

Summary

Implantation experiments in which heterogenous inductors are used show that at least two inductive substances or substance groups with specific action are included in those inductors: One, the archencephalic inductive agent, is thermostable, soluble in organic solvents, and passes over into the fractions with fatty acids and nucleoproteins; the other, the spinal inductive agent, is already destroyed at 70–90° C, is not soluble in organic solvents, and does not pass over into the fractions with fatty acids and nucleoproteins.

Die Bedeutung des Vorderhirns für das Verhalten von Eidechsen

Das Verhaltensinventar von normalen Eidechsen haben KRAMER¹ und besonders KITZLER² ausführlich beschrieben. Das Ziel der vorliegenden Untersuchung war, an diese Ergebnisse anknüpfend, die Bedeutung des Vorderhirns für das Verhalten durch operative Ausschaltung zu prüfen. Angaben darüber in der Literatur liegen von STEINER³ sowie von DIEBSCHLAG⁴ vor. Beide beinhalten aber relativ wenig Beobachtungen des Verhaltens in biologisch relevanten Situationen.

Die Tiere wurden in geräumigen, gut durchwärmten (Heizlampe) Terrarien gehalten. Die Operation bestand in einer osteoplastischen Eröffnung des Schädeldachs mit nachfolgender teilweiser oder gänzlicher Ausschaltung des Vorderhirns (Skalpell bzw. Thermokauter). Insgesamt 42 operierte und unter möglichst natürlichen Verhältnissen beobachtete Zauneidechsen (*Lacerta agilis*) wurden nach 4–32 Tagen getötet und die Gehirne mikroskopisch untersucht. Die dabei auftretenden Ausfallserscheinungen wurden nur dann gewertet, wenn sie gleich nach der Operation auftraten und über die ganze Beobachtungszeit unverändert anhielten, wenn man also annehmen konnte, daß es sich tatsächlich um spezifische Veränderungen handelte.

Ergebnisse. Gänzliche Ausschaltung des Vorderhirns (26 Tiere, davon 5 Tiere 32 Tage lang beobachtet) ohne Verletzung des Zwischenhirns schädigte sofort nach der Operation die Spontanität schwer, wie es auch schon STEINER³ beschrieben hat (einseitige vollständige Abtragung des Vorderhirns [4 Tiere] hatte bis nach 32 Tagen keine merklichen Veränderungen zur Folge). Die Tiere verloren ihre Orientierung im bekannten Raum, suchten nicht mehr die gewohnten Verstecke, Sonnenplätze usw. auf, gruben sich nicht ein und liefen nicht vor der zugreifenden Hand weg, was mit den Beobachtungen von DIEBSCHLAG⁴ übereinstimmt. Bewegte Nahrung (kriechender Mehlwurm) wurde vereinzelt noch fixiert, aber nicht gefressen. Wasser wurde nicht beachtet. Der Tonus war nicht eindeutig verändert, bald verstärkt, bald vermindert. Der Kopf wurde nicht mehr, wie normal, erhoben getragen, sondern die Kehle streifte auch während des Laufens den Boden. HACKER⁵ fand die gleiche Erscheinung nach Ausfall des Kleinhirns.

Die Atmung war viel regelmäßiger als beim normalen Tier, das kurze «Schnaufen» beim Weglaufen erhalten,

ebenso Gähnen. Lokomotion trat, mit einigen Ausnahmen, nur nach Reizung (Kneifen, Stechen usw.) des Tieres auf. Das Laufen war verlangsamt, normal koordiniert und vor allem eckig, «hampelmannartig» und bald ermüdbar. Die sehnige Gespanntheit normaler Tiere war völlig verschwunden. Die Eidechsen sprangen jedoch noch überraschend viel. Operierte Tiere schwammen nur mehr schlängelnd mit nach hinten gestreckten Vorderextremitäten (vielleicht homologe Bewegung zur Schwimmweise der Urodelen als «phylogenetischer Rückfall»).

Fremdreflexe waren als «Fluchtreflexe» der Extremitäten sowie Wegdrehen des Kopfes von einer in die Nähe gehaltenen heißen Nadel nachweisbar. Beachtenswert ist dabei, daß beide Bewegungen in fünf Fällen in rhythmischem Hin- und Herbewegen ausgeführt wurden. Berühren der Flanken oder seitlichen Thoraxwand hatte Krümmen von der Reizquelle weg, in 30 % nach der Reizquelle hin zur Folge. Alle diese Reflexe zeigt das intakte Tier nicht, da derartige Reize immer nur Flucht auslösen.

Nach ausschließlicher Zerstörung der dorsalen Vorderhirnanteile (12 Tiere, davon 9 Tiere bis zum 32. Tag nach der Operation beobachtet) wurde der Schwanz selbst bei intensiveren Reizen nicht mehr abgeworfen. Es handelt sich hier zweifellos um die Ausschaltung der von SLOPOLSKY¹ vermuteten «zerebralen Komponente» beim Autonomieakt. Ferner hatten – wie manchmal auch normale, aber unterkühlte Eidechsen – regelmäßig einen Greifschwanz, d. h. bei Berührung ringelte sich der Schwanz nach der Seite der Reizeinwirkung (um Finger oder Stäbchen usw.). Auch dies läßt an Homologie zum Greifschwanz von Urodelen denken. Bei zwei Eidechsen trat als Enthemmungserscheinung ein irreversibles Dauer-Rippenspreizen (Sonnenbadstellung) auf. Labyrinth-, Hals- und Stellreflexe sowie der Umdrehreflex waren nach Vorderhirnabtragung verstärkt bzw. weniger ermüdbar. Daraus läßt sich der Schluß ziehen, daß das Vorderhirn besonders dessen dorsale Teile, die extrapyramidale Motorik hemmt.

Die Nahrungsaufnahme war erheblich gestört. Zuzschnappen, Kauen und Schlucken war nicht sinnvoll koordiniert, so daß es regelmäßig zu Leerläufen der genannten Bewegungen kam. Die Vertauschung einzelner Handlungselemente erinnerte stark an Apraxien. Trinken war unmöglich, da die Tiere das Wasser offenbar nicht mehr als solches erkannten. Wassertropfen wurden aber von der Schnauzenspitze abgeleckt. Die Tiere mußten zwangsweise ernährt werden, wobei öfters Schluckstörungen auftraten.

Die von KRAMER² erstmals beschriebene soziale Reaktion des «Tretelns» (d. i. «Demutsgebärde») war bei 75 % der Tiere verstärkt, auch wenn sie sich einem schwächeren Artgenossen gegenüber sahen. Imponieren wurde auch bei kräftigen Männchen nicht mehr beobachtet. Das Drohen (Aufrichten des Körpers und Maulaufreißen – defensives Beißen nach KITZLER³) war hingegen besonders leicht auslösbar. Treteln und Drohen werden offenbar durch das Vorderhirn unter Hemmung gehalten.

Es ist beabsichtigt, diese Ergebnisse durch elektrische Reizungen weiter auszubauen.

H. PRECHTL

Physiologisches Institut der Universität Wien, den 17. April 1949.

¹ G. KRAMER, Morphol. Ökol. d. Tiere 32 (1937).

² G. KITZLER, Z. Tierpsychol. 4, 353 (1941).

³ Js. STEINER, Sitzungsber. Königl. preuß. Akad. Wissensch. zu Berlin XXXII, 539 (1886).

⁴ E. DIEBSCHLAG, Zool. Anz. 124, 30 (1938).

⁵ A. HACKER, Z. vergl. Physiol. 15, 679 (1931).

¹ B. SLOPOLSKY, Z. vergl. Physiol. 9, 82 (1929).

² G. KRAMER, Morphol. Ökol. d. Tiere 32 (1937).

³ G. KITZLER, Z. Tierpsychol. 4, 353 (1941).

Summary

Ablation of the whole forebrain in lizards caused considerable impairment of all kinds of spontaneous activity. Postural (extrapyramidal) and skin reflexes were augmented, evidently because they were freed from central inhibition. The running movements were noticeably stiff and angular; when swimming, the animal's body undulated much more than normally, calling to mind the swimming movements of urodeles. After the elimination of the dorsal part of the forebrain, it was no longer possible to elicit the autotomy of the tail. Some social reactions, such as defensive threatening and the expression of inferiority (*Treteln*), were reinforced. The behaviour patterns of feeding and drinking showed a peculiar disintegration.

Über die Mondillusion

Die Tatsache, daß der Mond am Horizont größer erscheint als im Zenit, ist so auffallend, daß sie schon im Altertum beschrieben wurde. Eine photographische Daueraufnahme zeigt jedoch, daß sich das objektive Bild des Mondes mit der Höhe nicht ändert. Es muß daher auch das Bild des Mondes auf der Retina konstant bleiben. Trotzdem wird die Größe des Mondes am Horizont meist etwa zwei-, ja manchmal dreimal größer angegeben als seine Größe im Zenit.

Eine Lösung dieses rein psychologischen Problems scheint trotz des großen Interesses der Astronomen noch nicht gefunden worden zu sein. Dafür zeugt die lange Reihe hervorragender Gelehrter, die sich damit befaßt haben: ARISTOTELES, PTOLEMÄOS, REGIOMONTANUS, KEPLER, DESCARTES, HUYGHEUS, BIOT, EULER, HELMHOLTZ, LAMBERT, GAUSS, BESSEL und v. HUMBOLDT. Die Geschichte der bisherigen Forschung wurde von E. CLAPARÈDE¹ und E. REIMAN² beschrieben. Die heute vorliegenden Erklärungsversuche wurden von BORING³ dargestellt.

Nach HOLWAY und BORING⁴ lassen sich im wesentlichen sechs Theorien unterscheiden. Nach der Objekt-kontrasttheorie soll am Horizont der Vergleich des Mondes mit den auf der Erdoberfläche befindlichen Gegenständen seine scheinbare Vergrößerung bewirken. Die Entfernungstheorie geht davon aus, daß das Himmelsgewölbe am Horizont entfernter erscheint als im Zenit. Da jedoch der Sehwinkel des Mondes konstant bleibt, so bewirkt die Projektion auf weitere Entfernungen seine scheinbare Vergrößerung. Eine dritte Erklärung basiert auf den Intensitätsunterschieden am Horizont und Zenit. Zwei weitere Theorien gehen davon aus, daß beim Heben der Augen die Stellung der Augenachsen verändert wird. Die dazu nötigen Spannungen in den Augenmuskeln würden dann die optische Täuschung bewirken. Neben diesen physikalischen und psychologischen Theorien gibt es auch eine rein psychologische Theorie, nach welcher das Heben der Augen ein inhibitionsartiges Schrumpfen des Sehfeldes ergeben soll.

Eine experimentelle Überprüfung dieser Theorien zeigte, daß sich damit höchstens 10–20%ige Schwankungen der scheinbaren Mondgröße erklären lassen.

Es gibt jedoch eine Erscheinung, bei der bedeutend größere Schwankungen der scheinbaren Größe eines Gegenstandes auftreten können, nämlich beim Phänomen der sog. Sehgrößenkonstanz. In Abb. 1 ist das Bild eines Korridors mit konstanter Breite dargestellt. Der Zylinder im Vordergrund wurde so aufgestellt, daß sein Abstand von der linken Wand ebenso groß erschien wie der Abstand der beiden Türen am Ende des Korridors. Der Abstand des Zylinders von der linken Wand

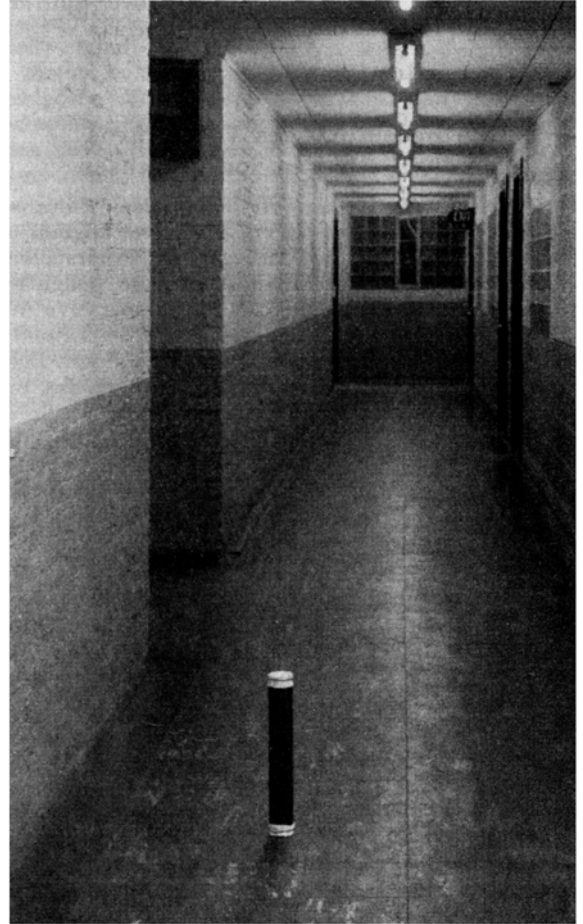


Abb. 1. Die beobachtete Breite eines Korridors nimmt mit der Entfernung langsamer ab, als es der Größe des Retinabildes entspricht. Man kann dies zeigen, indem man den Zylinder so aufstellt, daß sein Abstand von der linken Wand gleich groß erscheint, wie der Abstand der beiden gegenüberliegenden Türen am Ende des Korridors. Daraus läßt sich die subjektive und aus der Länge des Korridors die objektive Verringerung der Korridorbreite bestimmen.

dividiert durch die Korridorbreite gibt daher die scheinbare Schrumpfung der Korridorbreite mit der Entfernung an. In einem gegebenen Falle ergab sich für die *gesehene* Schrumpfung 1:2,3, während sich das Bild auf der Retina gleichzeitig wie 1:7 hat verkleinern müssen, da der Abstand des Beobachters von den Türen siebenmal größer war als von dem Zylinder.

Daraus ist zu ersehen, daß die scheinbare Größe der Gegenstände mit der Entfernung bedeutend langsamer abnimmt als das Bild auf der Retina. Oft wird sogar die scheinbare Größe auf bedeutende Strecken konstant gehalten, besonders im freien Felde. Dieser Zusammenhang ist in der Abb. 2 schematisch dargestellt: *BB* bedeutet die Entfernung, bei der die Sehgrößenkonstanz aufhört und bei welcher die Größe des Retinabildes zur Geltung zu kommen beginnt. Der Übergang ist sehr ver-

¹ E. CLAPARÈDE, *L'agrandissement et la proximité apparente de la lune à l'horizon*, Arch. Psychol. 5, 121 (1905).

² E. REIMAN, Z. Psychol. 30, 1, 161 (1902).

³ E. G. BORING, Amer. J. Physics 11, 55 (1943).

⁴ A. H. HOLWAY und E. G. BORING, Amer. J. Psychol. 53, 537 (1940).