Anat. Inst. d. Med. Fak., Univ. Okayama (Vorstand: Prof. M. SEKI).

Über die Altersveränderungen der Aorta ventralis von Teleostier Goldfisch und über die Verschiedenheiten der Struktur der Aorta dorsalis von Selachier und Teleostier.

硬骨魚金魚の腹側大動脈の齡的變化及び軟骨魚と硬骨魚の背側大動脈の構造の差異に就いて.

Toshikazu KITADE 北出俊一.

(Eingegangen am 30. September 1957.)

Über die Altersveränderungen der Aortenwand von Menschen und von Säugtieren, besonderes über die der Grundsubstanz und elastischen Elemente derselben liegen nicht wenige Untersuchungen vor. Aber die Arterien von niedrigen Wirbeltieren, z. B. von Fischen, wurden nur selten zum Gegenstand der histologischen Untersuchung gemacht. Über die Fischerarterien kann ich in der Literatur nur die Mitteilungen von ARGAUD (1909) und KRAUSE (1923) finden.

Die Architektur der elastischen Elementen kann je nach der Tierart und dem Ort des Gefäßes sehr verschieden sein. Da ich an der *Aorta ventralis* des erwachsenen Goldfisches eine charakteristische Bauweise der Architektur von elastischen Elementen fand, nahm ich eine Beobachtung derselben in den verschiedenen Alterstufen an und untersuchte zugleich die Struktur der *Aorta dorsalis* von einem Knorpel- und Knochenfisch.

I. Material und Methode.

Man wählte aus zahlreichen gezüchteten sog. koreanischen Goldfischen (蘭鰭)

Abb. 1. Ein sog. koreanischer Goldfisch von drei Lebensjahren.
1/2×.

einen 1 Woche, 2 Monate und 3 Jahre alten. In Abb. 1 ist ein Exemplar im Alter von 3 Jahren gezeigt. Nach Ablauf von 3 Stunden nach dem Töten, in welcher Zeit die Tiere alle ihre Reaktivität verlieren, wurde die kranial vom Herzen liegende *Aorta ventralis* entnommen und nach der Fixierung in 10%iger Formalinlösung in Paraffin eingebettet. Die 5μ dicken Querschnitte wurden mit Hämatoxylin und Eosin, mit WEIGERT'schem Resorcinfuchsin und nach der HEIDENHAIN'schen Azanmethode gefärbt.

Es wurde ferner die *Aorta dorsalis* aus einem 1.2 kg schweren Knorpelfisch *Dasybatus akajei* (アカエイ) und einem 1.1 kg schweren Knochenfisch Schwarzbrasse (クロダイ) in der Zeit 3 Stunden nach dem Töten heraus genommen, und zwar aus dem den efferenten Kiemengefäßen nahen Abschnitt der Aorta. Dieses Arterienstück wurde wie oben fixiert, eingebettet und gefärbt.

II. Ergebnisse und Auswertung.

A. Altersveränderungen der Aorta ventralis beim sog. koreanischen Goldfisch.

a) 1 Woche alter Goldfisch.

Das Endothel liegt unmittelbar auf der innersten elastischen Lamelle der Gefäßwand, und zwischen ihnen findet man fast kein Bindegewebe. Wie in Abb. 2 gezeigt ist, differenzieren sich in der Gefäßwand noch kaum die drei Schichten: Intima, Media und Adventitia. Die elastischen Lamellen in dem mittleren Lager der Wand sind jedoch dicker als in den anderen und verlaufen ringförmig. Nach innen oder außen von diesem Lager werden die elastischen Lamellen dünner. Man sieht geringe interlamelläre

Abb. 2. Aus der Aorta ventralis eines einwochigen koreanischen Goldfisches. Querschnitt. Färbung mit Resorcinfuchsin. $400\times$.

Fäserchen. Die Muskelzellen zwischen den elastischen Lamellen sind noch nicht sehr lang. Ihr Kern ist rundlich oder oval. In dem äußersten Lager der Gefäßwand finden sich ziemlich viele Kollagenfasern.

b) 2 Monate alter Goldfisch.

In der bereits gut erkennbaren Intima sind stellenweise längslaufende Muskelfasern entwickelt, welche von zarten elastischen Fasern umrandet sind. WOLKOFF (1924) hat bezüglich der Aorta der Säugetiere darauf hingewiesen, daß sich in der Intima gewöhnlich mit zunehmendem Alter längslaufende elastische und Muskelfasern entwickeln, weshalb sich die Intima verdickt. Das gilt auch von der Intima der Aorta ventralis des Fisches.

Wie in Abb. 3 gezeigt ist, sind die Media und Adventitia nicht sehr deutlich zu unterscheiden. Die Media charakterisiert sich durch überwiegende Mehrzahl von ringslaufenden elastischen Lamellen und Muskelfasern, dagegen sind die elastischen Elemente in der Adventitia viel dünner und erscheinen netzig. Die elastischen La-

mellen sind viel dicker im Vergleich zu denen des 1 Woche alten, und die interlamellären dünnen Fäserchen sind auch hier reichlicher zu sehen. Die Muskelfasern verlängern sich sehr und schließen je einen länglichen Kern ein.

In der Adventitia treten neben den elastischen Fasern auch längslaufende Muskelfasern auf. Kollagenfasern erscheinen immer zahlreicher.

c) 3 Jahre alter Goldfisch.

In der Aorta ventralis des ausgewachsenen Goldfisches vermehren sich elastische Elemente beträchtlich, und zwar in allen Schichten der Gefäßwand, wie in Abb. 4 dargestellt ist. Die Intima verdickt sich immer mehr und sieht im mit Resorcinfuchsin gefärbten Querschnitt dank der die Muskelfasern umhüllenden elastischen

Abb. 4. Aus der Aorta ventralis eines dreijährigen koreanischen Goldfisches. Querschnitt. Färbung mit Resorcinfuchsin. 400×.

gezeigt ist, merkwürdigerweise zierlich wabig erscheinen.

Abb. 3. Aus der Aorta ventralis eines zweimonatigen koreanischen Goldfisches. Querschnitt. Färbung mit Resorcinfuchsin. 400×.

Elemente wabig aus.

Auch in der Media sind die Zwischenräume zwischen den Ringmuskelfasern mit Netzen von elastischen Elementen gefüllt. Man sieht fast keine Kollagenfasern.

In der Adventitia sieht man grobe Netze von elastischen Fasern, in deren Maschenräumen finden sich Kollagenfasern und in verschiedenen Richtungen laufende Muskelfasern.

KRAUSE (1923) färbte früher Schnitte der Aorta ventralis und Bulbus arteriosus von einem Knochenfisch *Exos lucius* mit Resorcinfuchsin und konstatierte elastische Netze zwischen den Muskelzellen der Media. Auch in der Media der Aorta ventralis der Schwarzbrasse konnte ich ähnliche elastische Netze feststellen, deren Fasern aber, wie in Abb. 5 (auf der umstehenden Seite)

Abb. 5. Aus der Tunica media der Aorta ventralis eines Knochenfisches, Schwarzbrasse, von 1.1 kg Gewicht. Querschnitt. Färbung mit Resorcin-fuchsin. 1100 $\times$.

B. Vergleich der Struktur der Aorta dorsalis eines Selachiers *Dasybatus akajei* und der eines Teleostiers Schwarzbrasse.

a) Die Aorta dorsalis von einem Knorpelfisch *Dasybatus akajei*.

Vorweg sei bemerkt, daß die Aorta dorsalis das Blut aus den Kiemenarterien sammelt und also unter keinem sehr hohen Blutdruck steht. Die Aorta dorsalis des *Dasybatus akajei* besteht aus drei Schichten, Intima, Media und Adventitia. Die Intima besteht aus dem Endothel und dem spärlichen Bindegewebe unter ihm. Keine Flastica interna existiert.

Der größere Teil der Media besteht aus zirkulär laufenden dicken Muskelfasern, zwischen denen sich die nach der Azanmethode blau färbbaren Kollagenfasern und die mit Resorcin-fuchsin färbbaren elastische Elemente finden. Die Dicke der elastischen Elemente ist verschieden (Abb. 6). Zu bemerken ist die Angabe von KRAUSE (1923), wonach in der Media der Arterie der *Torpedo ocellata* (der Arterienname unbekannt) keine elastischen Fasern zwischen den Muskelfasern gesehen werden sollen.

In der Adventitia entwickeln sich elastische Elemente gut und laufen schlängelnd zirkulär. Im äußersten Lager gibt es auch longitudinale elastische Fasern, daneben Kollagenfasern, aber keine Muskelfasern.

In der Wand der Aorta dorsalis dieses Knorpelfisches finden sich Kollagenfasern im Vergleich zu dem später zu besprechenden Knochenfisch Schwarzbrasse viel geringer, aber die elastischen Elemente entwickeln sich beträchtlich besser, so daß nach dem Tod die Gefäßwand sich viel stärker zusammenzieht. Nach der Untersuchung von ARGAUD (1909) an einem Knorpelfisch *Acanthias Vulgaris* sinkt die Aorta dorsalis zum Teil in einer Furche auf der ventralen Fläche des Wirbels. Derjenige Abschnitt der Gefäßwand, der am Perichondrium des Wirbels liegt, be-

steht nur aus dem Endothel, dagegen ist der übrige Abschnitt dick und zeigt wohl drei Schichten, wobei zwischen der Intima und Media sich die *Elastica interna* gut entwickelt. Abgesehen von der *Elastica interna* ist die Struktur dieses Abschnittes der Aorta dorsalis des *Acanthias vulgaris* ähnlich mit der des *Dasybatus akajei*.

Abb. 6. Aus der Aorta dorsalis eines Knorpelfisches, *Dasybatus akajei*, von 1.2 kg Gewicht. Querschnitt. Färbung mit Resorcin-fuchsin. 400 $\times$.

Abb. 7. Aus der Aorta dorsalis eines Knochenfisches, Schwarzbrasse, von 1.1 kg Gewicht. Querschnitt. Färbung mit Resorcin-fuchsin. 400 $\times$.

b) Die Aorta dorsalis von einem Knochenfisch Schwarzbrasse.

Die Wand der Aorta dorsalis der Schwarzbrasse ist mit Kollagenfasern ausgestattet, aber verhältnismäßig arm an Zellelementen und elastischen Fasern (Abb. 7).

Die Intima ist ganz dünn und lagert sich auf der *Elastica interna*. In der Media laufen wenige, relativ dicke Muskelfasern ringförmig, zwischen denen sehr dünne elastische Netze und Kollagenfasern nach der Resorcin-fuchsin-färbung und Azanmethode nachgewiesen werden. Die Aorta dorsalis der Schwarzbrasse gehört also wie die der *Dasybatus akajei* zu dem muskulösen Typus. Die Muskelfasern sind aber bei der Schwarzbrasse besser entwickelt.

Die Adventitia der Aorta dorsalis der Schwarzbrasse ist unter den drei Schichten am dicksten und besteht im größeren Teil aus Kollagenfasern. Man findet dünne, hauptsächlich longitudinal laufende elastische Fasern (Abb. 7). Dieser Befund stimmt mit dem von ARGAUD (1909) an der Aorta dorsalis des *Chrysophrys aurata* überein.

Nach der Untersuchung von KOBAYASHI (1957) an der Aorta des Menschen vermehren sich Kollagenfasern mit zunehmendem Alter, aber die elastischen Elemente werden dünner und kürzer und verzweigen sich immer mehr. Die Aorta dorsalis der erwachsenen Schwarzbrasse ist also morphologisch gegenüber der des *Dasybatus akajei* als mehr veraltet aufzufassen.

III. Zusammenfassung.

1. Die *Aorta ventralis* zwischen dem Herz und den Kieferarterien des Goldfisches, eines Knochenfisches, gehört zum elastischen Typus der Arterien, indem in ihrer Media sich die elastischen Elemente gut entwickeln. Dank dieser elastischen Elemente kann das Gefäß die vom Herzen direkt geleitete periodische Blutdruckschwankung weitgehend ausgleichen. Während des Heranwachstums des Tieres vermehren sich und verdicken sich die elastischen Lamellen, und zugleich erscheinen interlamelläre elastische Fasern immer mehr. Die Intima wird wegen der Vermehrung der längslaufenden Muskel- und elastischen Fasern dicker. In der Adventitia vermehren sich die Kollagenfasern.

2. Die *Aorta dorsalis*, die das Blut der Kiemenarterien sammelt und kaudal läuft, unterliegt keiner großen Blutdruckschwankung und gehört zum muskulösen Arterientypus. Die elastischen Elemente in der Media ordnen sich bei dem Knorpelfisch *Dasybatus akajei* und dem Knochenfisch Schwarzbrasse fast gleicherweise an. In Schnittpräparaten sind die elastischen Elemente in der Arterienadventitia des ersteren Fisches beträchtlich dicker und sehr stark geschlängelt. Die Muskel-fasern sind in der Arterienmedia des Knorpelfisches etwas besser entwickelt als in der des Knochenfisches, dagegen finden sich die Kollagenfasern in der Adventitia des letzteren weitaus reichlicher.

3. Die elastischen Elemente der *Aorta ventralis* der Schwarzbrasse sind zierlich wabig strukturiert.

内 容 自 抄.

生後1週間, 2月, 3年の金魚(硬骨魚)の腹側大動脈とアカエイ(軟骨魚)とクロダイ(硬骨魚)の背側大動脈をホルマリンで固定し, レゾルチンフクシン, アツァン法, ヘマトキシリンとエオシンで染めて観察した.

金魚の腹側大動脈は弾性型に属し, 心臓から直接伝わる周期的な血圧の変動を著しく均等にする. 成熟するにつれて, その血管壁の内膜が肥厚し, 中膜の弾性板が厚くなり, 外膜に膠原線維が増える.

背側大動脈は鰓動脈からの血液を集めて尾方に送るものであり, 血圧の変動が少く, アカエイのものもクロダイのものも筋型に属し, その中膜の弾性成分は両者に同じ程度に発育している. 外膜の弾性成分はアカエイによく発達し, 膠原線維はクロダイに多い.

クロダイの腹側大動脈には弾性成分が細かい蜂窩状の構造をする.

Literatur.

- Argaud, R.:** Recherches sur l'histo-topographie des éléments contractiles et conjonctifs des parois artérielles des mollusques et des vertébrés. J. Anat. et Physiol. 44 (1908).
 — **Kobayashi, Y.:** Veränderungen der Struktur der Brustaorta des Menschen während der prä- und postnatalen Entwicklung und im Seinium. Arch. hist. jap. 13 (1957). Im Druck.
 — **Krause, R.:** Mikroskopische Anatomie der Wirbeltiere. Bd. 4. 1923.
 — **Wolkoff, K.:** Über die Altersveränderungen der Arterien bei Tieren. Arch. path. Anat. 252 (1924).