

(Aus dem Institut für experimentelle Morphogenese Moskau [Direktor: *R. I. Belkin*]).

Über die Regeneration der Leber bei Vögeln.

Von

W. N. Orechowitsch.

Mit 5 Abbildungen im Text.

(*Eingegangen am 25. April 1936.*)

Im Jahre 1935 führten wir eine Reihe von Untersuchungen aus, welche die Besonderheiten des Eiweißstoffwechsels in den Geweben regenerierender und sich normal entwickelnder Organe betrafen. Die von uns unternommenen Versuche waren hauptsächlich der Aufklärung des Grades der Aktivität der proteolytischen Fermente der Gewebe gewidmet.

In diesen Arbeiten war für uns von großer Bedeutung die Gegenüberstellung der Eigentümlichkeiten der Proteolyse in den Geweben regenerierender Organe bei Vertretern verschiedener Klassen von Wirbeltieren, welche verschiedene Regenerationsfähigkeit besitzen. Bis jetzt erforschten wir nur die Amphibien, Tiere mit hoher Regenerationsfähigkeit. Um jedoch die von uns gestellte Aufgabe zu lösen, ist es notwendig, auch die Aktivität der Gewebeprotease bei der Regeneration bei Vögeln und Säugetieren zu untersuchen.

Über die Regeneration der Organe bei Vögeln ist sehr wenig bekannt. Auf Grund einer Reihe indirekter Angaben können wir erwarten, daß bei den Vögeln, außer den männlichen und weiblichen Geschlechtsdrüsen, auch noch andere innere Organe regenerieren können.

Uns interessierte die Frage über die Regenerationsfähigkeit und den Charakter des Verlaufes der Regeneration der Leber bei Hühnern und Tauben. Der Aufklärung dieser Frage ist auch die vorliegende Untersuchung gewidmet.

Material und Methode.

Als Versuchstiere wurden Tauben im Alter von 10—12 Monaten und Hühner (Leghorn), Schlupf 25. 6. 35, im Alter von $1\frac{1}{4}$ —2 Monaten verwendet. Alle Versuchstiere wurden unter vollständig gleichartigen Bedingungen gehalten: die Tauben in großen Volieren und die Küken in Batteriekäfigen. Im ganzen wurden 20 Tauben und 50 Küken zum Versuch benutzt. Bei diesen Tieren wurde die Leber teilweise entfernt und die Wiederherstellung des Organs beobachtet.

Die Methodik der Operation war folgende: zwischen der letzten und vorletzten Rippe (auf der linken und rechten Seite) wurden Schnitte von $1-1\frac{1}{2}$ cm Länge gemacht. Durch diese Öffnungen wurde mit Hilfe

der Pinzette der rechte oder linke Lappen der Leber aus der Leibeshöhle hervorgezogen und die Ligatur (in verschiedener Linie) angelegt.

Ein Seidenfaden zerschnitt bei straffer Spannung die Masse des Lebergewebes und zog die großen Blutgefäße fest zu. Der amputierte Leberteil wurde mit der Schere von der übrig gebliebenen Leber endgültig abgetrennt. Da an den großen Blutgefäßen Ligatur angelegt war, erfolgte keine Blutung, trotzdem die Amputationsfläche sehr groß war.

Am meisten wurde in unseren Versuchen gleichzeitig der rechte und der linke Teil der Leberlappen amputiert, wobei der rechte Leberlappen um nicht mehr als die Hälfte und der linke für gewöhnlich um die Hälfte bis Dreiviertel der ganzen Masse des Leberzwecks verkleinert wurde.

Die ersten 2 Tage fühlten sich die operierten Tiere sehr schwach und nahmen keine Nahrung auf. Eine Besserung des Befindens trat aber schnell ein und gewöhnlich 5—6 Tage nach der Operation unterschied sich das Betragen der operierten Tiere nicht mehr von dem der gesunden Tiere. Todesfälle kamen nur in den Fällen vor, wenn Dreiviertel der ganzen Leber entfernt wurden oder bei Beschädigung der großen Blutgefäße, bevor nach die Ligatur angelegt war. 4, 11, 12, 14, 18, 19, 21, 24, 30 und 60 Tage nach der Operation wurden die Tiere getötet und der Zustand der Leber untersucht.

Experimenteller Teil.

1. Versuche an Tauben.

In den ersten Tagen nach der Amputation verlaufen in der Leber starke Resorptionsprozesse, welche in einigen Fällen, wo der linke Leberlappen zu $\frac{5}{8}$ — $\frac{3}{4}$ Teil entfernt wurde, zur vollen Resorption des restlichen Teiles dieses Leberlappens führen.

4—5 Tage nach der Operation erlöschen die Resorptionsprozesse einigermaßen und wir beobachten eine starke Zunahme der Gewebe des Restes der Leber. Das Wachstum geht ungleichmäßig in allen Richtungen vor sich und infolgedessen unterscheidet sich die Form der Leber bedeutend von der typischen Leberform. Nach 3—4 Tagen Wachstum erreicht die Leber dem Gewichte nach eine Größe, die für die normale Leber eines solchen Tieres charakteristisch ist.

Vom 10.—15. Tage ab (nach der Amputation) beobachteten wir eine merkliche Verzögerung des Wachstumstempos der Lebermasse. Die Regeneration des Organs, das Wachstum der Gewebe distal von der amputierten Fläche wird in dieser Zeit nicht beobachtet. Während geraumer Zeit, 30 Tage und mehr nach der Entfernung eines Teiles der Leber, ist ihre Form bedeutend verschieden von der Norm und sind keine Regenerationsmerkmale des Organs vorhanden.

60—63 Tage nach der Operation beobachteten wir schon eine Regeneration der Leber. Auf Abb. 1 ist solch eine regenerierte Leber dargestellt.

Die Taube Nr. 7/1 wurde am 18. 6. 35 operiert. Im ganzen wurden 2 g 620 mg Leber ($\frac{1}{3}$ der ganzen Lebemasse) entfernt. Die Amputationslinie siehe auf Abb. 2. Getötet wurde die Taube am 21. 8. 35.

Die Leber hat ein vollständig normales Aussehen. Distal von der Amputationsfläche (die Amputationslinie hat sich bei der Wiederherstellung der Leber etwas verschoben) sind die Gewebe der Leber hervorgewachsen und haben die amputierten Gebiete der Leber ersetzt.

Über die Amputationslinie können wir nach den erhalten gebliebenen Legierungsresten urteilen (s. Abb. 1). Wir beob-

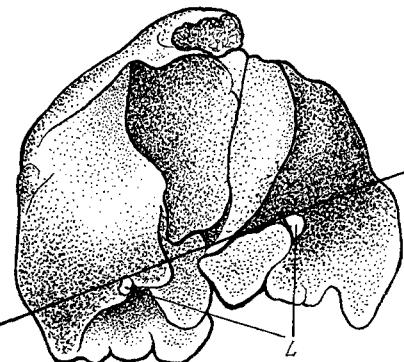


Abb. 1. Regenerierte Leber der Taube. *A* Amputationslinie der Leber. *L* Ligatur. Erklärung siehe im Text.

achteten noch einen Fall der Leberregeneration. Die Taube Nr. 4/1 wurde am 22. 6. 35 operiert, entfernt wurde $\frac{1}{4}$ des rechten Lappens und $\frac{5}{8}$ des linken Lappens. Am 21. 8. 35 wurde das Tier getötet. Der

linken Lappen wurde nicht gefunden, er war resorbiert. Der rechte Lappen war stark vergrößert im Vergleich zu der Norm und war gut regeneriert. Distal von der Amputationsfläche hatte sich ein neuer Leberteil gebildet, welcher vollständig den entfernten Teil des Organs ersetzte.

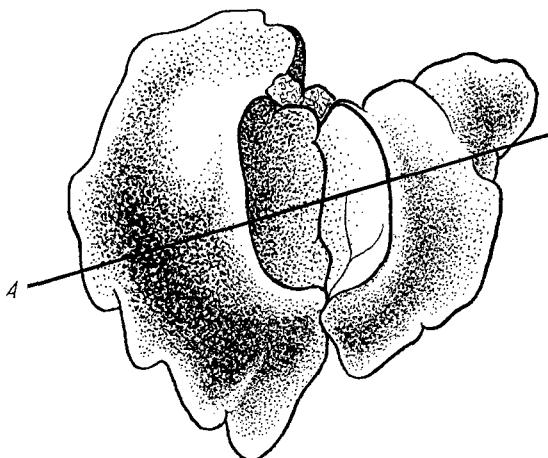


Abb. 2. Nichttraumatisierte (normale) Leber einer erwachsenen Taube. *A* Amputationslinie der Leber.

verlaufen in dem Reste dieses Organs stürmische Resorptionsprozesse. In einigen Fällen wurde der linke Lappen im Verlauf von 4—5 Tagen vollständig resorbiert.

4 Tage nach der Amputation eines Teiles der Leber wurde das Huhn getötet, und wir konnten folgendes Bild feststellen: der Rest des rechten Leberteiles hatte normales Aussehen, distal von der Wundfläche war

2. Versuche an Hühnern.

In den ersten 2 bis 4 Tagen nach der Entfernung eines Teiles der Leber

eine große Blutansammlung. Der linke Lappen war fast vollständig resorbiert. Der ganze restliche Teil des Lappens ist mürbe und bei der Berührung mit der Pinzette zerfällt er leicht.

5—6 Tage nach der Operation beginnen die nicht resorbierten Gebiete stürmisch zu wachsen. Das Wachstum geht ungleichmäßig nach allen Richtungen vor sich, was zum Ergebnis hat, daß nach 8—10 Tagen die typische Form der Leber sehr entstellt ist. Beide Lappen fließen ineinander und die ganze Leber stellt eine formlose Sammlung von Geweben dar (s. Abb. 3 und vergleiche mit Abb. 4). Dem Gewichte nach erreicht die Leber zu dieser Zeit eine Größe, die für die normale Leber



Abb. 3. Leber des Huhns, 7 Tage nach der Entfernung eines Teiles dieses Organs. Erklärung siehe im Text.

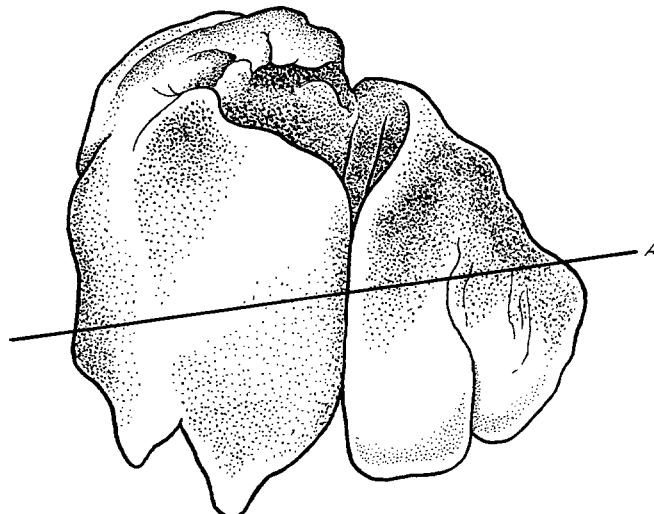


Abb. 4. Normale Leber des Huhns. A Amputationslinie der Leber.

der Hühner in diesem Alter charakteristisch ist. Im weiteren können bis zum 20. Tage (äußerlich) keine Veränderungen an der Leber beobachtet werden.

Vom 20. Tage an (und manchmal auch früher) kann eine Teilung der Leber in zwei Hälften (rechte und linke) beobachtet werden. Zum 30. Tage kann man schon ganz klar die Regeneration des linken Lappens beob-

achten, und in 35—40 und auch mehr Tagen nach der Amputation beobachten wir in allen Fällen (insgesamt waren 10 solcher Fälle) eine vollständige Regeneration des linken Lappens und den Beginn der Regeneration des rechten Lappens.

Auf Abb. 5 ist eine regenerierende Leber der Henne Nr. 19 dargestellt. Die linke Hälfte regenerierte vollständig, die rechte nur unbedeutend. Der äußeren Form nach ist die regenerierende Leber fast identisch mit der Norm (vergleiche Abb. 4). Die distal von der amputierten Fläche hergestellten Teile ersetzen fast vollständig die entfernten Teile der Leber.

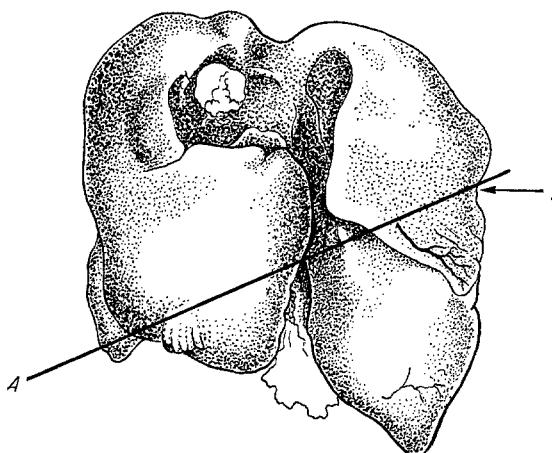


Abb. 5. Regenerierende Leber des Huhns. A Amputationslinie. L Niveau der Ligatur auf der rückwärtigen Seite des linken Leberlappens.

In einem Fall (Henne Nr. 14) beobachten wir die Bildung eines dritten Lappens. Die Reste der amputierten rechten und linken Leberlappen waren etwas vergrößert ($2\frac{1}{2}$ Monate nach der Amputation), haben aber nicht regeneriert.

Im Zwischenraum dieser zwei Teile entstand ein dritter Teil, welcher der Größe nach einem jeden der beiden anderen Teile gleichkommt.

In den meisten von uns untersuchten Fällen regenerierten vollständig nur die linken Lappen. Die Regeneration der rechten Lappen äußert sich in der Regel sehr schwach. Gut regenerierte die rechte Hälfte nur in den Fällen, wo der linke Lappen nach der Amputation vollständig resorbiert wurde.

Zusammenfassung.

Bei Tauben und Hühnern beobachten wir nach Entfernung von $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ der ganzen Lebermasse die Regeneration dieses Organs. In den ersten Tagen verlaufen in der traumatisierten Leber starke Resorptionsprozesse, dann, 5—6 Tage nach der Operation beginnt ein intensives Wachstum der Gewebe des Organrestes und die Leber erreicht in einigen Tagen ein Gewicht, das dem der normalen Leber gleichkommt.

Die Regeneration, das Wachstum der Gewebe distal von der amputierten Fläche, beginnt bei Tauben nach einem Monat und mehr, bei Hühnern nach 20 Tagen (manchmal auch früher) nach der Operation.

Der Unterschied in dem Beginn der Regeneration bei Hühnern und Tauben hängt möglicherweise von dem Altersunterschied dieser Tiergruppen ab (Tauben 10—12 Monate, Hühner $1\frac{1}{4}$ —2 Monate).