

neuro-insulaire» diffère de celle de l'îlot de Langerhans par la présence plus constante de fibres myélinisées, par la présence de

cellules ganglionnaires, qui ont la possibilité d'avoir des contacts directs avec les éléments insulaires.

Bibliographie

- BOEKE J.: Innervationsstudien I—X. Zeitsch. mikr. Anat. 33—46. 1933—1939.
- DE CASTRO: Contribución al conocimiento de la innervación del pancreas. Libro en honor Ramon y Cajal. 1932.
- FATTORUSSO V.: L'innervazione del muscolo involontario e del tessuto specifico cardiaco (fascio atrio-ventricolare) nei mammiferi. Arch. Ital. Anat. Embr. XLVIII. 339. 1943.
- KUBO et REMPEI MIYAGAWA: Studien über die Innervation der peripheren Nervenendigungen des Pankreas. Mitt. Med. Akad. Kioto. 11. 509—524. 1934.
- LANDAU E.: Quelques mots sur le neurone. Rev. méd. Suisse Romande. LX. 7—8. 553. 1940.
- Quelques réflexions sur les procédés d'imprégnation des neurofibrilles par le nitrate d'argent. Bull. d'Hist. 17. 65. 1940.
- Aperçu sur les neurofibrilles. Bull. Soc. Vaudoise Sc. Nat. 62. 247. 1942.
- MÜLLER: Zur Kenntnis der Ausbreitung und Endigungsweise der Magen-, Darm- und Pankreasnerven. Arch. f. mikr. Anat. 40. 1892.
- PENSA: Osservazioni sulla distribuzione dei vasi sanguini e dei nervi del Pankreas. Intern. Monatsschr. f. Anat. Physiol. 21. 1. 1905.
- PINES et TOROPOVA: Zur Innervation des Pankreas. Zeitschr. f. mikr. Anat. 20. 20—50. 1930.
- SIMARD L. C.: Les complexes neuro-insulaires du pancréas humain. Arch. d'Anat. micr. 33. 49. 1937.
- VAN CAMPENHOUT E.: Contribution à l'étude de l'histogenèse du pancréas chez quelques mammifères. Les complexes sympathico-insulaires. Arch. de Biol. 37. 121—171. 1927.

Experimenteller Beitrag zur Frage der Zugfestigkeit der Gitterfasern, gewonnen an der unfixierten post mortem durchspülten Milz des Menschen

(Arbeit in Erinnerung an Wilhelm von Möllendorff † 10. 2. 44.)

Von

ADOLF FALLER (Zürich)

(Aus dem anatomischen Institut der Universität Zürich, Vorsteher Prof. Dr. G. TÖNDURY)

(Mit 2 Abbildungen im Text)

«Unentschieden ist es, ob die Reticulinfasern wie die Kollagenfasern praktisch undehnbar sind. Untersuchungen mit dem Mikromanipulator haben ergeben, dass die Häutchen, welche von Gitterfasern umschlossen sind, ausserordentlich stark gedehnt werden können. Wir erblicken aber darin keinen Beweis für die Dehnbarkeit der Reticulinfasern selbst.»

Wilhelm von Möllendorff 1943.

Einleitung

Als BENNINGHOFF 1939 in seinem Lehrbuch der Anatomie die Gitterfasern als «gut dehnbar und dabei elastisch» schilderte, aus-

serte VON MÖLLENDORFF, dass er erst dann sich davon überzeugen lasse, wenn er selbst an einer solchen Faser gezogen habe. Er

betrachtete den Materialcharakter der kollagenen Substanz und des Reticulins als grundsätzlich gleichartig, weil beide Faserarten in ähnlicher Weise im Organismus eingesetzt werden. Die Kollagenfaser bestimmt die Dehnungsgrenze in mikro-makroskopischen Bereich, die Gitterfaser wird überall dort verwendet, «wo im kleinsten Raume eine mechanische Ordnung aufrecht zu erhalten ist». Diese Auffassung vertrat er schon 1932 in der Arbeit «Das Mutterstück von Bindegewebskulturen». Am klarsten fasste er sie in der ASCHOFF-Vorlesung 1942. Die gleichzeitige Verwendung von elastischem und retikulärem Material wäre sinnlos, wenn beide die gleichen Eigenschaften hätten. Zahlreiche Gründe sprechen dafür, dass Kollagen und Reticulin ähnliche Baumaterialien sein müssen. Allenthalben führen die Gitterfasern die Kollagenstrukturen in die nur dem Mikroskop zugängliche Grös-

senordnung hinein weiter. Bei der am häufigsten gebrauchten Darstellungsmethode färben sich die Reticulumfasern durch die Silberimprägnation tief schwarz, die kollagenen mehr gelblich-braun, doch gehen die Farbdifferenzen, wie die Fasern selber fließend ineinander über. Eine scharfe Abgrenzung ist unmöglich. Im optischen Verhalten entsprechen sich beide Faserarten, beide sind anisotrop. Chemisch unterscheiden sie sich lediglich dadurch, dass die Gitterfasern gegen Säurequellung und Verdauung etwas widerstandsfähiger sind und beim Kochen keinen Leim geben. Alle diese Eigenschaften sind wichtig für die Beurteilung des Materialcharakters, geben uns jedoch nicht unmittelbar Auskunft über die physikalischen Eigenschaften. Aber gerade diese sollten wir kennen, wenn wir uns eine richtige Vorstellung über ihre funktionelle Bedeutung bilden wollen.

Die bisherigen Ergebnisse der experimentellen Prüfung

Die Frage nach der Dehnbarkeit der argyrophilen Fasern ist mehrfach experimentell angegangen worden. Die Versuche lassen sich in zwei Gruppen gliedern. Die einen ziehen mit dem Mikromanipulator direkt an der einzelnen Masche, die andern arbeiten mit zwei Unbekannten, da sie nicht nur die Gitter, sondern auch die gelartige Grundsubstanz, in welche die Reticulinfasern eingelagert sind, prüfen.

LEVI untersuchte die physikalischen Eigenschaften der Gittermaschen an Gefrierschnitten durch frische Rattenleber und Rattenmilz. Er stellte dabei fest, dass die argyrophilen Fasern «nicht die Eigenschaft der elastischen Fasern besitzen, sich wie eine Feder zu verhalten, sich ausstrecken zu lassen und gleich darauf die ursprüngliche Länge wieder zu erlangen... trotz ihrer grossen Feinheit sind die Stromfasern der Leber und der Milz sehr zugfest». Eine besondere Stellung nehmen die Versuche von LENGYEL ein, da sie künstlich erzeugte argyrophile Fasergeflechte betreffen. Das Verhalten war unterschiedlich, oft zeigten sie keinerlei Elastizität, in andern Fällen liessen sich einzelne Fasern «augenscheinlich dehnen, manchmal bis zum Halbfachen ihrer ursprünglichen Länge». Wie weit solche Modellversuche sich auf das natürliche Gitterfasersystem übertragen lassen, ist eine

Frage für sich. Vorsicht scheint mir geboten, solange wir nicht umfassendere Kenntnisse vom Aufbau natürlicher und künstlicher Fasern haben. BAIKATI untersuchte erneut Gefrierschnitte der Milz verschiedener Kleintiere. Um die feinen Gittergerüste einer Analyse besser zugänglich zu machen, unterwarf er die Schnitte einer Verdauung mit Pancreatin. Er fand, dass die einzelnen Netzmaschen undehnbar sind: «Appare sicuro che le fibrille elementari con la tensione non subiscono sensibili mutamenti e che hanno quindi una netta solidarietà funzionale.»

Die zweite Gruppe experimenteller Untersuchungen, die ebenfalls den Mikromanipulator zur Feststellung der physikalischen Eigenschaften der Gitterfasern verwendet, führte zu verschieden gedeuteten Ergebnissen. DE RENYI prüfte die Schwann'sche Scheide beim Frosch. Ihn interessierten dabei nicht die Reticulingitter der Endoneuralscheiden, sondern der Zusammenhang zwischen Schwann'scher Scheide und Myelinmantel. Aus seinen Versuchen ist jedoch zu entnehmen, dass die Schwann'sche Scheide in beträchtlichem Masse elastisch dehnbar sein muss. Eine ähnliche Dehnbarkeit fand NAGEL an der Kapillarwand lebender Amphibienlarven und verschiedener Säuger. Seine Photos zeigen, dass die Kapillarwand

eine «geradezu gummiartige Elastizität» haben muss. Fraglich hingegen bleibt die Deutung, die er seinen Beobachtungen gibt. Er hält nicht nur das Grundhäutchen, sondern auch die Gitterfasern für elastisch dehnbar. Von MÖLLENDORFF dagegen meint, dass «die Dehnbarkeit der Gesamtkonstruktion... durch die Elastizität des Grundhäutchens und die Verstellbarkeit des Fibrillengitters hinreichend erklärt werden könnte. Das entfaltbare, aber nicht dehnbare Reticulinalgitter wird durch das elastische Grundhäutchen zusammengesoben. Bei Dehnung weicht es auseinander, um, sobald die Kraft zu wirken aufhört, wieder in seine Ruhelage zurückzukehren. Wenn die physiologische Dehnungsgrenze überschritten wird, zerreißt das hemmende Faserwerk. Auch das Sarkolemm erwies sich als hochgradig elastisch. Den Schluss, den NAGEL auch hier wieder daraus zieht, dass «die Grundhäute, wie die Gitterfasern dehnbare Gebilde sind», teilt BAIKATI, der diese Versuche

wiederholte, nicht. Bei mässiger Krafteinwirkung erfolgt eine Umordnung der Gittermaschen, die durch die gelartige elastische Grundsubstanz ausgeglichen wird. Die Verlängerung geht vollständig zurück. Bei stärkerem Zuge zerreißen einzelne Anastomosen des Netzes, und schliesslich reißen alle Fasern durch. Die Grundsubstanz lässt sich nun ohne Hemmung ausziehen, bis sie ebenfalls einreißt.

Aus den beiden Versuchsgruppen geht hervor, dass die Dehnbarkeit der Gitterfasern nie direkt erwiesen, sondern durch Argumentation postuliert worden ist. Die unmittelbare Prüfung einer einzelnen Masche (LEVI, BAIKATI) führte zum Ergebnis: «Non si allungano in modo misurabile, non dimostrano mai una sensibile retrazione elastica.» Trotzdem wird auch heute die elastische Dehnbarkeit der Gitterfasern weiter verfochten (Theorie «des elastomotorischen Mikromechanismus des argyrophilen Fasersystems» HUZELLA).

Eigene Untersuchungen

Bei dieser Unsicherheit ist es gerechtfertigt, die umstrittene Frage unter besseren Bedingungen erneut zu prüfen. Je nach der Wahl und Behandlung des Untersuchungsmateriales sind die Gitterfasern mehr oder weniger leicht zugänglich. Flächenhafte Gitterstrukturen, die in homogenen Grundhäutchen liegen, sind zur Untersuchung weniger geeignet als Organe, wo die Reticulinfasern im Anschluss an ein zelliges Schwammwerk ein feines räumlich angeordnetes Gerüst bilden. In keinem andern Organ sind die Voraussetzungen für die Arbeit mit dem Mikromanipulator so günstig wie in der Milz. Ich wählte menschliche Milzen, die ich unfixiert post mortem durchspülte. An dicken Gefrierschnitten tritt das feine Gerüstwerk so deutlich hervor, dass eine Verdauung der Schnitte zur bessern Darstellung der Gitterfasern überflüssig wird. Zur Untersuchung standen mir drei unfixierte menschliche Milzen zur Verfügung, die ich unter mässigem Druck mit mehreren Litern physiologischer Kochsalzlösung durchströmte:

Alter	Geschlecht	Todesursache
36 Jahre	männlich	Autounfall
57 Jahre	weiblich	Hirntumor
72 Jahre	weiblich	Hirntumor

Untersucht wurde im Hellfeld und im Dunkelfeld sowie in polarisiertem Licht. Als geeignet erwiesen sich 20—30 μ dicke Gefrierschnitte durch unfixierte Stückchen der durchspülten Milzen. Kontrolle der frischen Schnitte durch Silberimprägnation nach Pap an den nachträglich in Formol fixierten Stücken.

Das Hellfeld ist für die Untersuchung der Gitterfasern mit dem Mikromanipulator nicht brauchbar. Im Dunkelfeld treten die Fasern unter Verwendung starker Okulare schon bei mittleren Vergrößerungen hell leuchtend hervor. Mit kleinen Glaspapeln lässt sich leicht auf grössere Teile des Gitters eine Zugwirkung ausüben. Wir sehen, dass dem Gerüst als Ganzem eine gewisse Strukturelastizität zukommen muss. Prüfen wir nun die einzelne Masche durch Einsetzen zweier Glasdorne! Sobald wir die Nadeln voneinander entfernen, streckt sich die Masche in der Diagonale, die der Zugrichtung entspricht, während sie in der dazu senkrechtstehenden schmaler wird. Liegen die Maschenseiten einander fast an, so schlüpft die Masche entweder unter dem Glasdorn weg oder sie zerreißt auf weitem Zug. Die Enden der zerrissenen Faser rollen sich nicht ein, wie wir es bei elastischen

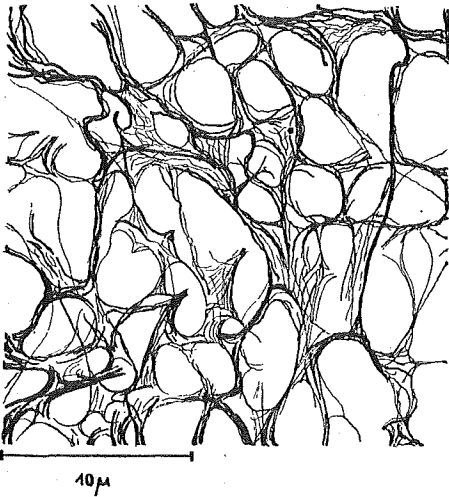


Abb. 1

Milz einer 72jährigen Frau. Formol. 15 μ . Versilberung nach Pap. Immersion. Zeichenapparat.

Fasern zu sehen gewohnt sind. Von einer gummiartigen Dehnbarkeit der einzelnen Masche kann nicht die Rede sein. Die Maschen sind praktisch zugfest, nicht aber starr. Sie gestatten eine bestimmte Verlängerung auf Kosten ihrer Breitenausdehnung. Lässt man mit dem Zuge nach, so kehrt die Masche unter dem Einfluss ihrer Umgebung und den Oberflächenkräften der von ihr umschlossenen Flüssigkeit in ihre Ruhelage zurück. Weit schwieriger ist es, mit den Glasdornen zwei Stellen einer Netzfasern gegen den Objektträger zu pressen, ohne dass die Faser bei beginnendem Zuge abrutscht. Eine wesentliche Dehnung

Zusammenfassung

Mit Hilfe der Mikromanipulation gelingt es, die physikalischen Eigenschaften der Gitterfasern ungefähr abzuschätzen. Mit Sicherheit lässt sich sagen, dass die Reticulinfasern der Milz nicht gummiartig dehn-

lässt sich nicht erkennen. Im polarisierten Licht ist keinerlei Zunahme der Anisotropie feststellbar. Trotzdem besteht der so verschieden ausgelegte Satz in der Arbeit von LEVI, «doch könnte ich nicht in absoluter Weise leugnen, dass die Stromafasern wenigstens in geringem Grade die Eigenschaft besitzen sich dehnen zu lassen», vermutlich zu Recht. Was bei schwacher und mittlerer Vergrößerung eine einheitliche Faser zu sein scheint, entpuppt sich bei Anwendung starker Vergrößerung als ein Bündel feiner Fasern. Solche Beobachtungen lassen sich nicht nur im Dunkelfeld, sondern wie bekannt auch an guten Silberimprägnationen (Abb. 1) machen. Die Fäserchen laufen nicht parallel, sie sind spiralförmig gegeneinander verdreht. Ich sehe darin ein der Wellung der Kollagenfasern vergleichbares Bauprinzip, das ein weiches Anziehen gestattet. Zuerst werden die lockeren Wicklungen steiler gestellt und dann erst die Zugfestigkeit der Faser beansprucht (Abb. 2).

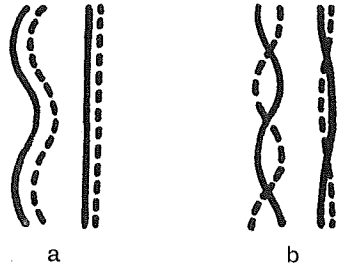


Abb. 2

Schema des Bauprinzipes, welches das weiche Anziehen der Kollagenfaser (a) und Gitterfaser (b) ermöglicht.

Erwähntes Schrifttum

BAIRATI, A. Struttura e proprietà fisiche del sarcolemma della fibra muscolare striata. Z. Zellforsch. Bd. 27 (1938), Seite 100.
— I caratteri ottici, meccanici, strutturali della tramula di Renaut e dello stroma di organi parenchimatosi (tessuto reticolare). Z. Zellforsch. Bd. 30 (1940), Seite 389.

BENNINGHOFF, A. Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Bd. 1. München-Berlin 1939.

HUZELLA, TH. Die zwischenzellige Organisation. Jena 1941.

LENGYEL, J. Die elastische Dehnbarkeit der argyrophilen Fasern. Anat. Anz. Bd. 74 (1932), Seite 330.

LEVI, G. Experimentelle Untersuchungen über die Gitterfasern. Arch. exp. Zellforsch. Bd. 11 (1931), Seite 178.

MÖLLENDORFF, W. VON. Das Mutterstück von Bindegewebskulturen. Ein Beitrag wie konstruktive Fasersysteme und Hartsubstanzen entstehen. Z. Zellforsch. Bd. 15 (1932) Seite 131. — Die örtliche Regulierung der Atmung und ihre gestaltlichen Grundlagen. Aschoff Vorlesung. Freiburg 1942. — Lehrbuch der Histologie. Jena 1943.

NAGEL, A. Die mechanischen Eigenschaften

der Kapillarwand und ihre Beziehungen zum Bindegewebslager. Z. Zellforsch. Bd. 21 (1934), Seite 376. — Die mechanischen Eigenschaften von Perimysium internum und Sarkolemm bei der quer-gestreiften Muskelfaser. Z. Zellforsch. Bd. 22 (1935), Seite 694.

PLENK, H. «Aktive Elastizität» der Gitterfasern. Anat. Anz. Bd. 69 (1930), Seite 25.

RENYI, G. Sr. DE. The structure of cells in tissues as revealed by microdissection. Ill. Jour. comp. neur. Bd. 48 (1929), Seite 293.

Temperatur und Niederschlag im Firnhauhalt

Von

R. STREIFF-BECKER (Zürich)

Im Jahre 1930 hat R. BILLWILLER in den Annalen der M.Z.A. Zürich in einer Abhandlung nachgewiesen, dass der Einfluss der Sommertemperaturen auf den Firnüberschuss grösser ist als der Einfluss der Niederschlagsmengen. Unsere vieljährigen Untersuchungen am Claridenfirn haben die Bestätigung dieser Ansicht gebracht. (Denkschrift der S.N.G. Bd. 75, S. 115). Unsere Messungen werden jeweils am Ende der Ablationszeit vorgenommen, d. h. ungefähr Mitte September. Der alsdann verbleibende Firnüberschuss wird vom neuen Winterschnee zugedeckt, somit dem Firnvorrat einverleibt. Im Claridengebiet ist gegenwärtig die klimatische Schneegrenze in 2670 m Meereshöhe.

Nach unserer Erfahrung muss im Firngebiet eine etwas andere Einteilung der Jahreszeiten gemacht werden, als sie im Tiefland üblich ist. Wir haben hier von Mitte September bis Ende Oktober einen kurzen, vorwiegend trockenen Vorwinter, in welchem schroffe Wechsel zwischen Kälteeinbrüchen und noch relativ sehr warmen Tagen vorkommen, so dass erst gegen Ende Oktober die Neuschneesicht auch auf der Südseite dauernd wird. Dann folgt der eigentliche Winter mit den Monaten November bis und mit März mit überwiegend Eistagen, mässigem Niederschlag und häufiger Insolation, während gleichzeitig im Tiefland Nebel vorherrscht. Die Schnee-

sicht steigt langsam an bei zunehmender Verdichtung. Der Nachwinter umfasst die Monate April, Mai und Juni. Er bringt gewöhnlich die stärksten Schneemengen, im Juni bereits auch Regen mit den Warmfronten atlantischer Depressionen, verstärkt die Verfirnung und Hartschichtenbildung, und leitet die Ablationszeit des nachfolgenden kurzen Sommers ein. Dieser umfasst die Monate Juli, August und die erste Septemberhälfte.

Mit dem Jahr 1934 haben wir begonnen, die Schneehöhen, gemessen am Säntisgipfel und an unseren Meßstellen auf dem Claridenfirn in 2700 m und 2900 m Meereshöhe, sowie die Mittagstemperaturen des Säntisgipfels und die täglich gemessenen Niederschlagsmengen der Talstation Auenlinalth graphisch zusammenzustellen. (Vierteljahrsschr. Nat. Ges. Zürich, Bd. 82, S. 454.) Das Fehlen von Temperaturmessungen am Claridenfirn zwingt uns, die Zahlen vom Säntis nach den Angaben der M.Z.A. zu verwenden. Der 2500 m hohe Säntisgipfel wird als isolierter Gipfel ungefähr die gleiche Temperatur haben wie unser Fixpunkt in 2700 m Höhe in der Massenerhebung des Clariden. Der jährliche Niederschlag wird im Totalisator des Geissbüztistocks, 2720 m ü. M., am Rande des Firns gemessen. Er beträgt nach unserer bald dreissigjährigen Erfahrung etwa das Doppelte der Niederschlagsmengen des Tal-