

# ÜBER DIE WIRKUNG DES KOCHSALZES AUF DIE INTERRENALEN ZELLEN DER NEBENNIERE BEI HAUSTAUBEN

von

L. KONDICS

Institut für Allgemeine Zoologie der Eötvös Loránd Universität, Budapest

Eingegangen: 15. Oktober 1962

## Einleitung

Nach den Untersuchungen zahlreicher Autoren kann die Nebennierenrinde von Säugetieren nicht nur morphologisch, sondern auch in funktionellem Sinn auf Zonen aufgeteilt werden, d. h. von den einzelnen Schichten der Nebennierenrinde werden unterschiedliche Hormone produziert.

Dagegen enthält die Nebenniere der Vögel bekanntlich keine Zonen, und selbst Rinde und Marksubstanz sind nicht von einander getrennt. Die der Nebennierenrindensubstanz der Säugetiere entsprechenden sog. interrenalen Zellen, sowie die der Marksubstanz entsprechenden sog. adrenalen Zellen bilden hier – miteinander in Gruppen vermengt – die Nebennierensubstanz. Es gibt jedoch auch unter den Vögeln eine Ausnahme den braunen Pelikan (*Pelecanus occidentalis*) in dessen Nebenniere sich die Rinden- und Marksubstanz schon bis zu einem gewissen Grade differenziert haben und bei dem sogar die Rindensubstanz bildenden interrenalen Zellen – ähnlich wie bei den Säugetieren – drei Zonen bilden (3). Andernteils weisen aber nach Untersuchungen von S i n h a und G h o s h (7) die peripherisch und tiefer liegenden interrenalen Zellen der Taubennebenniere vom histochemischen Gesichtspunkt bedeutende Unterschiede auf. Von diesen beiden Angaben ausgehend untersuchten wir die Nebenniere von 60 Haustauben (*Columba domestica*) unter Anwendung histologischer Methoden und fanden dass man in Ausnahmefällen auch solche Nebennieren antrifft bei denen in bezug auf die interrenalen Zellen auch die Spuren einer Zonenbildung zu erkennen sind. In einigen Fällen konnte eine dünne peripherische darunter eine dickere und eine relativ gleichfalls dicke zentrale Zone unterschieden werden. Wir erklären dies damit dass die interrenalen Zellen bei Vögeln funktionell schon von vornherein differenziert sind, was morphologisch jedoch (Hämatoxylin-Eosinfärbung) nur dann zum Ausdruck kommt wenn in der Tätigkeit der einzelnen Zonen eine wesentlichere Verschiebung eintritt.

Als erster Schritt in der Untersuchung dieses Problems schien die Zufuhr von Kochsalz am geeignetsten zu sein. Bekanntlich atrophisiert bei Säugetieren auf Wirkung von Kochsalz die Zona glomerulosa infolge verringerter Aldosteronsekretion während die Zona fasciculata hypertrophisiert.

## Material und Methode

Ungefähr einen Monat hindurch – vom 11. August bis zum 20. September 1961 – fütterten wir 10 weibliche und 8 männliche Tauben mit Weizen, der mit Kochsalz imprägniert war. Auf diese Weise gelangte täglich rund 0,5–1 g

NaCl in den Organismus der Tiere. Als Kontrolle dienten 10 weibliche und 2 männliche Tauben. Wasser erhielten beide Gruppen „ad libitum.“ Die Tiere wurden um 13 Uhr durch Dekapitation getötet und die eine Nebenniere wurde in 4%igem Formalin die andere in Bouinscher Flüssigkeit fixiert. Aus dem in Formalin fixierten Material stellten wir mit dem Gefriermikrotom  $15\mu$  dicke Schnitte her und führten dann den Lipoidnachweis mit Sudanrot 7 B durch. Aus dem mit der Bouinschen Flüssigkeit fixierten Material verfertigen wir – nach Einbettung in Paraffin –  $6\mu$  dicke Schnitte und bestimmten nach Färbung mit Häm. – Eosin in den peripherischen und tiefer gelegenen interrenalen Zellen den Kerndurchmesser mit dem Okularmikrometer. Von jeder Nebenniere wurden 100 Zellkerne gemessen.

### Untersuchungsergebnisse

Bei den Kontrolltieren zeigten die peripherisch und tiefer gelegenen interrenalen Zellen in bezug auf die Lipide keine Unterschiede (Abbildung 1). Demgegenüber trat auf Wirkung des Kochsalzes im schmalen peripherischen Abschnitt der interrenalen Zellen eine hochgradige Lipoidabnahme ein (Abb. 2) und in 3 Fällen wurde die peripherische Zone sogar vollkommen lipoidfrei.



Abb. 1. Nebenniere der Haustaube. Kontrolle. Fixation: Formol, Gefrierschnitt, Färbung mit Sudanrot – 7B, 380fach vergrößert

In Hinblick auf die Durchmesser der Zellkerne der peripherischen und tiefer liegenden interrenalen Zellen der Kontrolltiere stellten wir keine Differenzen fest (Abbildung 3 und 5). Demgegenüber wurden bei den mit Kochsalz behandelten Tieren die Kerndurchmesser der peripherischen interrenalen Zellen – verglichen mit der Kontrolle – wesentlich kleiner (Abbildung 4 und 5.) Die Kerndurchmesser der tiefer gelegenen Zellen erreichten – mit Ausnahme eines Falles – nicht nur die Kerndurchmesserwerte der ähnlich gelegenen



Abb. 2. Nebenniere der Haustaube. Kochsalzbehandlung. Fixation: Formol, Gefrierschnitt, Färbung mit Sudanrot - 7 B, 380fach vergrössert

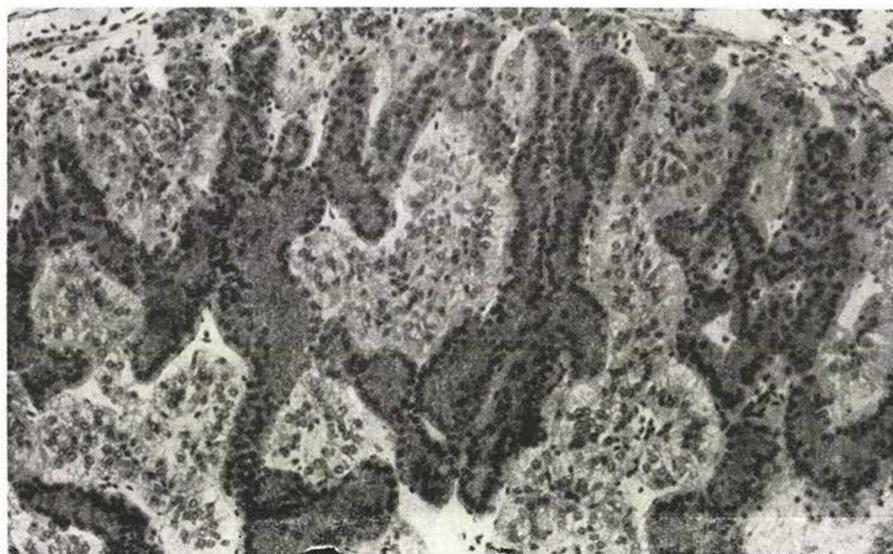


Abb. 3. Nebenniere der Haustaube. Kontrolle. Fixation: Bouin, Paraffin, Färbung mit Hämatoxylin - Eosin, 420fach vergrössert

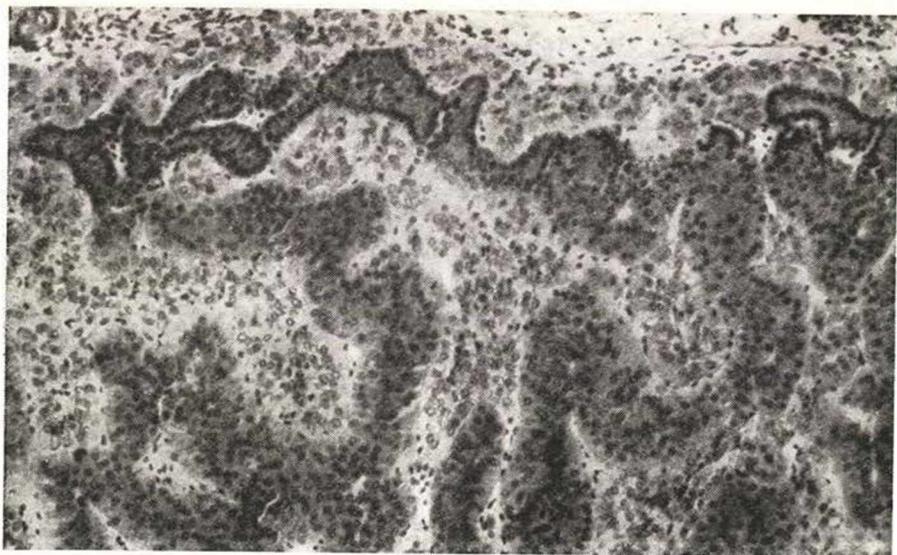


Abb. 4. Nebenniere der Haustaube. Kochsalzbehandlung. Fixation: Bouin, Paraffin, Färbung mit Hämatoxylin - Eosin, 420fach vergrößert

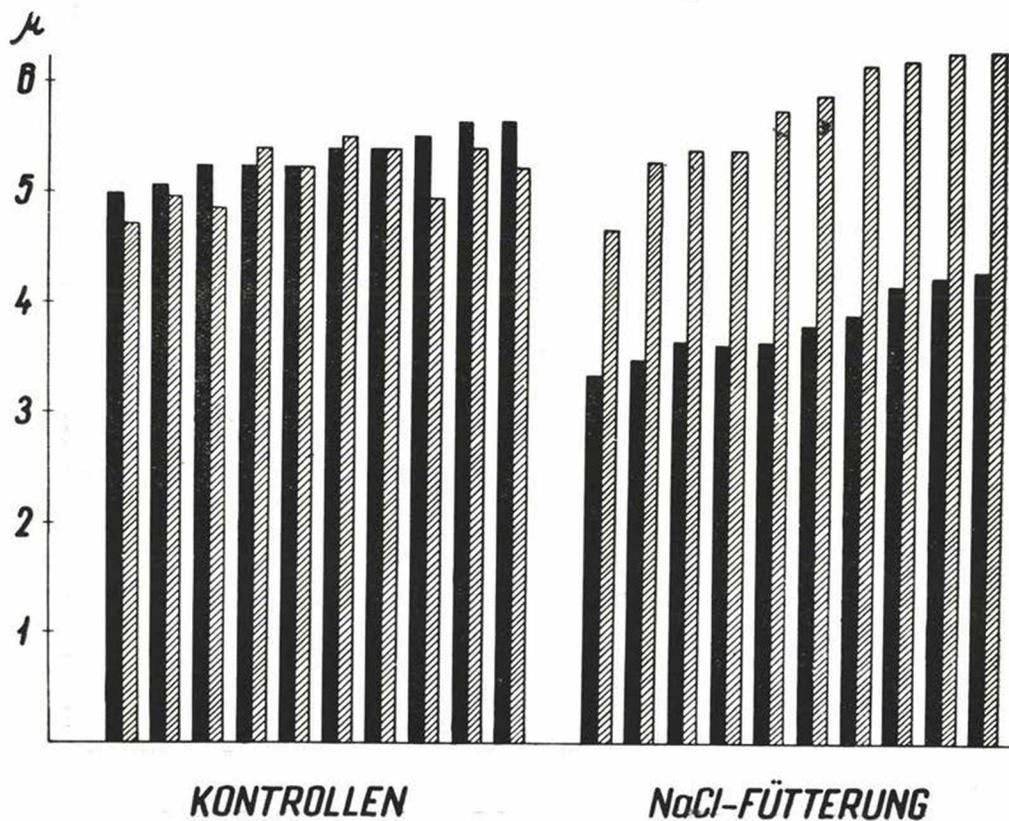


Abb. 5. Kerndurchmesser in den peripherisch und tiefer gelegenen Teilen der interrenalnen Zellen. ■ bedeutet die peripheren, ▨ die tiefer liegenden interrenalnen Zellen

Zellen der Kontrolltiere sondern waren zum Teil auch grösser. Bei den behandelten Tieren war in einigen Fällen auch die zentral gelegene dritte Zone sichtbar ohne jedoch einen Unterschied gegenüber den ähnlich gelegenen Zonen der Kontrolltiere zu zeigen. Die Resultate der Kerndurchmessermessungen zeigt Abbildung 5. Es wurden — im Hinblick auf die zwischen den Geschlechtern bestehenden eventuellen Differenzen — die Kerndurchmesser nur bei weiblichen Tieren bestimmt.

### Besprechung der Ergebnisse

Nach den Untersuchungen von Knouff und Hartman (3) können beim braunen Pelikan die in der Nebenniere der Säugetiere wahrnehmbaren drei Zonen gleichfalls deutlich erkannt werden. Später untersuchten Hartman Knouff und Howard (4) die Wirkung von zahlreichen Faktoren (ACTH Kälte Hunger Formaldehyd Cortison DOCA usw.) auf die Nebenniere des braunen Pelikans. Als Auswertungsgrundlage diente die Sudanophilie bzw. Osmiophilie, der Cholesteringehalt und die Häufigkeit der Mitosen der einzelnen Zonen. Als Ergebnis dieser Untersuchungen stellten sie fest dass der am leichtesten stimulierbare Teil der Pelikannebenniere die an der Peripherie gelegene Zone ist d. h. der periphere Teil der Zona glomerulosa und Zona fasciculata. An Hand dieser Untersuchungsergebnisse kann angenommen werden dass die einzelnen Zonen der Pelikannebenniere aus funktionellen Gesichtspunkten den ähnlich gelegenen Zonen der Nebenniere von Säugetieren nicht vollkommen gleich gesetzt werden können. Die uns zur Verfügung stehende Literatur enthält keine Hinweise darauf dass mit histologischen Methoden in anderen Vogelarten Nebennierenzonen hätten sicher unterschieden werden können.

Histologisch fanden hingegen Sinha und Ghosh (7) in den peripherischen und tiefer gelegenen interrenal Zellen der Taubennebenniere ganz ausgesprochene Unterschiede. Nach ihnen ist der Lipoid- und auch der Vitamin-C-Gehalt der subkapsularen Regionen höher als der der darunter liegenden Region, anderenteils enthalten die tiefer gelegenen interrenal Zellen mehr Cholesterin und „Corticoide“, wie auch ihre alkalische Phosphataseaktivität gesteigert ist. In Bezug auf andere Reaktionen konnten sie zwischen dem peripherisch und dem tiefer gelegenen Teil keine Unterschiede finden.

Laut den Untersuchungen von Roos (5,6) sind durch Inkubation in vitro in der Nebenniere der Haushühner, Tauben, Enten und Möven drei Hormonarten nachweisbar: Corticosteron, Aldosteron und Cortison. Das Verhältnis dieser drei Wirkstoffe ist bei Tauben 20 : 4 : 1. Brown und Mitarbeiter (1) erbrachten den Nachweis, dass die Nebenniere der Vögel vom physiologischen Gesichtspunkt nicht ohne weiteres mit der Nebenniere der Säugetiere verglichen werden kann. Wird doch bei Hühnern die Adrenalektomie von Natriumretention begleitet, während die Kaliumentleerung normal bleibt. Bei Dosierung von DOC stellt sich Kalium- und Natriumretention ein, das Cortison hingegen löst eine ausgesprochene Exkretion aus.

Aus den aufgezählten Literaturangaben sind drei Tatsachen klar ersichtlich:

1. In der Nebenniere der Vögel bildet sich — ähnlich wie in der Nebenniere der Säugetiere — neben Glucocorticoiden auch Aldosteron.

2. Die interrenalen Zellen der Vogelnebenniere dürften funktionell auch dann differenziert sein, wenn die Zonen durch histologische Färbung nicht sicher nachweisbar sind (Tauben). Auf Grund der bisherigen Untersuchungen konnte jedoch nicht festgestellt werden, welche Wirkstoffe in den einzelnen Zonen gebildet werden.

3. Einzelne Hormone der Nebenniere wirken von den ähnlichen Wirkstoffen der Nebenniere der Säugetiere bis zu einem gewissen Grade abweichend auf den Organismus der Vögel.

Mit unserem beschriebenen Versuch wollten wir in erster Linie einige Informationen über die Funktion der peripherisch und tiefer liegenden interrenalen Zellen der Taubennebenniere erhalten, zumal doch nach den bereits erwähnten Untersuchungen von S i n h a und G h o s h sich diese beiden Zonen vom histochemischen Gesichtspunkt unterscheiden. Gemäss den erhaltenen Ergebnissen zeigt sich auf Wirkung der Kochsalzzufuhr in den Kerndurchmessern, sowie im Lipoidgehalt der im allgemeinen durch histologische Methoden nicht nachweisbaren peripherischen Zone eine wesentliche Verringerung. Diese beiden morphologischen Merkmale weisen auf eine intensive Abnahme der Tätigkeit dieser Zone hin. Daraus schlossen wir, dass diese Zone ein Natriumretinierendes Hormon, wahrscheinlich Aldosteron erzeugt. Die Kerndurchmesser der darunter liegenden breiteren Zone werden auf Einwirkung von NaCl grösser (Abbildung 5), was als ein Zeichen der Hyperfunktion zu betrachten ist. Nach den Untersuchungen von B r o w n und Mitarbeitern (1) steigert das Cortison die Natriumentleerung, weshalb das Wachsen des Kernvolumens in dieser Zone wahrscheinlich als morphologische Begleiterscheinung der gesteigerten Corticoidsekretion betrachtet werden kann.

Übrigens kann auch an Ratten auf Wirkung der Salzzufuhr eine ähnliche Veränderung beobachtet werden. Nach den Untersuchungen von Eichner (2) werden der Lipoidgehalt sowie das Volumen der Zellkerne der Zona glomerulosa kleiner, in der Zona fasciculata hingegen grösser.

Auf Grund unserer an Tauben durchgeführten Versuche kann angenommen werden, dass der peripherische Teil der interrenalen Zellen — ähnlich wie die Zona glomerulosa der Nebenniere der Säugetiere — Mineralocorticoide, die tiefer liegenden hingegen — ähnlich der Zona fasciculata — Glucocorticoide produzieren.

### Zusammenfassung

Auf Wirkung von kochsalzreichem Futter atrophisierte der schmale peripherische Teil der interrenalen Zellen, während die darunter liegende breitere Zone hypertrophische Erscheinungen zeigte. Nachdem in der Nebenniere von Säugetieren auf Zufuhr von Kochsalz ähnliche Veränderungen wahrnehmbar sind, wird angenommen, dass der peripherische Teil der interrenalen Zellen in erster Linie Mineralocorticoide und die tiefer liegenden Glucocorticoide liefern.

### РЕЗЮМЕ

Под действием богатой поваренной солью пищи атрофируется узкая периферическая часть интерренальных клеток надпочечника голубя, а широчайшая зона лежащая под нее гипертрофируется. Так как при введении соли наблюдаются подобные же изменения и на надпочечнике млекопитающего, нам кажется, что периферическая часть интерренальных клеток прежде всего выделяет минералокортикоиды, а ниже лежащие — глюкокортикоиды.

#### SCHRIFTTUM

1. Brown, D. J. - Meyer, R. K. 1958: Effect of surgical trauma, ACTH, and adrenal cortical hormones on electrolytes, water balance, and gluconeogenesis in male chickens. *Amer. J. Med.* **23**. 376 - 384.
2. Eichner, D. 1953: Über den morphologischen Ausdruck funktioneller Beziehungen zwischen Nebennierenrinde und neurosekretorischen Zwischenhirnsystem der Ratte. *Z. Zellforsch.* **38**. 488 - 508.
3. Hartman, F. A. - Knouff, R. A. - Howard, G. A. 1954: Response of the Pelican adrenal to various stimuli. *Anat. Rec.* **120**. 469 - 489.
4. Knouff, R. A. - Hartman, F. A. 1951: A microscopic study of the adrenal of the Brown Pelican. *Anat. Rec.* **109**. 161 - 187.
5. Roos, R. 1960: In vitro production of corticosteroid, by chicken adrenals. *Endocrinology* **67**. 719.
6. Roos, R. 1961: The corticoids of the avian adrenal gland. *Gen. and Comp. Endocrinology* **1**. 494 - 512.
7. Sinha, D. - Ghosh, A. 1961: Some aspects of adrenocortical cytochemistry in the domestic pigeon. *Endokrinologie* **40**. 270 - 280.