

Aus der Neurologisch-Psychiatrischen Klinik der Universität Kanazawa
(Prof. Dr. SHIMAZONO) und dem Max Planck-Institut für Hirnforschung,
Neuro-anatomische Abteilung, Freiburg/Br. (Prof. Dr. R. HASSLER)

Über eine neue miotische Pupillenreaktion auf Änderung der Körperlage beim Kaninchen

Von

RYOSAKU OTSUKA

Mit 3 Textabbildungen

(Eingegangen am 26. September 1961)

A. Einleitung

Die Pupillensymptome nehmen eine wichtige Stellung in der Neurologie ein, besonders die Lichtreaktion und die Reaktion auf Blick in die Nähe gehören zu der klinisch-neurologischen Untersuchung; sie sind diagnostisch sehr wichtig. Seitdem die Lichtreaktionsbahn der Pupille von der Ranson-Schule studiert wurde, sind die Kenntnisse darüber ziemlich klar geworden. Aber der neuronale Mechanismus der Nahsehreaktion und der der dauernden Miosis der Argyll-Robertsonschen Pupille (ARP) ist noch ungeklärt, bzw. es bestehen darüber nur Vermutungen. Ein Grund dafür ist, daß der neuronale Mechanismus dieser Miosis-Formen zu kompliziert ist, ein anderer Grund, daß sie bisher nicht im Tierexperiment untersucht werden konnten.

In unserem Laboratorium haben wir seit 1954 über die ARP und Lichtreaktionsbahnen gearbeitet, wobei sich einige Ergebnisse herausstellten. In unseren Tierexperimenten an Kaninchen fanden wir, daß nach Durchtrennung der Commissura posterior durch die Lageänderung des Körpers eine starke Miosis entsteht. Davor bestanden folgende Symptome: Mydriasis, Ausfall der Lichtreaktion, Erweiterung der Lidspalte, Ausfall der Lidschlußreaktion gegen Licht usw. Diese Miosis, die ich nachfolgend beschreiben möchte, entsteht nur reflektorisch, und sie hat ganz anderen Charakter als die bekannten Formen der Miosis. Daher wird sie die *miotische Lagereaktion* genannt.

Diese Arbeit soll die miotische Lagereaktion charakterisieren und aufzeigen, mit welcher menschlichen miotischen Reaktion die beim Kaninchen gefundene verglichen werden kann.

B. Methodik

Es wurden folgende Tiere untersucht: elf Kaninchen, fünf Katzen, fünf Hunde, vier Meerschweinchen, zwei Frösche, ein Huhn, eine Ziege

und ein Schaf. Von den Pupillen wurden Form, Größe, Lichtreaktion und Lagereaktion sowie Nebenerscheinungen aufgezeichnet. Die miotische Reaktion durch die veränderte Körperlage kommt am deutlichsten zustande, wenn der Kopf des Kaninchens 180° (Rückenlage) oder 90° (Seitenlage: es wird nur das nach oben gerichtete Auge betrachtet) umgedreht ist, deshalb prüften wir die Wirkung dieser beiden Lagen auf die Pupillen auch bei anderen Tieren. Aber bei Ziege und Schaf beobachteten wir die Pupillen nur in der Seitenlage. Wir halten die Beleuchtung im

Untersuchungszimmer möglichst dunkel, um die Pupillenbewegungen möglichst unbeeinflusst durch die Lichtreaktion der Pupillen beobachten zu können (Abb. 1).

Um propriozeptive Beeinflussungen auszuschließen werden die Narkosemittel Äther, Dial-Urethan-Lösung, sowie das Curare angewandt. Danach werden die Pupillenreaktionen des Kaninchens beobachtet.



Abb. 1. Das normale Kaninchen in Rückenlage. Dadurch wird die miotische Lagereaktion ausgelöst

C. Ergebnisse

Zum erstenmal habe ich die miotische Pupillenreaktion durch Änderung der Körperlage (Lagereaktion) bei einem Kaninchen mit durchtrennter Commissura posterior, das keine Lichtreaktion und starke Pupillenerweiterung hatte, durch Zufall gefunden. Danach beobachtete ich systematisch die Pupillenreaktion beim normalen Kaninchen und bei anderen Tieren. Ich möchte nun zuerst den Pupillenbefund des Kaninchens auf Lageänderung beschreiben und danach die Befunde bei anderen Tieren.

I. Die miotische Reaktion durch die Änderung der Körperlage (Lagereaktion) beim Kaninchen

1. Die Lagereaktion beim normalen Kaninchen. Wenn das normale Kaninchen in Rückenlage fixiert wird, bewegen sich die beiden Augenbulbi in naso-ventraler Richtung und langsam setzt eine Constriction der beiden Pupillen ein. In ungefähr 20 sec nach der Lageänderung kommt die maximale Miosis zustande und dauert während der Lageänderung an. Wird der Kopf des Kaninchens in Seitenlage fixiert (Abb. 2),

entsteht die Constriction aber nur an der Pupille, die nach oben gerichtet ist; an der Pupille an der Unterseite kommt es nicht zu einer Miosis.

Die Intensität der Miosis durch die Lageänderung ist ebenso stark wie die Lichtreaktion oder etwas stärker als sie. Die Untersuchungsbefunde von allen normalen Kaninchen werden in der Tab. 1 gezeigt.

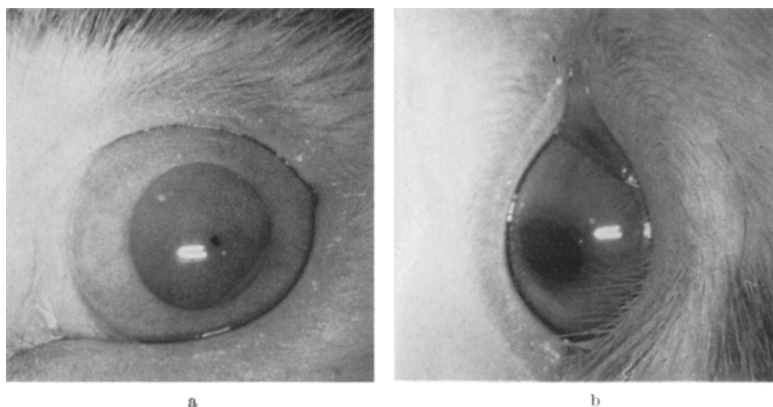


Abb. 2a und b. Die miotische Lagereaktion beim normalen Kaninchen (Blitzlicht-Aufnahme).
a Normale Lage; b Rückenlage (beachte die starke Miosis!)

Tabelle 1. *Normales Kaninchen*

Nr.	Unter- suchungs- seite	Veränderung des Pupillendiameters (mm)	
		normale Lage	Rückenlage
1	re.	7,0	2,0
	li.	6,0	1,5
2	re.	7,0	2,0
	li.	7,0	2,0
5	re.	6,5—7,0	4,0
	li.	5,0—6,0	3,5—4,0
6	re.	6,0	3,0
	li.	6,0	3,0
7	re.	7,5	2,0
	li.	7,5	1,5—2,0
8	re.	6,0	2,5
	li.	6,0	2,5
9	re.	6,0	2,0
	li.	6,0	2,0
11	re.	6,0	2,5
	li.	6,0	2,5

Tabelle 2. *Das Kaninchen mit durchtrennter Comm. post*

Nr.	Unter- suchungs- seite	Veränderung des Pupillendiameters (mm)	
		normale Lage	Rückenlage
3	li.	7,0	1,5~2,0
4	re.	7,0	2,0
10	li.	7,0	2,5

2. Die Lagereaktion beim Kaninchen mit durchtrennter Commissura posterior. Beim Kaninchen mit durchtrennter Commissura posterior entsteht das Ausfallpupillensyndrom des Parasympathicus, unter anderem bilaterale Mydriasis, Ausfall der Lichtreaktion, Vergrößerung der Lidspalte usw. In diesem Fall ist die Ausgangslage der Pupille be-

sonders günstig, um die Lagereaktion zu untersuchen, da gleichzeitig Mydriasis und Ausfall der Lichtreaktion bestehen.

In dieser Gruppe von Kaninchen zeigt sich die Lagereaktion deutlicher als bei normalen Kaninchen, da sie eine starke Mydriasis bei normaler Lage haben und daher der Kontrast bei Rückenlage deutlicher ist. Diese Ergebnisse sind in der Tab. 2 gezeigt.

Die starke Pupillenconstriction in Rückenlage oder Seitenlage, wie sie oben erwähnt wird, zeigt sich aber sowohl beim normalen als auch beim Kaninchen mit durchtrennter Commissura posterior.

Aber kurz vor der Miosis dreht sich nach der Lageänderung der Augenbulbus nach der nasoventralen Richtung. Es muß deshalb entschieden werden, ob diese Bulbusbewegung der Beginn der Lagereaktion und die Ursache für die Miosis ist. Daher werden Narkotica und Curare benutzt, um den Einfluß der Augenmuskeln auf die Pupillenweite auszuschalten.

3. Der Einfluß der Narkotica auf die Lagereaktion. *a) Äther-Narkose.* Wenn das Kaninchen Äther inhaliert, entsteht zuerst ein Erregungsstadium, danach kommt es ins Stadium der tiefen Narkose. In diesem

Tabelle 3. *Einfluß der Äther-Narkose auf die Lagereaktion*

Nr.	Untersuchungsseite	Veränderung des Pupillendiameters (mm)				
		normale Lage	Rückenlage Pränark. Stad.	Rückenlage leichte N.	Rückenlage tiefe N.	R. L. Erwachen
K. d. C.*						
4	re.	7,0	2,0	5,0	7,0	2,0
normal						
5	re.	6,5—7,0	4,0	5,0	7,0	4,0
6	re.	6,0	3,0	4,0	7,0	2,0
7	re.	7,5	1,5—2,0	3,0	6,0—7,0	1,5—2,0

* K. d. C. = Kaninchen mit durchtrennter Comm. post.

Stadium verliert das Kaninchen jeden Muskeltonus, gleichzeitig sind die Augenbewegungen, die bei der Rücken- und Seitenlage zustande kommen, verschwunden. Obgleich in diesem Stadium die Lichtreaktion fast ganz normal ist, ist die Lagereaktion ganz verschwunden.

Sobald der Muskeltonus im Stadium des Erwachens aus der tiefen Narkose wieder hergestellt ist, kehrt auch die Lagereaktion wieder. Diese Ergebnisse werden in der Tab. 3 gezeigt.

b) Dial-Urethan-Narkose. Die Dial-Urethan-Lösung (Dial 0,1, Urethan 0,4, absolut Alkohol 0,05, Propylenglykol 1,0) 0,25, 0,5, 1,0 cm³/kg wird in den intraperitonealen Raum des Kaninchens injiziert und die Lagereaktion von Zeit zu Zeit beobachtet.

Die Lagereaktion beim 0,25 und 0,5 cm³/kg Dial-Urethan-Lösung injizierten Kaninchen wird etwas schwächer als normal, trotzdem ist sie vorhanden. Sie ist aber verschwunden, nachdem 1,0 cm³/kg Dial-Urethan-Lösung dem Kaninchen injiziert wurde (Abb. 3). Der Ausfall

der Lagereaktion geht mit dem Ausfall des Muskeltonus parallel. Die Ergebnisse werden in der Tab. 4 gezeigt.

Die bisherigen Ergebnisse zeigen, daß die Lagereaktion vom Muskeltonus abhängig ist, da die Lagereaktion gleichzeitig mit dem Ausfall des

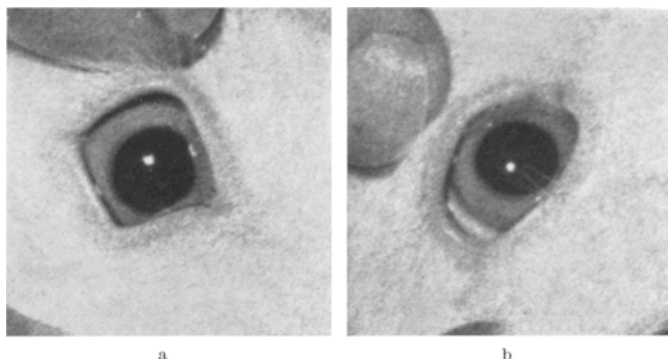


Abb. 3a und b. In tiefer Narkose mit Dial-Urethan-Lösung (1,0 cc/kg) ist die miotische Lagereaktion verschwunden, obgleich in diesem Stadium die Lichtreaktion normal vorhanden ist (Blitzlicht-Aufnahme). a Normale Lage; b Rückenlage

Muskeltonus verschwindet und gleichzeitig durch die Wiederherstellung des Muskeltonus im Stadium des Erwachens aus der Narkose wieder erscheint.

Tabelle 4. *Einfluß der Dial-Urethan-Narkose auf die Lagereaktion*

Nr.	Untersuchungsseite	Pupillendiameter vor Narkose (mm)		Pupillendiameter nach der Narkose (4 Std) (mm)					
				Dial-Urethan-Lösung 0,25 cc/kg		D. U. L. 0,5 cc/kg		D. U. L. 1,0 cc/kg	
		normale Lage	Rückenlage	normale Lage	Rückenlage	normale Lage	Rückenlage	n. L.	R. L.
n. K.*									
8	li.	6,0	2,5	6,0—7,0	2,0				
n. K.									
9	li.	6,0	2,0			6,0	2,0—1,0		
K. d. C.*									
10	li.	7,0	2,5			7,0—6,0	3,0—2,0		
n. K.									
11	li.	6,0	2,5					6,0	6,0

* n. K. = normales Kaninchen. — * K. d. C. = Kaninchen mit durchtrennter Comm. post.

4. Einfluß von Curare auf die Lagereaktion. Die Lagereaktion wird beim immobilisierten Kaninchen, das mit Curare 0,5 cm³/kg intravenös injiziert ist, unter der mechanischen Respiration beobachtet. In jedem Fall gibt es keine Veränderung des Pupillendiameters durch die Immobi-

sierung. Die Lagereaktion, die Verschiebung des Augenbulbus durch die Lageveränderung und der Muskeltonus sind gleichzeitig verschwunden, aber die Lichtreaktion der Pupille ist weiter geblieben. Diese Ergebnisse werden in der Tab. 5 gezeigt.

Tabelle 5. *Einfluß der Curare auf die Lagereaktion*

Nr.	Unter- suchungs- seite	Veränderung des Pupillendiameters (mm)		
		normale Lage vor Immobilisierung	Rückenlage vor Immobilisierung	Rückenlage nach Immobilisierung
1	li.	6,0	1,5	6,0
2	li.	7,0	2,0	7,0
7	li.	7,5	2,0	7,5
9	li.	6,0	2,0	6,0

II. Die Lagereaktion bei den anderen Tieren

Außer dem Kaninchen wird die Lagereaktion bei fünf Hunden, fünf Katzen, vier Meerschweinchen, einer Ziege, einem Schaf, einem Huhn und zwei Fröschen untersucht. Die Ziege und das Schaf werden in Seitenlage untersucht, die anderen Tiere in Rückenlage. Diese Tiere haben eine deutliche Lichtreaktion der Pupillen, trotzdem fehlt die auffällige Lagereaktion, im Gegensatz zum Kaninchen. Die Ausnahme bilden nur die Meerschweinchen; bei ihnen kommt eine sehr undeutliche Lagereaktion (etwa Verengung um 0,5 mm oder weniger) zustande, aber ich kann nicht sicher behaupten, daß die Lagereaktion beim Meerschweinchen bestimmt vorhanden ist.

D. Besprechung der Ergebnisse

Zuerst möchte ich die oben erwähnten Ergebnisse zusammenfassen:

1. Wenn das Kaninchen in Rückenlage fixiert wird, entsteht eine starke Miosis an beiden Pupillen; wenn das Kaninchen in Seitenlage fixiert wird, entsteht die Miosis nur an der nach oben gerichteten Pupille (miotische Lagereaktion).

2. Diese Pupillenreaktion sieht man auch beim Kaninchen mit durchtrennter Commissura posterior, das keine Lichtreaktion der Pupille hat.

3. Wenn das Kaninchen mit Curare oder mit Narkotica (Äther, Dial-Urethan-Lösung) immobilisiert (relaxiert) wird, kommt mit dem Tonusverlust der Muskeln auch eine Verschiebung der Bulbi nicht mehr zustande. Gleichzeitig ist die miotische Lagereaktion verschwunden.

4. In Untersuchungen an verschiedenen Säugetier-Arten hat sich die Lagereaktion nur am Kaninchen nachweisen lassen.

5. Die Möglichkeit, daß diese miotische Reaktion durch Haut-Reflex, wie ihn TAKAGI beschrieben hat, ausgelöst wird, wurde von mir durch

Untersuchungen mit Druckreizen an der Haut und mit mechanischen Reizen an der Ohrmuschel des Kaninchens ausgeschlossen. Denn bei solchen Reizungen entstand keine gleichzeitige Miosis. Damit ist wohl auch ein Zusammenhang dieser miotischen Reaktion mit der sogenannten tierischen Hypnose nicht gegeben.

Der neuronale Mechanismus der miotischen Lagereaktion soll auf Grund der Ergebnisse diskutiert werden und die Ähnlichkeit mit menschlichen Pupillenreaktionen aufgezeigt werden.

1. Der neuronale Mechanismus der miotischen Lagereaktion. Wenn die Miosis beim Kaninchen durch die Lageänderung entsteht, ist die erste Frage, wo der primäre Impuls beginnt. Als erstes soll die Möglichkeit des Impulses aus dem vestibulären Apparat diskutiert werden. In der Tat hat SPIEGEL den vestibulären Pupillenreflex bei der Katze beschrieben. Die Vorstellung, daß die miotische Lagereaktion beim Kaninchen durch einen vestibulären Reiz entsteht, kann nicht aufrecht erhalten werden, weil die Lagereaktion durch Curare auszuschalten ist. Wenn der primäre Impuls aus dem vestibulären Apparat käme, würde die Lagereaktion durch Curare, die nur auf die neuromuskuläre Übertragung wirkt, nicht verschwinden. Deshalb kann die Möglichkeit, daß die Lagereaktion durch einen primären Impuls des vestibulären Systems ausgelöst wird, negiert werden.

Als zweite Möglichkeit der Ursache der Lagereaktion kommt folgende Hypothese in Frage: Die Lagereaktion wird durch den Impuls aus den äußeren Augenmuskeln, der durch die Augenbulbusbewegung bei der Lageveränderung entsteht, ausgelöst. In der Tat verschiebt sich der Augenbulbus nach nasoventraler Richtung, wenn das Tier in Rücken- oder Seitenlage fixiert wird. Deshalb kann diese Hypothese als sehr wahrscheinlich gelten.

Die Tatsache, daß die Lagereaktion durch die Immobilisierung mit Curare verhindert wird, daß sie mit Abnahme des Muskeltonus schwächer wird und gleichzeitig mit dem Ausfall des Muskeltonus bei der Narkose ausfällt, unterstützt diese Hypothese, daß der primäre Impuls der Lagereaktion aus den äußeren Augenmuskeln kommt.

Da die Miosis nur bei der nach oben gerichteten Pupille mit der Augenbulbusbewegung nach der nasoventralen Richtung entsteht, wenn das Kaninchen in Seitenlage fixiert wird, vermute ich nun, daß der primäre Impuls der Lagereaktion aus dem M. rectus oculi medialis hervorgeht.

Die zentrale Bahn der Lagereaktion kann ich jetzt nicht besprechen, weil die Details noch unbekannt sind. Die Lichtreaktion beim Kaninchen ist nach der Durchtrennung der Commissura posterior verschwunden, trotzdem ist die Lagereaktion vorhanden. Deshalb muß die Lagereaktion eine andere afferente Bahn im Zentralorgan haben, als die der Lichtreaktion. Vielleicht läuft die afferente Bahn via N. trigeminus bis zum

miotischen Kern, aber das ist nur eine Vermutung. Die zentrale Bahn der Lagereaktion möchte ich im nächsten Bericht diskutieren.

2. Der Vergleich zwischen der miotischen Lagereaktion beim Kaninchen und der menschlichen miotischen Reaktion. Die Lichtreaktion und Nahsehreaktion sind sehr bekannt als miotische Reaktionen beim Menschen, außerdem gibt es auch einige weniger bekannte miotische Reaktionen (vestibulärer Reflex, Lidschlußreflex, trigeminaler Reflex, Pupillenreflex durch den Gleichstrom). Eine miotische Reaktion auf den propriozeptiven Impuls der äußeren Augenmuskeln beim Menschen ist nur die Nahsehreaktion. Daher kann die miotische Lagereaktion beim Kaninchen nur mit der Nahsehreaktion verglichen werden. Über die Nahsehreaktion beim Menschen gibt es sehr viele ophthalmologische Arbeiten. Ich kann sie hier nicht im einzelnen ausführlich besprechen. Zusammenfassend aber stehen sich zwei wichtige Meinungen über die Nahsehreaktion gegenüber: 1., daß die Akkomodation die wichtigste Rolle bei der Nahsehreaktion spiele, und 2., daß die Konvergenz die wichtigste Rolle bei ihr spiele. Aber auch im ersten Fall wird nicht negiert, daß die Miosis bei der Konvergenz entsteht.

Nun möchte ich die Lagereaktion beim Kaninchen betrachten. Es gibt einen ausreichenden Grund für die Vermutung, daß die Lagereaktion durch die Verschiebung des Augenbulbus nach nasoventraler Richtung zustande kommt, wie schon gesagt wurde. Weil die Nahsehreaktion beim Menschen und die Lagereaktion beim Kaninchen sehr ähnlich sind, wird die Meinung, daß sie beide durch die Erregung des *M. rectus oculi medialis* entstehen, kaum auf Widerspruch stoßen. Nun gibt es einen sehr wichtigen Unterschied zwischen der Nahsehreaktion beim Menschen und der Lagereaktion beim Kaninchen, nämlich den, daß die Nahsehreaktion immer beiderseitig auftritt, aber die Lagereaktion einseitig entstehen kann.

Es ist sehr bekannt, daß die Seh- und Lichtreaktionsbahn bei den Tieren mit binocularem Sehen (z.B. Primates, Carnivora) halb oder partiell gekreuzt ist, und daß sie bei den Tieren mit monocularem Sehen fast oder ganz gekreuzt verläuft. Deshalb ist die Konvergenzfunktion notwendig für die Tiere mit binocularem Sehen, aber sie ist nicht nötig für Tiere mit monocularem Sehen.

Man könnte den Zusammenhang zwischen beiden Phänomen bei Tieren mit monocularem Sehen damit erklären, daß die Bahn für die Nahsehreaktion fast vollständig gekreuzt verläuft, und daß die Nahsehreaktion an jedem Auge eine selbständige Funktion sein kann, wenn der größte Teil der Opticusfasern kreuzt.

Wie kann man erklären, daß die miotische Lagereaktion von allen untersuchten Tieren nur beim Kaninchen vorkommt?

Das Kaninchen ist wahrscheinlich ein Tier mit monocularer Sehen, aber MARSHALL u. a. und NAKAGAWA haben mit der Methode der evoked potentials beschrieben, daß das Kaninchen einige ungekreuzte optische Fasern habe. So ist man nicht sicher, ob das Kaninchen nicht doch binocular sehen kann; aber man kann wegen der Anordnung der Nervenfasern erwägen, daß beim Kaninchen eine Spur binoculares Sehen vorhanden sei, obgleich es vorwiegend monocular sieht.

Gewissermaßen steht das Kaninchen an der Grenze zwischen den Tieren mit binocularer Sehen und monocularer Sehen. Die Nahsehreaktion ist daher beim Kaninchen phylogenetisch noch nicht entwickelt, und drückt sich vermutlich noch als Lagereaktion aus.

Bis jetzt hat man die zentrale Bahn für die Nahsehreaktion im Tierexperiment nicht studieren können. Wäre die miotische Lagereaktion mit der Nahsehreaktion beim Menschen identisch, wie das oben erwähnt wird, würde man die wichtige Methode anwenden können, die zentrale Bahn für die Nahsehreaktion im Tierexperiment zu studieren. Diese Methode würde einen Fortschritt herbeiführen, um den Entstehungsmechanismus der Argyll-Robertson-Pupille, die ein wichtiges neurologisches Symptom ist, zu studieren.

Zusammenfassung

1. Wenn das normale Kaninchen in Rückenlage (180°) fixiert wird, bewegen sich die beiden Augenbulbi in nasoven-traler Richtung, danach zeigt sich eine starke Miosis an beiden Pupillen. Die Miosis wird maximal etwa 20 sec nach der Fixierung in der Rückenlage. Wenn der Kopf des Kaninchens in Seitenlage (90°) fixiert wird, entsteht auch eine Miosis, aber nur an dem nach oben gerichteten Auge, welches sich in nasoven-traler Richtung bewegt. Diese Miosis wird die miotische Lagereaktion genannt.

2. Beim Kaninchen mit durchtrennter Commissura posterior, das keine Lichtreaktion der Pupille hat, entsteht die gleiche Miosis.

3. Wenn das Kaninchen mit Curare immobilisiert wird, ist die miotische Lagereaktion gleichzeitig mit dem Tonusverlust des Muskels verschwunden.

4. Wird das Kaninchen durch Inhalation von Äther oder durch intra-peritoneale Injektion mit Dial-Urethan-Lösung narkotisiert, wird die Lagereaktion dadurch beeinflußt. In leichter Narkose wird die Lagereaktion abgeschwächt, in tiefer Narkose mit Muskeltonusverlust ist die Lagereaktion ganz verschwunden. In diesem Stadium kann die Lichtreaktion ganz normal vorhanden sein.

5. Außer Kaninchen wurden Katzen, Hunde, Meerschweinchen, eine Ziege, ein Schaf, ein Huhn und zwei Frösche untersucht; aber die Lage-

reaktion wie beim Kaninchen kann bei den übrigen Tieren nicht ausgelöst werden.

6. Ich nehme an, daß die miotische Lagereaktion beim Kaninchen durch die Verkürzung der äußeren Augenmuskeln, besonders des *M. rectus oculi medialis*, ausgelöst wird, und daß sie ähnlichen Charakter hat wie die Konvergenz-Akkomodations-Reaktion beim Menschen.

Meinen Mitarbeitern Herrn Dr. YAMAGUCHI, Dr. TORII, Dr. MASAHASHI und Dr. YOSHIMURA danke ich für ihre freundliche Hilfe bei den Experimenten und Fräulein Dr. KRIENITZ für ihre Hilfe bei der Übersetzung herzlich.

Literatur

- AKIMOTO, H., R. OKA, R. OTSUKA, H. YOSHIOKA, K. NAKAGAWA, T. MATSUSHITA, C. MICHISHITA, T. HARAFUZI and Y. KISHI: Studies of the pupillary light reflex of rabbits by the evoked potential method. *Folia Psychiat. Neurol. Jap.* **11**, 27 (1957).
- AKIMOTO, H., R. OKA, R. OTSUKA, T. MATSUCHITA, C. MICHISHITA, T. HARAFUZI and Y. KISHI: The experimental study of Argyll-Robertson pupils. *Jiuzen Kaishi* **60**, 1336 (1958).
- JAENSCH, P. A.: Pupille. *Handbuch Neurologie* **IV**, 267 (1936).
- KAWADA, Y.: Pupillary symptoms following intersection of the posterior commissure in rabbit. *Psychiat. Neurol. Jap.* **55**, 8 (1954).
- MARSHALL, W. H., S. A. TALBOT and H. W. ADES: Cortical response of the anesthetized cat to gross photic and electrical afferent stimulation. *J. Neurophysiol.* **6**, 1 (1943).
- MATSUSHITA, T.: The pupilloconstrictor and pupillodilatator response area in the pretectal region, mesencephalic central gray matter and its periphery in cats. *Folia Psychiat. Neurol. Jap.* **13**, 262 (1959).
- NAKAGAWA, K.: Electric potentials on optic cortex evoked by photic stimulation on retina in rabbits. *Folia Psychiat. Neurol. Jap.* **11**, 229 (1957).
- SASAKI, S.: A clinicopathologic study of the Argyll-Robertson pupil by general paresis. *Psychiat. Neurol. Jap.* **55**, 755 (1954).
- SPIEGEL, E. A.: Beiträge zum Studium des vegetativen Nervensystems. IV. Mitt.: Experimentelle Analyse des Einflusses des Vestibularapparates auf die Pupille. *Arb. a. d. neurol. Inst. d. Wiener Univ.* **25**, 413 (1924).
- TAKAGI, K., and S. KOBAYASHI: Skin pressure-vegetative reflex. *Acta med. biol. (Niigata)* **4**, 31—57 (1955).
- YOSHIOKA, H.: The pupilloconstrictor and pupillodilatator response area in rabbits pretectal region, in the central gray matter of midbrain and its periphery. *Folia Psychiat. Neurol. Jap.* **11**, 70 (1957).
- YOSHIOKA, H.: Pupilloconstrictor fibers of posterior commissure and pupilloconstrictor nucleus in rabbit. *Folia Psychiat. Neurol. Jap.* **11**, 217 (1957).

Prof. Dr. R. OTSUKA, Freiburg i. Br.,
Max Planck-Institut für Hirnforschung, Eisenbahnstraße 2