

(Aus dem Histologisch-embryologischen Institut [Vorstand: Prof. *S. Schumacher*] und der Chirurgischen Klinik [Vorstand: Prof. *B. Breitner*] der Universität Innsbruck.)

Über muskuläre Drosselvorrichtungen („Zellknospen“, „-Polster“) in den Arterien der Schilddrüse.

Von

Dr. Erhard Kux,

Assistent der Chirurgischen Klinik.

Mit 4 Abbildungen im Text.

(Eingegangen am 1. Dezember 1934.)

Horne (1892) und *G. B. Schmidt* (1894) haben als Erste Zellwucherungen in der Wand kleiner Schilddrüsenarterien beschrieben. Ihrer Auffassung nach bestehen diese „Knospen“ aus gewucherten Intima-, nach *Schmidt* wahrscheinlich aus abgeänderten Muskelzellen. *Horne* beschrieb die Zellwucherungen nur an der erkrankten Schilddrüse und sprach ihnen kolloidbildende Fähigkeiten zu. *Schmidt* hielt die Wandveränderungen für einen Anpassungsvorgang beim Umbau der fetalen in die bleibende Schilddrüse: Die Umwandlung der verhältnismäßig weiten fetalen Capillaren in die bleibenden engen Arterien sollte durch die Knospen bewirkt werden; sie hätten demnach eine einmalige Aufgabe zu erfüllen und würden später bedeutungslos. *Gilpin* (1934) ist der Ansicht, daß die sog. Knospen nichts anderes als „Tangentialschnitte eingedrückter oder eingedellter Wandstücke“ seien, also Kunstgebilde, die wahrscheinlich erst durch Blutleere und Fixierung zustande kämen. Diese Auffassung *Gilpins* ist um so bemerkenswerter, weil 1933 *Modell* Muskelkissen in Schilddrüsenarterien beschrieben hat. Alle genannten Forscher sind auf Grund von Reihenschnitten menschlicher oder tierischer Schilddrüsen zu ihrem Ergebnis gekommen. Rekonstruktionen der betreffenden Arterienabschnitte mit Hilfe von Wachsplattenmodellen wurden bisher von keiner Seite ausgeführt. Daher erschien die Nachprüfung dieser widersprechenden Beobachtungen bei der morphologischen und funktionellen Bedeutung der Polsterarterien notwendig.

Zur Untersuchung kamen tierische und menschliche Schilddrüsen, die in *Zenkern* Flüssigkeit bzw. 10%igem Formol gehärtet, in Celloidin eingebettet, in Reihen bis zu 160 Schnitten in einer Dicke von 8—15 μ zerlegt und mit Hämatoxylin-Eosin, Azan oder *Heidenhains* Eisen-Alaun-Hämatoxylin gefärbt wurden. Geeignete Gefäßabschnitte wurden nach *Born* in Wachs modelliert (Dozent *Mathis*). Die tierischen Schilddrüsen stammen von Katzen und Hunden; ein Teil der Tiere war trächtig.

Neben normalen menschlichen Schilddrüsen kamen auch kropfig entartete zur Untersuchung.

Um das Verhalten der Polster auch bei verschieden weiter Gefäßlichtung beobachten zu können, wurde bei 3 Hunden der N. vagus und N. sympathetic an der linken Halsseite freigelegt, ihre gemeinsame Scheide gespalten, der Sympathicus durchschnitten und sein kranialer Stumpf mit Kondensatorschlägen (20 in der Sekunde) gereizt. An der sehr beträchtlichen Verringerung des Blutabflusses aus der linken unteren Schilddrüsenvene — die übrigen Venen waren unterbunden — konnte die verengende Wirkung der Sympathicusreizung auf die Schilddrüsengefäße festgestellt werden. Unmittelbar nach einer länger dauernden Reizung wurde der Drüsennappen der gereizten Seite rasch entfernt und in der oben beschriebenen Art weiterbehandelt. Eine Schilddrüse wurde überdies nach der Reizung von der oberen Arterie aus mit Zenkers Flüssigkeit, eine andere, um stärkste Gefäßverengung zu erzielen, mit Adrenalin durchspült und dann entfernt.

Der Kürze halber werden bei der Gleichartigkeit der Befunde die Beobachtungen an Mensch, Katze und Hund gemeinsam besprochen. Auch die kropfig entartete Schilddrüse läßt keine Besonderheiten erkennen. Die kleineren Arterien der Schilddrüse weisen stellenweise Veränderungen ihrer Wand auf, die sich an reinen Querschnitten am eindeutigsten verfolgen lassen. Es finden sich dann quer getroffene Muskelbündel, die nach innen von der Ringmuskelschicht liegen, gegen die Gefäßlichtung vorspringen und von einer unveränderten Endothellage überzogen sind. Die Kerne dieser Längsmuskelbündel sind im Querschnitt rund, zeigen Chromatinbestand wie die Kerne anderer glatter Muskelzellen, von denen sie sich in der Regel überhaupt nicht unterscheiden. Die Beobachtung an Reihenschnitten lehrt, daß diese längsverlaufenden Bündel glatter Muskelzellen wulst- oder walzenförmig gegen die Gefäßlichtung vorspringen. Nicht nur die Weite der Arterien, in denen solche Muskelkissen vorkommen, ist außerordentlich verschieden, sondern auch die Höhe und Länge der Zellwülste. Sehr häufig finden wir in größeren interlobulären Arterienstämmen niedrige, wenn auch lange Muskelwülste (Bauart 1) und umgekehrt in kleinen intralobulär verlaufenden Arterienästchen weit vorspringende, kurze, die Lichtung stärker einengende Muskel-



Abb. 1. Wachsplattenmodell. Arterie in der Längsrichtung aufgeschnitten. Aufsicht auf die Arterieninnenfläche mit langer niederer Muskelleiste. Beschreibung s. S. 359 u. 360.

kissen (Bauart 2). Das Wachsplattenmodell einer Arterie (Abb. 1) gibt die anatomischen Verhältnisse einer derartigen niedrigen Muskelleiste in einer weiten Gefäßlichtung (Bauart 1) klar wieder. Abb. 2 zeigt einen Querschnitt durch diesen Muskelwulst. Es handelt sich dabei um eine im größten Durchmesser $120-130\ \mu$ weite, interlobulär verlaufende Arterie aus der Schilddrüse einer ausgewachsenen Katze. Die Schnittdicke beträgt $10\ \mu$; durch 22 Schnitte ist die Längsleiste in der Arterienwand einwandfrei sichtbar. Die Länge des Kammes beträgt demnach $220\ \mu$. Der abgebildete Polster ist sehr niedrig und ziemlich lang; die Arterie gehört zu den größten Gefäßen, in denen Kissen gefunden werden.

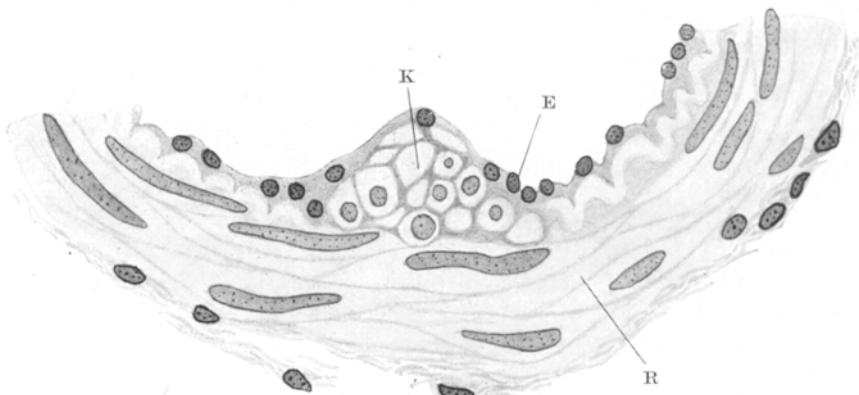


Abb. 2. Querschnitt durch die in Abb. 1 im Wachsmodell wiedergegebene Arterie.
Vergr. 880fach. K Muskelkissen, E Endothel, R Ringmuskelschicht.

Wie aus dem Modell hervorgeht, läuft die Muskelleiste in der Arterienlichtung beinahe genau in der Längsrichtung des Gefäßes und formt somit eine schmale, beidseitige Stromrinne. $160\ \mu$ vom Ende dieser Muskelleiste entfernt, gibt die Arterie einen größeren Seitenast in ein Drüsengläppchen ab. Die in Abb. 1 und 2 wiedergegebene Arterie ist in der ganzen Schnittreihe von 96 Schnitten, also in einer Länge von $960\ \mu$ zu übersehen. Sie verläuft durchwegs gerade ohne wesentliche Krümmungen; ihre Wand ist *nirgends eingedellt* oder *eingebuchtet*. Dieser Befund steht im Gegensatz zu der Angabe Gilpins, daß gerade und regelmäßig verlaufende Arterien keine Knospen tragen und daß diese nur an Gefäßbiegungen und Gefäßkurven durch Wandeindellung vorgetäuscht würden. An der in Abb. 1 und 2 wiedergegebenen Arterie ist es nicht gelungen, stromauf- oder -abwärts ein zweites Kissen nachzuweisen. Dagegen sind in ein und demselben Gefäß in seltenen Fällen in einem Schnittbild 2 oder 3 Zellwülste zu sehen, die die Arterienlichtung dementsprechend von 2 bzw. 3 Seiten einengen.

Die in Abb. 3 dargestellte Arterie stammt aus der Schilddrüse eines Hundes, dessen Halssympathicus gereizt und dessen Gefäßsystem unter

Druck mit Zenkers Flüssigkeit durchspült worden war. Sie bietet ein Musterbeispiel der 2. Bauart. Es ist eine Polsterarterie mittlerer Größe mit hohem Muskelkissen im Zustand starker Kontraktion. Die Zellen des Polsters sind typische glatte Muskelzellen. Die Lichtung der Arterie ist durch den stark vorspringenden Längsmuskelwulst auf einen sichelförmigen, capillaren Raum eingeengt und liegt etwas exzentrisch.

Aus der Zeichnung ist leicht zu entnehmen, wie groß die Arterielichtung beim Fehlen des Muskelpolsters wäre. Gleichzeitig wird durch die unter stärkerem Druck durchgeführte Durchspülung der Arterie mit Zenkers Flüssigkeit bzw. mit Adrenalin die immerhin mögliche Einwendung widerlegt, daß die Polster beim Lebenden durch den Blutdruck flachgedrückt werden könnten. Die Größe des Muskelwulstes ist — abgesehen von seinem Reichtum an Muskelfasern — sicher nicht vom Innendruck in der Arterie, sondern vom Kontraktionszustand der glatten Muskulatur des Polsters abhängig. Außerdem wird noch der Kontraktionszustand der Ringmuskulatur der Arterie die lichtungseinengende Wirkung des Polsters beeinflussen. Die eindeutige Wirksamkeit der Sympathicusreizung ist bei den 3 oben genannten Hundeschilddrüsen an dem vollkommenen Verschluß präcapillarer und kleinerer Arterien und der engen Lichtung etwas größerer Arterien auch morphologisch nachweisbar.

Der Reichtum an Muskelwülsten scheint beim Menschen und bei der Katze größer zu sein als beim Hund. Sicher kommen örtliche Verschiedenheiten in der Zahl der Polster vor.

Die von Gilpin ausführlich beschriebenen und häufig abgebildeten Eindellungen der Gefäßwand sehen auch wir in der Schilddrüse. Von den echten Muskelwülsten sind diese Trugbilder in der Regel ohne Schwierigkeiten in den Reihenschnitten abzutrennen. Mit Recht betont Gilpin, daß er auch in anderen Organen erwartungsgemäß ähnliche Anschnitte eingedellter Gefäße beobachtete. So gibt Gilpin 2 „Scheinknospen“ in einem Nierengefäß bildlich wieder; trotzdem wird aber wohl niemand wegen des Vorhandenseins eingedellter und schräg angeschnittener Gefäßwände etwa die Polkkissen der Vasa afferentia oder die Muskelwülste in größeren Nierengefäßen (Zimmermann, Mathis) leugnen. Das gleiche trifft für die Schilddrüse zu. Die Behauptung Gilpins, „daß die sog. Knospen nur Eindellungen der Wand darstellen“, läßt sich auf Grund unserer Beobachtungen an der Schilddrüse nicht aufrecht erhalten; denn wären es nur Eindellungen der Wand, so müßte man auch am Umriß der Arterie eine Eindellung wahrnehmen und es müßten die

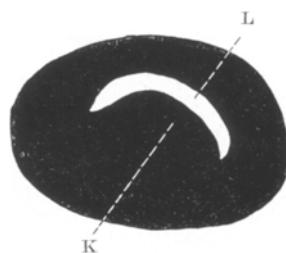


Abb. 3. Annähernd quer geschnittene Arterie eines Hundes, dessen Halssympathicus gereizt worden war. Beschreibung s.S. 360 u. 361.
L Lichtung, K Muskelkissen.
Vergr. 165fach.

vorspringenden Wülste aus ringförmig angeordneter Muskulatur bestehen, was bei den echten Polstern keineswegs der Fall ist, da man in jedem Falle deutlich die Längsmuskulatur nachweisen kann.

Die eben beschriebenen Polster finden sich häufig, aber nicht regelmäßig im Arterienstamm *vor* dem Abgang eines kleinen Gefäßastes. Es gibt jedoch auch Muskelwülste, die nur an bestimmten Stellen zu treffen sind, und zwar direkt *am Abgang* eines kleinen Arterienastes aus

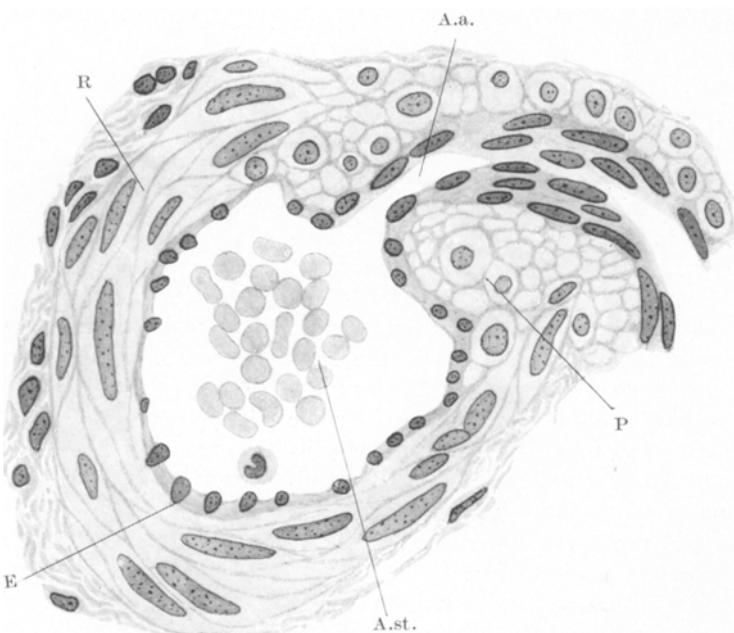


Abb. 4. Arterienstamm im Querschnitt (A.st.). Arterienast (A.a.) im Längsschnitt. Beschreibung s. S. 362 u. 363. P Polster, R Ringmuskelschicht, E Endothel. Vergr. 880fach.

einem größeren Stamm. Abb. 4 zeigt in einer Schnittebene einen quergetroffenen Arterienstamm, von dem in annähernd rechtem Winkel ein Arterienast abgeht. Die Muskelpolster scheinen der Ringmuskulatur des Astes zu entstammen und sind gewissermaßen in den Stamm vorgeschoben. In unserem Schnittbild (Abb. 4) verlaufen die Zellen folglich in der Längsrichtung des Arterienstammes. Sie springen so als Wülste in den Arterienstamm vor und decken sphincter- oder lippenartig die Abgangsstelle des Astes. Die Zellen dieser Bündel unterscheiden sich manchmal von den gewöhnlichen glatten Muskelzellen. Die Kerne sind dann im Querschnitt größer, liegen weiter auseinander und das Chromatin ist spärlicher vorhanden. Das Cytoplasma färbt sich heller, kurz sie erinnern an die epitheloid abgeänderte Muskulatur in den arterio-venösen Anastomosen (*Schumacher*). Die eben beschriebenen sphincterartigen Wülste erreichen nicht die Längenausdehnung wie die Zellpolster innerhalb

des ununterbrochenen Gefäßverlaufes. Oft lassen sie sich in ihrer ganzen Ausdehnung schon an 1 Schnitt, in der Regel an 2 oder 3 Schnitten erfassen. Die Länge dieser Wülste beträgt gewöhnlich nur 20—30 μ .

Einen ähnlichen anatomischen Bau, wie die eben dargestellten zeigen nach *Benninghoff* auch muskulöse Arterien an den Abgangsstellen kleinerer Äste in anderen Organen, doch springen die um den Astabgang angeordneten Muskelfasern nicht so bündelförmig als Ringwülste in den Hauptstamm vor.

Es besteht demnach kein Zweifel, daß kleine Schilddrüsenarterien mancherorts neben ihrer Ringmuskulatur auch eine kamm- bzw. polsterförmig gegen die Lichtung vorspringende Längsmuskulatur besitzen.

Ob diese Muskelwülste der Media angehören, wie dies wahrscheinlich ist, oder der Intima, ist von untergeordneter Bedeutung. Eine Beteiligung des Endothels am Aufbau der Polster ist im Gegensatz zu der Annahme von *Horne*, *Schmidt*, *Hesselberg*, *Getzoua*, *de Coulon* u. a. auszuschließen. Die Feststellung *Gilpins*, die Kissen seien Kunst- oder Scheingeblide, durch Gefäßwandeneindellung oder -anschnitt bewirkt, ist unrichtig. Die Wirksamkeit der Polster wird durch das wiedergegebene Bild beim sympathicusgereizten Hund erwiesen: Durch die Kontraktion der Ringmuskulatur der Arterie und durch die gleichzeitige Kontraktion des Längsmuskelwulstes wird ein fast vollständiger Verschluß der Arterienlichtung und damit eine Drosselung bzw. Regelung des Blutstromes erzielt. Von gleicher Bedeutung scheinen die sphincter- oder lippenartigen Wülste an den Abgangsstellen kleiner Arterienäste aus größeren Stämmen für den Blutstrom in den kleinen Ästen zu sein. Die von derartigen Polsterarterien ernährten Drüsenabschnitte können daher von der arteriellen Blutzufuhr weitgehend ausgeschaltet werden, was biologisch von Bedeutung sein muß. Die Anforderungen des Organismus an die Schilddrüse sind sicher sehr wechselnd. Es sei hier z. B. nur an die Größenschwankungen der gesunden Schilddrüse im Wechsel der Jahreszeiten, zur Zeit der Menstruation oder während der Schwangerschaft erinnert. Auch die funktionell-morphologische Verschiedenartigkeit im Aufbau einer einzigen Schilddrüse (ruhendes, daneben tätiges Schilddrüsengewebe), der Kropf als Krankheitssymptom (*Breitner*) mit seiner Über- oder Unterleistung der Drüsenzelle, ist auf ein besonders anpassungsfähiges Gefäßsystem angewiesen. Die wechselnde Menge des zuströmenden arteriellen Blutes kann entweder unmittelbar die Ursache plötzlicher und rasch vorübergehender Größenschwankungen der Drüse sein, oder mittelbar, und zwar auf dem Wege über die Drüsenzelle, deren Inkretbildung und Inkretabgabe von der Blutzufuhr abhängt. Die Schilddrüse bildet offensichtlich ständig Inkret bzw. hat einen Dauervorrat von abgabefähigem Hormon. Die Menge des vom Blutstrom aufgenommenen Inkretes dürfte mit abhängig sein von der Menge des Blutes, die durch das Capillarbett fließt; der Blutstrom selbst aber kann durch die beiden geschilderten Drosselvorrichtungen geregelt werden.

Den niedrigen kammartigen Muskelleisten, die nicht selten vor dem Abgang eines kleineren Arterienastes anzutreffen sind (Abb. 1 und 2), kommt vielleicht die Bedeutung von „Stromrichtern“ zu, um den Blutstrom des Gefäßstammes gegen den Astabgang abzuleiten.

Die unterschiedliche Weite des Strombettes, die durch die Muskelwülste zustande kommt, dürfte möglicherweise auch aus einem anderen Grunde nicht gleichgültig sein. Nach einer vorübergehenden Einengung des Strombettes durch ein Kissen muß die darauffolgende, verhältnismäßige Ausweitung der Gefäße zu einer Wirbelbildung führen und es wäre denkbar, daß solche Wirbel an den Abgangsstellen von Seitenästen hämodynamisch günstig wirkten, indem dadurch die Ungunst einer mehr oder weniger rechtwinkeligen Astabgabe ausgeglichen würde.

Die Polsterarterien der Schilddrüse reihen sich ihrer Wirkung nach an die Aa. umbilicales, die Aa. labiales anteriores, die A. dorsalis penis, die feineren Äste der Aa. digitales und die Polkissen der Niere an. Auch in der Muskulatur der Gebärmutter (*Wiegand* u. a.), in den Rückenmarkshäuten (*Pick*) und in der Bindegewebskapsel der Tonsillen (*Brunner*) sollen Polsterarterien vorkommen. Stellenweise ähneln Zellen in den Kissen der Schilddrüsenarterien der epitheloid modifizierten Muskulatur (*Schumacher*) in den arterio-venösen Anastomosen.

Zusammenfassung.

An der Hand von Reihenschnitten und Plattenmodellen werden 2 verschiedene muskuläre Drosselvorrichtungen an den Schilddrüsenarterien nachgewiesen. Es sind dies einerseits Polsterarterien im gebräuchlichen Sinne des Wortes, andererseits lippenförmige oder sphincterartige Ringmuskelwülste an den Abgangsstellen kleinerer Arterienäste aus größeren Stämmen. Die lichtungseinengende Wirksamkeit dieser Muskelwülste sieht man ganz besonders deutlich bei Arterien, bei denen eine Kontraktion der Muskulatur durch künstliche Sympathicusreizung erzielt wurde. Niedrigen Muskelleisten könnte die Bedeutung von „Stromrichtern“ zukommen. Biologische Folgewirkungen dieser Blutstromregelung müssen in Erwägung gezogen werden.

Schrifttum.

- Benninghoff*: Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen, Bd. 4. 1. Teil, S. 104f. 1930. (Hier nähere Schrifttumangaben.) — *Breitner*: Die Erkrankungen der Schilddrüse. Berlin: Julius Springer 1928. — *Brunner*: Mschr. Ohrenheilk. **66**, 1335 (1932). — *de Coulon*: Virchows Arch. **147**, 53 (1897). — *Getzowa*: Virchows Arch. **180**, 51 (1905). — *Gilpin*: Virchows Arch. **293**, 257 (1934). — *Henke-Lubarsch*: Handbuch der speziellen pathologischen Anatomie und Histologie, Bd. 8, S. 30. 1926. (Hier nähere Schrifttumangaben.) — *Hesselberg*: Frankf. Z. Path. **5**, 322 (1910). — *Horne*: Lancet **2**, 1213 (1892). — *Mathis*: Wien. klin. Wschr. **1934** (noch nicht erschienen). — *Modell*: Public of Cornell Univ. Stud. from the Depart of anatomi. **15**, 251 (1931—1933). — *Pick*: Zbl. Neur. **19**, 194 (1901). — *Schmidt*: Virchows Arch. **137**, 330 (1894). — *Schumacher*: Verh. anat. Ges. **1907**. — Arch. mikrosk. Anat. **1907**, 71. — *Bruns*' Beitr. **159**, 335 (1934). — *Volkmann*: Verh. anat. Ges. **78**, Erg. Heft. 80 (1934). — *Wiegand*: Z. mikrosk. anat. Forsch. **20**, 433 (1930). — *Zimmermann*: Z. mikrosk.-anat. Forsch. **32** (1933).