebt, Eiter mäßig, aber weniger als links. Hornhauttrübung diffus, ist stärker als links. Hyperämie ebenso wie links. Mikroskopisch: Gesamte Strombahn erweitert. Strömung langsam mit oberflächlicher Stase. Stellenweise Blutung, aber weniger als links. Pericornealhyperämie mäßig; Strömung ganz langsam, z. T. Stase. Conjunctivalhyperämie stärker.
4. Tag. Lider verklebt. Eiter mäßig. Kein Ödem. Hornhauttrübung diffus. Pericornealinjektion sehr stark. Im allgemeinen Hyperämie stärker als links.
5. Tag. Lider verklebt. Ziemlich viel Eiter. Hornhaut stark diffus getrübt. Hyperämie der Conjunctiven stärker als links; Pericornealinjektion stark. Mikroskopisch: Strombahn stark erweitert. Strömung weist teils Stase, teils Verlangsamung auf. In der Hornhaut sind viele Blutgefäße sichtbar.
7. Tag. Lider leicht verklebt mit Eiter. Hornhaut diffus trübe. Pericornealhyperämie mäßig stark. Auch in der Conjunctiva Hyperämie vorhanden. Mikroskopisch: Strombahn erweitert mit Stase. In der Hornhaut viele Capillaren sichtbar. Pericorneale Strömung langsam.
10. Tag. Geringer Eiter im Conjunctivalsack. Hornhaut diffus trübe, makroskopisch sieht der Cornealrand rötlich aus. Auf allen Conjunctiven mäßige Hyperämie. Mikroskopisch: Wie vorher.
14. Tag. Kein Eiter. Hornhaut sieht rötlich aus, mit Ausnahme einer

zentralen weißlichen Stelle völlig getrübt. Pericornealteil auch stark gerötet. Mäßige Conjunctivalhyperämie. Mikroskopisch: Strombahn erweitert, mit Stase in den oberflächlichen Gefäßen. In der tiefen Schicht auch starke Erweiterung vorhanden. In der Hornhaut sind viele Gefäße sichtbar. Strömung im allgemeinen verlangsamt.

**Links (normal):**

21. Tag. Makroskopisch: Normal. Mikroskopisch: Strombahn nicht erweitert. Strömung schnell.

**Rechts (anästhesiert):**

21. Tag. Hornhaut ganz trübe und vor-springend, sieht rötlich aus. Starke pericorneale Hyperämie. Mikroskopisch: Strombahn erweitert mit Stase. Einige neue Blutungen sichtbar.

*Zusammenfassung: Versuch 17.*

Bald nach der Einträufelung reagiert das empfindungslose Auge verzögert und mit geringeren Entzündungserscheinungen als das normale. Am 2. Tage ist an ihm geringes Ödem und Hornhauttrübung, am normalen Auge dagegen keine Trübung vorhanden. Nach 1 Woche sind am normalen keine Trübung und keine Hyperämie vorhanden. Das rechte weist deutlich Hyperämie sowie Hornhauttrübung auf. Nach 3 Wochen ist die Hornhaut am rechten noch trübe, während das linke schon normal ist.

Am Anfangsstadium reagieren beide Augen gleich, während im Spätstadium das unempfindlich gemachte sehr benachteiligt ist.

**Versuch 18. Reihe** (junges Kaninchen).

In das rechte Auge werden 3 mal in je 10—15 Min. Abstand 2 bis 3 Tropfen 5,8proz. Cocainlösung geträufelt. Völlige Areflexie. Mikroskopisch beide Augen fast gleich. Dann werden in die Augen 3 Tropfen 50proz. Senföl geträufelt.

Bald nach der Einträufelung entstehen die Entzündungserscheinungen am empfindungslosen Auge in ähnlicher Weise wie beim Versuch Nr 17, aber verzögert und leichter. Am 2. Tage aber ist das normale Auge klarer, und im anästhesierten Auge entsteht eine Hornhauttrübung. Im weiteren Verlauf entsteht am normalen Auge nur eine ganz leichte Hornhauttrübung. Das Auge zeigt nach 1 Woche makroskopisch fast normales Aussehen; aber das unempfindlich gemachte Auge wird erst nach 9 Tagen klar und erscheint erst nach 2 Wochen als völlig geheilt.

Anfangsstadium: Unempfindliches Auge verzögert und leicht.

Weiterer Verlauf: Unempfindliches Auge verzögert und schwer.

**Versuch 19. Reihe.**

In der angegebenen Weise wird das rechte Auge mit 5,8proz. Cocainlösung völlig unempfindlich gemacht. Dann werden in die beiden Augen 3 Tropfen 10proz. Senföl geträufelt.

Bald nach der Bepinselung zeigt das normale Auge fast die gleiche Reaktion, wie das anästhesierte. Am 2. Tage zeigt das normale Auge keine Hornhauttrübung, das rechte leichte Trübung der Hornhaut. Im weiteren Verlauf ist auch das empfindungslose Auge stärker angegriffen und zeigt verzögerten Heilverlauf.

**Versuch 20. Reihe.**

In der angegebenen Weise wird das rechte Auge mit 5,8 proz. Cocainlösung völlig anästhesiert. Dann werden in beide Augen 2 Tropfen 5 proz. Senföl geträufelt.

**Links (normal):**

- 11 Uhr. Sofortige Hyperämie. Hornhaut klar. Mikroskopisch: Strombahn stark erweitert, in den oberflächlichen Gefäßen allgemeine Stase, teilweise Petechien sichtbar. Nach 6 Min. erscheint Ödem.
- 4 Uhr 30 Min. Starke Hyperämie. Hornhaut klar. Mäßig starkes Ödem. Mikroskopischer Befund: Wie vorher.
- 2. Tag. Etwas Eiter im Conjunctivalsack. Leichte Hyperämie. Leichtes Ödem. Hornhaut klar. Mikroskopisch: Strombahn erweitert. Strömung langsam, teilweise Stase.
- 3. Tag. Leichte Hyperämie. Ganz geringes Ödem. Hornhaut klar. Mikroskopisch: Wie vorher.
- 4. Tag. Makroskopisch: Fast normal. Mikroskopisch: Strombahn leicht erweitert. Strömung teils langsam, teils schnell. Petechien nicht nachweisbar.
- 6. Tag. Fast normal.
- 10. Tag. Makroskopisch: Normal. Mikroskopisch: Strombahn noch etwas erweitert, besonders in den tiefen Gefäßen. Strömung im allgemeinen schnell.
- 18. Tag. Normal.

**Rechts (unempfindlich):**

- 11 Uhr 15 Min. Sofortige Hyperämie. Hornhaut klar. Mikroskopisch: Fast gleich wie links, aber keine Petechien. Nach 10 Min. Ödem bemerkbar.
- 4 Uhr 50 Min. Starke Hyperämie. Hornhaut matt. Mäßig starkes Ödem, wie links. Mikroskopisch: Strombahn erweitert. In den oberflächlichen Gefäßen teils Stase, teils langsame Strömung. Einige Petechien.
- 2. Tag. Geringer Eiter. Leichte Hyperämie. Leichtes Ödem, wie links. Hornhaut diffus leicht getrübt. Pericornea etwas injiziert. Mikroskopisch: Wie vorher.
- 3. Tag. Leichte Hyperämie. Kein Ödem. Hornhaut diffus trübe. Mikroskopisch: Wie vorher.
- 4. Tag. Geringere Hyperämie. Hornhaut leicht diffus trübe, pericorneale Injektion sichtbar. Mikroskopisch: Strombahn erweitert. Strömung langsam. In der Hornhaut einige Gefäße sichtbar.
- 6. Tag. Hyperämie nicht mehr nachweisbar. Hornhaut ganz leicht trübe. Pericornealinjektion stärker.
- 10. Tag. Keine Hyperämien. Hornhaut klar. Mit Ausnahme vom oberen Rand. Pericornealinjektion noch vorhanden.
- 18. Tag. Normal.

**Zusammenfassung: Versuch 20.**

Bald nach der Einträufelung zeigt das empfindungslose Auge verzögertes Auftreten des Ödems, sonst fast gleiche Entzündungserscheinungen wie das normale. Am 2. Tage ist die normale Seite klar; die anästhesierte trübe. Nach 1 Woche ist die nicht unempfindliche Seite fast völlig normal, die anästhesierte erst nach 2 Wochen.

*Vergleichende und zusammenfassende Übersicht über die Versuche an den empfindungslos gemachten Conjunctiven.*

Zum Versuche wurden junge Kaninchen gebraucht, bei denen zuerst mit isotonischer Cocainlösung am Auge eine vollständige Betäubung hervorgerufen wurde.

Unter dem Hornhautmikroskop waren Weite der Gefäße und Geschwindigkeit unbeeinflusst.

Beim Anästhesieren mit hypotonischer Cocainlösung fand ich eine Hypertonie der Conjunctivalgefäße, die eine Erweiterung der Strombahn, eine Verlangsamung und partielle Stase in der oberflächlichen Strömung hervorgerufen hatte, mit hypertonischer Cocainlösung dagegen kann man eine Anämie der Conjunctiven herbeiführen.

Bei einem Versuch wurde am Kaninchen ein Auge mit isotonischer Cocainlösung vollständig unempfindlich gemacht, das andere Auge blieb normal; dann wurden gleiche Reize gleichzeitig beiden Augen zugeführt.

Durch einen leichten Wärmereiz (z. B. 46—47° C physiologische Kochsalzlösung) wurden die beiden Augen des Kaninchens gereizt. Anfangs reagierte das anästhesierte Auge leichter, und die Entzündungserscheinungen kamen etwas verzögert; am normalen Auge dagegen traten die Entzündungserscheinungen schneller und stärker ein, besonders die Chemosis. 4 Stunden nach dem Beginn kann man noch in den beiden Augen dieselben Entzündungserscheinungen, abgesehen von der Chemosis, feststellen, und am nächsten Tage findet man keinen Unterschied zwischen anästhesiertem und normalem Auge, die Entzündungserscheinungen sind gleich stark.

Nach 1 Woche war zu erkennen, daß am normalen Auge die Heilung viel schneller vor sich ging als am empfindungslosen.

In einem anderen Experiment wurden chemische Reize angewandt. Beide Augen wurden mit einem leichten chemischen Reize (5—10% Senföl) gereizt; anfangs sind die Entzündungserscheinungen in den beiden Augen gleich, abgesehen von der Chemosis, die im unempfindlich gemachten verzögert eintritt. Am 2. Tage bemerkt man im anästhesierten Auge eine leichte Hornhauttrübung, die aber am 4. Tage geheilt ist. Dagegen tritt im normalen Auge keine Hornhauttrübung ein. Auch mikroskopisch kann man am anästhesierten Auge die Entzündungserscheinungen noch längere Zeit sehen.

Sodann wurden die vorherigen Versuche mit stärkeren Reizen wiederholt. Die Augen wurden mit 50—52° C warmer physiologischer Kochsalzlösung gereizt. An den beiden Augen traten die Entzündungserscheinungen gleichzeitig und in derselben Stärke ein, nur die Chemosis war am unempfindlichen Auge etwas leichter und trat verzögert ein.

Nach einigen Tagen sind die Entzündungserscheinungen an beiden Augen gleich. Am 4. Tage bemerkte ich in dem anästhesierten Auge

Hornhauttrübung und Eiterabsonderung, die stärker war als im normalen Auge.

Die Heilung des anästhesierten Auges verläuft viel langsamer und schwieriger. Derselbe Versuch wurde auch mit mäßig starkem chemischen Reize (50% Senföl) gemacht. Anfangs treten die Entzündungserscheinungen im anästhesierten Auge leichter und verzögert ein; besonders deutlich ist die Chemosis.

Am 2. Tage tritt am empfindungslosen Auge eine diffuse Trübung der Hornhaut ein; andere Entzündungserscheinungen sind noch viel stärker als am normalen, aber die Hornhauttrübung ist nach 1 Woche schon verschwunden.

Am normalen Auge sind die Entzündungserscheinungen ziemlich leicht; am 3. Tage tritt eine partielle leichte Hornhauttrübung ein, die am nächsten Tage schon geheilt ist.

Beim Kälteversuch tritt am anästhesierten Auge nach 7 Min. nach der Erfrierung eine Hyperämie ein, am normalen schon nach 5 Min.

Alle anderen Entzündungserscheinungen sind anfangs in den beiden Augen gleich. Nach 25 Min. bemerkt man am anästhesierten Auge eine Hornhauttrübung; am normalen Auge bleibt die Hornhaut klar.

Im weiteren Verlauf ist am anästhesierten Auge besonders die Hornhauttrübung und die Eiterabsonderung viel stärker als beim normalen. Die Hornhauttrübung ist noch nach 3 Wochen am unempfindlich gemachten Auge deutlich zu sehen; das normale ist in dieser Zeit schon geheilt. Beim Versuch mit stärkstem Reize (60—70° C physiologische Kochsalzlösung) treten die Entzündungserscheinungen an beiden Augen gleichzeitig ein und sind gleich stark. Auch hier zeigt sich, daß im weiteren Verlauf das normale Auge viel schneller heilt als das anästhesierte.

Beim Versuch mit starkem chemischen Reize verläuft der Vorgang ungefähr wie beim Wärmereiz.

Aus all diesen Versuchen geht hervor, daß die Chemosis am anästhesierten Auge verzögert und leichter eintritt, doch längere Zeit dauert als am normalen.

Die Eiterabsonderung ist bei einem leichten Reize am anästhesierten Auge viel stärker als am normalen; beim stärkeren Reize ist das unempfindliche Auge trocken, das normale sondert viel Eiter ab.

Die Hyperämie tritt am anästhesierten Auge verzögert und leichter ein, im weiteren Verlauf aber wird die Hyperämie heftiger und dauert längere Zeit an als am normalen Auge. Die Hornhauttrübung tritt am anästhesierten Auge heftiger ein. Bei einem leichten Reize tritt die Hornhauttrübung nur noch im anästhesierten Auge ein, das normale bleibt klar. Bei einem starken Reize tritt die Hornhauttrübung in den beiden Augen ein, bleibt aber am empfindungslosen länger und ist auch stärker als am normalen.

Während viele Autoren behaupten, daß durch Ausschalten des Gefühls die Entzündungserscheinungen leichter oder gar gehemmt werden, geht aus meinen vielen Versuchen an Augen, die mit isotonischer Cocainlösung unempfindlich gemacht waren, hervor, daß nur kurz nach der Reizwirkung die Entzündungserscheinungen im allgemeinen verzögert und leichter eintreten; am besten ist diese Tatsache am Versuch mit relativ leichtem Reiz zu sehen.

Einige Stunden darauf ist die Entzündung am anästhesierten Auge stärker oder ebenso stark wie auf der normalen Seite und bleibt viel länger deutlich zu erkennen; die Heilung geht schwerer vor sich, die Hornhauttrübung ist sehr deutlich und dauert länger als beim normalen. Selbst wenn man, wie das in einem Versuch mit Kältereizung durch Chloräthylspray geschah, auf das normale Auge einen viel stärkeren Reiz einwirken ließ, blieb dieser Unterschied noch deutlich.

Im Anfangsstadium sind die Entzündungserscheinungen im normalen Auge viel stärker, im weiteren Verlauf aber geht die Heilung viel leichter und schneller.

Am unempfindlich gemachten Auge sind anfangs die Entzündungserscheinungen schwächer, im weiteren Verlauf viel stärker, und die Heilung dauert länger als beim normalen.

Man sucht sich diese Erscheinungen dadurch verständlicher zu machen, daß man sie teleologisch oder ganzheitsbezogen auffaßt und die rasche Reaktion auf den Entzündungsreiz, wie sie an unveränderten Gewebsteilen zu beobachten sind, als eine Schutzwirkung (Abwehrvorrichtung, *Breslauer*) auffaßt.

Durch den Ausfall der Innervation sei die schützende Reaktion herabgemindert, die entzündliche Reaktion tritt langsamer ein und bleibt dafür noch lange Zeit bestehen. Während aber am unversehrten Gewebe die Heilungsvorgänge schon vor sich gehen, nimmt die Entzündung am anästhesierten Teil einen ungünstigeren Verlauf, weil die Schutzvorrichtungen der Natur dort außer Kraft gesetzt sind und deswegen der Reiz dort stärker einwirkt. — Es ist klar — darin muß man *Ricker* durchaus recht geben —, daß dies keine Betrachtungsweise im Sinne der strengen physikalisch-chemischen Naturwissenschaft, sondern ein Verzicht darauf, eine für den praktischen Arzt vielleicht wertvolle, aber uns nicht wesentlich weiter führende Bewertung des Vorganges, wie *Lubarsch* sagt, ist. Aber eine rein mechanische oder im Sinne *Rickers* Relationserklärung zu geben, ist nicht ganz leicht; man könnte wohl versuchen, den im allgemeinen schweren Verlauf und die erheblich verlangsamte Heilung dadurch zu erklären, daß auf der unempfindlich gemachten Seite die Verlangsamung der Strömung länger anhält als auf der gesunden Seite und dadurch die Verdünnung und Fortschaffung der schädigenden Stoffe verlangsamt wird, daß überhaupt bei Fortfall der



Innervation die gesamten Stoffwechselvorgänge langsamer vor sich gehen; aber gerade am Anfang der Reaktion sind die Strömungsunterschiede so gering, daß damit allein nicht alles erklärt werden kann.

## B. Versuch am Ohr.

### 1., 2. und 3. Versuch mit Wärme, Kälte und Senföl an dem Ohrlöffel des Kaninchens und Meerschweinchens.

#### Versuch 42. Reihe.

Beide Ohren ganz gleich. Vollständig enthaart. Am folgenden Tag wird die Wurzel des rechten Ohres mit 1proz. Novocainlösung vollständig anästhesiert. Nach 10 Min.: das ganze Ohr zeigt vollständige Areflexie, aber etwas Hyperämie. Dann werden die beiden Ohrenspitzen gleichzeitig in 53—51° C warmer physiologischer Kochsalzlösung auf 2 Min. eingetaucht.

#### Links (normal):

- 10 Uhr 40 Min. Während der Verbrühung Arterien und Venen dauernd erweitert. Rhythmische Zusammenziehung der Arterien tritt nicht mehr auf. Nach der Verbrühung: Herde: Gesamte Gefäße stark erweitert mit Stase. Kein Ödem. Keine Petechien. Grenzen des Hofes und Herdes sind deutlich. Hof: Gefäße erweitert, aber weniger als im Herd. Keine rhythmische Zusammenziehung der Arterien.
- 11 Uhr. Herde: Diffus rötlich verfärbt. Die großen Venenstämme bis herab zu den kleinen und kleinsten Venulae sind sichtlich erweitert d. h. allgemeine diffuse capillare Hyperämie. In der Umgebung des Gefäßes leichte Trübung sichtbar. Hof: geringe Gefäßerweiterung. Zahl der Gefäße etwas vermehrt.
- 11 Uhr 10 Min. Herd: Diffuse Rötung und Trübung nehmen zu. Grenze des Herdes und Hofes deutlich. Leichtes Ödem. Hof: Hyperämie nimmt ab, fast normal.
- 2 Uhr 30 Min. Am ganzen Ohr mäßig starkes Ödem. Herd zeigt besonders starke Rötung, Trübung und Ödem.

#### Rechts (unempfindlich):

- 10 Uhr 40 Min. Während der Verbrühung: Alle Gefäße sind erweitert. Rhythmische Zusammenziehung der Arterien treten weder im Hof noch im Herd auf. Nach der Verbrühung: Herde und Hof zeigen fast gleichmäßig Gefäßerweiterungen. Keine scharfen Grenzen. Zusammenziehung nicht sichtbar. Kein Ödem, keine Petechien.
- 11 Uhr. Herd und Hof zeigen beide gleichmäßige Hyperämie. Im Herd diffuse Rötung nicht sichtbar. Keine Trübung. Kein Ödem.
- 11 Uhr 10 Min. Herd: Diffuse Rötung und Trübung leichter als links. Grenze des Hofes und Herdes bemerkbar. Kein Ödem. Hof: Leichte Hyperämie stärker, als links. Gefäßzusammenziehungen sichtbar.
- 2 Uhr 30 Min. Ganzes Ohr ödematös, wie links.

Links (normal):

2. Tag. Ganzes Ohr zeigt sehr starkes Ödem, deswegen kann man die Gefäße nicht genau sehen, aber die Herde sind rötlich, der Hof zeigt keine Kongestionen.
3. Tag. Herd: Im allgemeinen nimmt Rötung und Trübung zu. Verdickung stärker. Gesamte Gefäße erweitert als dunkelrote Striche, nur bei den Arterienstämmen rhythmische Zusammenziehung sichtbar. Hof: Leichtes Ödem. Keine Hyperämie mehr.
4. Tag. Herd: Leichtes Ödem, etwas dunkelrot. Gefäße wie vorher. Hof: Kein Ödem. Fast normal.
5. Tag. Herd: Von dunkelrötlicher Farbe, schwach ödematös verdickt, besonders am Grenzgebiet etwas stärker. Alle Venen dunkelrot, Zusammenziehung der Arterienstämme kaum sichtbar. Hof: Normal.
6. Tag. Herd: Dunkelbläuliche Farbe. Vereinzelt kleine Blasen sichtbar. Hof: Normal.
8. Tag. Herd: Schwärzlich verfärbt. Teilweise mumifiziert. Grenzgebiet etwas angeschwollen mit Blasen. Hof: Normal.
10. Tag. Herd: Spitzenteil mumifiziert. Grenzgebiet schwärzlich verfärbt, einige Blasen sichtbar.
12. Tag. Der ganze Herd ist mumifiziert. Hof: Normal.

Rechts (anästhesiert):

2. Tag. Kein Unterschied gegenüber der linken Seite.
3. Tag. Herd: Ödematöse Verdickung ist stärker als links. Rötung und Trübung fast gleich wie links. Grenzlinie stark verdickt und verfärbt. Gesamte Gefäße erweitert. Gefäße dunkelrot gefärbt. Arterienstämme rhythmisch zusammengezogen. Hof: Leichtes Ödem, ganz gleich wie links.
4. Tag. Herd: Etwas stärker als links (Ödem) und von dunkelbläulicher Farbe. Gefäße wie links. Hof: Wie links.
5. Tag. Herd: Rötung und Trübung stärker als links. Einige Blasen an der Innenfläche des Ohres sichtbar. Gefäße gleich wie links. Hof: Normal.
6. Tag. Herd: Viele Blasen und etwas Nässe. Grenzgebiete ziemlich stark angeschwollen. Hof: Normal.
8. Tag. Herd: Im allgemeinen schwärzlich und durchsichtig. Grenzgebiet stark verdickt, einige Blasen. Hof: Normal.
10. Tag. Herd: Im allgemeinen mumifiziert.
12. Tag. Wie links.

*Zusammenfassung: Versuch 42.*

Bald nach der Verbrühung unterscheidet man am normalen Ohr deutlich einen Herd und um ihn einen Hof. Der Herd weist capillare Hyperämie auf. An der empfindungslosen Seite ist Herd und Hof ganz undeutlich zu unterscheiden. Die capillare Hyperämie sowie die Trübung tritt erheblich rascher auf als beim normalen Ohr. Nach 3 Std. zeigen beide Ohren fast gleiche Entzündungserscheinungen. Im weiteren Verlauf wird an dem anästhesierten Ohr die Entzündung stärker, das Ohr ist nach 10 Tagen mumifiziert. Die normale Seite ist erst nach 12 Tagen mumifiziert.

**Versuch 43. Reihe.**

In der oben erwähnten Weise wird das rechte Ohr mit 1 proz. Novocainlösung unempfindlich gemacht. Nach 10 Min. zeigt das ganze

Ohr völlige Areflexie und leichte Hyperämie. Dann werden die beiden Ohrensippen gleichzeitig auf 3 Min. in 56—54° C warme physiologische Kochsalzlösung eingetaucht. Der Verlauf ist ähnlich wie bei dem vorigen Versuch:

Bald nach der Verbrühung sind die Entzündungserscheinungen an beiden Ohren fast gleich. Am normalen Ohr werden sie nach 30 Min. etwas stärker. Am 2. Tage zeigt das unempfindlich gemachte stärkere Entzündung, insbesondere stärkeres Ödem. Der weitere Verlauf ist noch schlimmer und das unempfindlich gemachte Ohr ist am 10. Tage, das normale erst am 11. Tage mumifiziert.

#### Versuch 44. Reihe.

In der oben erwähnten Weise wird das rechte Ohr mit 1 proz. Novocainlösung betäubt. Nach 10 Min. zeigt das ganze Ohr vollständige Areflexie. Rechtes Ohr ist etwas hyperämisch. Dann werden beide Ohrensippen mit Chloräthylspray auf 1 Min. erfroren.

##### Links (normal):

- 12 Uhr 30 Min. Während der Erfrierung: Herd: Mit Reif bedeckt, der nach 5 Min. schmilzt. Hof: Gefäße dauernd stark erweitert.
- 12 Uhr 40 Min. Herd: Rote Farbe. Grenze zum Hof ist scharf. Sämtliche Gefäße erweitert. Arterien zeigen keine rhythmische Zusammenziehung. Kein Ödem. Hof: Venen und Arterien im obersten Teil des Hofes auf etwa 1 cm Länge stark verengt, besonders Arterien sehr deutlich. Im übrigen leicht erweitert. Kein Ödem.
- 12 Uhr 50 Min. Diffus rot, allgemein getrübt.
2. Tag. Herd: Bläulich rot, Grenze zum Hof ist stark. Ziemlich starkes Ödem. Gesamte Gefäße stark erweitert, wegen des Ödems kann man sie nicht genau beobachten.
3. Tag. Herd: Dunkelrot. Leichtes Ödem. Gefäße erweitert, besonders die Venen. Arterienstämme führen rhythmische Zusammenziehungen aus. Hof: Gefäße im obersten Teil des Hofes auf etwa 1 cm Länge verengt, im übrigen Hof erweitert. Leichtes Ödem.

##### Rechts (unempfindlich):

- 12 Uhr 30 Min. Während der Erfrierung: Herd: Mit Reif bedeckt, der nach 4—5 Min. schmilzt. Hof: Gefäße dauernd stark erweitert.
- 12 Uhr 40 Min. Herd: Von roter Farbe. Grenze zum Hof ist nicht sehr deutlich. Sämtliche Gefäße erweitert wie links. Arterien zeigen keine Zusammenziehung. Hof: Alle Gefäße erweitert, aber weniger als im Herd. Kein Ödem.
- 12 Uhr 50 Min. Herd: Dunkelrot; aber weniger als links. Trübung desgl.
2. Tag. Herd: Dunkelrot. Grenze zum Hof ist verschwommen. Das Ödem und die Trübung sind stärker als links. Sämtliche Gefäße stark erweitert, aber wegen des Ödems kann man sie schwer beobachten. Hof: Gleich wie links.
3. Tag. Herd: Dunkelrot, leichtes Ödem wie links. In der Mitte des Herdes erscheinen einige dunkelschwärzliche Flecke. Hof: Fast gleich wie links.

Links (normal):

4. Tag. Herd: Wie vorher. Hof: Ganz geringes Ödem.
6. Tag. Herd: Dunkelrot, leicht geschwollen. In der Innenfläche der Ohrlöffel mehrere kleine Blasen. Hof: Nicht mehr hyperämisch. Fast normal.
8. Tag. Herd: Dunkelrot. Spitzenteil ist etwas schwärzlich verfärbt und trocken, im übrigen Teil nassend und etwas angeschwollen. Grenze des Hofes und Herdes ist rötlich verfärbt und stark angeschwollen. Hof: Der obere Teil des Hofes ist etwas hyperämisch, der andere Teil fast normal.
10. Tag. Herd: Spitzenteil schwärzlich, mumifiziert, der sonstige Teil etwas angeschwollen und dunkelrot. Leichtes Ödem. Gefäße sind erweitert. Arterien führen z. T. rhythmische Zusammenziehungen aus. Hof: Normal.
14. Tag. Spitzenteil mumifiziert, der übrige Teil ist rötlich und zeigt Heilungstendenz.

Rechts (anästhesiert):

4. Tag. Herd: Verfärbung und Anschwellung stärker als links. An der Innenfläche der Ohrlöffel wenige Blasen sichtbar. Hof: Geringes Ödem.
6. Tag. Herd: Dunkelrot. Leichte Schwellung. Beide Flächen der Ohrlöffel etwas nassend mit vielen Blasen. Grenze zum Hof scharf. Hof: Normal.
8. Tag. Herd: Spitzenteil im allgemeinen schwärzlich und trocken. Der übrige Teil ziemlich stark nassend und dunkelrot verfärbt. Grenze des Hofes ist stark angeschwollen und rötlich verfärbt. Hof: Ganz gleich wie links.
10. Tag. Herd: Ganz schwärzlich und trocken, mumifiziert. Hof: Normal.

*Zusammenfassung: Versuch 44.*

Bald nach der Erfrierung zeigt die empfindungslos gemachte Seite verzögerte Reaktion. Im weiteren Verlauf geht die Reaktion am cocainisierten Ohr stürmisch vor sich, und das Ohr ist nach 10 Tagen mumifiziert. Das normale Ohr zeigt nach 2 Wochen Heilungstendenz.

**Versuch 45. Reihe.**

In der oben erwähnten Weise wird das rechte Ohr mit 1 proz. Novocainlösung anästhesiert. Nach 10 Min. zeigt das ganze Ohr vollständige Areflexie. Rechtes Ohr etwas hyperämisch.

Nach der Verätzung mit je 2 Tropfen Senföl tritt die Reaktion beim rechten Ohr verzögert ein. Am 2. Tage weisen beide Ohren fast gleiche Veränderungen auf. Im weiteren Verlauf tritt am 8. Tage am normalen punktwise bläuliche Verfärbung auf und am 10. Heilung ein, während das empfindungslose Ohr erst am 15. Tage fleckige Verfärbung zeigt und dann ebenfalls geheilt erscheint.

*Zusammenfassende und vergleichende Übersicht der Ergebnisse der Versuche am Ohr während der Anästhesie.*

Nach der Unempfindlichmachung des Kaninchenohres mit 1 proz. Novocainlösung tritt bald darauf eine ziemlich starke Hyperämie ein, die aber bald fast völlig nachläßt. Nur wenn das Ohr vollständig unempfindlich ist, bleibt ganz leichte Hyperämie bestehen.

Werden noch Wärmereize ( $51-53^{\circ}\text{C}$  physiologische Kochsalzlösung) auf beide Ohren gleichzeitig angewendet, so erscheinen während der Verbrühung beide Ohren fast gleich gerötet.

Kurz nach der Verbrühung ist die Hyperämie im Herde am normalen Ohr viel stärker als am anästhesierten, im Hof aber ist sie zuerst gleich, bald darauf läßt sie am normalen Ohr nach, am operierten bleibt sie längere Zeit bestehen.

Nach 20 Min. tritt im Herde am normalen Ohr eine Trübung des Gewebes ein, und in der Umgebung der Gefäße ist besonders gut ein Ödem zu sehen.

Am anästhesierten Ohr, das stark hyperämisch im Herde und Hofe ist, kann man zunächst kein Ödem sehen, erst nach einigen Stunden tritt allmählich das Ödem zutage.

Am 2. Tage sind an beiden Ohren die gleichen Entzündungserscheinungen zu sehen.

Am 3. Tage ist im Herde am unempfindlichen Ohr die ödematöse Schwellung viel stärker,

am 5. Tage treten Blasen auf,

am 8. Tage wird der Herd dunkel und halbdurchsichtig,

am 10. Tage ist der ganze Herd mumifiziert.

Im Herde am normalen Ohr treten die Blasen erst nach 8 Tagen ein. Am 10. Tage ist der Spitzenteil stellenweise, am 12. Tage der ganze Herd mumifiziert.

Derselbe Versuch wird dann mit noch stärkerem Wärmereiz ( $54$  bis  $56^{\circ}\text{C}$ ) ausgeführt. Anfangs sind die Entzündungserscheinungen an beiden Ohren gleich, nur die Hyperämie ist am anästhesierten Ohr stärker. Doch nach 30 Min. tritt das Umgekehrte ein, und die Hyperämie und Trübung ist jetzt am normalen Ohr viel stärker als am anästhesierten. Dagegen ist am 2. Tage das Ödem und die Hyperämie am anästhesierten Ohr viel stärker; am 4. Tage treten Blasen auf, am 8. Tage wird das Ohr ganz schwarz, am 10. Tage ist das Ohr mumifiziert. Am normalen Ohr treten die Blasen erst am 6. Tage auf, am 11. Tage ist das Ohr mumifiziert.

Beim Kältereizversuch mit Chloräthylspray tritt die Trübung im Herde am normalen Ohr viel schneller ein. Am 2. Tage ist am unempfindlichen Ohr das Ödem und die Trübung viel stärker als am normalen.

Am 4. Tage treten Blasen auf, am 8. Tage ist das Ohr fast schwarz, und am 9. Tage ist es mumifiziert. Der Spitzenteil am normalen Ohr ist am 8. Tage stellenweise schwarz und am 14. Tage mumifiziert, der andere Teil des Herdes ist mit rötlicher Narbe geheilt. Beim Versuch mit Senföl tritt im Herde am normalen Ohr die Hyperämie nach 2 Min. ein; am anästhesierten erst nach 6 Min. Nach 10 Min. tritt im Herde am normalen Ohr eine leichte Trübung auf, das ganze Ohr wird hyperämisch, am unempfindlichen Ohr tritt keine Trübung, sondern nur Hyperämie auf.

Nach 3 Stunden tritt am normalen Ohr das Ödem ein, am anästhesierten Ohr kann man ebenfalls Ödem bemerken. Am 2. Tage sind die Entzündungserscheinungen an beiden Ohren gleich. Am 5. Tage treten im Herde des anästhesierten Ohres Blasen auf, der Herd ist dunkelbläulich gefärbt und bedeckt sich am 12. Tage mit einer Kruste. Im Herde des normalen Ohres treten keine Blasen ein, sondern kleine dunkle Punkte, und das Ohr ist bald geheilt.

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß die zuerst einsetzenden Entzündungserscheinungen — man könnte sagen die „Entzündungsvorboten“ — wie Blutüberfüllung und wässrige Durchtränkung am normalen Ohr stärker sind als an örtlich betäubten und auch rascher einsetzen, daß aber im weiteren Verlauf der Entzündung die Erscheinungen am betäubten Ohr stärkere und länger dauernde sind als am normalen, so z. B. am anästhesierten Ohr Blasenbildung früher eintritt und stärker ist, so daß bei einem leichten Reiz die Blasenbildung am normalen Ohr sogar ganz ausbleiben kann, dafür aber die Heilung im allgemeinen am normalen Ohr rascher vor sich geht. Aus diesen Versuchen möchte ich folgern, daß nervenlose und nervenintakte Stellen nicht wesentlich verschieden auf Reize reagieren, sondern daß nur hinsichtlich der Dauer und Stärke der Reaktion, im ganzen übrigens geringfügige Verschiedenheiten vorhanden sind.

## **II. Nervendurchschneidung und Entzündungsreiz-Anwendung.**

### **A. Versuche mit Senföl an der Conjunctiva kurz nach der Trigemini-durchschneidung.**

#### **Versuch 152. Reihe.**

Die wie oben ausgeführte Durchschneidung des rechten Trigeminus war einwandfrei gelungen. Sofortige Areflexie des rechten Auges. Makroskopisch: ohne Besonderheiten, mikroskopisch: Strombahn etwas erweitert, Strömung teilweise beschleunigt. Nach 3 Std.: der Reflex des rechten Auges fehlt vollständig. Strombahn leicht erweitert, besonders Pericornealstrombahn. Strömung im allgemeinen verlangsamt. Darauf wird in die beiden Augen gleichzeitig ein Tropfen Senföl geträufelt.

## Links (normales Auge):

- 2 Uhr 30 Min. Sofortige Hyperämie. Strombahn im allgemeinen stark erweitert. Strömung teils verlangsamt, teils beschleunigt, in den oberflächlichen Capillaren stellenweise Stase sichtbar. Hornhaut klar. Weder Ödem noch Petechien.
- 2 Uhr 34 Min. Mikroskopisch: Ganz leichtes Ödem sichtbar. Stase nimmt zu.
- 2 Uhr 40 Min. Makroskopisch: Leichtes Ödem nachweisbar. Hyperämie nimmt zu. Mikroskopisch: Strombahn, besonders pericorneale Gefäße stark erweitert. Oberflächliche Gefäße zeigen allgemeine Stase oder verlangsamte Strömung. Hornhaut klar.
- 2 Uhr 45 Min. Hyperämie und Ödem nehmen zu. Das ganze Auge ist im allgemeinen ödematös angeschwollen. Mikroskopisch: Gesamte Strombahn stark erweitert. In den oberflächlichen Gefäßen allgemeine Stase. Strömung der etwas größeren Gefäße ist verlangsamt. Hornhaut klar.
- Nach 3 Stunden: Hyperämie und starkes Ödem. Nur Conjunctiva tarsi zum Teil sichtbar. Gefäße stark erweitert mit allgemeiner Stase. Hornhaut klar.
2. Tag. Lider mit Eiter verklebt. Hyperämie und starkes Ödem. Strombahn erweitert. In den oberflächlichen Gefäßen im allgemeinen Stase. Hornhaut leicht diffus trübe.
3. Tag. Hyperämie. Das Ödem nimmt ab und wird leichter als rechts. Geringe Eiterung. Mikroskopischer Befund wie vorher.
4. Tag. Hyperämie. Etwas Eiter im Conjunctivalsack. Das Ödem nicht mehr vorhanden. Hornhaut leicht diffus getrübt. Mikroskopisch: Strombahn erweitert. Strömung: Teils Stase, teils verlangsamt. Keine Petechien.
5. Tag. Etwas Eiter im Conjunctivalsack. Leichte Hyperämie. Kein Ödem. Hornhaut im oberen Teil leicht getrübt. Mikroskopisch: Wie vorher.

## Rechts (operiertes Auge):

- 2 Uhr 30 Min. Sofortige Hyperämie, aber leichter als links. Strombahn erweitert. Strömung im allgemeinen verlangsamt, in den oberflächlichen Gefäßen teils Stase, teils Stockung. Hornhaut klar. Weder Ödem noch Petechien.
- 2 Uhr 34 Min. Mikroskopisch: Im Verlauf der Beobachtung entwickelt sich leichtes Ödem.
- 2 Uhr 40 Min. Makroskopisch: Man kann ganz leichtes Ödem im medialen Conjunctiventeil nachweisen. Das Ödem ist bedeutend geringer als links. Die Hyperämie nimmt zu. Mikroskopisch: Fast gleich wie links. Hornhaut klar, aber etwas matt.
- 2 Uhr 45 Min. Ödem nimmt zu, aber bedeutend weniger als links. Hyperämie ist fast gleich wie links. Mikroskopisch: Gesamte Strombahn stark erweitert. In den oberflächlichen Gefäßen allgemeine Stase. Hornhaut etwas matt.
- Nach 3 Stdn.: Starke Hyperämie, wie links. Das Ödem ist geringer als links. Mikroskopischer Befund ist fast gleich wie links. Hornhaut etwas getrübt.
2. Tag. Lider mit Eiter verklebt. Hyperämie und Ödem fast gleich wie links. Strombahn erweitert, allgemeine Stase. Hornhaut diffus getrübt, und zwar etwas stärker als links.
3. Tag. Lider eitrig verklebt. Ödem etwas stärker als links. Mikroskopischer Befund wie links.
4. Tag. Hyperämie stärker als links, mäßiger Eiter. Leichtes Ödem. Hornhaut diffus getrübt, und zwar stärker als links. Mikroskopisch: Strombahn erweitert. Strömung: teils Stase, teils verlangsamt.
5. Tag. Wenig Eiter. Hornhaut diffus getrübt. Hyperämie stärker als links. Ödem nicht mehr vorhanden. Mikroskopischer Befund fast gleich wie links.

**Links (normales Auge):**

7. Tag. Kein Eiter mehr. Hornhaut klar. Leichte Hyperämie der Conjunctiven. Mikroskopisch: Strombahn, besonders die pericorneale erweitert. Strömung im allgemeinen langsam.

**Rechts (operiertes Auge):**

7. Tag. Etwas Eiter. Hyperämie stärker als links. Hornhaut diffus trübe. Pericornealinjektion mäßig. Mikroskopisch: Strombahn erweitert mit teilweiser Stase. In der tiefen Schicht ist die Erweiterung stärker. Pericorneale Gefäße vermehrt und erweitert, am Rande der Hornhaut sind Capillaren vorhanden.

*Zusammenfassung: Versuch 152.*

Nach der Durchschneidung des Trigeminus sind die Gefäße der betreffenden Seite erweitert, und die Strömung in ihnen ist verlangsamt. Das Ödem an der operierten Seite entsteht verzögert, d. h. erst 6 Min. nach der Senfö-Reizausübung; während die normale Seite schon nach 4 Min. ein Ödem aufweist. Nach 3 Stdn. ist das Ödem auf beiden Augen ungefähr gleich. Am 3. Tage wird das Ödem der normalen Seite erheblich schwächer. Auf der operierten Seite ist das Ödem noch ausgesprochen. Die Hyperämie tritt im Anfang auf der operierten Seite leichter auf, im weiteren Verlauf wird sie nach 3 Stdn. beiderseits gleich. Es zeigt sich nun, daß auf der normalen Seite die Hyperämie abnimmt, während sie auf der operierten Seite ziemlich stark verharret. Die Hornhaut ist nach 3 Stdn. schon auf der operierten Seite glanzlos; während sie auf der normalen noch klar ist. Am 2. Tage sind beide Hornhäute getrübt, und zwar ist die normale Seite weniger trübe als die operierte. Im weiteren Verlauf ist nach einer Woche schon die Hornhaut der normalen Seite klar; während die operierte Seite noch stärkere Trübung zeigt.

**Versuch mit Wärmereiz an der Conjunctiva kurz nach der Trigeminusdurchschneidung.**

**Versuch 153. Reihe.**

In oben erwähnter Weise wird der rechte Trigeminus vollständig durchgeschnitten. Sofort verschwindet der Hornhautreflex vollständig. Makroskopisch: Keine Veränderung nachweisbar. Mikroskopisch: Strombahn fast normal, Strömung etwas langsam. Nach 3 Stdn.: Areflexie. Strombahn, besonders die pericorneale, leicht erweitert. Strömung teils normal, teils verlangsamt. Darauf werden die beiden Conjunctiven und Hornhäute eine Minute lang mit 54° C warmer physiologischer Kochsalzlösung berieselt.

**Links (normales Auge):**

- 11 Uhr 30 Min. Schon während der Berieselung ist starke Hyperämie nachweisbar. Mikroskopisch: Gesamte Strombahn stark erweitert. Strömung im allgemeinen sehr verlangsamt, Stase in einer Anzahl von oberflächlichen Capillaren. Hornhaut klar. Nach 3 Min. leichtes Ödem. Allgemeine Stase.

**Rechts (operiertes Auge):**

- 11 Uhr 30 Min. Während der Berieselung entsteht starke Hyperämie wie links. Gesamte Strombahn, besonders die pericorneale stark erweitert. Einige Petechien nachweisbar. Strömung teils verlangsamt, teils stockend. Stase auch in den oberflächlichen Capillaren. Hornhaut klar.



## Links (normales Auge):

- 11 Uhr 35 Min. Hyperämie nimmt zu. Ödem schon makroskopisch nachweisbar. Allgemeine Stase. Hornhaut klar.
- 11 Uhr 45 Min. Starke Hyperämie. Mäßiges Ödem. Lider mäßig ödematös angeschwollen. Strombahn stark erweitert, allgemeine Stase. Hornhaut klar. Keine Petechien.
- 3 Uhr 30 Min. Starke Hyperämie. Starkes Ödem. Lider sind stark ödematös verdickt. Hornhaut ganz leicht gleichmäßig trübe. Strombahn stark erweitert, allgemeine Stase.
2. Tag. Geringe Hyperämie. Ganz leichtes Ödem. Etwas Eiter im Conjunctivalsack. Hornhaut leicht getrübt, die untere Hälfte schwächer. Mikroskopisch: Strombahn erweitert. Strömung teils langsam, teils Stase in den oberflächlichen Capillaren. Eine neue kleine Blutung.
3. Tag. Geringe Hyperämie. Ödem nicht mehr vorhanden. Hornhaut ganz leicht getrübt. Mikroskopischer Befund: Wie vorher.
5. Tag. Hyperämie makroskopisch nicht nachweisbar. Kein Ödem. Keine Corneatrübung. Mikroskopisch: Strombahn leicht erweitert. Strömung langsam, Stase in einer Anzahl oberflächlicher Capillaren sichtbar.
7. Tag. Makroskopisch ohne nachweisbare Veränderung.
10. Tag. Normales Aussehen. Mikroskopisch: Strombahn nicht mehr erweitert. Strömung teils schnell, teils langsam. In einigen Capillaren noch Stase.
15. Tag. Normales Aussehen. Mikroskopisch: Pericorneale und tiefe Gefäße etwas erweitert, sonst normal. Strömung: Schnell.
- bahn leicht erweitert. Strömung langsam. Einige neue Petechien und in ihrer Umgebung eine Anzahl von Stasen.

## Rechts (operiertes Auge):

- 11 Uhr 35 Min. Ganz geringes Ödem beobachtbar. Stase der Capillaren nimmt zu. Hornhaut klar.
- 11 Uhr 45 Min. Starke Hyperämie wie links. Leichtes Ödem. Strombahn stark erweitert. Einige Petechien. Allgemeine Stase. Hornhaut etwas matt.
- 3 Uhr 30 Min. Starke Hyperämie wie links. Mäßiges Ödem, schwächer als links. Hornhaut etwas stärker als links diffus getrübt. Mikroskopisch: Strombahn stark erweitert, allgemeine Stase, Einige Blutungen.
2. Tag. Weniger Eiter als links. Hyperämie etwas stärker als links. Leichtes Ödem. Hornhauttrübung ist stärker als links. Mikroskopisch: Strombahn erweitert. Strömung: In den oberflächlichen Gefäßen Staße. In den tiefen Gefäßen verlangsamt.
3. Tag. Hyperämie stärker als links. Ödem ist noch vorhanden. Hornhautgetrübt. Mikroskopisch: Strombahn erweitert. Zahl der Gefäße gegen links vermehrt. Strömung im allgemeinen stark verlangsamt. Stase in den oberflächlichen Capillaren.
5. Tag. Hyperämie. Kein Ödem. Hornhaut leicht getrübt. Etwas Eiter. Mikroskopisch: Strombahn erweitert. Strömungsverlangsamt, stellenweise Stase.
7. Tag. Leichte Hyperämie. Hornhaut leicht fleckig trübe. Kein Ödem, keine Petechien.
10. Tag. Leichte Hyperämie, besonders der pericorneare Teil zeigt geringen Eiter im Conjunctivalsack. Hornhaut leicht getrübt, in der Mitte kleine Geschwüre. Mikroskopisch: Strombahn erweitert. Strömung im allgemeinen langsam.
15. Tag. Pericornealteil etwas hyperämisch, sonst keine Besonderheiten. Hornhaut klar mit Ausnahme des zentralen Teils. Geschwüre noch vorhanden. Mikroskopisch: Strom-

*Zusammenfassung: Versuch 153.*

Nach der Operation (der Trigeminusdurchschneidung) Strombahn erweitert. Strömung verlangsamt. Nach der Reizwirkung entsteht beiderseits fast gleich starke Hyperämie. Auf der normalen Seite ist die Hyperämie bald verschwunden; während sie auf der operierten Seite bleibt und bis zu dem am 18. Tage des Versuchs eintretenden Tode noch sichtbar ist. Das Ödem tritt auf der operierten Seite verzögert auf und ist von vornherein schwächer. Dagegen ist die Aufsaugung stark verzögert gegenüber der normalen Seite. Die Hornhaut reagiert auf der operierten Seite erheblich stärker. Die normale Seite zeigt am 5. Tage klares Aussehen, während auf der operierten die Trübung bis zum 18. Tage noch nicht verschwunden ist. Trotzdem die operierte Seite sorgfältig geschützt wurde, entsteht am 10. Tage ein Geschwür auf der Cornea.

**Versuch mit Kältereiz an der Conjunctiva bald nach der Trigeminusdurchschneidung.**

**Versuch 165. Reihe.**

Der rechte Trigeminus wird in oben erwähnter Weise vollständig durchgeschnitten. Sofort verschwindet der Reflex des Auges. Nach 3 Stdn.: vollständige Areflexie. Mikroskopisch: Strombahn ohne Besonderheit. Strömung in einer Anzahl der Gefäße etwas verlangsamt. Dann werden die beiden Augen auf 1½ Min. mit Chloräthylspray erfroren. Der Reif schmilzt beiderseits nach 3 Min.

Links (normal):

12 Uhr. Sofort nach dem Schmelzen des Reifes leichte Hyperämie der Conjunctiven. Strombahn erweitert. Strömung teils schnell, teils langsam, einige Petechien in der Conjunctiva bulbi sichtbar. Hornhaut klar.

12 Uhr 5 Min. Hyperämie nimmt stark zu. Strombahn stark erweitert. In den oberflächlichen Capillaren allgemeine Stase. Mittlere und größere Gefäße zeigen im allgemeinen stark verlangsamte Strömung. Petechien nehmen zu und sind vergrößert. 6 Min. nach der Reizwirkung erst ganz leichtes Ödem in den Conjunctiven nachweisbar.

12 Uhr 10 Min. Das Ödem schon makroskopisch deutlich nachweisbar. Hyperämie stärker als rechts, aber weniger Petechien als rechts. Mikroskopischer Befund wie vorher.

Rechts (operiertes Auge):

12 Uhr. Sofort nach dem Schmelzen des Reifes Auge blaß, keine Hyperämie. Strombahn teils verengt, teils erweitert. Strömung im allgemeinen schnell. Hornhaut klar.

12 Uhr 5 Min. Hyperämie nimmt in gleichem Maße zu wie links. In den oberflächlichen Gefäßen ist stellenweise Stase vorhanden. Die sonstigen Gefäße zeigen ganz verlangsamte Strömung. Mäßige Petechien in der Conjunctiva bulbi, besonders im pericornealen Teil, stärker als links. Kein Ödem. Hornhaut klar.

12 Uhr 10 Min. Hyperämie ist geringer als links, aber Petechien mehr als links. Kein Ödem. Hornhaut klar. Mikroskopisch: Strombahn stark erweitert. In den oberflächlichen Gefäßen Stase.

## Links (normal):

- 12 Uhr 15 Min. Starke Hyperämie. Das Ödem nimmt stark zu, deswegen kann man nur Conjunctiva tarsi und Hornhaut sehen.
- 12 Uhr 20 Min. Das Ödem ist sehr hochgradig. Die Blindhaut springt aus der Augenspalte hervor. Nur ein Teil der Hornhaut sichtbar. Sie ist klar.

Nach 3 Stunden: Wegen des Ödems unübersichtlich. Hornhaut ist im allgemeinen klar. Die Gefäße der Conjunctiva tarsi zeigen allgemeine Stase.

2. Tag. Lider eitrig verklebt. Hyperämie. Leichtes Ödem. Oberteil der Hornhaut getrübt. Mikroskopisch: Strombahn erweitert, Strömung langsam, Stase in einer Anzahl von Gefäßen.
3. Tag. Etwas Eiter im Conjunctivalsack. Leichte Hyperämie. Das Ödem ist verschwunden. Hornhauttrübung wie vorher. Strombahn und Strömung wie vorher.
4. Tag. Hornhauttrübung ist verschwunden. Leichte Hyperämie. Die Petechien sind verschwunden. Weder Eiter noch Ödem vorhanden. Mikroskopisch: Strombahn erweitert. Strömung im allgemeinen verlangsamt. In einigen Capillaren Stase.
6. Tag. Normales Aussehen. Mikroskopischer Befund wie vorher.
9. Tag. Normales Aussehen. Mikroskopisch: Strombahn leicht erweitert, Strömung teils schnell, teils normal, aber noch einige Stasen in den oberflächlichen Gefäßen.

## Rechts (operiertes Auge):

- 12 Uhr 15 Min. Ganz leichtes Ödem in der Conjunctiva bulbi. Starke Hyperämie. Mikroskopischer Befund wie vorher.
- 12 Uhr 20 Min. Leichtes Ödem. Starke Hyperämie. Hornhaut klar. Petechien vergrößert und vermehrt. Mikroskopisch: Strombahn stark erweitert mit allgemeiner Stase. Tiefe pericorneale Gefäße stark erweitert und ganz langsame Strömung zeigend.

Nach 3 Stdn.: Mäßiges Ödem. Starke Hyperämie. Strombahn erweitert. In den oberflächlichen Gefäßen Stase. Tiefe Pericornealgefäße stark hyperämisch bei stark verlangsamter Strömung. Hornhaut ist etwas matt.

2. Tag. Etwas Eiter. Hyperämie der Conjunctiven wie links. Ödem stärker als links. Hornhaut gleichmäßig getrübt. Mikroskopischer Befund fast gleich wie links.
3. Tag. Etwas Eiter wie links. Hyperämie, besonders pericorneale Hyperämie etwas stärker als links. Ganz geringes Ödem. Hornhaut gleichmäßig getrübt. Mikroskopisch: Strombahn erweitert, allgemeine Stase in den oberflächlichen Gefäßen.
4. Tag. Ödem nicht mehr vorhanden. Hyperämie stärker als links. Hornhaut diffus getrübt. Mikroskopisch: Strombahn noch mäßig stark erweitert. Ausgedehnte Stase in den oberflächlichen Gefäßen, die übrigen Gefäße zeigen im allgemeinen stark verlangsamte Strömung. Einige neue Petechien in der oberen Conjunctiva.
6. Tag. Hyperämie, besonders im Pericornealteil. Corneatrübung etwas leichter. Mikroskopisch: Wie vorher.
9. Tag. Hyperämie. Hornhauttrübung noch vorhanden. Mikroskopisch: In der Hornhaut viele Capillaren sichtbar, sonst wie vorher.

Links (normal):

13. Tag. Normales Aussehen. Mikroskopisch: Strombahn im allgemeinen nicht mehr erweitert, nur die tiefen pericornealen Gefäße sind noch etwas erweitert. Strömung fast normal.

25. Tag. Normal. Mikroskopisch: Strombahn normal. Strömung im allgemeinen schnell.

Rechts (operiertes Auge):

13. Tag. Etwas Eiter im Conjunctivalsack. Geringe Hyperämie der Conjunctiven, etwas stärkere Pericornealinjektion. Hornhauttrübung ist leicht mit Ausnahme des mittleren Teils. Mikroskopisch: Viele Capillaren in der Hornhaut mit verlangsamter Strömung.

25. Tag. Hornhaut ist nur in der Mitte getrübt. Hyperämie noch vorhanden. Mikroskopisch: In der Hornhaut ziemlich große Gefäße, Strömung langsamer. Pericorneale Gefäße gleichfalls etwas erweitert. Strombahn der Conjunctiva leicht erweitert. Strömung teils schnell, teils langsam.

*Zusammenfassung: Versuch 165.*

Auf der operierten Seite sind anfangs mehr Petechien bei geringerer Hyperämie festzustellen, nach 5 Min. ist indessen die Hyperämie beiderseits gleich stark. Im weiteren Verlauf ist auf der operierten Seite besonders im pericornealen Teil stärkere Hyperämie vorhanden. Schon nach 6 Min. entsteht auf der normalen Seite ein Ödem, auf der operierten Seite dagegen erst nach 15 Min. Das Ödem der operierten Seite ist weniger ausgesprochen, hält aber länger an als auf der normalen Seite. Die Hornhauttrübung ist auf der normalen Seite von Anfang an schwächer und schwindet nach dem 5. Tage. Auf der operierten Seite ist sie selbst am 25. Tage noch nicht ganz verschwunden.

*Allgemeine zusammenfassende Übersicht über die Augenversuche sofort nach einseitiger Trigeminiisdurchschneidung.*

Nach der Durchschneidung des Trigeminus entsteht, wie Schiff, Graefe, Bernard und Cohn schon früher festgestellt haben, Hyperämie im betr. Auge. Erweiterung der Gefäße und Temperatursteigerung wurde nach Resektion des N. trigeminus auf der entsprechenden Kopfhälfte im Verzweigungsgebiete dieser Nerven gesehen.

Ricker hat mittels des Hornhautmikroskops festgestellt, daß Gefäß-erweiterung sowie Verlangsamung der Strömung nach der Trigeminiisdurchschneidung eintritt. Bei meinen Versuchen treten, dem Grade nach verschieden, gleiche Erscheinungen nach der Trigeminiisdurchschneidung auf.

Die Reizeinwirkung bald nach der Trigeminiisdurchschneidung ergab folgende Befunde. Ein bedeutsames, für alle Versuche gemeinsames Ergebnis ist die Anfangsreaktion. Es treten nämlich die Entzündungs-

erscheinungen bei der operierten Seite verspätet und etwas leichter auf. Besonders bei dem Ödem ist diese Erscheinung deutlich zu beobachten. Sehr bedeutend ist der zeitliche Unterschied bei dem Kälteversuch. Es tritt hier das Ödem an der normalen Seite nach 6 Min., an der operierten Seite erst nach 15 Min. auf. Im weiteren Verlauf tritt das Ödem des operierten Teils erheblich schwächer als beim normalen auf. Die Resorption tritt bei der normalen Seite regelmäßig früher auf, während sie auf der operierten Seite verspätet und träg auftritt.

Die Hyperämie des Auges tritt im Anfangsstadium bei einigen Versuchen am operierten Auge leichter auf, bei einigen ungefähr gleich stark. Aber der mikroskopische Befund zeigt, daß die Zirkulationsstörungen etwas stärker sind. Die Stasen treten stärker auf und bleiben längere Zeit bestehen.

Weiterhin verläuft die Reaktion beim normalen Auge regelmäßig und schneller, und die Heilung erfolgt frühzeitig, wogegen sie am operierten Auge verspätet und weniger gut eintritt. Besonders die Pericornealhyperämie ist auf der operierten Seite hartnäckiger wegen der langdauernden Corneatrübung.

Die Hornhauttrübung tritt im Anfangsstadium bei operiertem Auge in gleicher Stärke, manchmal auch heftiger auf. Im weiteren Verlauf tritt die Heilung der Hornhaut beim operierten Auge verzögert ein. Die Trübung verschlimmert sich sogar in einigen Fällen; während sie beim normalen Auge regelmäßig und frühzeitig heilt.

Die Eiterbildung tritt in vielen Fällen bei beiden Seiten in gleichem Grade auf. Im weiteren Verlauf dagegen erweist sie sich auf der operierten Seite als länger andauernd.

Schon früher haben viele Autoren, wie *Spiess*, *Bruce*, *Engelhardt*, *Zenker*, *Nägeli*, *Wehner* und *Meyer*, die Wirkung der Ausschaltung der Sensibilität mittels der üblichen Methoden untersucht. Die Forscher haben gefunden, daß eine Ausschaltung der Empfindung günstig auf die Heilung der Entzündung einwirkt.

Meine Ergebnisse zeigen, daß eine Durchschneidung des N. trigeminus zunächst eine Erweiterung der Strombahn und Hyperämie des Auges veranlaßt.

Dabei kann man gut erkennen, wie die Strombahn der Gefäße erweitert ist; diese Hyperämie gibt meiner Meinung nach der Entzündung zunächst einen günstigen Verlauf. Durch meine Versuche kann ich auch bestätigen, daß im Anfangsstadium nach Durchschneidung der Nerven bei dem dazugehörigen Auge die Entzündungserscheinungen verzögert und leichter auftreten; dagegen bleibt im weiteren Verlauf die Entzündung an dem empfindungslosen Auge länger bestehen und nimmt einen ungünstigen Ausgang.

Schon früher haben zahlreiche experimentelle Untersuchungen der Forscher auf dem Gebiete der Physiologie und Pathologie gezeigt, daß beim empfindungslosen Auge (Trigeminusdurchschneidung), wenn es nicht sorgfältig vor Reizen geschützt wird, schon eine geringe schädigende Veranlassung, die am normalen Auge keine nennenswerten Folgen nach sich zieht, schwere Kreislaufstörungen zur Folge hat, die der erhöhten Wirkung dieser schwachen Reize zuzuschreiben ist.

Bei meinen Versuchen kam es mir immer darauf an, dem Einwand zu begegnen, daß keine anderen als die künstlichen Reize meine Beobachtung stören, deshalb habe ich nach Durchschneidung der Nerven unempfindliche und normale Augen sofort aufs sorgfältigste geschützt, nachdem ich vorher beide gereizt hatte.

Trotzdem kann man sagen, daß bei dem anästhesierten Auge die Heilung der Entzündung langsamer verlief.

Umgekehrt muß man dann annehmen, daß die Erhaltung des Nervenapparats einen günstigen Einfluß auf die Heilung und den Verlauf der Entzündung nehmen muß.

## **B. Versuch mit verschiedenen Reizen am Ohr bald nach der Durchschneidung des Halssympathicus und N. auricularis major et minor.**

### **Versuch 107. Reihe** (zwei junge Kaninchen).

Diese Versuche wurden mit Rücksicht auf die erst zu besprechenden Einwände von *Samuel* nicht an ein und demselben Tier vorgenommen; sondern es wurden 2 verschiedene Tiere miteinander verglichen. Bei einem Kaninchen werden die Halssympathicusganglien und Halssympathicusgeflechte vollständig ausgeräumt, gleichzeitig die Nn. auricularis major et minor auf ca. 3 cm Länge entfernt, während ein normales Tier als Vergleichstier benutzt wird. Die Nervendurchschneidung hat eine starke Erweiterung der Strombahn und eine Verlangsamung des Blutstromes bewirkt.

Dann werden beide Kaninchenohren enthaart und die oberen Ohrfünftel gleichzeitig auf 2 Min. in 52—50° C warmer physiologischer Kochsalzlösung eingetaucht.

#### **Normales Kaninchenohr:**

12 Uhr. Während der Verbrühung sind im ganzen Ohr alle Gefäße stark erweitert, ihre Zahl stark vermehrt. Nach der Verbrühung: Herd: Erweiterung der Gefäße bleibt zunächst bestehen bei gleichmäßiger Capillarhyperämie. Grenze zum Hof verhältnismäßig scharf, kein Ödem. Hof: Gefäße bleiben erweitert, aber weniger als im Herd, die Arterien reagieren auf mechanischen Reiz.

#### **Nervenloses Kaninchenohr:**

12 Uhr. Während der Verbrühung. Sofort stärkste Gefäßerweiterung im ganzen Ohr. Grenze des Herdes und Hofes undeutlich. Nach der Verbrühung. Herd und Hof kann man nicht unterscheiden, im ganzen Ohr starke Hyperämie. Gefäße stark erweitert, auf mechanische Reize reagieren die Arterien wenig.

## Normales Kaninchenohr:

- 2 Uhr. Herd: Von bläulich roter Farbe, leichtes Ödem, Strombahn erweitert, Strömung wegen der Trübung nicht sichtbar.
2. Tag. Im ganzen Ohr leichtes Ödem. Herd: bläulich rot, zeigt Capillärhyperämie und ist ziemlich verdickt. Hof: Leichte Hyperämie und leichtes Ödem.
3. Tag. Herd: Dunkelrot. Leicht verdickt und trübe. Keine Reaktion auf mechanischen Reiz und keine rhythmischen Zusammenziehungen der Arterien. Hof: Gefäßzahl leicht vermehrt, Gefäße leicht erweitert.
5. Tag. Herd: Von dunkelroter Farbe. Trübung und Verdickung. Arterienstamm zeigt rhythmische Zusammenziehung. Gesamte Strombahn erweitert. Hof: Kein Ödem. Keine Hyperämie.
7. Tag. Herd: Dunkelrot. Trübung wie vorher. Anschwellung nimmt etwas zu, an der Innenfläche sieht man kleine Blasen. Hof: Im obersten Teil etwas gerötet und angeschwollen, sonst normal.
9. Tag. Herd: Dunkelrot. Mäßige Anschwellung und Trübung. An der Innenfläche des Ohrloffels sind Blasen und nässende Stellen. Sämtliche Gefäße sind erweitert. Hof: Fast normal.
11. Tag. Von schwärzlich roter Farbe. Anschwellung heftiger als rechts. Die Innenfläche des Ohrloffels ist mit einer schwarzen, trockenen Kruste bedeckt. Hof: Normal.
13. Tag. Herd: Die Kruste löst sich ab, und ein leichtes Geschwür bleibt zurück. Im allgemeinen von roter Farbe, leichte Anschwellung. Strombahn erweitert. Alle Gefäße von Blut durchströmt. Hof: Normal.
15. Tag. Herd: Rot. Leicht verdickt. Gesamte Gefäße erweitert, und ihre sichtbare Zahl ist vermehrt, aber gut funktionierend, d. h. keine Stase vorhanden. Hof: Normal.

## Nervenloses Kaninchenohr:

- 2 Uhr. Herd: Von bläulichroter Farbe, mäßiges Ödem, stärker als links. Strombahn erweitert. Grenze zum Hof wird etwas deutlicher.
2. Tag. Herd ist fast gleich wie links. Hof: Hyperämie stärker als links. Ödem des Herdes und Hofes wie links.
3. Tag. Im ganzen Ohr mäßige Hyperämie und leichtes Ödem. Herd: Fast gleich wie links, nur etwas stärkere Rötung. Grenze zum Hof deutlich. Hof: Hyperämie stärker als links.
5. Tag. Herd: Von dunkelroter Farbe. Trübung und Anschwellung fast gleich wie links. Gesamte Strombahn erweitert. Die Gefäße reagieren auf mechanische Reize. Hof: Stärkere Hyperämie als links.
7. Tag. Herd: Dunkelrot, aber etwas heller als links. Schwellung schwächer als links. An der Innenfläche kleine Blasen. Hof: Etwas hyperämisch.
9. Tag. Der Herd zeigt rote Färbung. Anschwellung und Trübung schwächer als links. Arterien ziehen sich rhythmisch bei erweiterter Strombahn zusammen. Hof: Im allgemeinen mäßige Hyperämie.
11. Tag. Herd: Von hellroter Farbe, sehr wenig geschwollen. Strombahn leicht erweitert, die Zahl der leicht erweiterten Gefäße vermehrt, auf mechanische Reize gut reagierend und fast normal strömend. Hof: Leicht hyperämisch.
13. Tag. Herd: Leicht rötlich und leicht angeschwollen. Narbig geheilt. Im ganzen Ohr ist gesamte Strombahn leicht erweitert und die sichtbare Zahl der leicht erweiterten Gefäße vermehrt.
15. Tag. Herd: Leicht rötlich. Narbig ausgeheilt. Das ganze Ohr ist hyperämisch.

*Zusammenfassung: Versuch 107.*

Die *N. auricularis major et minor* wie das Halssympathicusgeflecht werden einseitig ausgeräumt, so daß die Ohrspitze gänzlich nervenlos ist. Es werden nur verglichen ein in der Ohrspitze nervenloses und ein normales Kaninchen, nachdem gleiche Reize zur Einwirkung kamen. Sofort nach der Verbrühung reagieren beide Ohrspitzen gleichmäßig. Nach einigen Stunden aber entsteht auf der nervenfreien Seite ein stärkeres Ödem. Am 2. Tage zeigen beide Ohren fast gleiche Entzündungsstärke. Und vom 3. Tage an zeigt das nervenfreie Ohr etwas stärkere Entzündungserscheinungen. Nach einer Woche werden am nervenfreien Ohr die Entzündungserscheinungen wieder leichter als am normalen, und nach 11 Tagen nehmen die Entzündungserscheinungen am nervenfreien Ohr schneller ab, um am 15. Tage mit Vernarbung in Heilung zu enden. Das normale Ohr ist nach 15 Tagen noch nicht geheilt.

Die Heilung am nervenfreien Ohr nimmt einen kurzen aber sehr stürmischen Verlauf, im Gegensatz zum normalen Ohr, dessen Heilung langsamer und ruhiger abläuft.

Außer diesen Versuchen wurde noch ein Doppelversuch in der Weise angestellt, daß bei den Kaninchen, denen links der Sympathicus und die *Nn. auricul. reseziert* waren, das Ohr der nicht operierten Seite zum Vergleich verwendet wurde. Die Verbrühungstemperatur betrug 50—52°, die Dauer des Reizes 2 Min. Das Ergebnis dieses Versuches stimmt im wesentlichen mit den vorstehenden überein. Auch hier war ein etwas rascherer Ablauf der Entzündung auf der operierten Seite bemerkbar, nachdem anfangs die Erscheinungen lebhafter eingesetzt hatten.

**Versuch 108. Reihe** (zwei junge Kaninchen).

In der oben erwähnten Weise werden bei einem Kaninchen die Hals-sympathicusganglien und -geflechte vollständig ausgeräumt und die gleichseitigen *Nn. auriculares major. et minor. exstirpiert*.

Nach der Nervendurchschneidung ist die Strombahn erweitert. Dann werden beide Kaninchenohren enthaart und am folgenden Tage die oberen Ohrfünftel gleichzeitig auf 3 Min. in 58—56° C warmer physiologischer Kochsalzlösung eingetaucht.

**Normales Kaninchen:**

11 Uhr. Während der Verbrühung: Das ganze Ohr ist stark hyperämisch. Gefäße maximal erweitert. Nach der Verbrühung. Herd: Sehr starke diffuse Capillarhyperämie. Die sämtlichen Gefäße sind stark erweitert, mit Stase. Grenze zum Hof scharf. Nach 10 Min. kein Ödem. Hof: Leichte Hyperämie, kein Ödem.

**Nervenfrees Kaninchenohr:**

11 Uhr. Während der Verbrühung im ganzen Ohr starke Hyperämie. Im Herd kann man einige subcutane Blutungen feststellen. Nach der Verbrühung. Herd: Rötung stärker als links, stellenweise subcutane Blutungen. Nach 10 Min. leichtes Ödem. Hof: Starke Hyperämie.



## Normales Kaninchen:

- 4 Uhr. Herd: Von roter Farbe, leichtes Ödem. Gesamte Gefäße stark erweitert, auf mechanische Reize keine Reaktion. Mäßige Trübung und Anschwellung. Hof: Arterien im obersten Teil des Hofes auf etwa 15 cm Länge sehr stark verengt, im übrigen Hof sind die Arterien erweitert. Leichtes Ödem.
2. Tag. Herd: Dunkelrot. Ödem und Anschwellung mäßig. Gesamte Gefäße sind erweitert. Arterien ziehen sich nicht zusammen. Hof: Leichtes Ödem. Zahl der Gefäße ist leicht vermehrt und die Strombahn erweitert.
3. Tag. Herd: Dunkelrot. Kein Ödem. An der Innenfläche des Ohrs einige Blasen sichtbar, sonst wie vorher. Hof: Kein Ödem. Keine Hyperämie.
5. Tag. Herd: Dunkelrot. Kein Ödem. Anschwellung nicht mehr nachweisbar. Alle Gefäße erscheinen als violettrote Striche, Strömung und Reaktion auf mechanische Reize fehlt. Im allgemeinen etwas trocken. Hof: Im obersten Teil etwas rötlich und angeschwollen, sonst normal.
6. Tag. Herd: Im allgemeinen trocken. Weder Verdickung noch Ödem, dunkelrot.
7. Tag. Herd: Von schwärzlich roter Farbe, halb trocken und mumifiziert. Hof: Oberster Teil etwas rötlich und angeschwollen.

## Nervenfrees Kaninchenohr:

- 4 Uhr. Herd: Von bläulich roter Farbe, mäßiges Ödem. Alle Gefäße sind stark erweitert, vereinzelte Blutungen. Keine Reaktion auf mechanischen Reiz. Trübung und Anschwellung sind stärker als links. Hof: Wie links, aber Hyperämie stärker als links.
2. Tag. Herd: Dunkelrot. Mäßiges Ödem. Gefäße stark erweitert, Stase. Trübung und Anschwellung stärker als links. An der Innenfläche des Ohrloffels 3 kleine Blasen. Grenze zum Hof ist scharf. Hof: Hyperämie und leichtes Ödem.
3. Tag. Herd: Dunkelbläulich rot. Leichtes Ödem. Trübung und Anschwellung stärker als links. Venen erscheinen erweitert. Man kann sie als dunkelviolette Striche sehen, keine Reaktion auf mechanische Reizung. Hof: Zeigt leichtes Ödem und leichte Hyperämie.
5. Tag. Schwärzlich roter Herd: Anschwellung und Trübung stärker als links. Viel Blasen und nässende Stellen unübersichtlich. Hof: Leichte Hyperämie, kein Ödem.

*Zusammenfassung: Versuch 108.*

In dieser Versuchsreihe treten im Anfangsstadium beiderseits fast die gleichen Entzündungserscheinungen auf, aber im weiteren Verlauf zeigt die nervenfreie Seite immer stärkere Entzündung. Die Mumifizierung tritt früher ein. Auf der normalen Seite vollzieht sich die Reaktion milder, und die Mumifizierung tritt später ein.

**Versuch 109. Reihe** (Kaninchen).

In der oben erwähnten Weise werden bei einem Kaninchen die Hals-sympathicusganglien und -geflechte und die Nn. auriculares major et

minor ausgeräumt. Nach der Nervendurchschneidung erscheint die Strombahn des Ohres erweitert. Dann werden beide Kaninchenohren enthaart und am folgenden Tage auf die Ohrenspitzen gleichzeitig zwei Tropfen Senföl geträufelt.

Sofort nach der Senföleinwirkung entstehen beiderseits die gleichen bekannten Entzündungserscheinungen. Nach 4 Stdn. ist die Trübung und Anschwellung auf der operierten Seite etwas geringer. Aber am zweiten Tage zeigen beide Ohren fast gleichen Zustand. Nach 8 Tagen ist die operierte Seite fast völlig geheilt. Aber die normale Seite ist nach 10 Tagen noch nicht völlig ausgeheilt.

#### Versuch 110. Reihe.

In der oben erwähnten Weise wurden bei einem Kaninchen die Hals-sympathicusganglien und -geflechte und die Nn. auriculares major et minor herausgeschnitten. Nach Nervendurchschneidung ist die Strombahn des Ohres stark erweitert. Dann werden beide Kaninchenohren enthaart. Am folgenden Tage werden die oberen Ohrfünftel gleichzeitig auf 1½ Min. mit Chloräthylspray erfroren.

##### Normales Kaninchen:

- 11 Uhr. Während der Erfrierung schon tritt starke Gefäßerweiterung im Ohre ein, aber der Herd bedeckt sich mit Reif und ist deshalb nicht sichtbar. Der Reif schmilzt nach 7 Min., der Herd ist blaß, nach und nach erweitern sich die Gefäße.
- 11 Uhr 15 Min. Herd: Von roter Farbe. Kein Ödem. Gefäße erweitert, keine Reaktion auf mechanische Reize, keine Zusammenziehung. Hof: Hyperämie nimmt ab; kein Ödem.
- 11 Uhr 30 Min. Herd: Rote Farbe, ganz leichtes Ödem. Trübung und Anschwellung ganz geringfügig, sonst wie vorher. Grenze zum Hof scharf.
- 4 Uhr. Herd: Rot. Mäßiges Ödem. Gefäße erweitert. Anschwellung schwächer als auf der operierten Seite. Hof: Im obersten Teil des Hofes sind die Arterien auf etwa 1 cm Länge fast bis zum Verschuß verengt, der übrige Teil ist erweitert, mit rhythmischer Zusammenziehung. Hyperämie und Ödem mäßig.
- 2. Tag. Herd: Zeigt dunkelrote Farbe und leichtes Ödem. Anschwellung ist geringer als auf der operierten Seite. Hof: Weder Ödem noch Hyperämie.

##### Operiertes Kaninchen:

- 11 Uhr. Während der Erfrierung tritt maximale Gefäßerweiterung im Ohr auf, aber der Herd bedeckt sich mit Reif; der Reif schmilzt nach 7½ Min., der Herd ist blaß, nach und nach tritt Gefäßerweiterung auf. Hof: Gefäße stark erweitert.
- 11 Uhr 15 Min. Herd: Von roter Farbe. Kein Ödem. Fast gleich wie beim normalen Kaninchen. Hof: Mäßige Hyperämie. Kein Ödem.
- 11 Uhr 30 Min. Herd: Von roter Farbe. Ödem ist stärker als normal. Grenze zum Hof ist scharf. Hof und Herd zeigen mäßig starke Hyperämie.
- 4 Uhr. Herd: Rot. Das Ödem ist stärker als beim normalen Kaninchen. Gefäßerweiterung. Hof: Hyperämie und Ödem stärker als beim normalen Kaninchen. Arterie im obersten Teil des Hofes auf etwa 1 cm Länge fast verschlossen, der übrige Teil erweitert.
- 2. Tag. Herd: Bläulich rot. Das Ödem ist stärker als beim Vergleichstier. Alle Entzündungserscheinungen sind heftiger als beim Vergleichstier. Hof: Zeigt mäßige Hyperämie und leichtes Ödem.

## Normales Kaninchen:

3. Tag. Herd: Dunkelrot. Trübung und Anschwellung mäßig vorhanden, aber keine Blasen. Gefäße erweitert. Grenze zum Hof ist scharf. Hof: Weder Hyperämie noch Ödem.
4. Tag. Herd: Dunkelrot. An beiden Flächen entstehen viele Blasen, der Grenzbezirk zum Hof ist etwas angeschwollen, und es sind viele Blasen sichtbar. Hof: Fast normal.
6. Tag. Herd: Dunkelrot. Am Grenzbezirk zum Hof viele Blasen. Gefäße erweitert und auf Reiz reagierend. Hof: Fast normal.
8. Tag. Dunkelrot. Trübung und Anschwellung mäßig, besonders an der Grenze zum Hof etwas angeschwollen und mit Blasen besetzt, die platzen und nassen. Gefäße erweitert. Hof: Normal.
10. Tag. Herd: Schwärzlich rot. Keine Anschwellung, etwas trocken. An der Spitze Andeutung von Mumifikation.
22. Tag. Mumifikation.

## Operiertes Kaninchen:

3. Tag. Herd: Dunkelviolett. Leichtes Ödem. Trübung und Anschwellung sind stärker als beim Vergleichstier. An der Innenfläche des Ohrloffels sind viele Blasen sichtbar. Blasen platzen und nassen. Gefäße erweitert und reagieren nicht auf mechanische Reize. Hof: Ganz leichtes Ödem und mäßige Hyperämie.
4. Tag. Herd: Wie vorher. Hof: Im obersten Teil etwas angeschwollen und rot.
6. Tag. Herd: Schwarz und trocken, mumifiziert. Hof: Hyperämisch.

*Zusammenfassung: Versuch 110.*

In dieser Versuchsreihe treten sofort nach der Erfrierung beiderseits gleiche Entzündungserscheinungen auf. Nach 5 Stdn. ist das Ödem der operierten Seite schon etwas stärker. Am 2. Tage sind alle Erscheinungen auf der operierten Seite stärker. Nach 6 Tagen tritt schon Mumifizierung ein, während beim normalen Kaninchen erst in der doppelten Zeit Mumifikation eingetreten ist.

**Versuch mit Wärmereiz auf das Ohr bald nach der Nervendurchschneidung.****Versuch 127. Reihe** (Kaninchen).

Die N. auriculares major et minor des rechten Ohres werden auf eine Strecke von 3 cm Länge ausgeschnitten. Dann werden die beiden Ohrenspitzen gleichzeitig auf 2 Min. in 52–54° C warme physiologische Kochsalzlösung eingetaucht.

Nach der Operation wird der Reiz ausgeübt. Am operierten Ohr tritt die Reaktion verspätet ein. Die Hyperämie bleibt längere Zeit bestehen. Im weiteren Verlauf zeigt die operierte Seite stärkere Ent-

zündungserscheinungen. Gegen Ende des Versuches besteht auf der operierten Seite kein wesentlicher Unterschied gegenüber der normalen.

**Versuch mit Kältereiz am Ohr bald nach der Nervendurchschneidung.**

**Versuch 128. Reihe.**

Die Nn. auriculares major et minor des rechten Ohres wurde auf 3 cm ausgeschnitten. Dann werden die beiden Ohrspitzen gleichzeitig auf 40 Sek. mit Chloräthylspray erfroren. Der entstehende Reif schmilzt nach 5 Min.

In dieser Versuchsreihe tritt die Reaktion bei dem operierten Ohr etwas verzögert auf. Der weitere Verlauf ist bei beiden Ohren der gleiche und entspricht in allen Punkten dem der früher geschilderten entsprechenden Versuche.

*Zusammenfassung und allgemeine Übersicht über die Versuche am Ohr kurz nach der Durchschneidung des Halssympathicus und N. auricularis major et minor.*

Bald nach der Entdeckung von Gefäßnerven im Halsstrange des Sympathicus haben die verschiedensten Forscher Versuche über den Einfluß angestellt, den die Lähmung des Sympathicus auf die Entzündung auszuüben vermag. *Virchow* hat nach der Operation glühende Nadeln an die innere Fläche des Ohres eingebracht, ohne daß er in dem Verlauf der Entzündungen sehr bedeutende Unterschiede wahrnehmen konnte. *Snellen* hat im *Donderschen* Laboratorium entsprechende Versuche nach einseitiger Sympathicusdurchschneidung mit Einlegung von Glasperlen, außerdem mit Ausschneiden von Hautläppchen gemacht. Das Ergebnis war, daß die Wunde auf der Seite, wo der Sympathicus durchschnitten war, schneller vernarbte. Außerdem hat *Danilewski* nach der einseitigen Halssympathicusdurchschneidung Versuche gemacht. Er brachte Crotonöl auf entsprechende Stellen beider Ohren oder schnitt gleiche Stücke aus und stellte fest, daß auf der operierten Seite die Entzündungsreaktion stets heftiger ist und die Verheilung etwa doppelt so rasch erfolgt. Alle diese Untersucher haben stets bei ihren Versuchen nur ein Tier benützt. Nach *Samuel* entsteht indessen durch die einseitige Halssympathicusdurchschneidung mittels des Seitenbahnenkreislaufs Hyperämie an der operierten Seite, dagegen Anämie an der normal innervierten Seite.

Die unversehrte Seite sei nach der Sympathicuslähmung also nicht als eine gesunde Seite zu betrachten, da sie nachweisbar anämisch geworden wäre. Es wäre demnach auch unzulässig, diese anämische Seite zum Vergleich von Entzündungsprozessen an der mit Hyperämie betroffenen Seite heranzuziehen, deshalb benützte er immer zwei Kaninchen. In meinen Versuchen brauchte ich ebenso wie *Samuel*

gleich große, gleichartige, gleichfarbige Kaninchen. Bei einem von beiden Kaninchen wurde der Sympathicus sowie Nn. auriculares major et minor einseitig durchschnitten, das andere blieb normal. Die Ohrspitze, an der die Entzündungsreize einwirkten, war dadurch beim operierten Kaninchen völlig ohne Verbindung mit dem Zentralnervensystem, da sie ja nur von N. auricularis major et minor innerviert wird. Nach *v. d. Becke-Callenfels* enthält häufig der rechte N. auricularis viele Vasomotoren, und zwar rechts mehr als links. Die Vasomotoren der Ohrspitze scheinen aber zum guten Teil bei allen Tieren im N. auricularis major zu verlaufen, auch der Nervus auricularis minor ist von Vasomotoren nicht ganz frei, und die Ohrspitzen sind durch die Nn. auriculares major et minor ausschließlich innerviert. Da nun die vorher genannten Autoren einseitig den Sympathicus durchschnitten haben und nicht die Nn. auriculares major et minor, wurden die Gefäßnerven nicht völlig unterbrochen.

Man muß deshalb sämtliche Ohrnerven unterbrechen, um wirklich einwandfreie Ergebnisse zu erzielen.

Bei derartiger Versuchsanordnung habe ich folgende Ergebnisse erhalten.

#### 1. Bei schwachen Reizeinwirkungen auf die Ohrspitzen.

Im Anfangsstadium entsteht im Herd ungefähr gleich starke Hyperämie, die beim normalen Kaninchen bald abblaßt. Das Ödem ist im Anfangsstadium ungefähr gleich stark, nach einigen Stunden wird es auf der operierten Seite stärker. Nach einigen Tagen entstehen beim operierten Kaninchen im Herde stärkere Entzündungserscheinungen. Im weiteren Verlauf läuft der Prozeß beim operierten Kaninchen schneller ab als am normalen. Am normalen Kaninchen dagegen entstehen die Entzündungserscheinungen immer milder und verlaufen langsamer. Die Heilung tritt beim normalen Kaninchen später ein.

#### 2. Bei stärkerer Reizeinwirkung auf die Ohrspitzen.

Im Anfangsstadium reagiert die operierte Seite manchmal stärker, manchmal gleich stark wie das normale Kaninchen. Im Hofe treten die gleichen Erscheinungen wie beim schwächeren Reiz auf.

Im weiteren Verlauf treten beim operierten Kaninchen immer heftigere Erscheinungen auf, und schließlich tritt frühzeitige Mumifikation ein, dagegen zeigt die normale Seite regelmäßig mildere Erscheinungen, ist aber später ebenfalls mumifiziert.

Bei den Resultaten der Versuche ist die durch die Durchschneidung der Nerven entstehende Hyperämie stets mit zu berücksichtigen.

Deshalb habe ich bei den nächsten Versuchen nur die Nn. auriculares major et minor durchschnitten, um möglichst geringe Hyperämie bei ausgeschalteter Empfindlichkeit zu erzeugen.

Bei diesem Versuch entsteht trotzdem stets Hyperämie des Ohres. Da diese Hyperämie nach der Durchschneidung des Nerven bei verschiedenen Kaninchen verschieden stark auftrat, wählte ich stets die am wenigsten hyperämischen.

Wenn man von der, vor der Reizung vorhandenen durch die Operation entstandenen Hyperämie absieht, so muß man sagen, daß die Entzündungserscheinungen, d. h. die diffuse Rötung und Schwellung im Herde später und schwächer auf der operierten Seite auftritt als auf der normalen. Im Hofe tritt die Hyperämie ungefähr gleich stark, aber länger andauernd, als auf der nicht operierten Seite auf. Weiterhin zeigen die beiden Reaktionen ungefähr gleichen Verlauf.

#### D. Versuch mit Wärme und Kälte am Fuße bald nach der Ischiadicus-durchschneidung.

##### Versuch 108. Reihe (Kaninchen).

Am rechten Bein wird der N. ischiadicus auf 3 cm Länge ausgeschnitten. Darauf werden die beiden Beine gleichzeitig in 53–55° C warme physiologische Kochsalzlösung auf 3 Min. eingetaucht.

##### Links (normal):

- 2 Uhr 40 Min. Sofort nach der Verbrühung wird das ganze Bein stark hyperämisch, besonders im Herde befinden sich viele verschieden große Petechien. Die Hyperämie des Hofes nimmt nach ca. 5 Min. ab, aber im Herde bleibt sie bestehen, und die Petechien nehmen zu.
- 4 Uhr. Herd: Von bläulich roter Farbe, ganz leichtes Ödem. Viele Petechien. Hof: Zeigt leichte Hyperämie, kein Ödem.
2. Tag. Herd: Von roter Farbe. Mäßiges Ödem. Die Petechien fließen zusammen. Hof: Die Hyperämie ist verschwunden. Das Ödem des Herdes erstreckt sich bis in den Hof. Die Grenze des Herdes und Hofes ist undeutlich.
3. Tag. Herd: Von roter Farbe. Das Ödem hat etwas abgenommen. Hof: Zeigt auch ein mäßiges Ödem, aber etwas weniger als der Herd.
4. Tag. Herd: Dunkelrot. Anschwellung nimmt ab, der Herd ist zum Teil nassend, zum Teil trocken. Hof: Kein Ödem. Keine Hyperämie.

##### Rechts (operierte Seite):

- 2 Uhr 40 Min. Sofort nach der Verbrühung wird das ganze Bein stark hyperämisch wie links. Die Petechien sind etwas stärker als links. Die Hyperämie des Hofes nimmt erst nach einigen Stdn. allmählich ab.
- 4 Uhr. Herd: Von bläulich roter Farbe, ganz leichtes Ödem. Das Ödem ist etwas stärker als links. Hof: Leichte Hyperämie aber stärker als links.
2. Tag. Herd: Von roter Farbe. Das Ödem ist doppelt so stark wie links. Die Petechien sind fast gleich stark wie links. Hof: Die Hyperämie nicht bemerkbar. Das Ödem ist stärker als links, und zwar geht es diffus zum Herde über.
3. Tag. Herd: Von roter Farbe. Das Ödem nimmt etwas ab, aber bleibt stärker als links. Hof: Das Ödem mäßig stark, aber etwas weniger stark als links.
4. Tag. Herd: Rot. Die Anschwellung gering, aber stärker als links. Einige Zehen sind schon trocken und mumifiziert. Hof: Kein Ödem. Keine Hyperämie.

## Links (normal):

6. Tag. Herd: Dunkelrot. Kein Ödem mehr. Haut trocken. Alle Zehen sind schon trocken und mumifiziert. Hof: Fast normal.
8. Tag. Herd: Dunkelrot. Haut ist ganz trocken und mit schwärzlicher Kruste bedeckt. Weder Ödem noch Anschwellung. Hof: Normal.
11. Tag. Herd: Mit dicker schwärzlicher Kruste bedeckt, alle Zehen trocken und mumifiziert. Hof: Grenze zum Herde etwas gerötet und angeschwollen, sonst normal.
14. Tag. Wie vorher.
25. Tag. Kruste fast abgefallen, Herd etwas rötlich.

## Rechts (operierte Seite):

6. Tag. Herd: Dunkelrot. Das Ödem nicht mehr vorhanden. Ungefähr wie links. Hof: Fast normal.
8. Tag. Herd: Dunkelrot. Ungefähr wie links. Hof: Normal.
11. Tag. Herd: Genau so wie links mit dicker schwärzlicher Kruste bedeckt, alle Zehen sind mumifiziert. Hof: Grenzbezirk zum Herde etwas angeschwollen und gerötet.
14. Tag. Wie vorher.
25. Tag. Kruste schrumpft zusammen und fällt teilweise ab.

**Versuch 109. Reihe (Kavirchen).**

Am rechten Bein wird der N. ischiadicus auf 3 cm Länge ausgeschnitten. Dann werden die beiden Füße gleichzeitig auf 1½ Min. mit Chloräthylspray vereist. Der Reif bleibt 5 Min. lang und schmilzt.

## Links (normal):

- 10 Uhr. Während der Erfrierung entsteht im Hof starke Hyperämie. Nach dem Schmelzen des Reifes entsteht im Herde auch sofortige Hyperämie. Keine Blutung. Kein Ödem. Die Hyperämie des Hofes verschwindet fast schon nach 10 Min., und nur der Herd bleibt stark hyperämisch.
- 11 Uhr. Herd: Von roter Farbe, leichtes Ödem. Die Grenze zum Hof ist sehr scharf. Hof: Weder Ödem noch Hyperämie.
2. Tag. Herd: Von rosaroter Farbe. Mäßig starkes Ödem. Die Grenze zum Hof ist ganz scharf. Hof: Leichte Hyperämie und leichtes Ödem.
3. Tag. Herd: Rot. Das Ödem nimmt etwas ab. Hof: Das Ödem nimmt zu und geht diffus zum Herd über.
5. Tag. Herd: Gerötet. Das Ödem ist geringfügig. Haut trocken. Hof: Weder Ödem noch Hyperämie.
7. Tag. Herd: Dunkelrot. Kein Ödem. Haut ist ganz trocken und mit dünner Kruste bedeckt. Hof: normal.

## Rechts (operierte Seite):

- 10 Uhr. Während der Erfrierung entsteht im Hofe wie links starke Hyperämie. Nach dem Schmelzen des Reifes entsteht im Herd allmählich Hyperämie, dagegen weder Blutung noch Ödem. Die Hyperämie des Hofes bleibt längere Zeit als links bestehen, nach einigen Std. verschwindet sie allmählich.
- 11 Uhr. Von roter Farbe, leichtes Ödem, und zwar etwas stärker als links. Hof: Kein Ödem, leichte Hyperämie.
2. Tag. Herd: Von rosaroter Farbe. Mäßig starkes Ödem. Die Haut ist stark gespannt. Das Ödem ist stärker als links. Hof: Wie links.
3. Tag. Herd: Rot. Ödem nimmt ab; aber stärker als links. Hof: Das Ödem nimmt zu, Schwellung im Herde und Hof ist fast gleich stark.
5. Tag. Herd: Rot. Das Ödem etwas stärker als links. Haut ist trocken. Hof wie links.
7. Tag. Herd: Dunkelrot. Ganz leichtes Ödem. Haut ist trocken. Hof: Wie links.

Links (normal):	Rechts (operierte Seite):
9. Tag. Herd: Vollständig mit Kruste bedeckt und trocken.	9. Tag. Herd vollständig mit Kruste bedeckt, wie links.
14. Tag. Herd: Kruste teilweise abschuppend. Der Herd ist rötlich gefärbt.	14. Tag. Herd: Fast gleich wie links Hof: Normal.

*Zusammenfassende und vergleichende Übersicht über die Versuche mit verschiedenen Reizen an dem mit Ischiadicusdurchschneidung vorbehandelten Fuß.*

In oben erwähnter Weise wurde der N. ischiadicus möglichst hoch auf ca. 3 cm ausgeschnitten. Hiernach tritt völlige Lähmung des Fußes ein. Darauf wirkte Wärme resp. Kälte auf die Füße ein. In diesen beiden Fällen sowie den übrigen Versuchen dieser Reihe war stets ungefähr gleicher Verlauf festzustellen. Die Hyperämie, die um ein sehr geringes an Zeit an der normalen Seite früher auftrat, verschwand im Hofe des normalen Fußes früher als an dem operierten Fuße. Im weiteren Verlauf bleibt die Hyperämie des Herdes ungefähr gleich stark. Das Ödem entsteht auf der operierten Seite etwas zeitiger, und zwar heftiger. Dagegen ist die Aufsaugung auf der normalen Seite etwas mehr verzögert.

Die oben genannten Unterschiede sind in allen Fällen ungefähr die einzigen Ergebnisse. *Huizinga, Humilewsky, Putzeys, Warthou, Jeseph, Donners* usw. bestätigen im Froschversuch, daß nach der Durchschneidung des N. ischiadicus Gefäßerweiterung entsteht.

*Vulpian* und *Bernhardt* bestätigen diese Erfahrungen an anderen Tieren. Temperatursteigerung und Erweiterung des Gefäßlumens im Verzweigungsgebiet des durchschnittenen N. ischiadicus wurden bei ausgewachsenen und jungen Hunden und bei Kaninchen hervorgerufen von *Jancowski, Eulenburg* und *Landois, Buffalini, Tarchanoff, Rasmowsky, Lewatscheff, Rogowitsch, Mantegazza*.

Gewundenen Verlauf, eine die Norm um das Vier- bis Fünffache übertreffende Lumenerweiterung hat *Fraenkel* nach Durchschneidung der N. ischiadicus bei Kaninchen festgestellt. Die nach der N. ischiadicusdurchschneidung entstehende Hyperämie ist als durch die Untersuchungen obiger Forscher als feststehend zu betrachten.

Sie wirkt sicher auf die entstehenden Entzündungserscheinungen mit ein. Meine obengenannten Ergebnisse sind deshalb nicht zweifelsfrei allein auf die Unterbrechung des Nervensystems zurückzuführen.

Die durch die Nervendurchschneidung entstehende Hyperämie ist von den Ergebnissen abzuziehen.



### III. Nervendurchschneidung und Entzündungsversuch nach Ablauf der durch die Durchschneidung unmittelbar bemerkten Kreislaufstörung (nach 1 bis über 4 Wochen).

#### A. Versuch an der Conjunctiva.

##### 1. Versuch mit Senföl an der Conjunctiva eine Woche nach der Trigemini- durchschneidung.

###### Versuchsreihe A (Kaninchen).

In oben erwähnter Weise wurde der rechte Trigeminus durchschnitten. Sofort verschwindet der Hornhautreflex vollständig. Mikroskopisch: Strombahn leicht erweitert, besonders der Pericornealgefäße. Strömung teils beschleunigt, teils normal.

2. Tag. Makroskopisch: Beide Augen gleich, ohne Besonderheiten. Mikroskopisch: Das linke Auge normal, aber beim rechten Auge: Strombahn leicht erweitert. Zahl der Pericornealgefäße etwas vermehrt. Strömung im allgemeinen verlangsamt.

4. Tag. Rechtes Auge: Makroskopisch normal. Mikroskopisch: Conjunctivalgefäße nicht erweitert, aber Strömung im allgemeinen verlangsamt. Nur Pericornealer Teil der Gefäße erweitert. Zahl vermehrt. Strömung teils langsam, teils Stockung und Stase.

7. Tag. Makroskopisch: Zwischen beiden Augen kein Unterschied vorhanden. Mikroskopisch: Das rechte Auge etwas mehr hyperämisch als links. Strombahn leicht erweitert, besonders sind die pericornealen Gefäße deutlich. Strömung im allgemeinen langsamer als links.

Darauf werden in die beiden Augen gleichzeitig 2 Tropfen Senföl eingeträufelt.

###### Links (normal):

Sofortige Hyperämie. Strombahn stark erweitert, in den oberflächlichen Gefäßen Stase. Einige Petechien. Cornea klar. Nach 2 Min. schon mikroskopisch leichtes Ödem sichtbar. Hyperämie nimmt zu. Allgemeine Stase. Die Petechien nehmen zu. Hornhaut klar.

Nach 4 Stunden: Lider ödematös angeschwollen. Das Ödem nimmt hochgradig zu, und nur Conjunctiva tarsi ist sichtbar. Strombahn erweitert, mit allgemeiner Stase. Hornhaut matt.

37. Tag. Makroskopisch und mikroskopisch normal.

###### Rechts (operierte Seite):

Sofortige Hyperämie. Strombahn stark erweitert, in den oberflächlichen Gefäßen Stase. Hornhaut klar. Nach 5 Min. erst mikroskopisch ganz geringes Ödem nachweisbar, Hyperämie nimmt zu, und zwar gleich wie links. Petechien weniger als links. Cornea matt.

Nach 4 Std.: Lider nicht so hochgradig angeschwollen wie links. Das Ödem bedeutend geringer als links. Hyperämie fast gleich wie links. Strombahn stark erweitert, mit allgemeiner Stase. Hornhaut leicht gleichmäßig getrübt.

37. Tag. Gesamte Strombahn, besonders pericorneale und tiefe, erweitert. In den oberflächlichen Gefäßen verlangsamte Strömung, in dem pericornealen Teil eine Anzahl von Stromgebieten mit Stase. Hornhaut gleichmäßig getrübt und sehr zahlreiche Gefäße sichtbar, mit stark verlangsamter Strömung.

Eine Woche nach der Trigemiusdurchschneidung ist die Strombahn der operierten Seite etwas erweitert und die Strömung etwas verlangsamt. Darauf wird der Senfötreiz ausgeübt. Nach 2 Min. entsteht auf der normalen Seite ein Ödem, das auf der operierten Seite erst nach 5 Min. auftritt. Im weiteren Verlauf ist das Ödem auf der operierten Seite geringer. Die Aufsaugung geht auf der normalen Seite nach einigen Tagen schneller vor sich. Während nun im wirklichen Umfange das Ödem der operierten Seite geringer ist, nimmt es aber auch dem Grade nach ab. Das Ödem der normalen Seite ist zuerst sehr stark, nimmt aber sehr bald ab, so daß schließlich am 4. Tage das Ödem auf der normalen Seite verschwunden ist, während viel langsamer auf der operierten Seite erst nach einer Woche das Ödem verschwindet. Die Hyperämie ist am Anfang beiderseits gleich stark. Auf der normalen Seite nimmt sie schon am 3. Tage etwas ab. Nach 2 Wochen ist die Hyperämie auf der normalen Seite verschwunden: Makroskopisch nicht nachweisbar. Die operierte Seite zeigt sogar nach 5 Wochen noch Hyperämie. Im Anfang des Versuches ist die Trübung der Hornhaut auf der normalen Seite schwächer als auf der operierten Seite und nach 2 Wochen verschwunden. Die operierte Seite ist sogar nach 5 Wochen noch getrübt, und zwar sind die Gefäße in der Hornhaut vermehrt, welche beginnende Organisation erkennen läßt. Im übrigen war der Verlauf des Versuches der gleiche wie bei den weiter oben ausführlich geschilderten entsprechenden Versuchen.

#### **Versuchsreihe B.**

In oben erwähnter Weise wird der rechte Trigemius durchgeschnitten. Sofort verschwinden die Reflexe vollständig. Makroskopisch: Keine Veränderung, aber das Auge kann sich nicht schließen.

2. Tag. Zahl der Gefäße etwas vermehrt, besonders die pericornealen Gefäße. Strombahn leicht erweitert. Strömung im allgemeinen langsam, teilweise stockend.

5. Tag. Makroskopisch: Normales Aussehen, Areflexie. Strombahn fast normal. Strömung teils langsam, teils normal. Hornhaut klar.

8. Tag. Mikroskopisch: Strombahn im allgemeinen erweitert, in den oberflächlichen Gefäßen zeigen die pericornealen Gefäße verlangsamte Strömung.

11. Tag. Makroskopisch: Normal, aber kein Reflex. Lid kann sich nicht selbst schließen. Mikroskopisch wie vorher.

15. Tag. Strombahn etwas erweitert. Zahl der Gefäße, besonders Pericornealteil vermehrt. Stellenweise kann man Stase oder Gefäße mit unbewegtem Inhalt sehen, sonst im allgemeinen langsame Strömung. Hornhaut klar.

20. Tag. Etwas dünner Eiter im Conjunctivalsack. Conjunctiva und Cornea makroskopisch ohne Besonderheiten, nur der Pericornealteil ist etwas hyperämisch; mikroskopischer Befund: Wie vorher. Strombahn fast normal. Strömung im allgemeinen verlangsamt. Hornhaut klar.

32. Tag. Operierte Seite: Kein Eiter. Hornhaut klar. Strombahn ganz leicht erweitert. Strömung teils langsam, teils normal. Nichtoperierte Seite ganz normal. Nun wird am 32. Tage in beide Augen gleichzeitig ein Tropfen Senfö geträufelt.

## Links (normal):

- 11 Uhr. Sofortige Hyperämie. Mikroskopisch: Strombahn stark erweitert. Oberflächliche Gefäße zeigen durchweg Stase. Einige Petechien sichtbar in der oberen Conjunctiva. Nach 5 Min. ganz leichtes Ödem nachweisbar. Hyperämie nimmt zu. Allgemeine Stase. Hornhaut klar. Nach 10 Min. nimmt das Ödem zu. Nach 15 Min. hat das Ödem weiter zugenommen und ist ziemlich hochgradig geworden. Lider ödematös angeschwollen. Strombahn stark erweitert. Strömung: Meist Stase, sonst stark verlangsamt oder stokkend. Hornhaut klar. Einige Petechien.

Nach 5 Stdn.: Ödem sehr stark und nur Conjunctiva tarsi und Mittelteil der Hornhaut sichtbar. Hornhaut klar.

2. Tag. Etwas Eiter. Starke Hyperämie. Leichtes Ödem. Oberer Teil der Hornhaut leicht getrübt. Strombahn stark erweitert. Allgemeine Stase.

3. Tag. Wenig Eiter im Conjunctivalsack, ganz geringes Ödem. Oberteil der Hornhaut leicht getrübt. Conjunctiva, besonders Blindhaut hyperämisch. Strombahn stark erweitert. Strömung sehr stark verlangsamt, jedoch zahlreiche Stasen, Petechien abgeblaßt.

5. Tag. Etwas Eiter. Ödem nicht mehr vorhanden. Hornhaut klar, pericorneale Hyperämie. Leichte Hyperämie der Conjunctiva. Mikroskopischer Befund wie vorher.

7. Tag. Eiter nicht mehr vorhanden. Hornhaut klar. Leichte Hyperämie. Mikroskopisch: Strombahn erweitert. Strömung teils langsam, teils schnell, jedoch Stase in einer Anzahl von Capillaren.

9. Tag. Leichte Hyperämie. Hornhaut klar. Strombahn noch leicht erweitert. Strömung teils langsam, teils schnell.

## Rechts (operierte Seite):

- 11 Uhr. Sofortige Hyperämie. Strombahn stark erweitert. In den oberflächlichen Gefäßen durchweg Stase, aber man kann schnelle, langsame und stockende Strömung sehen. Keine Petechien. Nach 7 Min. erst ganz leichtes Ödem nachweisbar. Hyperämie der Conjunctiva nimmt zu. Strombahn stark erweitert, mit allgemeiner Stase. Hornhaut klar. Einige Petechien sichtbar. Nach 10 Min. leichtes Ödem sichtbar, aber bedeutend weniger als links. Hyperämie ist fast gleich wie links. Nach 15 Min. nimmt das Ödem zu, aber bedeutend weniger als links. Strombahn stark erweitert mit allgemeiner Stase. Hornhaut klar.

Nach 5 Stdn.: Das Ödem nicht so stark wie links. Allgemeine Stase. Hornhaut matt und ganz leicht diffus getrübt. Einige Petechien.

2. Tag. Etwas Eiter. Starke Hyperämie wie links. Ödem stärker als links. Hornhaut gleichmäßig getrübt. Strombahn und Strömung fast gleich wie links.

3. Tag. Eiter im Conjunctivalsack wie links. Hyperämie, besonders Pericornealinjektion stärker als links. Leichtes Ödem, und zwar stärker als links. Allgemeine Stase. Hornhaut gleichmäßig getrübt. Einige neue Petechien sichtbar.

5. Tag. Etwas Eiter. Starke Hyperämie, Ödem stärker als links. Hornhaut gleichmäßig getrübt. Strombahn stark erweitert. Im allgemeinen Stase, aber stellenweise verlangsamte Strömung.

7. Tag. Geringer Eiter. Starke Hyperämie. Kein Ödem. Hornhaut gleichmäßig getrübt. Mikroskopisch: Strombahn stark erweitert. Ausgedehnte Stase, sonst stark verlangsamte Strömung. Pericorneale Gefäße stark erweitert.

9. Tag. Starke Hyperämie. Hornhaut gleichmäßig getrübt und in der Mitte der Cornea ganz flache Geschwüre. Mikroskopischer Befund wie vorher.

(Links (normal):

12. Tag. Makroskopisch: Normal. Mikroskopisch: Strombahn leicht erweitert. Einige neue Petechien sichtbar, in deren Umgebung die Strömung teilweise bis zur Stase verlangsamt ist.
15. Tag. Normal. Strombahn etwas erweitert. Strömung teils langsam, teils schnell.

Rechts (operierte Seite):

12. Tag. Hyperämie nimmt etwas ab. Hornhaut gleichmäßig getrübt, die Geschwüre unverändert. Mikroskopisch: Strombahn erweitert. Stase oder verlangsamte Strömung. In der Hornhaut, besonders am Rande, viele Capillaren sichtbar.
15. Tag. Leichte Hyperämie. Eiter im Conjunctivalsack. Hornhaut diffus getrübt, die Geschwüre etwas vergrößert. Mikroskopisch: Strombahn erweitert. Strömung im allgemeinen langsam. In der Hornhaut viele Capillaren sichtbar.

*Zusammenfassung: Versuch B.*

Nach der Operation entsteht besonders im pericornealen Teil leichte Hyperämie. Nach 32 Tagen ist die Strömung der Conjunctivalgefäße verlangsamt. Die Strombahn ist etwas erweitert. Nun wird das Senföl eingeträufelt. Die Hyperämie ist am ersten Tage auf beiden Seiten gleich. Aber die normale Seite zeigt schon nach einigen Tagen bedeutend weniger Hyperämie, während die Hyperämie der operierten Seite lange Zeit stetig bleibt. Das Ödem tritt im Anfang bedeutend verzögert und geringer an der operierten Seite auf. Die Aufsaugung des Ödems geht aber sehr langsam vor sich. Die Hornhauttrübung ist im Anfang auf der operierten Seite viel heftiger als auf der normalen. Im weiteren Verlauf ist die Heilungsneigung der operierten Seite schlecht, und trotzdem die operierte Seite sorgfältig geschützt wird, entsteht auf der Hornhaut ein Geschwür.

**2. Versuch mit Wärmereiz an der Conjunctiva 20 Tage nach der Trigemini-**  
**durchschneidung.**

**Versuch 154. Reihe.**

Der rechte Trigeminus wird in oben beschriebener Weise vollständig durchgeschnitten. Sofort verschwindet der Berührungsreflex. Das rechte Auge zeigt makroskopisch keine besonderen Veränderungen, mikroskopisch ist die Strombahn etwas erweitert.

2. Tag. Makroskopisch: Normal. Mikroskopisch: Strombahn, besonders pericorneal, etwas erweitert. Strömung fast normal, aber in einer Anzahl von pericornealen Gefäßen verlangsamte Strömung.

5. Tag. Ungefähr wie vorher.

10. Tag. Makroskopisch: Normal, aber Reflex fehlt vollständig. Mikroskopisch: Strombahn im allgemeinen etwas erweitert. Strombahn teils normal, teils verlangsamt. Hornhaut klar.

20. Tag. Ganz wenig Eiter im Conjunctivalsack. Mikroskopisch: Strombahn leicht erweitert. Strömung aber fast normal. Das linke Auge ist normal.

Dann werden die beiden Augen während 3 Min. mit 50° C warmer physiologischer Kochsalzlösung berieselt.

*Zusammenfassung: Versuch B.*

Nach der Operation tritt Erweiterung und Verlangsamung der Strömung auf. Aber bis zur Einwirkung des Reizes ist bis auf die Areflexie gleicher Zustand auf beiden Seiten bemerkbar. Die Hyperämie ist nach der Reizeinwirkung auf beiden Seiten gleich; aber auf der operierten Seite erheblich länger andauernd. Das Ödem entsteht auf der normalen Seite schon nach 4 Min., während es auf der operierten Seite erst nach 5 Min. auftritt, und zwar nicht stärker als auf der normalen Seite. Das Ödem hält erheblich länger an als auf der normalen Seite. Die Hornhaut ist beiderseits anfangs im gleichen Grade getrübt. Im weiteren Verlauf ist die Trübung auf der normalen Seite nach einigen Tagen verschwunden, dauert aber auf der operierten Seite an.

**3. Versuch mit Kältereiz an der Conjunctiva 27 Tage nach der Trigemini-  
durchschneidung.****Versuch 166. Reihe.**

Der rechte Trigeminus wird in obenerwähnter Weise durchschnitten. Sofort entsteht vollständige Areflexie auf Berührung. Makroskopisch: Ohne Veränderung. Mikroskopisch: Pericornealgefäße etwas vermehrt und ihre Strombahn erweitert. Beim rechten Auge etwas Exophthalmus.

3. Tag. Etwas Eiter im Conjunctivalsack. Makroskopisch: Ohne Befund. Mikroskopisch: Zahl der Gefäße etwas vermehrt und ihre Strombahn leicht erweitert. Strömung im allgemeinen langsam. Cornea klar.

6. Tag. Normales Aussehen, aber kein Reflex. Mikroskopisch: Wie vorher.

9. Tag. Ganz leichte Hyperämie der Conjunctiva. Mikroskopisch: Eine neue kleine Blutung am Rand der Hornhaut nachweisbar, in der Umgebung der Hornhaut sind die sichtbaren Capillaren etwas vermehrt.

Strömung im allgemeinen langsam. Hornhaut ohne Besonderheit.

12. Tag. Keine Hyperämie. Mikroskopisch: Strombahn leicht erweitert. Petechien verschwinden. Strömung ist normal.

15. Tag. Keine Hyperämie mit Ausnahme leichter Pericornealinjektion. Mikroskopisch: Wie vorher.

20. Tag. Normal. Mikroskopisch: Ohne Unterschied vom normalen Auge, mit Ausnahme der Areflexie.

27. Tag. Makroskopisch und mikroskopisch fast gleich wie linkes Auge. Darauf werden die beiden Augen während  $1\frac{1}{3}$  Min. mit Chloräthylspray vereist. Nach 2 Min. schmilzt der Reif beiderseits.

Das operierte Auge reagiert anfangs leichter, und zwar sowohl bei der Hyperämie als auch beim Ödem. Letzteres tritt stark verzögert auf. Die Hornhauttrübung ist auf der normalen Seite anfangs früher eingetreten. Nach 30 Min. ist die Hyperämie und Cornea-trübung beiderseits gleich stark. Aber das Ödem ist auf der operierten Seite bedeutend geringer. Auf der normalen Seite nimmt das Ödem schon etw. ab. Dagegen nimmt das Ödem der operierten Seite zu, so daß nach 4 Stdn. beiderseits ungefähr der gleiche Zustand besteht. Die Hornhauttrübung wird auf der operierten Seite stärker. Im weiteren Verlauf

nimmt die Hyperämie der normalen Seite ab und ist nach einer Woche schon verschwunden. Dagegen nimmt die Hyperämie der operierten Seite nicht ab, sondern zu. Die Hornhauttrübung der normalen Seite ist nach einer Woche schon verschwunden, während auf der operierten Seite ein Geschwür entsteht, das immer schlimmer wird. Beide Ödeme verschwinden ungefähr gleichzeitig, auf der operierten Seite etwas verzögert.

*Zusammenfassende und allgemeine Übersicht über die Versuche an den Augen nach einer Woche bis einem Monat nach der Trigeminiisdurchschneidung.*

Die Durchschneidung hat in allen Fällen eine Erweiterung der Strombahn und eine Verlangsamung des Blutstroms bewirkt, die sich stellenweise und vorübergehend bis zur Stase steigern konnte. Wie ich einige- mal unmittelbar nach der Trigeminiisdurchschneidung beobachtete, bestand anfangs Erweiterung und Beschleunigung; es war also die zur Verlangsamung der Strömung führende Verengung der Arterien zu dieser frühen Zeit noch nicht eingetreten.

In vielen Versuchen hat bis zur Entzündungserscheinung dieser peristatische Zustand der Weite und Geschwindigkeit fortbestanden und sich zeitweilig zur Stase geringen Umfangs gesteigert. Sehr zahlreiche experimentell gewonnene Erfahrungen der Pathologen und Physiologen am Auge nach Trigeminiisdurchschneidung haben bekanntlich ergeben, daß das Auge aufs sorgfältigste vor Reiz geschützt werden muß, und zwar ergeben Reize, die an einem normalen Auge keine nennenswerten Folgen haben, schwere und schwerste Kreislaufstörungen, die der erhöhten Wirkung dieses schwachen Reizes zuzuschreiben sind.

Viele Beispiele hierfür habe ich unter meinen Versuchen beobachtet. Obwohl das Auge durch gleiche Methode vor mechanischen Schädigungen in der gleichen Weise geschützt worden war wie in den anderen Versuchen, ist trotzdem bei einigen Fällen eine sogenannte „neuroparalytische Entzündung“ entstanden.

Die in den übrigen Versuchen klar gebliebene Hornhaut hat sich einige- mal getrübt, und zwar entstand ein Geschwür auf ihr.

Ich habe die Versuche mit möglichst einwandfreien Tieren gemacht und, wie oben bemerkt, die größte Vorsicht bei den Versuchen walten lassen. Ich erhielt die folgenden Ergebnisse:

Die Hyperämie entsteht im Anfangsstadium auf beiden Seiten ungefähr gleich stark, oder bei einigen Fällen auf der normalen Seite etwas früher und heftiger als beim operierten Auge, der mikro- skopische Befund dagegen ist auf der operierten Seite viel ausge- sprochener.

Weiterhin verläuft die Hyperämie auf der normalen Seite regelmäßig und ist nach 2 Wochen schon verschwunden, während sie auf der operierten Seite längere Zeit bestehen bleibt, besonders die Pericornealgefäßhyperämie ist wegen der langdauernden Hornhauttrübung hartnäckig.

Im mikroskopischen Befund aber bleibt die Corneatrübung beim operierten Auge längere Zeit bestehen, sie ist von wechselnder Stärke.

Die Eiterabsonderung hält beim operierten Auge längere Zeit an als beim normalen Auge. Das Ödem tritt beim operierten Auge bedeutend verspätet auf, ist weniger hochgradig und dauert längere Zeit an als beim normalen Auge.

Die Hornhauttrübung tritt von Anfang an beim operierten Auge stärker auf und verläuft schlimmer.

Ich möchte hier noch einmal die Ergebnisse kurz zusammenfassen: Einen Monat nach der Durchschneidung ist die Reizreaktion im Anfangsstadium ungefähr gleich stark, mit Ausnahme des Ödems, im weiteren Verlauf zeigen sich wesentlich länger anhaltende Entzündungserscheinungen und eine wesentlich länger anhaltende mikroskopische Veränderung.

Diese Ergebnisse zeigen, daß die Reaktionen bei den Versuchen der Reizwirkung sofort nach der Nervendurchschneidung etwas leichter verlaufen.

### B. Versuch am Ohr.

#### Versuch mit Senfölkälte und Wärmereiz an dem Ohr ein Monat nach der Nervendurchschneidung.

##### Versuch 140. Reihe (Kaninchen).

Die rechten Halssympathicusganglien und Sympathicusgeflechte sowie Nn. auriculares major et minor werden entfernt. Diese Operation hat eine starke Erweiterung der Strombahn und eine Verlangsamung des Blutstromes bewirkt, dagegen sieht das linke Ohr etwas anämisch aus.

Das anämische Ohr wird nach einigen Wochen wieder normal durchblutet. Das hyperämische Ohr zeigt nach einigen Wochen Abnahme der Hyperämie. Etwas Hyperämie ist noch bei Beginn des Versuches bestehen geblieben. Auf der normalen Seite entsteht während der Verbrühung eine rascher einsetzende, sich gleichmäßig auf Herd und Hof erstreckende Hyperämie. Nach einigen Minuten läßt die Hyperämie schon nach. Dagegen bleibt die Hyperämie auf der operierten Seite längere Zeit bestehen. Die Petechien entstehen in stärkerem Umfang auf der normalen Seite. Das Ödem entsteht auf der operierten Seite früher. Im weiteren Verlauf bleibt das Ödem auf der operierten Seite längere Zeit bestehen. Im allgemeinen entstehen die Entzündungserscheinungen stärker auf der operierten Seite, aber die Heilung und Vernarbung tritt früher ein und ist mit einer Verdickung des Ohr-lappens verbunden, die beim normalen Ohr nicht auftritt.

**Versuch 141. Reihe** (Kaninchen).

Der rechte Sympathicus des Halsteils und Nn. auriculares major et minor werden entfernt. Die Gefäße des rechten Ohres sind sofort stark erweitert und werden stark hyperämisch, dagegen sieht das linke Ohr im allgemeinen anämisch aus.

Nach der Operation ist nach einem Monat der Zustand an beiden Ohren ungefähr der gleiche wie im vorigen Versuch (140). Der Reiz wirkt auf die operierte Seite stärker als auf die normale ein: das Ödem ist auf der operierten Seite stärker als auf der normalen, ferner entstehen Blasen, die auf der normalen Seite überhaupt nicht entstehen. Petechien entstehen ebenfalls viel mehr auf der operierten Seite. Im weiteren Verlauf werden auf der operierten Seite die Erscheinungen immer stärker. Aber das Endergebnis ist bei beiden Seiten ungefähr gleich: Mumifizierung.

**Versuch 142. Reihe** (Kaninchen).

Das rechte Halssympathicusganglion und Geflecht sowie Nn. auriculares major et minor werden ausgeräumt. Sofortige Hyperämie des betroffenen Ohres und Anämie des linken Ohres.

33 Tage nach der Operation des Halssympathicus und der Nn. auriculares ist die Hyperämie am operierten Ohr stärker vorhanden. Das nichtoperierte Ohr zeigt fast normalen Zustand. Die Entzündungserscheinungen nach der Chloräthylfrierung von 1 Min. Dauer entstehen auf der operierten Seite stärker. D. h. das Ödem entsteht schon nach 10 Min. nach der Reizeinwirkung, die normale Seite zeigt es erst nach 50 Min. dagegen ist die Aufsaugung auf der operierten Seite sehr verzögert. Im weiteren Verlauf entstehen nach 6 Tagen viele Blasen, die platzen und nassen und darauf trocknen. Nach 10 Tagen ist die operierte Seite mumifiziert. Dagegen nimmt die normale einen milden Verlauf. Am 10. Tage entsteht nochmalige Anschwellung mit Blasenbildung. Nach dem Verschwinden der Blasen ist am 15. Tage der Herd halb mumifiziert und halb narbig geheilt.

**Versuch 144. Reihe.**

Die rechten Nn. auriculares major et minor werden entfernt. Sofort entsteht auf dem betroffenen Ohr leichte Hyperämie, das andere Ohr bleibt fast normal. Ohrspitze fast empfindungslos.

15. Tag. Auf dem operierten Ohr sind die Gefäße ganz leicht erweitert, während auf dem linken Ohr normaler Zustand bleibt.

32. Tag. Beide Ohren fast gleich.

Darauf werden die beiden Ohrspitzen auf 3 Min. in 43° C warme physiologische Kochsalzlösung eingetaucht.

Nach der Reizeinwirkung tritt die Hyperämie auf dem normalen Ohr früher ein als auf dem operierten. Im übrigen Verlauf ist bis zur Heilung kaum ein Unterschied festzustellen.



*Vergleichende und zusammenfassende Übersicht über die Versuche an dem Ohr einen Monat nach der Durchschneidung der versorgenden Nerven.*

Schon viele Forscher haben festgestellt, daß durch Durchschneidung des Sympathicus am Ohr, am Kopf und an den Hirnhäuten eine Erweiterung der Gefäße hervorgerufen wird.

*Merean* hat den Auricularis durchschnitten und danach Hyperämie der unteren Ohrhälfte beobachtet. *Pye* und *Smith* sahen eine 2 Jahre lang anhaltende Hyperämie beim Kaninchen nach Durchschneidung des Halsympathicus. *Schiff* bestätigte diese Tatsache und fand eine 1½ Jahre andauernde Blutfülle, desgleichen konnte *Gallenfalls* eine 150 Tage dauernde Hyperämie nachweisen.

Ähnliche Versuche von *Lapinsky* bewiesen nach Ausschaltung des Halsympathicus, daß die Gefäße des Kopfes, Ohres und der Hirnhäute erweitert sind und einen erhöhten lokalen Blutdruck und Pulsation zeigen; diese Symptome waren nicht vorübergehend, sondern dauerten bis zum Tode des Versuchstieres an.

In meinen Versuchen durchschnitt ich zuerst den N. sympathicus und die Nn. auriculares und konnte sofort eine starke Hyperämie des Ohrloffels beobachten, auch war die Pulsation bedeutend stärker als auf der normalen Seite und die Temperatur gesteigert.

Einen Monat nach der Nervendurchschneidung war der Temperaturunterschied zwischen der normalen und nervenlosen Seite etwas geringer geworden, die Pulsation war auf beiden Seiten ungefähr gleich. Eine Erweiterung, besonders der kleinen Gefäße war im Vergleich zu der normalen Seite nachzuweisen.

Nun wurden bei dem Versuchstiere die Ohrspitzen mit einem schwachen Wärmereiz durch Verbrühung mit 52° C warmer physiologischer Kochsalzlösung gereizt. Es zeigte sich, daß während der Verbrühung auf der normalen Seite die Hyperämie etwas frühzeitiger auftrat als an der operierten. Dann wurden beide gleich stark hyperämisch, und im weiteren Verlauf dauerte die Hyperämie an der operierten Seite längere Zeit an.

Im Hofe ließ die Hyperämie auf der normalen Seite schon 1 Stde. nach der Verbrühung nach, während sie auf der operierten nur wenig nachließ.

Das Ödem trat an der operierten Seite viel stärker auf als an der normalen und blieb auch dort längere Zeit bestehen.

Auch die übrigen Entzündungserscheinungen waren an der operierten Seite stärker. Im weiteren Verlauf heilte die operierte Seite nach zwei Wochen mit einer deutlich nachweisbaren Verdickung des Gewebes. Die normale Seite heilt einige Tage später, dabei vernarbte ein Teil des Herdes, ein anderer schrumpfte.

Bei einem meiner Versuchstiere wurde nun nach der üblichen Operation ein  $2\frac{1}{2}$  Min. lang andauernder stärkerer Wärmereiz mit  $60^{\circ}\text{C}$  warmer physiologischer Kochsalzlösung angewandt.

Während der Verbrühung war auf beiden Seiten die Hyperämie ganz gleich stark. Doch traten an der operierten Seite Blasen auf, und die subcutanen Blutungen waren auf der operierten Seite auch bedeutend stärker.

Das Ödem trat an der operierten Seite bedeutend frühzeitiger und mächtiger auf, die gleiche Erscheinung konnte man auch von den übrigen entzündlichen Vorgängen bestätigen, die an der operierten Seite immer stärker als an der normalen Seite waren. Im weiteren Verlauf mumifizierten sich beide gleichzeitig. Ein anderer Versuch wurde an einem frischen Versuchstier 33 Tage nach einseitiger Durchschneidung des Halssympathicus, der Nn. auriculares major et minor mit Kältereizung durch Chloräthylspray gemacht. Es wurden beide Ohrspitzen vereist.

Sofort nach der Erfrierung kann man auf beiden Seiten eine starke Hyperämie nachweisen. Das Ödem tritt an der operierten Seite schon nach 10 Min., an der normalen Seite erst nach 50 Min. auf. Es bleibt auch an der operierten Seite längere Zeit bestehen. Im weiteren Verlauf treten schon nach 6 Tagen an der operierten Seite Blasen auf; es bildet sich eine Kruste, und schon nach 10 Tagen ist der Herd mumifiziert.

An der normalen geht der Heilungsprozeß langsamer vor sich. Nach 10 Tagen tritt erst Blasenbildung auf, und etwa nach 2 Wochen ist der Herd teils mumifiziert, teils narbig geheilt.

Durchschneidet man nun die Nn. auriculares major et minor, so tritt an der operierten Seite eine leichte Hyperämie auf. Nach 32 Tagen verhalten sich beide Seiten ungefähr gleich, nur ist natürlich die operierte völlig unempfindlich. Läßt man einen gleichen Reiz auf beide Seiten einwirken, so zeigt sich, daß an der normalen Seite die Hyperämie frühzeitiger und stärker auftritt; das gleiche gilt auch vom Ödem.

Im weiteren Verlauf tritt an beiden Seiten der gleiche Heilungsvorgang ein. Man kann also zusammenfassend sagen, daß eine Durchschneidung der Nn. auriculares major et minor zuerst die Ohrspitze völlig empfindungslos macht. Nach einem Monat ist am normalen und unempfindlichen Ohr die Durchblutung ungefähr gleich.

Wirkt nun ein ähnlicher Reiz wie beim Fuß und Auge ein, so sind an der empfindungslosen Seite alle Entzündungserscheinungen im Anfangsstadium verzögert und treten leichter auf, der weitere Verlauf ist an beiden Ohren gleich oder an der anästhesierten Seite schlimmer.

Durchtrennt man den N. sympathicus und die Nn. auriculares, so tritt eine starke Hyperämie ein, und der Entzündungsprozeß nimmt einen besonderen Verlauf. Die entzündlichen Vorgänge treten am

unempfindlich gemachten Ohr stärker auf und verlaufen schneller. (So spricht *Samuel* geradezu von einem stürmischen Verlauf.)

Bei einem leichten Reiz heilt, wie die Versuchsreihe 140 zeigt, die operierte Seite früher als die normale, und zwar mit Gewebeverdickung, während die normale Seite teils vernarbt, teils schrumpft. Ein noch stärkerer Reiz bewirkt an der anästhesierten Seite stärkere Entzündungserscheinungen und einen stürmischen Verlauf. Die Mumifikation tritt früher an der operierten als an der normalen Seite auf, bei welcher letzterer die Entzündungserscheinungen milder verlaufen. Zusammenfassend ergibt sich, daß eine alleinige Ausschaltung der Empfindung die Entzündung nicht hemmt, sondern die entzündlichen Reaktionen sich leichter auswirken und später auftreten läßt; aber im weiteren Verlauf nehmen beide den gleichen oder die operierten Seiten einen schlimmeren Ausgang. Kommt zur Ausschaltung des Gefühls noch eine lokale starke Hyperämie hinzu, wie Versuchsreihe 140—142 es zeigt, so verläuft an der anästhesierten Seite die Entzündung stürmischer, aber es tritt eine schnelle und bessere Heilung ein.

#### **Versuch mit Wärme am Fuße einen Monat nach der Ischiadicus-durchschneidung.**

##### **Versuch 167. Reihe.**

Der rechte N. ischiadicus wird auf 3 cm Länge reseziert. Sofort ist der Fuß vollständig gelähmt.

15. Tag. Der rechte Fuß vollständig gelähmt und fühlt sich etwas wärmer an. Kein Unterschied sonst zwischen normalem und operiertem Bein nachweisbar.

33. Tag. Der rechte Fuß ist vollständig gelähmt und erscheint etwas abgemagert, besonders im Bereich der M. interossei. Dann werden die beiden Füße gleichzeitig in 54° C warmer physiologischer Kochsalzlösung 3 Min. lang eingetaucht.

##### **Links (normal):**

Sofort nach der Verbrühung wird der ganze Fuß stark hyperämisch. Im Herd entstehen viele subcutane Blutungen. Die Hyperämie des Hofes nimmt nach einigen Minuten ab, nur im Herde bleibt Hyperämie zurück. Nach 30 Min. im Herde schon leichte ödematöse Anschwellung nachweisbar. Hyperämie und subcutane Blutung wie vorher.

Nach 1 Stde. Herd: Von roter Farbe, mäßiges Ödem. Viele Petechien. Hof: Zeigt leichte Hyperämie. Weder Petechien noch Ödem.

##### **Rechts (operierte Seite):**

Sofort nach der Verbrühung wird der ganze Hof stark hyperämisch wie links. Im Herd entstehen viele Blutungen. Die Hyperämie des Hofes genau so stark wie die des Herdes, deswegen ist die Grenze zwischen Herd und Hof undeutlich. Nach 30 Min. Herd: Starke Hyperämie und viele Petechien. Kein Ödem. Hof: Stärkere Hyperämie als links. Kein Ödem.

Nach 1 Stde.: Das Ödem des Herdes nimmt zu, aber weniger als links. Starke Hyperämie. Viele Petechien. Hof: Hyperämie. Kein Ödem.

Links (normal):

2. Tag. Herd: Rot gefärbt, starkes Ödem. Grenze zum Hofe deutlich. Hof: Keine Hyperämie. Leichtes Ödem.
3. Tag. Herd: Von schmutzig gelblich-roter Farbe, die Oberfläche im allgemeinen nässend. Leicht ödematös angeschwollen. Hof: Von roter Farbe. Leichtes Ödem wie im Herd.
4. Tag. Herd: Von schmutzig gelblich-roter Farbe und teils nässend, teils trocken. Keine ödematöse Anschwellung. Hof: Von leicht rötlicher Farbe. Kein Ödem.
5. Tag. Herd: Zehen sind im allgemeinen von dunkelgelblicher Farbe und trockener, im übrigen nässend und von schmutziggelber Farbe. Hof: Grenze zum Herd etwas angeschwollen und rot.
6. Tag. Herd: Im großen und ganzen von dunkler Farbe und trocken, alle Zehen sind schon mumifiziert. Hof: Wie vorher.
7. Tag. Herd: Im allgemeinen sind die Zehen ganz mumifiziert, der sonstige Teil der Haut ist ganz trocken und nekrotisiert. Hof: Wie vorher.

Rechts (operierte Seite):

2. Tag. Herd: Von roter Farbe. Starkes Ödem, etwas stärker als links. Petechien zusammengeschmolzen.
3. Tag. Herd: Von schmutzig gelblich-roter Farbe und nässend wie links. Ödematöse Anschwellung ist etwas stärker als links. Grenze zum Hof deutlich. Petechien nicht sichtbar. Hof: Genau so wie links.
4. Tag. Herd: Von gleicher Farbe wie links, deutliches Ödem; nässende Stellen. Hof: Wie links.
5. Tag. Herd: Im allgemeinen von schmutzig gelblicher Farbe und nässend. Ödematöse Anschwellung noch vorhanden. Hof: Ganz leichtes Ödem.
6. Tag. Herd: Zehen und ihre Umgebung sind schon trocken und von dunkler Farbe, sonst noch nicht mumifiziert. Hof: Grenze zum Herd etwas angeschwollen und Rötung.
7. Tag. Herd: Genau so wie links, Zehen mumifiziert. Der sonstige Teil der Haut ist nekrotisiert. Hof: Wie links.

*Zusammenfassung: Versuch 176.*

Einen Monat nach der Ischiadicusdurchschneidung magern die Muskeln des Fußes, besonders die Musculi interossei, stark ab, und der gelähmte Fuß fühlt sich wärmer an als der normale. Nach der Verbrühung entsteht in gleicher Stärke auf beiden Seiten Hyperämie. Letztere bleibt auf der operierten Seite im Herd und Hof gleich stark, während am normalen Fuß die Hyperämie des Hofes nach einigen Minuten abnimmt, so daß Hof und Herd an ihm deutlich unterschieden werden können. Die Anschwellung tritt bei der normalen Seite früher und stärker als bei der operierten ein. Dagegen hält die Schwellung auf der operierten Seite länger an als auf der normalen, auf der normalen Seite tritt zwar die Mumifikation früher ein; aber trotzdem ist das Endresultat dasselbe: Nekrose des Fußes.

**Versuch 170. Reihe.**

Der rechte N. ischiadicus wird auf 3 cm Länge reseziert. Sofort ist der rechte Fuß vollständig gelähmt.

15. Tag. Man kann mit Ausnahme der Lähmung keinen Unterschied zwischen normaler und operierter Seite feststellen.

34. Tag. Der rechte Fuß ist vollständig gelähmt, an der Unterfläche des rechten Sprunggelenks entsteht ein kleinfingerspitzengroßer Tumor. Diese Anschwellung ist schwappend. Muskulatur des rechten Fußes etwas schwächer als links. Dann werden die beiden Fußspitzen gleichzeitig auf  $1\frac{1}{2}$  Min. mit Chloräthylspray erfroren, nach 4 Min. schmilzt der Reif bds.

In beiden Fällen entstehen die Entzündungserscheinungen im Anfangsstadium fast gleich stark. Im weiteren Verlauf verzögern sich die Entzündungserscheinungen auf der operierten Seite, seit dem 3. Tage wird die Anschwellung auf der operierten Seite immer stärker, schließlich nimmt der Vorgang bei beiden Füßen fast den gleichen Verlauf.

#### Versuch 170. Reihe (junges Kaninchen).

Am rechten Beine wird der N. ischiadicus auf ca. 3 cm Länge und die Adventitia der A. femoralis an 2—3 Stellen vollständig ausgeschnitten. Darauf werden die beiden Beine gleichzeitig in  $56-55^{\circ}\text{C}$  warmer physiologischer Kochsalzlösung auf 3 Min. lang eingetaucht.

##### Links (Normalseite):

- 11 Uhr. Sofort nach der Verbrühung wird das ganze Bein stark hyperämisch, besonders im Herde befinden sich einige Petechien. Die Hyperämie des Hofes nimmt nach ca. 6 Min. ab, im Herde bleibt sie bestehen.
- 11 Uhr 30 Min. Mäßiges Ödem nur im Herde nachweisbar und ganz deutlich begrenzt. Der Hof ist abgeblaßt, kein Ödem.
- 2 Uhr. Herd: Starkes Ödem. Ziemlich starke Hyperämie. Das Ödem ist allmählich auf den Hof übergegangen. Hof: Keine Hyperämie, aber leicht ödematös.
- 2. Tag. Das Ödem nimmt etwas ab, aber man kann es im Herde sowie Hofe noch deutlich nachweisen.
- 3. Tag. Herd: Rot. Das Ödem ist geringfügig, die Petechien abgeblaßt. Hof: Weder Ödem noch Hyperämie.
- 4. Tag. Der Herd ist trocken und mit Schorf bedeckt von dunkelroter Farbe. Ödem und Anschwellung sind nicht mehr nachweisbar.

##### Rechts (operierte Seite):

- 11 Uhr. Sofort nach der Verbrühung wird das Bein stärker hyperämisch wie links. Die Petechien befinden sich ungefähr in der entsprechenden Zone wie links. Die Hyperämie des Hofes nimmt nicht ab.
- 11 Uhr 30 Min. Das Ödem ist etwas stärker als links. Herd stark hyperämisch mit verschiedenen großen Petechien. Der Hof ist gleichfalls ziemlich stark hyperämisch und etwas ödematös.
- 2 Uhr. Starkes Ödem im Hofe und Herde. Der Fuß ist wärmer als links, und er erscheint stärker hyperämisch.
- 2. Tag. Das Ödem nimmt etwas ab, ist aber noch stärker als links. Ein Teil des Herdes sieht etwas cyanotisch aus.
- 3. Tag. Herd: Von roter Farbe mit deutlichem Ödem, das stärker als links und etwas feuchter ist. Im Hofe noch ein leichtes Ödem und Hyperämie.
- 4. Tag. Herd: Von dunkelroter Farbe und verschorft. Das Ödem noch nachweisbar. Hof: Im allgemeinen hyperämisch, aber kein Ödem.

Links (Normalseite):

8. Tag. Herd: Teilweise mit schwärzlicher Kruste bedeckt, sonst ohne Besonderheiten.  
20. Tag. Herd: Die Kruste fällt fast ab, und es bleibt fleckenweise ein rötlicher Herd. Hof: Normal.

Rechts (operierte Seite):

8. Tag. Herd: Fast gleich wie links, aber die Kruste etwas größer als links. Hof: Etwas hyperämisch.  
20. Tag. Herd: Die Kruste schrumpft zusammen. Hof: Etwas hyperämisch, der rechte Fuß ist wärmer als der linke.

35. Tag. Beide Kaninchenfüße sind vollständig geheilt, aber auf der Unterfläche der rechten Sprunggelenke entstand eine ungefähr fingerspitzen große rötliche Anschwellung (der distale Teil vom Sprunggelenk ist vollständig gelähmt, weswegen das Kaninchen immer auf dem Sprunggelenk sitzt).

Darauf werden beide Füße wieder vollständig enthaart und gleichzeitig in 55—56° C warmer physiologischer Kochsalzlösung 3 Min. lang eingetaucht.

Während der Verbrühung werden beide Beine gleichmäßig stark rot.

Links (Normalseite):

- 2 Uhr. Sofort nach der Verbrühung wird der Herd cyanotisch, einige Petechien. Hof: Starke Hyperämie.

- 2 Uhr 40 Min. Herd von cyanotischer Farbe mit Blutflecken. Leichtes Ödem. Im allgemeinen Herd etwas angeschwollen. Hof: Die Hyperämie nimmt ab.

- 4 Uhr 30 Min. Herd von roter Farbe. Das Ödem nimmt stark zu, aber bedeutend weniger als rechts. Grenze zum Hof scharf. Hof: Geringe Hyperämie, aber kein Ödem.

2. Tag. Herd und Hof gleichmäßig ödematös angeschwollen, der Herd ist noch hyperämisch, aber nicht der Hof.

3. Tag. Herd von roter Farbe mit leichtem Ödem. Hof: Fast normal.

4. Tag. Herd: Von rötlicher Farbe, besonders an den Zehen stark verfärbt und etwas trocken. Ödem nicht mehr vorhanden. Hof: Normal.

5. Tag. Herd: Die Zehen braunrötlich verfärbt und trocken, sonst leicht rötlich, aber Ödem.

Rechts (operierte Seite):

- 2 Uhr. Sofort nach der Verbrühung ist der Herd cyanotisch rötlich, und zwar stärker als links. Petechien etwas mehr als links. Hof stark hyperämisch.

- 2 Uhr 40 Min. Das Bein fühlt sich im allgemeinen viel wärmer an als links. Herd: Cyanotische Farbe. Die Petechien nehmen etwas zu. Leichtes Ödem. Hof: Starke Hyperämie.

- 4 Uhr 30 Min. Herd von roter Farbe. Das Ödem ist stark, etwa doppelt so stark wie links. Hof: Starke Hyperämie.

2. Tag. Im Herde und Hofe ein starkes Ödem, das viel stärker ist als links. Im allgemeinen ist der Herd etwas nassend.

3. Tag. Herd: Rote Farbe. Das Ödem ist stärker als links. Die Haut im allgemeinen nassend, aber an der Zehe etwas trockener und besonders stark cyanotisch.

4. Tag. Herd: Das Ödem nimmt stark ab. Die Farbe im allgemeinen cyanotisch; stark nassend, nur an der Zehe trocken. Hof: Makroskopisch, weder Ödem noch Hyperämie.

5. Tag. Herd: Im allgemeinen von cyanotischer Farbe, besonders die Zehen dunkelrot verfärbt und trocken. Das Ödem nicht mehr vorhanden.

## Links (Normalseite):

7. Tag. Herd: Alle Zehen dunkelrot und mumifiziert, sonstiger Teil rötlich verfärbt und fleckenweise mit Kruste bedeckt.
9. Tag. Herd und Hof ungefähr gleich wie vorher.
12. Tag. Herd: Die Zehen trocken und mumifiziert. Der Schorf beginnt sich zu lösen. Hof: Normal.
15. Tag. Herd: Der Schorf ist abgefallen, und man sieht fleckig rötliche Stellen, sonst keine Besonderheiten. Die Zehen mumifiziert.
20. Tag. Der Herd ist leicht rötlich, nahezu von gleicher Beschaffenheit wie der normale Teil.
25. Tag. Herd sieht im allgemeinen normal aus mit Ausnahme der Zehen.

## Rechts (operierte Seite):

7. Tag. Herd: Alle Zehen dunkelrot und mumifiziert, teils mit Kruste bedeckt. Hof: Leicht hyperämisch.
9. Tag. Rechtes Bein fühlt sich etwas wärmer an als links, sonst ungefähr gleich wie links.
12. Tag. Herd: Die Zehen wie links. Die Kruste zusammengeschrumpft. Hof: Normal.
15. Tag. Kruste noch vorhanden, aber ganz zusammengeschrumpft. Die Zehen wie links. Hof: Der Fuß etwas wärmer wie links.
20. Tag. Die Kruste schrumpft zusammen und fällt ab. Man kann im Herde kleine rote Flecken sehen.
25. Tag. Herd und Hof im allgemeinen normal.

Um möglichst auch noch den Einfluß der in der Gefäßwand selbst gelegenen Nerven auszuschalten, wird in dem nächsten Versuch zu der Durchschneidung des Ischiadicus noch die Wegnahme der Adventitia (*Richetsche Operation*) hinzugefügt.

**Versuch 173. Reihe.**

Am rechten Beine wird der N. ischiadicus in ca. 3 cm Länge ausgeräumt und die Adventitia der A. femoralis an zahlreichen verschiedenen Stellen vollständig abpräpariert und entfernt.

Nach der Operation tritt an der betreffenden Stelle Hyperämie und völlige Lähmung auf.

Nach einem Monat fühlt sich der rechte Fuß viel wärmer an als der linke.

Der rechte Fuß wird vollständig enthaart, darauf werden die beiden Fußspitzen gleichzeitig auf 2 Min. mit Chloräthylspray vereist, nach 5 Min. schmilzt der Reif auf beiden Füßen.

## Links (normal):

- Nach 10 Min. Seit der Vereisung tritt im Herde leichte Hyperämie auf, im Hofe ist einige Minuten nach der Erfrierung schon mäßige Hyperämie nachweisbar.
- Nach 30 Min. Herd nicht so stark hyperämisch wie rechts, kein Ödem. Im Hofe starke Hyperämie.
- Nach 1 Stde. Herd: Von mäßig starker Hyperämie. Hof stark hyperämisch, und zwar stärker als im Herde. Kein Ödem.

## Rechts (operierte Seite):

- Nach 10 Min. Seit der Erfrierung schon mäßige Hyperämie, und zwar stärker als links. Nach einigen Minuten ist die Hyperämie des Hofes etwa wie links.
- Nach 30 Min. Herd und Hof sind gleichmäßig stark hyperämisch, kein Ödem.
- Nach 1 Stde. Herd und Hof sind beide stark hyperämisch, und zwar stärker als links, kein Ödem.

Links (normal):

Nach 1½ Stde. Herd: Hyperämie, kein Ödem. Fuß fühlt sich kalt an. Hof: Hyperämie nimmt ab.

Nach 2½ Stde. Herd: Starke Hyperämie und deutliches Ödem, aber weniger als rechts. Hof: Keine Hyperämie, leichtes Ödem.

2. Tag. Herd: Leichte Hyperämie. Mäßig starkes Ödem. Hof: Keine Hyperämie, leichtes Ödem.

3. Tag. Herd: Sieht etwas rot aus. Ödem nicht mehr vorhanden. Hof: Fast normal.

5. Tag. Herd: Von leicht roter Farbe. Keine Anschwellung. Hof: Grenze zum Herd etwas rötlich, sonst normal.

8. Tag. Herd: Leicht rote Farbe, sonst kein Befund. Hof: Normal.

10. Tag. Herd: Fast normal.

14. Tag. Herd und Hof sehen normal aus.

Rechts (operierte Seite):

Nach 1½ Stde. Herd: Starke Hyperämie. Ganz leichtes Ödem nachweisbar. Die operierte Seite ist wärmer als die linke. Hof: Hyperämie stark.

Nach 2½ Stde. Herd: Ganzer Fuß fühlt sich wärmer an. Im Herd starke Hyperämie, und zwar stärker als links. Hof: Hyperämie und leichtes Ödem.

2. Tag. Herd: Starke Hyperämie und starkes Ödem, viel stärker als links. Hof: Leichte Hyperämie, mäßiges Ödem.

3. Tag. Herd: Mäßige Hyperämie. Das Ödem noch ziemlich stark vorhanden. Hof: Leichte Hyperämie. Leichtes Ödem.

5. Tag. Das Ödem ist noch ganz gering. Der Herd stärker gerötet als links. Hof: Etwas hyperämisch.

8. Tag. Herd: Rote Farbe. Das Ödem nicht mehr vorhanden. Hof: Etwas rötlicher.

10. Tag. Herd: Rot. Das rechte Bein fühlt sich im allgemeinen wärmer an.

14. Tag. Herd etwas rötlich, sonst normal.

**Versuch 175. Reihe** (junges Kaninchen).

Am rechten Bein wird der N. ischiadicus auf 3 cm Länge ausgeschnitten. Die beiden Beine werden vollständig enthaart. Dann werden sie gleichzeitig in 54–52° C warme physiologische Kochsalzlösung auf 3 Min. eingetaucht.

Links (normal):

Während der Verbrühung wird das ganze Bein stark hyperämisch, besonders im Herde. Petechien und verschieden große Unterhautblutungen.

1 Uhr 30 Min. Nach der Verbrühung. Herd: Von cyanotischer Farbe, keine Anschwellung. Die Petechien nehmen zu. Die Hyperämie des Hofes nimmt nach ca. 7 Min. etwas ab.

2 Uhr 50 Min. Herd: Von cyanotischer Farbe. Mäßiges Ödem. Hof: Leichte Hyperämie, kein Ödem.

Rechts (operierte Seite):

Während der Verbrühung wird das ganze Bein stärker hyperämisch als links. Petechien etwas reichlicher als links.

1 Uhr 30 Min. Nach der Verbrühung. Herd: Cyanotische Farbe, kein Ödem. Die Petechien stärker als links. Die Hyperämie des Hofes nimmt nach 5 Min. nicht mehr ab.

2 Uhr 50 Min. Herd: Cyanotische Farbe mit vielen Petechien. Das Ödem ist viel stärker als links. Hof: Die Hyperämie nimmt ziemlich ab, ist aber immer noch stärker als links.



## Links (normal):

2. Tag. Herd: Von roter Farbe. Mäßiges Ödem. Hof: Ganz leichtes Ödem.
3. Tag. Herd: Rot. Mäßig starkes Ödem. Hof: Mäßiges Ödem.
5. Tag. Herd: Bräunliche Farbe. Die Petechien blassen ab. Kein Ödem.
7. Tag. Herd wie vorher.
10. Tag. Herd: Teils rot, teils bräunlich, sonst kein Befund. Hof: Normal.
20. Tag. Herd und Hof sind fast normal.

## Rechts (operierte Seite).

2. Tag. Herd: Rot. Das Ödem ist viel stärker als links. Im Hof leichte Hyperämie und Ödem. Das rechte Bein fühlt sich viel wärmer an.
3. Tag. Herd: Rot. Das Ödem nimmt etwas ab, bleibt aber viel stärker als links. Hof: Die Hyperämie und das Ödem sind stärker als links.
5. Tag. Herd: Bräunlich dunkel. Die Petechien blassen ab. Der Herd ist teilweise mit Kruste bedeckt. Etwas Ödem. Hof: Leichte Hyperämie, kein Ödem.
7. Tag. Herd: Teils rot, teils dunkel mit Schorf bedeckt. Kein Ödem. Hof: Normal.
10. Tag. Wie vorher.
20. Tag. Herd und Hof sind fast gleich wie links, aber fühlen sich viel wärmer als links an.

32. Tag. Außer dem Temperaturunterschied keine Unterschiede zwischen den beiden Beinen.

Am rechten Bein wird die Adventitia der A. femoralis an einigen Stellen vollständig entfernt. Darauf werden die beiden Beine wieder gleichzeitig in 54—52° C warme physiologische Kochsalzlösung 3 Min. lang eingetaucht.

Während der Verbrühung werden die beiden Beine sofort gleichmäßig stark hyperämisch. Die subcutane Blutung ist am rechten Bein etwas stärker als links.

## Links (normal):

- 2 Uhr. Nach der Verbrühung. Herd: Stark cyanotisch und ziemlich viele Petechien, nach einigen Minuten nimmt die Cyanose etwas ab. Hof: Auch stark hyperämisch, aber nach 10 Min. schon nimmt die Hyperämie ziemlich ab.
- 2 Uhr 30 Min. Herd: Cyanotische Farbe mit Petechien. Kein Ödem. Hof: Leichte Hyperämie, etwas stärker als rechts.
- 3 Uhr. Herd: Rote Farbe, mit Petechien. Kein Ödem. Hof: Wie vorher.
- 4 Uhr. Herd: Von roter Farbe mit leichtem Ödem. Hof: Leicht rot, aber kein Ödem.
2. Tag. Herd: Von roter Farbe mit Petechien, ganz leichtes Ödem. Hof: Fast normal.

## Rechts (operierte Seite):

- 2 Uhr. Nach der Verbrühung. Herd: Starke Cyanose und viele Petechien sichtbar. Hof: Die Hyperämie ist stärker als links, der Fuß fühlt sich wärmer an.
- 2 Uhr 30 Min. Cyanotische Farbe mit vielen Petechien. Kein Ödem. Hof: Hyperämie.
- 3 Uhr. Herd: Cyanotisch mit ganz leichtem Ödem. Hof: Hyperämie.
- 4 Uhr. Herd: Cyanotisch, Ödem stärker als links. Hof: Leichte Hyperämie, aber kein Ödem.
2. Tag. Herd: Rötung und das Ödem viel stärker als links. Hof: Leichtes Ödem. Keine Rötung.

Links (normal):	Rechts (operierte Seite):
3. Tag. Herd: Rot. Kein Ödem. Hof: Normal.	3. Tag. Herd: Cyanotische Farbe. Das Ödem noch vorhanden. Hof: Fast normal.
4. Tag. Herd: Wie vorher.	4. Tag. Herd: Rote Farbe, die Zehen sind cyanotisch verfärbt und etwas trocken. Das Ödem ist nicht mehr vorhanden.
6. Tag. Herd: Im allgemeinen etwas rot, alle Zehen rötlich gefärbt und trocken, teilweise mit Kruste bedeckt. Hof: Normal.	6. Tag. Herd und Hof im großen und ganzen fühlen sich viel wärmer als links an. Im Herde ist die Rötung stärker als links, besonders die Zehen sind bräunlich, dunkel verfärbt und trocken. Hof: Leicht rot.
10. Tag. Herd: Im allgemeinen ganz leicht rot, nur die Zehen stellenweise verfärbt und mit geringem Schorf bedeckt. Hof: Normal.	10. Tag. Im Herde ist noch gleichmäßige Rötung vorhanden, insbesondere sind alle Zehen bräunlich, dunkel verfärbt, ganz trocken. Hof: Fast normal.
20. Tag. Herd und Hof sind fast normal, nur im Herd rötliche Flecken.	20. Tag. Herd und Hof fühlen sich wärmer an als links. Der Herd ist fast geheilt, alle Zehen sind mumifiziert.

*Vergleichende und zusammenfassende Übersicht über die Versuche am Fuße einen Monat nach Ischiadicusdurchschneidung.*

Fasse ich die Ergebnisse nun zusammen, so zeigt sich, daß die Durchschneidung der Nn. ischiadicus und cruralis wie bekannt an der operierten Seite eine starke Hyperämie zur Folge hat. An der operierten Seite bleibt eine lokale Temperatursteigerung lange Zeit bestehen.

So haben auch *Tarchanoff* und *Putzeys* 10 Tage nach Durchschneidung des Froschischiadicus am operierten Fuß eine stärkere Blutfülle als am gesunden festgestellt.

Auch *Schiff* gibt an, nach Durchtrennung des N. axillaris der Taube eine längere Zeit anhaltende Temperatursteigerung, die mit Hyperämie verbunden ist, gesehen zu haben.

Sogar 4 Wochen nach der Durchschneidung der N. axillaris der Taube konnte *Samuel* in der gelähmten Extremität Hyperämie konstatieren. Und *Lewaschew* erzielte eine 3—5 Monate andauernde Gefäßerweiterung und Temperatursteigerung an der Pfote seines Versuchstiers.

Auch ich bemerkte, daß an der von der Nervenversorgung abgetrennten Seite die Extremität sich wärmer anfühlte.

Die klinische Seite der Folgen einer Nervendurchschneidung hat unter anderm *Breslauer* studiert und an der Haut die charakteristischen Zeichen beschrieben.

Die Haut erscheint glänzend und glatt und ist prall gespannt. Häufig ist sie auch trocken und mit Epithelschuppen bedeckt. Dieser Forscher

unterscheidet zwei Typen, die als Folge eintreten können, einmal einen anämischen und einen mit venöser Hyperämie verknüpften. Bei den durch Blutleere gekennzeichneten Fällen erscheint die Haut blasig; glänzend gespannt, bräunlichrot ist sie beim Bestehen einer venösen Hyperämie. Beim Kaninchen waren in einzelnen Fällen die Veränderungen nach Durchschneidung des Ischiadicus nicht sehr deutlich. Untersucht man aber sehr genau, so zeigt sich, daß die Haut der anästhesierten Seite trockener ist und mehr Schuppen zeigt als die gesunde. In einigen Fällen zeigte sie auch einen bräunlichen Farbenton, war etwas verdickt und leicht ödematös.

Solche abweichende Fälle habe ich für die Verwertung meiner Versuche nicht gebraucht, sondern nur diejenigen, in denen die anästhesierte wie die gesunde Seite sich in nichts als in der Lähmung unterschieden.

Beim ersten Versuche habe ich die Kaninchenbeine mit  $54^{\circ}\text{C}$  heißem Wasser verbrüht. Da trat auf beiden Seiten sofort eine gleich starke Hyperämie ein, die sich auf das ganze Bein erstreckte; ferner war die Herdstelle mit zahlreichen Petechien bedeckt; auch hier war kein Unterschied zwischen der normalen und operierten Seite zu erkennen. Eine Stunde darauf trat ein Ödem ein, das aber an der normalen Seite stärker war als an der operierten.

Im weiteren Verlauf konnte man am 2. Tage aber das Umgekehrte feststellen: jetzt war an der operierten Seite das Ödem stärker als an der gesunden und blieb auch an der operierten länger bestehen. Die sonstigen Erscheinungen waren an beiden Seiten ganz gleich; im weiteren Verlauf vertrockneten die Herde beiderseits.

Ein weiterer Versuch wurde mit Chloräthylspray unternommen, um die Kältewirkung zu erforschen. An der operierten wie an der gesunden Seite trat sofort die gleiche Reaktion ein: beide Beine zeigten starke Hyperämie und Ödem.

Aber vom 3. Tage an zeigte sich ein bedeutender Unterschied. An der normalen Seite nahm das Ödem ab und war eine Woche nach dem Versuche fast völlig verschwunden, während es in dieser Zeit an der operierten Seite noch vorhanden war. Im weiteren Verlauf traten dann aber auf beiden Seiten die gleichen Heilungserscheinungen ein.

Bei einer dritten Versuchsreihe wurde der N. ischiadicus durchschnitten und die Adventitia der A. femoralis ausgeräumt, dann wurden in ähnlicher Weise wie beim ersten Versuch beide Beine gleichzeitig mit  $55-56^{\circ}\text{C}$  warmer physiologischer Kochsalzlösung verbrüht.

Es zeigt sich sofort danach eine starke Hyperämie beiderseits, und zahlreiche Petechien bedeckten wie beim ersten Versuche die Herdstelle.

Nach etwa 30 Min. stellte ich ein mäßiges Ödem an beiden Beinen fest, das aber an der operierten Seite stärker war.

Am Hofe entstand eine beiderseits gleich starke Hyperämie, die aber auf der normalen Seite bald verschwand, während sie auf der operierten noch lange Zeit bestehen blieb.

Vom 4. Tage an war im allgemeinen auf der normalen Seite das Ödem völlig zurückgegangen, und der Herd wurde trocken. Dagegen blieb es auf der operierten Seite noch bestehen und näßte etwas.

Im weiteren Verlauf bildete sich eine Kruste, die noch längere Zeit bestehen blieb.

35 Tage nach der Operation waren beide Beine vollständig geheilt.

An demselben Tier wurde dann der Versuch wiederholt, indem es 3 Min. in 55–56° C warmer physiologischer Kochsalzlösung verbrüht wurde. Während der Verbrühung konnte man keinen Unterschied an beiden Beinen beobachten. Wie früher zeigten sich Petechien, und die Haut verfärbte sich.

Doch etwa 40 Min. nach dem Wärmereiz entstand auf der operierten Seite — früher als auf der normalen — ein starkes Ödem.

Es war nicht nur zeitlich früher eingetreten, sondern auch stärker und schwerer als an der normalen Seite. An der normalen Seite verschwand es auch schon am 4. Tage. Im übrigen war der Entzündungsprozeß an der operierten Seite bedeutend stärker.

Eine Woche nach der Verbrühung verhielten sich die gesunde und operierte Seite gleich, ein Teil der Zehen mumifizierte sich.

Es wurde nun bei einem anderen Tier der Versuch mit Chloräthylspray in der Weise abgeändert, daß ich 4 Wochen nach der Durchschneidung des Ischiadicus und Ausräumung der Adventitia der A. femoralis eine 2 Min. dauernde Chloräthylspray auf die Kaninchenbeine einwirken ließ. An der operierten Seite trat im Herde die Hyperämie früher und stärker ein und blieb auch längere Zeit bestehen als auf der normalen Seite, wo sie auch frühzeitiger verschwand. Das Ödem trat an der operierten Seite schon 1½ Stde. nach dem Kältereiz ein, während es auf der normalen Seite erst 2½ Stdn. nach Beginn des Versuches bemerkt wurde. Es war auch an der operierten Seite viel stärker.

3 Tage später verschwand es an der normalen Seite, blieb dagegen an der operierten noch bis Ende der ersten Woche bestehen. Im weiteren Verlauf blieb die anästhesierte Seite mehr hyperämisch, schließlich verlief die Heilung auf beiden Seiten ungefähr gleich.

Bei einem anderen Tier wurde am rechten Bein der Ischiadicus durchschnitten und dann der Versuch mit Verbrühen in 52–54° C warmer physiologischer Kochsalzlösung gemacht. Ungefähr 4 Wochen danach, als beide Beine sich ungefähr annähernd im normalen Zustande befanden, wurde an dem rechten Bein die Adventitia der A. femoralis weggeschnitten und dann wieder der gleiche Versuch an beiden Beinen mit Verbrühen durch die gleich warme Kochsalzlösung gemacht. Doch

konnte ich im Verlaufe der Entzündung keinen Unterschied zwischen dem ersten und zweiten Versuche feststellen. Nach Durchschneidung des Ischiadicus und Ausräumung der Adventitia der A. femoralis wurde das Bein unempfindlich und gelähmt, und man konnte gewissermaßen unter Ausschaltung der zentralen Leitungsbahn die Vorgänge bei einer Wärme- und Kältereizung beobachten.

Die dabei auftretende Hyperämie war an dem anästhesierten und normalen Beine und Herde und Hofgebiet während des Versuches dem Grade nach und zeitlich ganz gleich. Aber am normalen Bein ließ sie im Hofe bald nach, während sie am operierten noch länger bestehen blieb, so daß dieses sich wärmer anfühlte. Das Ödem trat an der normalen Seite entweder früher oder gleichzeitig mit dem an der operierten Seite ein, im weiteren Verlauf blieb es an dem anästhesierten Beine stärker.

Im weiteren Verlauf bewirkte die an der empfindungslosen Seite auftretende Hyperämie eine günstige Heilung; beide Seiten hatten schließlich dasselbe Schicksal.

#### IV. Versuch mit Senföl an Kaninchenaugen nach der Narkotisierung mit Äther, Urethan, Chlormalcium und Bromkali.

Ich nahm 5 weiße, ungefähr gleich große Kaninchen, 1 Kaninchen blieb als Kontrolle zurück, und die übrigen 4 Kaninchen wurden mit Äther, Urethan, Chlormalcium und Bromkali narkotisiert. Darauf wurden in die Augen der Tiere in 30 Min. Abstand je 2 Tropfen Senföl geträufelt.

##### Versuch 1. Kontrolle Körpergewicht (1420 g).

10 Uhr. Sofortige Hyperämie, gleich darauf einige Petechien sichtbar. Strombahn stark erweitert. In den oberflächlichen Gefäßen im allgemeinen Stase, sonst in den mittelgroßen Gefäßen die Strömung sehr langsam. Nach 3 Min. schon leichtes Ödem nachweisbar. Die Petechien haben sich um einige vermehrt. Nach 5 Min. ist das Ödem schon makroskopisch bemerkbar. Strombahn stark erweitert. In den oberflächlichen Gefäßen allgemeine Stase.

10 Uhr 25 Min. Zunehmendes Ödem der Conjunctiva, am Ende der 25. Min. so stark, daß das ödematöse dritte Lid zwischen dem stark geschwellenen Ober- und Unterlid beträchtlich herausragt. Gesamte Strombahn, soweit es der Zustand zu beobachten erlaubt, stark erweitert, in den oberflächlichen Gefäßen allgemeine Stase.

1 Uhr 30 Min. Starkes Ödem, unübersichtlich. Etwas dünnflüssiger Eiter im Conjunctivalsack. Cornea klar.

2. Tag. Etwas Eiter im Conjunctivalsack. Hyperämie und Ödem haben etwas abgenommen. Die Cornea ist leicht getrübt. Mikroskopisch: Mäßige Petechien. Stärkste Erweiterung der Strombahn und Stase in den oberflächlichen Gefäßen wie bisher.

3. Tag. Hyperämie. Leichtes Ödem der Conjunctiven. Wenig Eiter. Cornea leicht getrübt. Mikroskopisch: Strombahn stark erweitert. Strömung im ganzen stark verlangsamt. Petechien abgeblaßt.

4. Tag. Starke Hyperämie, das Ödem nicht mehr vorhanden. Geringer Eiter im Conjunctivalsack. Corneatrübung nimmt etwas ab. Mikroskopisch: Strom-

bahn erweitert. In den oberflächlichen Strombahnen stark verlangsamte Strömung, in einer Anzahl von Capillaren Stase.

**Versuch 2.** Kaninchen (1550 g).

Das Kaninchen wird mit Äther ganz vorsichtig narkotisiert. Das Auge zeigt keinen Reflex. Das Auge ist ganz leicht hyperämisch und die Strombahn leicht erweitert, Strömung in einer Anzahl von kleinen Gefäßen verlangsamt. Darauf wurden in das Auge 2 Tropfen Senföl geträufelt. Das Ödem war hier deutlich geringer als beim Kontrolltier, sonst waren die Entzündungserscheinungen ungefähr die gleichen.

**Versuch 3.** Kaninchen (1400 g).

Am Abend vor dem Versuch werden dem Kaninchen 4 ccm 25 proz. Urethanlösung subcutan eingespritzt. Die Urethaninjektion wird am gleichen Tage noch 3 mal wiederholt.

In diesem Versuch war gleichfalls das Ödem etwas, wenn auch nur wenig, schwächer als bei der Kontrolle, sonst war der Verlauf der gleiche.

**Versuch 4.** Kaninchen (1630 g).

Am Tage vor dem Versuch wurden um 12 Uhr und um 5 Uhr nachmittags 3 resp. 5 ccm 5 % Chlorcalciumlösung injiziert. Die gleiche Dosis wurde am Versuchstage vor dem Versuch noch 2 mal subcutan eingespritzt. Danach wurden 2 Tropfen Senföl in das Auge gebracht. Die Erscheinungen sind ausgesprochener als bei der Kontrolle, insbesondere sind das Ödem und die Eiterung deutlich stärker. Das gleiche gilt für die Trübung der Cornea.

**Versuch 5.** Kaninchen (1420 g).

Am vorhergehenden Tage um 12 Uhr 2 ccm und um 5 Uhr 3 ccm 20 proz. Bromkalilösung subcutan eingespritzt.

3 Uhr 40 Min. 3 ccm 20 proz. Bromkalilösung unter die Haut eingespritzt.

11 Uhr. 3 ccm 20 proz. Bromkalilösung unter die Haut eingespritzt.

12 Uhr. 3 ccm 20 proz. Bromkalilösung unter die Haut eingespritzt.

12 Uhr 30 Min. Das Auge sieht normal aus, Reflexe vorhanden, aber träge. Mikroskopisch: Strombahn durchweg fast normal. Dann werden in das Auge 2 Tropfen Senföl eingeträufelt.

Der Verlauf ist der gleiche wie beim Kontrolltier. Bromkali wurde, um die Narkose zu unterhalten, noch mehrfach eingespritzt.

*Zusammenfassung.*

Bei der Äthernarkose wurde das Auge sorgfältig geschützt und das Tier auf die schonendste Weise betäubt. In den Fällen, in denen Einspritzungen nötig waren, wurde in größeren Dosen unter die Haut gespritzt. Bei allen 4 Gruppen war das Ödem im Anfangsstadium geringer als beim Kontrolltier und verlief in geringerer Ausdehnung. So entsteht z. B. beim Ätherversuch das Ödem bedeutend später und ist in den ersten Tagen erheblich geringer als beim normalen Tier. Ebenfalls tritt

es beim Urethanversuch verspätet auf. Hier ist es am 1. Tage geringer am 2. Tage gleich stark wie beim Kontrolltier. Beim Chlорcalciumversuch tritt es ebenfalls später auf und ist in den ersten 20 Min. sehr viel geringer; aber schon nach 25 Min. besteht kein Unterschied mehr gegenüber dem Vergleichstier. Bei Bromkaliversuch zeigt sich im Anfang nur eine geringe Verzögerung des Ödemeintritts und etwas geringerer Grad, während es im weiteren Verlauf gleich stark ist. Die Hyperämie ist im Anfangsstadium etwas leichter resp. gleich stark wie beim Kontrolltier, aber im weiteren Verlauf stärker, besonders der Chlорcalcium- und Urethanversuch zeigen im weiteren Verlauf stärkere Hyperämie als das Vergleichstier. Die kleinen Blutungen sind in allen Fällen am stärksten beim Normaltier, sie finden sich in nennenswerter Zahl überhaupt nur beim mit Bromkali betäubten Tier, treten recht vereinzelt auf beim Äthertier und fehlen ganz bei dem Chlорcalcium- und Urethantier. Die Eiterabsonderung ist bei den Äther- und Urethantieren geringer als am Vergleichstier, bei dem Chlорcalcium- und Bromkalitier dagegen etwas stärker. Die Hornhauttrübung ist bei dem Äther- und Urethantieren im Anfang geringer, im weiteren Verlauf gleich stark wie beim Vergleichstier, beim Chlорcalcium- und Bromkaliversuch von Anfang an gleich stark. Der mikroskopische Befund an den Gefäßen ist in allen Fällen ungefähr der gleiche.

#### **Versuch mit Kälte an Kaninchenaugen nach der Narkotisierung mit Äther, Urethan, Chlорcalcium und Bromkali.**

Ich habe die Versuche mit 5 weißen, ungefähr gleich großen Kaninchen gemacht. 1 Kaninchen davon bleibt als Kontrolle zurück, die übrigen 4 Kaninchen wurden je mit Äther, Urethan, Chlорcalcium und Bromkali narkotisiert. Darauf wurden die Augen in 30 Min. Abstand auf 1 Min. mit Chloräthylspray erfroren. Im übrigen wurden die Versuche dieser Reihe in genau der gleichen Weise wie die vorigen durchgeführt und protokolliert. Die ausführlichen Protokolle müssen der Kürze halber fortfallen.

Die Ergebnisse lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

Bei den Äther-, Urethan- sowie Chlорcalciumversuchen entstehen im Anfang leichtere Ödeme als beim Kontrolltier, beim Urethan- sowie Chlорcalciumtier ist die Aufsaugung augenscheinlich verzögert, das Ödem bleibt daher lange Zeit bestehen. Beim Bromkaliversuch ist das Ödem von Anfang an gleich stark wie beim Vergleichstier. Die Hyperämie ist beim Urethanversuch etwas leichter als beim Kontrolltier, beim Chlорcalciumversuch ist sie etwas stärker, bei den anderen Versuchen ungefähr gleich stark. Die Eiterbildung ist beim Urethanversuch etwas weniger stark; bei den anderen ungefähr gleich. Die Hornhauttrübung zeigt keine wesentlichen Unterschiede.

**Versuch mit Wärmereiz an den Kaninchenaugen nach Narkotisierung mit Äther, Urethan, Calciumchlorid und Bromkali.**

Ich nahm 5 weiße, ungefähr gleich große Kaninchen, 1 Kaninchen bleibt zum Vergleich zurück, und die übrigen 4 Kaninchen wurden je mit Äther, Urethan, Calciumchlorid und Bromkalium narkotisiert. Dann wurden die Augen der Tiere 2 Min. mit 56° C warmer physiologischer Kochsalzlösung berieselt.

Bei diesen Versuchen mit Äther, Urethan, Chlorcalcium und Bromkali entsteht das Ödem wesentlich später und schwächer als beim Kontrolltier. Nur beim Versuch mit Bromkali entsteht das Ödem in gleicher Weise. Aber nach 4 Stdn. ist das Ödem in allen 5 Fällen gleich. Die Hyperämie verläuft in allen 5 Fällen in ungefähr gleicher Stärke und ist auch mikroskopisch gleich stark. Die Petechien sind beim Urethanversuch etwas seltener, bei den anderen Versuchen gleich stark wie beim Vergleichstier. Die Eiterabsonderung ist beim Urethanversuch etwas geringer und beim Chlorcalcium- und Bromkaliversuch etwas stärker als beim Kontrolltier. Die Hornhauttrübung ist bei allen 5 Versuchen gleich stark.

*Vergleichende und zusammenfassende Übersicht über Reizversuche an der Conjunctiva während allgemeiner Narkose.*

Zuerst wurden die Versuchstiere mit den verschiedenen Narkotica betäubt und dann auf die Augenbindehaut ein entzündlicher Reiz ausgeübt. Es zeigt sich, daß im Anfangsstadium die reaktive Hyperämie entweder leichter oder doch in gleicher Stärke wie beim Vergleichstier auftrat. Im weiteren Verlauf aber war die Hyperämie beim betäubten Tier stärker.

Reizt man die Conjunctiva in der schon früher beschriebenen Weise mit Senföl, so zeigt sich, daß im Anfangsstadium alle Tiere einer Versuchsreihe ungefähr die gleiche Reaktion zeigen. Im weiteren Verlauf tritt die Hyperämie bei den mit Urethan und Calciumchlorid narkotisierten Tieren stärker oder doch gleich mit dem Kontrolltier auf.

Übt man auf die Tiere einer Versuchsreihe den Kältereiz in der oben angegebenen Weise aus, so ist die Hyperämie bei den mit Urethan narkotisierten Versuchstieren leichter als beim Vergleichstier, dagegen tritt sie bei mit Calciumchlorid betäubten Tieren stärker auf. Im weiteren Verlauf dauert sie bei den narkotisierten Tieren längere Zeit und ist auch stärker. Beim Wärmereiz verläuft der Versuch bei den Tieren einer Reihe anfangs ungefähr gleich. Im weiteren Verlauf ist beim Vergleichstier die Hyperämie leichter und günstiger. Das Ödem tritt bei den Versuchstieren anfangs leichter und später ein als beim Kontrolltier. Im weiteren Verlauf ist es aber bei den betäubten Tieren stärker.

Nur die mit Bromkali behandelten Tiere machen im Wärme- und Kälteversuch eine Ausnahme, hier ist das Ödem bei den Tieren im



allgemeinen gleich oder stärker als beim Kontrolltier. Es bleibt aber bei den Versuchstieren im weiteren Verlauf stärker und hält längere Zeit an.

Was die Eiterbildung betrifft, so ist sie im allgemeinen im Anfangsstadium geringer als beim Vergleichstier, allmählich steigert sie sich und wird bei den betäubten Tieren stärker. Beim Bromkali- und Calciumchloridversuch ist die Eiterbildung bei Reiz mit Wärme und Senföl schon im Anfangsstadium stärker.

Die Hornhauttrübung ist bei betäubten Tieren im Anfangsstadium entweder leichter oder ebenso wie beim Kontrolltier, tritt auch verzögerter ein. In späteren Stadien tritt sie in gleicher Stärke auf, wird gewöhnlich bei den Versuchstieren noch stärker und hat einen schwereren Verlauf.

Die Petechien sind bei den Vergleichstieren im allgemeinen stärker, besonders beim Senfölvorsuch. Bei Urethan- und Calciumchloridnarkose treten keine Petechien auf.

Beim mikroskopischen Befund ist anfangs ein leichter Unterschied zwischen den betäubten und Vergleichstieren festzustellen, dieser verschwindet aber im weiteren Verlauf. Aus dieser Versuchsreihe geht hervor, daß bei einem vollständig narkotisierten Tiere, wo der Nervenapparat völlig gelähmt ist, im Anfangsstadium des Reizversuches eine Reaktion leichter oder verzögert eintritt als beim Kontrolltier, doch nach einigen Tagen gewöhnlich den gleichen Grad oder einen höheren Grad als beim Vergleichstier erreicht. Der Nachteil einer allgemeinen Betäubung besteht nur darin, daß man den Versuch nicht eine beliebige Zeit ausdehnen kann; dieser Nachteil ist einigermaßen nur bei Urethanarkose zu vermeiden, wo das Tier unter sorgfältigster Warmhaltung etwa 4—5 Tage betäubt gehalten werden konnte.

## V. Zusammenfassung und Schlußbemerkung.

Die Anästhesie der Augen nach Cocainisierung bedingt an sich keine Kreislaufstörung; kommt zu der Betäubung noch ein Entzündungsreiz, so treten die Kreislaufstörungen (Hyperämie, Ödem usw.) etwas später auf als bei den Kontrollversuchen, die Störungen sind auch anfangs weniger ausgesprochen. Bei längerer Beobachtung indessen erweisen sich die Erscheinungen am unempfindlichen Auge als schwerer und als länger andauernd.

Bei der Anästhesie des Auges nach Trigeminiisdurchschneidung sind grundsätzlich die gleichen Unterschiede zu erkennen. Hervorzuheben aber, daß in diesem Fall Reize, die am cocainisierten Auge nur eine mittel schwere Entzündung zur Folge haben, hier bereits erheblich schwerere und länger anhaltende krankhafte Veränderungen zeitigen.

Übereinstimmend hiermit erweist sich auch das Verhalten derjenigen Tiere, bei welchen die Entzündungsreize während allgemeiner,

lange Zeit fortgesetzter Narkose angewendet wurden: Anfangs trägere Reaktion, verzögertes und wenig ausgesprochenes Einsetzen der Entzündung, die im weiteren Verlauf allmählich stärker als bei den Kontrollen wird und auch länger anhält.

Bei den Reizversuchen am Fuß müssen diejenigen, die unmittelbar nach der Durchschneidung des Nervus ischiadicus und Unterbrechung der Sympathicuszweige in der Adventitia der Arteria femoralis angestellt wurden, von denjenigen gesondert werden, bei welchen zwischen der Operation und dem eigentlichen Entzündungsversuch ein längerer Zeitraum verstrichen ist. Bei den ersteren wird die Beurteilung dadurch erschwert, daß durch die Operation selbst eine mächtige Hyperämie bedingt ist. Setzt man nun einen Entzündungsreiz, so bemerkt man außer einem etwas stärkeren Ödem und einem etwas lebhafteren Entzündungsverlauf im wesentlichen den gleichen Verlauf wie bei dem Vergleichstier. Besonders hervorzuheben ist, daß der Prozeß auf beiden Seiten gleichzeitig einsetzt. Liegt ein Zeitraum von etwa 1 Monat zwischen der Operation und dem Versuchsbeginn — die Hyperämie ist dann schon weniger ausgesprochen —, so erweist sich die operierte Seite als benachteiligt. Dieser Unterschied wird um so deutlicher, je länger man die Beobachtung ausdehnt.

Ähnlich fallen die Versuche am Kaninchenohr aus: Wurde der Nervus auricularis major et minor sowie der Halssympathicus durchschnitten, so wirkt ein gleich nach der Operation zugefügter Reiz ungefähr so wie beim gesunden Tier, wenn auch die Entzündungserscheinungen lebhafter auf der empfindungslos gemachten und sympathicektomierten Seite verlaufen. Läßt man dagegen bei gleichartig vorbehandelten Tieren 1 Monat verstreichen und stellt dann den Entzündungsversuch an, so verhalten sich die operierte Seite und die Vergleichsseite in jeder Beziehung gleichartig. Wird nur der N. auricularis major et minor durchschnitten, der Sympathicus erhalten, so beobachtet man bei sofort angestelltem Entzündungsversuch zwar eine rasche Ausbildung, aber verlangsamtes und träges Abheilen der Entzündung. Schließlich verläuft die Entzündung, wenn eine Frist von 4 Wochen zwischen der Durchschneidung und dem Versuch verstrichen ist, auf der operierten Seite viel schwerer.

Die anfangs besonders ausgesprochene Hyperämie nach der Sympathicektomie scheint demnach den Ausfall der sensiblen Nerven bis zu einem gewissen Grade ausgleichen zu können.

Eine solche Auffassung steht in Übereinstimmung mit der von *Snellen* und *Weber* sowie von *Nasse*, *Danilowski* und *Liek*. Als Ursache dafür, daß die Sympathicektomie wenigstens bald nach ihrer Vornahme von günstigem Einfluß ist, kommt meiner Meinung nach wohl eher die Hyperämie als der Ausfall des Nervenapparates in Frage. Gleichfalls

bestätigen kann ich die Befunde von *Samuel*. Er hatte bei Kaninchen links den Nervus auricularis major et minor, rechts den Sympathicus durchschnitten und verglich die Entzündungserscheinungen, die nach Reizung der Ohren auftraten, mit den Folgen gleichartiger Reize am gesunden Tier. Er fand, daß die Entzündung beim nichtoperierten Tier am schnellsten und günstigsten verläuft, an dem Ohr ohne sympathische Innervation ist die Entzündung schwerer und dauert länger, bleibt aber gutartig, während am unempfindlich gemachten Ohr meist Ausgang in Nekrose erfolgte.

Es mag noch erwähnt werden, daß *Engelhardt* und *Zenker* bei Kehlkopftuberkulose nach Eingriffen am Nervenapparat Besserungen beobachteten. Wieweit hierbei die Entzündung durch den Ausfall der Nerven beeinflußt worden ist, kann nicht sicher entschieden werden, wahrscheinlich ist die Ruhigstellung durch Lähmung der Kehlkopfmuskeln sowie vielleicht eine Hyperämie von größerem Einfluß gewesen.

Als Ergebnis der von mir in 140 Versuchsreihen gemachten Beobachtungen ist festzuhalten:

1. Bei fast allen Eingriffen, durch die der Einfluß des peripheren oder zentralen Nervensystems oder beider stark herabgesetzt oder ausgeschaltet wurde, kommt es zu einem langsameren Verlauf des Entzündungsvorgangs: die Reaktionen treten verspätet und zunächst milder ein, dauern aber länger an; Verlauf und Ausgang sind dann oft ungünstiger. Doch sind die Unterschiede in vielen Fällen geringe.

2. In Fällen, in denen es gelang, Teile völlig nervenlos zu machen (Versuche mit Sympathicusdurchschneidung und Ausrottung des Nervus auricularis), war dagegen die Reaktion meist lebhafter, stürmischer, der Verlauf beschleunigt und der Ausgang günstiger.

3. Die Art der entzündlichen Reizungen hatte keinen oder nur einen geringen Einfluß auf Eintritt, Verlauf und Ausgang des entzündlichen Vorgangs.

4. Aus diesen Feststellungen kann der Schluß gezogen werden, daß der Einfluß des Nervensystems auf Eintritt, Verlauf und Ausgang der entzündlichen Vorgänge nur ein bescheidener und nicht einmal immer ein regelnder ist, daß die entzündlichen Vorgänge sämtlich ohne Mitwirkung des Nervensystems zustande kommen können.

An dieser Stelle sei es mir gestattet, Herrn Geheimrat Professor Dr. *Lubarsch* und Herrn Dr. *van Eweyk* für die liebenswürdige Mithilfe bei der Abfassung dieser Arbeit meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

#### Literaturverzeichnis.

- <sup>1)</sup> *Anitin Sara*, Zeitschr. f. Biol. **17**. — <sup>2)</sup> *Auer u. Melzer*, Americ. journ. of physiol. **17**. — <sup>3)</sup> *Alfred*, Experimentelle Untersuchungen über nervöse Stauung. Inaug.-Diss. Dorpat. — <sup>4)</sup> *Askanazy*, Pathol. Anatomie von Aschoff. — <sup>5)</sup> *Arndt*,

Über trophische Nerven. Du Bois-Reymonds Archiv 1892. — <sup>6)</sup> *Amberg*, Zeitschr. f. d. ges. exp. Med. 1914. — <sup>8)</sup> *Bayliss*, Ergebn. d. Physiol. 5. — <sup>9)</sup> *Bernstein*, Arch. f. d. ges. Physiol. 15. — <sup>10)</sup> *Becke Callenfels*, Zeitschr. f. ration. Med. 7. — <sup>11)</sup> *Bernhardt*, Erkrankung der peripheren Nerven 1895. — <sup>12)</sup> *Bremer*, Die Nerven der Capillaren. Zentralbl. f. med. Wissen 1883. — <sup>13)</sup> *Buffolini*, Jahresbericht der Physiol. 1876. — <sup>14)</sup> *Bier*, Hyperämie als Heilmittel 1905. — <sup>15)</sup> *Büttner*, Zeitschr. f. ration. Med. 1862. — <sup>16)</sup> *Bernhard*, Compt. rend. de l'acad. de scienc. 1858. — <sup>17)</sup> *Bernhard*, Compt. rend. de la soc. de Biol. 1851. — <sup>18)</sup> *Breslauer*, Berl. klin. Wochenschr. 1818. — <sup>19)</sup> *Breslauer*, Dtsch. Zeitschr. f. Chirurg. 150. — <sup>20)</sup> *Breslauer*, Münch. med. Wochenschr. 1920. — <sup>21)</sup> *Breslauer*, Zentralbl. f. Pathol. 1920, Nr. 21 u. 36. — <sup>22)</sup> *Bruce*, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmakol. 63. — <sup>23)</sup> *Bruning*, Zentralbl. f. Chirurgie 1920. — <sup>24)</sup> *Chiari* und *Januschke*, Wien. klin. Wochenschr. 1910. — <sup>25)</sup> *Chiari* u. *Januschke*, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmakol. 65. — <sup>26)</sup> *Cyklarrz* u. *Helbing*, Kohldens Zentralbl. f. allg. Pathol. 1897. — <sup>27)</sup> *Damilewski*, Zentralbl. f. Chirurg. 1883. — <sup>28)</sup> *Dale*, Journ. of physiol. 1902. — <sup>29)</sup> *Ellinger*, Münch. med. Wochenschr. 1920. — <sup>31)</sup> *Elbe*, Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. 182. — <sup>32)</sup> *Eulenburg* u. *Landois*, Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. 66 u. 76. — <sup>33)</sup> *Gelinsky*, Zentralbl. f. Chirurg. 1920. — <sup>34)</sup> *Goltz*, Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. 29. — <sup>35)</sup> *Giovanni Saviotti*, Brehon Breh. 50. — <sup>36)</sup> *Groll*, Beitr. z. pathol. Anat. u. z. allg. Pathol. 70. — <sup>38)</sup> *Gaisbeck*, Dtsch. Arch. f. klin. Med. 1918. — <sup>39)</sup> *Gaule*, Berl. klin. Wochenschr. 1893. — <sup>40)</sup> *Glaser*, Dtsch. Zeitschr. f. Nervenheilk. 50. — <sup>41)</sup> *Goltz* u. *Ewald*, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 63. — <sup>42)</sup> *Hippel*, Graefes Arch. f. Ophth. 35. — <sup>43)</sup> *Hastelich* u. *Bidder*, Wien. klin. Wochenschr. 1893. — <sup>44)</sup> *Hermann* u. *Schultz*, Zentralbl. f. med. Wiss. 1873. — <sup>45)</sup> *Jacoby* u. *Roemer*, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmakol. 66. — <sup>46)</sup> *Jacoby* u. *Roemer*, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmakol. 86. — <sup>47)</sup> *Januschke*, Wien. klin. Wochenschr. 1913. — <sup>48)</sup> *Jegerow*, Arch. f. Physiol. 1892. — <sup>49)</sup> *Jankowsky*, Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. 93. — <sup>50)</sup> *Kaufmann*, Frankfurt. Zeitschr. f. Pathol. 24. <sup>51)</sup> *Klemensiewicz*, Die Entzündung 1908. — <sup>52)</sup> *Kolm* u. *Pick*, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmakol. 87. — <sup>53)</sup> *Krause*, Die Neuralgie des Trigemini 1896. — <sup>54)</sup> *Kreibichs*, Berl. klin. Wochenschr. 1913. — <sup>55)</sup> *Kehrer*, Arch. f. Gynäkologie 81. — <sup>56)</sup> *Kendall-Luchsinger*, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 13. — <sup>57)</sup> *Lapinsky*, Arch. f. Anat. u. Physiol. Suppl. 1889. — <sup>58)</sup> *Lapinsky*, Arch. f. mikr. Anat. 65. — <sup>59)</sup> *Lapinsky*, Dtsch. Zeitschr. f. Nervenheilk. 16. — <sup>60)</sup> *Lapinsky*, Du Bois-Raymonds Arch. 1899. — <sup>61)</sup> *Lee*, Dtsch. med. Wochenschr. 1911, Nr. 1. — <sup>62)</sup> *Lewaschew*, Arch. f. d. ges. Physiol. 26. — <sup>63)</sup> *Lieck*, Arch. f. klin. Chirurg. 67. — <sup>64)</sup> *Luchsinger*, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 15. — <sup>65)</sup> *Luithen*, Wien. klin. Wochenschr. 1911, Nr. 20. — <sup>66)</sup> *Marchand*, Handb. d. allg. Pathol. — <sup>67)</sup> *Meyer*, J. W., Zentralbl. f. Chirurg. 1920. — <sup>68)</sup> *Meyer*, *Gottlieb*, Lehrb. d. exp. Pharmakol. — <sup>69)</sup> *Meyer*, H., Münch. med. Wochenschr. 1913. — <sup>70)</sup> *Müller* u. *Saxl*, Therapeut. Monatshefte 1912. — <sup>71)</sup> *Messer*, Zeitschr. f. ration. Med. 29. — <sup>72)</sup> *Nägeli*, Zentralbl. f. Chirurg. 1919. — <sup>73)</sup> *Nasse*, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 1880. — <sup>74)</sup> *Natus*, Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. 199. — <sup>75)</sup> *Natus*, Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. 202. — <sup>76)</sup> *Nickau*, Dtsch. Arch. f. klin. Med. 1920. — <sup>77)</sup> *Nicolas*, Zentralbl. f. Chirurg. 1921. — <sup>78)</sup> *Natus*, Zeitschr. f. d. ges. exp. Med. 1914. — <sup>79)</sup> *Ostroumoff*, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. 12. — <sup>80)</sup> *Ogawa*, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmakol. 67. — <sup>81)</sup> *Oswald*, Zeitschr. f. exp. Pathol. u. Pharmakol. 1911. — <sup>82)</sup> *Payr*, Zentralbl. f. Chirurg. 1920/1921. — <sup>83)</sup> *Peter* u. *P. Kapperer*, Zentralbl. f. allg. Pathol. u. pathol. Anat. 21. — <sup>84)</sup> *Pick*, Arch. f. exp. Pharmakol. 42. — <sup>85)</sup> *Piadrowski*, Arch. f. exp. Physiol. 55. — <sup>86)</sup> *Richter* u. *Gördeler*, Zeitschr. f. d. ges. exp. Med. 4. — <sup>87)</sup> *Rokitansky*, Beitr. z. pathol. Anat. u. d. allg. Pathol. 12. — <sup>88)</sup> *Rosenbenger*, Beitr. z. pathol. Anat. u. d. allg. Pathol. 41. — <sup>89)</sup> *Ricker*, Virchows Arch. f. pathol.

Anat. u. Physiol. **226**. — <sup>90)</sup> *Ricker*, Strahlentherapie **5**. — <sup>91)</sup> *Ricker*, Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. **163**. — <sup>92)</sup> *Ribbert*, Die Bedeutung der Entzündung 1905. — <sup>93)</sup> *Samuel*, Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. **113**. — <sup>94)</sup> *Samuel*, Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. **121**. — <sup>95)</sup> *Samuel*, Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. **26**. — <sup>96)</sup> *Saviotti*, Zentralbl. f. med. Wissensch. 1870. — <sup>97)</sup> *Saviotti*, Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. **50**. — <sup>98)</sup> *Senfleben*, Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. **65**. — <sup>99)</sup> *Spiess*, Münch. med. Wochenschr. 1906. — <sup>100)</sup> *Spiess*, Arch. f. Laryngol. **21**. — <sup>101)</sup> *Spiess*, Vereinigung deutscher Laryngologen 1914. — <sup>102)</sup> *Starkenstein*, Münch. klin. Wochenschr. 1919. — <sup>103)</sup> *Starkenstein*, Münch. klin. Wochenschr. 1913. — <sup>104)</sup> *Stricker*, Wien. med. Jahrbuch 1877. — <sup>105)</sup> *Sihler*, Du Bois-Raymonds Arch. 1895. — <sup>106)</sup> *Snellen*, Arch. f. holländische Beiträge 1857. — <sup>107)</sup> *Wehner*, Zentralbl. f. Chirurg. 1920. — <sup>108)</sup> *Wessely*, Münch. klin. Wochenschr. 1912. — <sup>109)</sup> *Zenkel*, Münch. med. Wochenschr. 1919. — <sup>110)</sup> *Wilms*, Bruns' Beitr. z. klin. Chirurg. 1916. — <sup>111)</sup> *Wessely*, Münch. klin. Wochenschr. 1921.

---