N^o 14. **H. Mislin und M. Kauffmann**, Basel. — Der aktive Gefässpuls in der Arm-Schirmhaut der Cephalopoden. Mit 2 Textabbildungen.

Aus der Zoologischen Anstalt der Universität Basel und der Zoologischen Station Neapel.

Bekanntlich besitzen die Cephalopoden jeweils da, wo grössere Kapillargebiete durchströmt werden müssen akzessorische Blutmotoren eingeschaltet. Während unsere Kenntnisse über die Motorik der peristaltischen Teile des zentralen bzw. visceralen Zirkulationsapparates besonders durch die klassischen Untersuchungen von L. FRÉDÉRICQ (1) umfangreich sind, wissen wir bis jetzt nichts Genaueres über die Verhältnisse in der Peripherie. Nun finden wir aber vor allem bei einigen pelagischen Formen wie *Tremoctopus violaceus*, *Cirroteuthis Mülleri* und *Histioteuthis bonelliana* zwischen den Rückenarmen mächtig entwickelte Schirmhäute, welche vascularisiert sind und beträchtliche periphere Widerstände darstellen. In gewisser Hinsicht sind darum diese Bildungen der Arm- und Schirmhäute bei den Cephalopoden, als Analoga zum Patagium der Chiroptera aufzufassen. Jedenfalls werden an die Tätigkeit dieser Hautgefässe gleichartige haemodynamische Anforderungen gestellt, wie an die Gefässe der Flughaut. Auf Grund dieser Überlegungen und im Hinblick auf die Tatsache, dass die pulsierenden Teile des Gefässapparates der Tintenfische sehr ausgedehnte sind, war es naheliegend hier nach dem Parallellfall zu den Fledermäusen und Flughunden zu suchen (2).

In Ermangelung des lebenden pelagischen Materials, haben wir unsere Untersuchungen auf die häufigeren Formen des Neapler Litorals beschränken müssen: *Sepia officinalis*, *Octopus vulgaris*, *Octopus macropus* und *Eledone moschata*. Bei geeigneter Fesselung des Tieres kann die Lebendbeobachtung der leicht ausgespannten Zwischenarmhaut im durchfallenden Licht mit der Binokularlupe unter Wasser vorgenommen werden. Einzelheiten der Methode werden in der ausführlichen Arbeit bekannt gegeben. Unter günstigen Umständen kann bereits am völlig unversehrten Tier, oder

nach Abtragung eines Stückes dorsaler Epidermis die Tätigkeit des peripheren Gefässapparates kontrolliert werden. Wir machten hierbei die Entdeckung, dass sämtliche Gefässe der Arm-Schirmhaut zu peristaltischen Pulsationen befähigt sind. Die kleinsten und mittleren Gefässe zeigen an verschiedenen Stellen instantane und peristaltische bzw. antiperistaltische Pulsationen. Bei Zimmertemperatur (17° C.): 20-30 Schläge pro Minute. Fortlaufend und regelmässig-rhythmische Peristaltik beobachten wir an den 10-15 cm langen Venen, welche in die 16 Armgefässe einmünden. Die Letzteren zeigen unter normalen Bedingungen ebenfalls stets eine wirksame Peristaltik, die nicht erst als Absterbeerscheinung am abgeschlagenen Arm deutlicher wird, wie FRÉDÉRICQ anzu nehmen schien.

Als Hauptergebnis der Lebendbeobachtung halten wir fest: Der Abfluss dieses peripheren Bedarfskreislauf wird in Übereinstimmung mit der Zirkulation des Patagiums der Chiroptera durch eine ausgebreitete Gefässperistaltik reguliert. Der periphere Widerstand wird auch in diesem Fall durch das Eingreifen eines aktiven Gefässpulses (Venenperistaltik) überwunden. Zur Prüfung der Automatie haben wir die kleinen Gefässe mit der an den Microchiropteren ausgearbeiteten Mikromanipulator-Methode zur Einführung der Mikrokanüle isoliert (3). Die Registrierung erfolgte wiederum optisch über Umkehrprisma und Photokymographion (4).

1. *Der Einfluss der Temperatur.*

Das Abhängigkeitsverhältnis von der Temperatur wurde in situ und am isolierten Gefäss (Binnendruck 2,5 cm H₂O) untersucht. Der Biokinetische Temperaturbereich wird zwischen 5° C und 30° C gefunden. Unterhalb 5° C und oberhalb 30° C stehen die Gefässe meist in Systole still. Mit dem Steigen der Temperatur geht die Schlagfrequenz z. Teil ganz erheblich in die Höhe. Bei 6° C erhalten wir 7-9 Schläge pro Minute. Bei 10° C maximal 14, bei 15° C: 20-22. In der Nähe von 20° C werden an verschiedenen aber gleichgrossen Gefässen Frequenzen von 30, 40 und sogar 60 pro Minute gemessen. Bei 22° C kann man 30 aber auch 72 Schläge zählen. 24°: 40 und 80, 26° C: 50 und 114. Oberhalb 26° C hört der regelmässige Pulsschlag auf und wir erhalten nur noch abgehackte Pulsserien von allerdings grosser Regelmässigkeit (Maximale Frequenz: 130 pro Minute). Die auffallende Streuung der Schlag-

frequenzen bei ein und derselben Temperaturstufe, wie auch das Auftreten verschiedener Empfindlichkeitsbereiche verbietet die Anwendung der van t'Hoff-Arheniusschen Regel (5).

Die Zahlen zeigen, dass es sich hier nicht um einfache Streuung handelt, sondern dass offenbar der Gefäßzustand (Ernährung, Erregung) verantwortlich ist für die drastischen Divergenzen. Ausgedehntere Versuche *an ein und demselben* Gefäß werden hier zur Klärung führen können. Auf jeden Fall lässt sich keine ein-

ABB. 1.

Mikroprojektion des isolierten Armhautgefäßes (*Eledone moschata*) photokymographisch registriert.

Druckversuch bei 17° C. Drei Beispiele.

Obere Kurve: 3 cm H₂ O, Mittlere Kurve: 6 cm H₂ O, Untere Kurve: 9 cm H₂ O.

Die Vertikalstreifen sind 1-Sekundenmarken.

einfache Temperaturabhängigkeit des Gefäßpulses nachweisen. Der Mechanismus der Gefäßeristaltiks der Cephalopoden kann somit im Unterschied zu den Chiroptera, nicht auf einen einfachen Wand-Chemismus zurückgeführt werden.

2. Der Einfluss der Wandspannung.

Die isolierten Gefäße schlagen wenn sie völlig leer sind nicht spontan. Sie fangen an sich rhythmisch-peristaltisch zu bewegen, sobald sie unter Druck gefüllt werden (5). Der Einfluss des Füllungs-

grades auf die Schlagfrequenz und das Schlagvolumen wird von 2 cm H_2O an deutlich (Abb. 1). Bei 2 cm H_2O : 3 Schläge pro Minute. Bei 6 cm H_2O : 5, bei 9 cm H_2O : 9 und bei 10 cm H_2O : 11. (Z. T. $17^\circ C$) Neben der Frequenzzunahme ist die starke Amplitudenvertiefung auffallend. Von 3 auf 5 cm H_2O nimmt die Amplitude um 30%, von 6 auf 9 cm H_2O um 50% und von 9 auf 10 cm H_2O um 75% zu. Da die Gefäßarbeit sich aus dem Produkt von Frequenz und Schlagvolumen errechnen lässt, kann auf eine gute Wirksamkeit dieser Gefäßperistaltik geschlossen werden.

3. Die Innervation.

Wir haben früher mit den Nerven-Aktionssubstanzen die Flughautvenen nicht erregen bzw. nicht zu einer Frequenz

ABB. 2.

Am stillstehenden Gefäß löst ein Tropfen Acethylcholin 1: 1000000 an die Gefäßwand herangebracht Puls aus. Ac-Zugabe auf der Kurve nach Sekundenmarke 4 zu sehen.

Änderung bringen können. Das negative Ergebnis wurde von uns als indirekter Beweis für die Nicht-Innervation dieser Venen genommen (6). An den Cephalopoden-Gefäßen bekommen wir mit Adrenalin 1: 100000 starke systolische Wirkung, ohne Einfluss auf die Pulsfrequenz. Mit Acethylcholin 1: 1 00 000 führen wir am systolisch stillstehenden Gefäß regelmässig eine vollständige Diastole herbei. Am stillstehenden Gefäß wird meist schlagartig die Pulsation von starker Amplitude ausgelöst (Abb 2). In einigen Fällen wird auch eine Frequenzerhöhung von 20 auf 23 und von 32 auf 35 pro Minute nachgewiesen. Unter dem Einfluss der cholinergischen Substanz wird das Armhautgefäß zur Tätigkeit angeregt. Nachdem wir auch mit Methylenblau supravital, am nochpulsierenden Gefäß eine weitmaschiges nervöses Geflecht darstellen konnten, blieb nur noch der direkte physiologische Nachweis der motorischen Innervation übrig. Es ist uns nun gelungen, am kurarisierten Tier bei

mechanischer Reizung des Visceral- und Cerebralganglions Vaskonstriktionen auszulösen. Diese Gefäßverengerungen konnten bis zum restlosen Schwund des Gefäßlumens gehen. Neben den Konstriktionen war auch ein geringfügiger Frequenzanstieg zu beobachten. Ob bei dieser Innervation Visceralnerven mit hemmenden und erregenden Fasern eine Rolle spielen konnte nicht entschieden werden. Es wäre natürlich denkbar, dass durch deren Zusammenspiel eine gute Koordination der einzelnen pulsierenden Teile der Arm-Schirmhaut mit dem peristaltischen visceralen Gebiet garantiert würde. Zur Abklärung dieses Sachverhaltes werden weitere Untersuchungen unternommen. Vorerst steht nur fest, dass die peripheren Gefäße der Cephalopoden, deren Wandung, nach eigenen histologischen Befunden aus einem Syncytium glatter Muskelfasern besteht, dem Einflussregulierender Nerven unterliegen.

Die Versuche 1, 2 und 3 zeigen, dass auch hier der Kombination von Temperatur und Dehnungsreiz die Hauptrolle für die Unterhaltung der automatischen Tätigkeit zukommt, dass aber im Falle der Cephalopoden noch die nervöse Kontrolle hinzutritt. Unabgeklärt ist zunächst noch die eigentliche Rolle welche die Innervation bei der Regulierung dieses peripheren Kreislaufs spielt. Es ist anzunehmen, dass das Fehlen der echten autochtonen Automatie auf den nervösen Einfluss zurückgeführt werden muss.

LITERATUR.

1. FRÉDÉRICQ, L. *Physiologie du poulpe commun*. Arch. de Zool. expér., VII (1873).
2. MISLIN, H. *Über die Venenperistaltik der Chiroptera*. Rev. Suisse de Zool. 48, 21 (1941).
3. MISLIN, H. *Das Präparat des Venensäckchens*. Helv. Physiol. Acta 5, C 2-C 4 (1947).
4. MISLIN, H. *Zum Problem der Herzautomatie bei Helix pomatia*. Rev. Suisse de Zool. 51, 12 (1944).
5. MISLIN, H. *Temperatur- und Druckabhängigkeit der isolierten, autonomen Flüghautvene (Chiroptera)*. Helv. Physiol. Acta 5, C 18-C 19 (1947).
6. MISLIN, H. Unveröffentlicht.

¹ Mit Unterstützung der Stiftung für biologisch-medizinische Stipendien.

Mislin, H and Kauffmann, M. 1948. "Der aktive Gefässpuls in der Arm-Schirmhaut der Cephalopoden." *Revue suisse de zoologie* 55, 267-271.
<https://doi.org/10.5962/bhl.part.117884>.

View This Item Online: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/148889>

DOI: <https://doi.org/10.5962/bhl.part.117884>

Permalink: <https://www.biodiversitylibrary.org/partpdf/117884>

Holding Institution

American Museum of Natural History Library

Sponsored by

BHL-SIL-FEDLINK

Copyright & Reuse

Copyright Status: In copyright. Digitized with the permission of the rights holder.

Rights Holder: Muséum d'histoire naturelle - Ville de Genève

This document was created from content at the **Biodiversity Heritage Library**, the world's largest open access digital library for biodiversity literature and archives. Visit BHL at <https://www.biodiversitylibrary.org>.