

were reproduced later in the same session when viewing the actual stimuli. The difference in waveshape at 150 msec when looking at the words (C, 2) and when looking at a blank field but thinking of the words (C, 1) should also be noted.

The possibility that the act of imagination introduced peripheral artifacts arising from pupillary changes or movement has not found support in these and other experiments. The outcome was not influenced in 2 experiments in which pupillary and accommodation reflexes were eliminated by homatropine and in which artificial pupils were used. Oculograms recorded between electrodes placed above and below the orbit were of low amplitude and were not influenced by the shape of the stimulus or by the act of hallucination. Tension in facial, masticatory and neck muscles is difficult to control, though subjects were asked to relax as much as possible. In experiments where tension in these muscles was deliberately and grossly exaggerated, changes in waveform were slight and restricted to the first 100 msec of the evoked response. Further, silent counting of the stimuli, eliminating feedback from vocal musculature did not alter the average waveforms.

Discussion. In these experiments, the VER waveshape corresponds to what the subject is thinking and not to what stimulus is actually present in the visual field or whether the subject is or is not 'hallucinating'. The waveform changes are not therefore likely to be due to some general process, central or peripheral, accompanying the act of imagination. Somewhat similar data have been attributed³ to selective shifts of attention within the visual modality, but such a shift cannot account for the changes obtained in the second experiment reported here in which subjects viewed a blank field. The stimulus conditions and the flat average oculograms suggest that the central processes involved are not those generating lambda waves⁴. It therefore seems probable that the waveshape modifications described are determined by the

specific cognitive processes underlying the recognition of shape, a conclusion supported by data of similar import obtained from animals carrying recording electrodes chronically implanted in various brain structures including the visual pathway^{5,6}.

Zusammenfassung. Unterschiede der Wellenformen, welche beim Menschen auftreten, wenn in kurzen Lichtstrahlen verschiedene geometrische Formen oder auch Wörter in das Gesichtsfeld eingeschoben werden, können auch dann in manchen Versuchspersonen erscheinen, wenn eine solche Person versucht, sich ähnliche Reize vorzustellen oder zu halluzinieren. Dabei kommt es durchaus nicht darauf an, welche geometrischen Formen im Gesichtsfeld tatsächlich vorhanden sind.

R. N. HERRINGTON⁷ and P. SCHNEIDAU

Brain Research Laboratories, Department of Psychiatry, New York Medical College, New York (N.Y. 10029, USA), 10 June 1968.

³ E. DONCHIN and L. COHEN, *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* 22, 537 (1967). – R. M. CHAPMAN and H. R. BRAGDON, *Nature* 203, 1155 (1964).

⁴ D. F. SCOTT, V. C. GROETHEISEN and R. G. BICKFORD, *Neurology* 17, 770 (1967).

⁵ E. R. JOHN and K. F. KILLAM, *J. nerv. ment. Dis.* 137, 183 (1960). – K. H. PRIBRAM, D. N. SPINELLI and M. C. KAMBACK, *Science* 157, 94 (1967).

⁶ This work was supported by National Institute of Mental Health Grant No. MH 08579-03. The authors are grateful to Dr. E. R. JOHN for facilities and encouragement. R. N. H. was supported by a Sir Henry Wellcome Travelling Fellowship.

⁷ Present address: Department of Psychological Medicine, Southern General Hospital, Glasgow S.W.1 (Scotland).

Physiologische Untersuchungen an der innervierten glatten Muskulatur der Vogelfedern (Mm. pennarum)

Anknüpfend an frühere morphologische Untersuchungen¹ wurden jetzt die glatten Muskeln, die zwischen den Federbälgen der Vogelhaut eingespannt sind und die Federhaltung regeln, funktionell näher untersucht. Am Taubenflügel, der wegen der günstigen Lage des versorgenden Nerven für diese Versuche gewählt wurde, sind die Muskeln überwiegend so angeordnet, dass ihre Kontraktion zum Anlegen der Federn führt².

Methodik. Die Aktivität der Federmuskeln wurde in 20 Versuchen bei verschiedener Anordnung gemessen: (1) An der mit Urethan narkotisierten Taube wurde ein Flügel fixiert, eine gekürzte Feder wurde nahe der Wurzel angeschlungen und mit einem Spannungsmesser bei 1 bis 2 Pond Vorspannung verbunden, der versorgende Nerv wurde zur elektrischen Reizung thoraxnah freigelegt. (2) Ein isolierter, innervierter, nicht durchbluteter Hautlappen wurde in Krebs-Lösung eingebracht und die Spannungsentwicklung zwischen 2 Federn ähnlich wie bei (1) gemessen. (3) Ein zwischen 2 Federbälgen verlaufender Muskel wurde unter dem Mikroskop freipräpariert, angeschlungen, in Krebs-Lösung eingebracht und mit einem Spannungsmesser verbunden. Zur Reizung des Nerven wurden meist Sinusimpulse von 10 msec Dauer verwendet.

Ergebnisse. Figur 1 zeigt den Effekt der Nervenreizung am isolierten innervierten Hautlappen. Auf einen maximalen Einzelreiz folgt mit einer Latenz von etwa 100 msec eine kleine Kontraktion. Schon bei einer Reizfolge von 1/sec ergibt sich eine annähernd glatte tetanische Kontraktion. Bei Reizfrequenzen von 5–10/sec wird in der Regel schon die maximale Tetanusspannung erreicht. Höhere Reizfrequenzen beschleunigen nur noch den initialen Anstieg der Spannung. Als Standardreiz für die weiteren Untersuchungen wurde eine 10 sec lange Reizung mit 10 Imp/sec gewählt.

Die Kontraktion nach einer solchen Reizung verläuft in der Regel biphasisch, wie im Beispiel der Figur 2. Die zweite, langsame Phase der Kontraktion kann durch α -Rezeptoren-Blocker selektiv unterdrückt werden (Phentolamin 10^{-5} in Figur 2). Die schnelle Initialphase bleibt dabei unbeeinflusst, mitunter wird sie sogar etwas verstärkt.

¹ G. PETRY, *Morph. Jb.* 97, 511 (1951).

² J. N. LANGLEY, *J. Physiol.* 30, 221 (1904).

Die Kontraktion, die sich durch Zugabe von Adrenalin oder Noradrenalin ins Organbad auslösen lässt, wird in gleicher Weise wie die zweite Phase der nervalen Kontraktion durch α -Blocker aufgehoben (am isolierten Muskel geprüft). Es darf also geschlossen werden, dass die Feder-

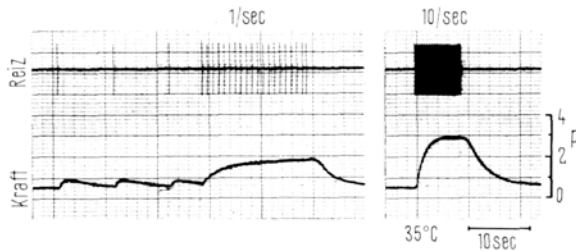


Fig. 1. Kontraktion des Federmuskels bei Nervenreizung, am isolierten innervierten Hautlappen vom Taubenflügel gemessen. Oben Reizmarkierung, unten Muskelkraft in Pond. Ein elektrischer Reizimpuls bestand aus einer vollen Sinuswelle von 10 msec Dauer.

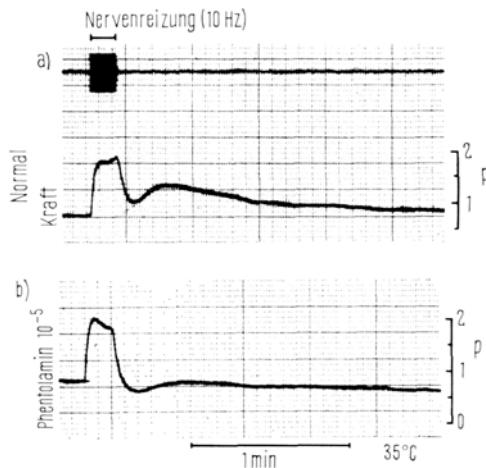


Fig. 2. Kontraktion des Federmuskels bei Nervenreizung mit 10 Imp/sec. (a) Biphasische Kontraktion unter Normalbedingungen, am isolierten Hautlappen in Krebs-Lösung. (b) Blockade der zweiten Kontraktionsphase 23 min nach Zugabe des α -Rezeptoren-Blockers Phentolamin (Handelsname: Regitin). Alle Ausschnitte vom gleichen Versuch. Muskelkraft in Pond geeicht.

muskeln von adrenergen bzw. noradrenergen Nerven innerviert werden, die die zweite Phase der nervalen Kontraktion vermitteln.

Die Initialphase der nervalen Kontraktion lässt sich weder durch Curare noch durch Atropin unterdrücken. Der β -Rezeptoren-Blocker Propranolol hat in dem spezifisch wirksamen Konzentrationsbereich (bis 10^{-5} g/ml) gleichfalls keinen Effekt. Erst höhere Konzentrationen unterdrücken über eine lokalanästhetische Wirkung auf die Nerven den Effekt der Nervenreizung. Auch der Serotonin-Antagonist Methysergid (1-Methyl-D-Lysergsäurebutanolamid) hat in einer Konzentration von 10^{-5} , bei der die durch Zugabe von Serotonin auslösbare Kontraktion völlig unterdrückt wird, keinen erkennbaren Effekt auf die Initialphase der nervalen Kontraktion.

Der Federmuskel der Taube gehört zu den «elastisch-muskulösen Systemen»¹, d.h. zu den glatten Muskeln, die in ein System elastischer Fasern eingeordnet sind, wie z.B. auch in den grossen, elastischen Blutgefässen. Der innervierte Federmuskel der Taube ist offenbar ein Präparat, das sich gut zur Untersuchung dieses wichtigen Typs glatter Muskulatur eignet, sowohl für eine elektrophysiologische Analyse des Muskels³ als auch zum Studium der neuromuskulären Erregungsübertragung⁴.

Summary. The tension development of the smooth feather muscles of the pigeon was measured (a) on the wing in situ (b) on an isolated innervated skin preparation and (c) on an isolated muscle preparation. The contraction produced by nerve stimulation is biphasic. The second phase can be blocked by α -receptor blocking agents. The mechanism of the first phase is unknown. The preparation seems very suitable for the investigation of neuromuscular transmission in smooth muscle.

K. GOLENHOFEN und G. PETRY

Physiologisches Institut und Anatomisches Institut der Universität, 355 Marburg/Lahn (Deutschland), 3. Mai 1968.

³ K. GOLENHOFEN, *Pflügers Arch. ges. Physiol.* 297, R 5 (1967).

⁴ Die Untersuchungen wurden mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt (Go 130/5).

A Mechanical Study of the Cat Retractor Bulbi Muscle

In the cat, the retractor bulbi muscle splits into 4 slips a few millimeters after its origin. These 4 slips and the lateral rectus are innervated by the VI nerve¹.

The cat retractor bulbi has been shown to differ physiologically², pharmacologically³, and histologically⁴ from the other 6 extraocular muscles. These studies suggest that the retractor bulbi lacks the slow tonic fibers found in the rectus and oblique muscles, and that the fibers of the retractor bulbi, in keeping with a role in reflex retraction of the eyeball and resulting nictitating membrane excursion, resemble the fast muscle fibers of the other 6 extraocular muscles. In the present study, an attempt has been made to assess the mechanical properties of the retractor

bulbi in comparison with the fast and slow fibers of the inferior oblique muscle.

Methods. Ten cats anesthetized with sodium pentobarbital were included in this study. The orbital muscles were exposed by partial removal of the temporalis muscle,

¹ G. S. HOPKINS, *Anat. Rec.* 17, 199 (1916).

² P. BACH-Y-RITA and F. ITO, *Invest. Ophthalm.* 4, 338 (1965).

³ P. BACH-Y-RITA, J. LEVY and A. STEINACKER, *J. Pharm. Pharmac.* 19, 180 (1967).

⁴ J. ALVARADO, A. STEINACKER and P. BACH-Y-RITA, *Invest. Ophthalm.* 6, 548 (1967).