

posologie clinique. Par ailleurs, PAUL *et al.* n'ont pas observé d'inhibition de l'hyaluronidase chez le lapin.

3° Les deux séries d'expériences que nous venons de rapporter ne nous permettent pas de répondre au problème posé dans notre travail précédent; l'action anti-inflammatoire des salicylés dépend-elle de la libération d'hormones surrénales ou est-elle liée à une action directe des salicylés eux-mêmes?

Nous remercions le Fonds national de la Recherche scientifique qui nous a fourni les moyens de réaliser ce travail.

H. VAN CAUWENBERGE et J. LECOMTE

*Institut de Pathologie et de Clinique médicales à l'Université de Liège, le 5 janvier 1953.*

### Summary

(1) Experiments on rabbit show that the permeability of the synovial membrane is altered neither by adrenal, adrenocorticotropic hormones nor by salicylates administered intravenously or intraperitoneally.

(2) These substances do not inhibit in rabbit the activity of hyaluronidase; they do not modify the diffusing power of a hemoglobin saline solution injected in the derms.

## Über den adäquaten Reiz des Bogengangsystems

Nach der herrschenden Auffassung, der Breuer-Brownschen Theorie, kommt es beim Auftreten von Winkelbeschleunigungen zu einer Trägheitsströmung der Endolymph, die die Cupula desjenigen Bogenanges ablenkt, der in der Ebene der Drehbewegung liegt. Die nähere physikalische Betrachtung deckt jedoch noch weitere Einzelheiten auf, die nach unserer Meinung nicht übersehen werden sollten.

Fassen wir als einfachsten Fall den der Rotation des Bogengangringes um seinen Mittelpunkt und in seiner Ebene – abgesehen von einer etwa vorhandenen gleichförmigen Translation – ins Auge: im Gleichgewichtszustand – das heisst die Endolymph ruht in bezug auf den rotierenden Ring – ist die Lage der Cupula durch das Verschwinden der Summe aller Kräfte und aller Momente gekennzeichnet: der Trägheitskräfte, der äusseren Kräfte und des Rückstellmomentes, welches danach strebt, die Cupula in ihre Normalage zu bringen.

Wird das System aus der Ruhelage angedreht, so wirken die auftretenden Kräfte auf Endolymph und Cupula zunächst im Sinne eines Zurückbleibens gegenüber dem rotierenden Bogengangring; verschwindet die Winkelbeschleunigung, so verschwinden auch die Tangentialkomponenten der Trägheitskräfte; die Gleichgewichtslage der Cupula ist im Zustand konstanter Winkelgeschwindigkeit charakterisiert einerseits durch ihr Rückstellmoment und andererseits durch das Moment der von der Endolymph übertragenen, tangential gerichteten und von der Winkelgeschwindigkeit abhängigen Reibungskraft. Sicher ist jedenfalls nach STEINHAUSEN<sup>1</sup> Versuchen am lebenden Hecht, dass bei hinreichend grosser Winkelgeschwindigkeit die Gleichgewichtslage der Cupula einer dislozierten Stellung entspricht.

Wird ein in dieser Weise gleichförmig rotierendes System retardiert bzw. gehalten, so treten wieder Tangentialbeschleunigungen auf, die jetzt zu einer Dislo-

kation der Cupula im entgegengesetzten Sinne führen. Mit diesem Richtungsumschlag geht natürlich auch der perrotatorische Nystagmus in den postrotatorischen über. Beim bzw. unmittelbar nach dem Anhalten des Systems verschwinden auch die Tangentialkräfte, aber die Endolymph bewegt sich auf Grund ihrer Trägheit noch ein wenig in der bisherigen Richtung weiter, bis ihre Energie durch Reibung verzehrt ist. Schliesslich bringt das Rückstellmoment die Cupula wieder in ihre Normalage, wobei sie die Endolymph wegen des nach WERNER<sup>2</sup> und STEINHAUSEN<sup>3</sup> endolymphdichten Abschlusses gewissermassen vor sich herschiebt. Damit findet dann auch der postrotatorische Nystagmus sein natürliches Ende.

Diese physikalischen Verhältnisse gelten offenbar schon für den Fall, der allgemein angenommen wird, dass Cupula und Endolymph dieselbe Dichte haben; dies trifft aber nicht genau zu; vielmehr ist die Dichte der Cupula anscheinend um ein geringes grösser als die der Endolymph; sie sinkt nämlich in der Lymphe unter, hat histologisch eine bestimmte Struktur, die sich von den Deckmembranen herleitet, hat einen relativ hohen Kalkgehalt und bildet im Zentrifugierversuch einen Stauchungswulst an der zu erwartenden Stelle aus. Die Annahme eines Dichteunterschiedes zwischen Cupula und Endolymph erklärt, wieso die Progressivreflexe vom Bogengangapparat ausgelöst werden. Es handelt sich dabei um Effekte auf geradlinige Beschleunigung, die nach MAGNUS<sup>4</sup> nur bei intaktem Bogengangsystem zustande kommen; bestünde kein Dichteunterschied zwischen Lymphe und Cupula, so müsste ein Progressivreflex ausbleiben, da sich das System als Ganzes im wesentlichen wie ein starrer Körper verhalten würde. Man hätte die Progressivreflexe gern dem Otolithenapparat zugeschrieben, weil die Breuer-Brownsche Theorie keine Erklärungsmöglichkeit für ihre Auslösung vom Bogengangapparat her bot und andererseits ein Zweifel an ihr ausgeschlossen erschien. Aber schon MAGNUS<sup>4</sup> und seine Mitarbeiter stellten fest, dass die Progressivreflexe nach Abschleuderung der Otolithen bestehenbleiben, und nach LORENTE DE NÓ<sup>4</sup> verschwinden sie nach Plombierung der Bogengänge, womit das Experimentum crucis gemacht ist.

Damit wäre verständlich geworden, warum das Bogengangsystem sowohl auf geradlinige als auch auf Winkelbeschleunigungen als adäquate Reize ansprechen kann. Dies vermag eine Theorie, welche alle auftretenden Effekte allein auf die Trägheitsströmung der Endolymph zurückführen will, nicht zu erklären, und darum wurde auch die Deutung der Progressivreflexe als Bogengangeffekt wiederholt bestritten – nach den genannten Versuchen unseres Erachtens zu Unrecht.

Für unsere Auffassung spricht auch ein wichtiger Versuch LORENTE DE NÓ<sup>4</sup>. Er setzte ein Kaninchen exzentrisch so auf eine Drehscheibe, dass seine Nase zum Drehpunkt gerichtet war. Beim Andrehen blieb dann der Nystagmus aus, während er beim Anhalten auftrat. Nach BREUER-BROWN sollte man erwarten, dass die Cupula durch die Endolymph sowohl beim Anhalten als auch beim Andrehen disloziert werde. Dass eine Dislokation nur beim Anhalten auftritt, lässt sich ohne

<sup>1</sup> W. STEINHAUSEN, Z. Laryng. Rhinol., Otol. u. ihre Grenzgebiete 17, 410 (1929); Arch. Ohren-, Nasen- u. Kehlkopfheilkunde 132, 134 (1932); Pflügers Arch. 232, 500 (1933); Z. Hals-, Nasen- u. Ohrenheilkunde 39, 19 (1935).

<sup>2</sup> W. STEINHAUSEN, Z. Laryng. Rhinol., Otol. u. ihre Grenzgebiete 17, 410 (1929); Arch. Ohren-, Nasen- u. Kehlkopfheilkunde 132, 134 (1932); Pflügers Arch. 232, 500 (1933); Z. Hals-, Nasen- u. Ohrenheilkunde 39, 19 (1935).

<sup>3</sup> R. MAGNUS, *Körperstellung* (Berlin 1924).

<sup>4</sup> R. LORENTE DE NÓ, Erg. Physiol. 32 73 (1931).

weiteres erklären, wenn man die physikalischen Verhältnisse so analysiert, wie wir es getan haben. Beim langsamten Andrehen zieht die resultierende Trägheitskraft die Cupula in eine Richtung, die kaum von ihrer Ruhelage abweicht; dies gilt erst recht für den anschliessenden Zustand der Rotation mit konstanter Winkelgeschwindigkeit, bei dem die tangentiale Komponente der Trägheitskraft verschwindet; es wird mit hin nicht zu einem Nystagmus kommen; beim raschen Anhalten dagegen überwiegt die Tangentialkomponente, sie disloziert die Cupula und veranlasst infolgedessen den postrotatorischen Nystagmus.

Wir sehen also: die Breuer-Brownsche Theorie ist nicht falsch, sondern nur unvollständig. Sie muss nach unserer Meinung in der beschriebenen Weise ergänzt werden und gibt dann ein befriedigendes Bild der physikalischen Primärprozesse im Bogengangsystem bei seiner adäquaten Reizung.

C. TIMM und H. MÜLLER

Hals-, Nasen- und Ohrenklinik und Institut für theoretische Physik der Universität Mainz, den 15. Januar 1953.

### Summary

An analysis is given of the processes in the semicircular canals during adequate stimulation, emphasizing especially the forces acting on the cupula itself. In this way it is possible to understand the physical and physiological phenomena in straight-lined and rotation movements.

### PRO EXPERIMENTIS

#### Ein verbessertes Verfahren der Kontakt-radiographie

Die hier beschriebene Methode der Mikroautoradiographie gestattet, ein Auflösungsvermögen von etwa  $1 \mu$  zu erreichen. An Stelle des bisher verwendeten «stripping film»<sup>1</sup> und des Badeverfahrens<sup>2</sup> wird eine hart arbeitende Kollodiumemulsion<sup>3</sup> benutzt. Die Emulsion wird auf das vorher mit einem Zwischenguss präparierte Objekt aufgegossen. Die Zwischenschicht soll chemische Einwirkungen auf das photographische Silber ausschliessen und verhindern, dass die Photoschicht in den Bädern abschwimmt. Als Zwischenguss kann eine 1%ige Kautschuklösung in Benzin benutzt werden. Der Kautschukguss kann Täuschungen durch zellenförmige Strukturen ergeben, haftet aber vorzüglich. Die Zwischenschicht soll nicht dicker als  $0,6 \mu$  gegossen werden. Man erreicht dies durch Aufbringen einiger Tropfen Zwischengusslösung, gleichmässige Verteilung durch Neigen und schnelles Abgießen des Überschusses über eine Ecke des Objektträgers. In gleicher Weise wird in der Dunkelkammer bei mässig hellem Rotlicht die gut durchgeschüttelte Emulsion auf den angetrockneten, aber noch klebrigen Zwischenguss aufgetragen. Die Schicht soll trocken nicht dicker als  $10 \mu$ , im Durchschnitt aber  $4 \mu$  sein, um die gewünschte Bildschärfe zu erhalten.

Bei Verwendung der «Spezial-Raster-Emulsion»<sup>3</sup> soll die Expositionszeit 24 h nicht wesentlich überschreiten.

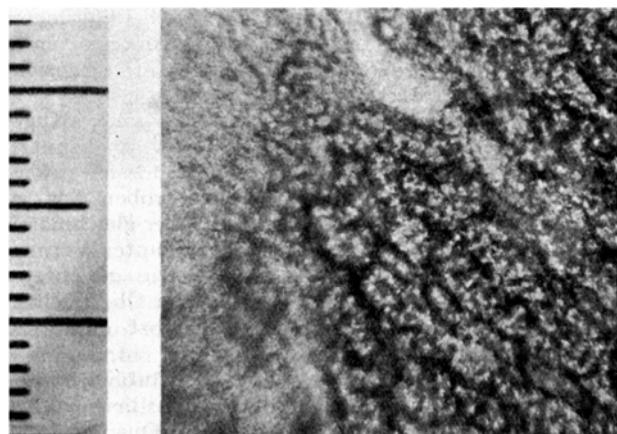
<sup>1</sup> A. M. McDONALD, J. COBB und A. K. SOLOMON, *Science* 107, I, 550 (1948); S. R. PELC, *Nature* 160, 749 (1947); M. HILLERT, *Nature* 168, 39 (1951).

<sup>2</sup> M. SIESS und G. SEYBOLD, *Klin. Wochenschr.* 30, 601 (1952).

<sup>3</sup> Fa. Freundorfer KG., München 25, Steinerstrasse 11, «Spezial-Raster-Emulsion» nicht angefärbt, oder «Raster-Trockenplatten-Emulsion», unsensibilisiert, ohne Glykolzusatz.

Für längere Zeiten empfiehlt sich eine Mischung aus 50 ml «Spezial-Raster-Emulsion» und 2 ml Äthylenglykol. Expositionzeiten von einer Woche und mehr sind mit dieser Emulsionsmischung ohne Schwierigkeiten zu bewältigen. Eine Sensibilisierung der Emulsion ist nicht zweckmässig.

Für eine Schwärzungsradiographie sind im allgemeinen  $6 \cdot 10^6$  bis  $10^7$  Teilchen je Quadratzentimeter Objektfäche erforderlich, je nach der Härte der Strahlung und der Verteilung der Aktivität im Objekt. Nach der Exposition wird das Präparat mit der daraufhaftenden Schicht kurz gewässert, 1-2 min in AGFA 20 oder 115 entwickelt<sup>1</sup>, kurz abgespült, in 3-5%iger Zyankaliumlösung fixiert und kurz gewässert. Bei histologischen Objekten ist das Aufkleben eines Deckgläschens mit Kanadabalsam oder Caedax sehr zu empfehlen.



J-131, Kaninchenleber, Phasenkontrast, Photographie auf Adox KB 14, 300fache Vergrösserung. 1 Teilstrich des Maßstabes =  $10 \mu$ .

Die Abbildung zeigt den Leberschnitt eines Kaninchens, das mit J-131 gespritzt wurde. Die Aktivität wird offensichtlich nur in gewissen Bereichen angetroffen, die linke Bildseite ist fast frei von J-131. Auch bei P-32 und Co-60 war diese Erscheinung zu beobachten.

Ausser bei organischen Objekten ist die Anwendung dieses Verfahrens zum Beispiel auch in der Metallkunde möglich, worüber demnächst eine Mitteilung erscheinen wird<sup>2</sup>.

Dem Direktor der Chemischen Abteilung, Herrn Prof. Dr. F. STRASSMANN, danke ich für sein grosses Interesse und die Bereitstellung von Institutsmitteln. Den Herren Dr. FRIMMER und Dr. PFLEGER bin ich für das Präparieren und die Herstellung der Schnitte zu Dank verpflichtet.

J. RASCH

Chemische Abteilung des Max-Planck-Instituts für Chemie, Mainz, den 15. Dezember 1952.

### Summary

A brief report is given on the use of collodion-emulsions in automicroradiograph-technique. It would be possible to apply it to physiological and metallographical problems.

<sup>1</sup> H. BECK, *AGFA-Laborhandbuch*, Metol-Hydrochinon-Entwickler (O. Elsner, Berlin 1942), S. 151 und 193.

<sup>2</sup> Z. Metallkunde (im Druck).