

## MIKROSKOPISCHE BEITRÄGE ZUR FRAGE DER LYMPHGEFÄSSE IN DER SKELETTMUSKULATUR

MÁRTA KOZMA und A. GELLÉRT

(Eingegangen am 7. August 1956)

Mit der Frage, ob es in der Skelettmuskulatur wirkliche Lymphgefäße gibt, haben sich im Laufe der Zeit mehrere Forscher beschäftigt. FOHMANN (1840), sowie HOGGAN und HOGGAN (1877) haben im Diaphragma und ARNOLD (1844—45) im Bindegewebe der Froschmuskeln — letzterer in ziemlich reicher Ausbildung — ein Lymphgefässnetz nachgewiesen. Dessenungeachtet erscheint es dem Ehepaar HOGGAN fraglich, ob die im Diaphragma gefundenen Lymphgefäße nicht eventuell zum Peritoneum gehören. AAGAARD (1913) beruft sich auf die Untersuchungen von SAPPEY und KÜTTNER, welche die Ansicht von FOHMANN strikt ablehnen und behaupten, dass die von diesen Forschern beschriebenen Lymphgefäße dem Peritoneum angehören. BARTELS äussert sich sehr anerkennend über die Untersuchungen ARNOLDS, während sie nach AAGAARD wohl wertvoll hinsichtlich der Säftezirkulation, nicht aber vom Gesichtspunkte des Problems der Lymphgefäße sind. LUDWIG und SCHWEIGER-SEIDEL (1872) konnten bei Hunden und Kälbern mit Hilfe von intramuskulären Injektionen wässriger Berlinerblau-Lösungen Lymphgefäße nur in den Fascien und Sehnen nachweisen; nur an einer einzigen Stelle — im Bindegewebe des Biceps femoris des Hundes — fanden sie neben den Blutadern auch ein Lymphgefässnetz vor. HEIDENHAIN (1889) erwähnt in Verbindung mit der Ausbreitung des Mammakarzinoms, dass dieser sich mit Vorliebe im Perimysium internum, an den dort verlaufenden Lymphgefässen lokalisiert. In der Injektionstechnik ausgezeichnet geübte Forscher, wie TEICHMANN (1861) und BARTELS (1907) vermochten innerhalb der Muskeln mit Hilfe von Injektionen Lymphgefäße nicht nachzuweisen. Nach KOELLIKER (1902) besitzen kleine Muskeln überhaupt keine, und auch grössere nur je ein Lymphgefäss, welches in der Regel in der Nachbarschaft der Blutadern verläuft.

AAGAARD (1913) befasst sich in einer grossen Monographie — unter eingehender Bearbeitung der einschlägigen Literatur — mit der Frage der Lymphgefäße in der Muskulatur. Zuerst untersuchte er diese in der Zungenmuskulatur und später in den Extremitäten. In den letzteren stellte er ein parallel mit den Blutadern ziehendes, später diese umschlingelndes Röhrensystem fest, welches er einzig und allein als Lymphgefäße gelten lässt, gibt aber keine

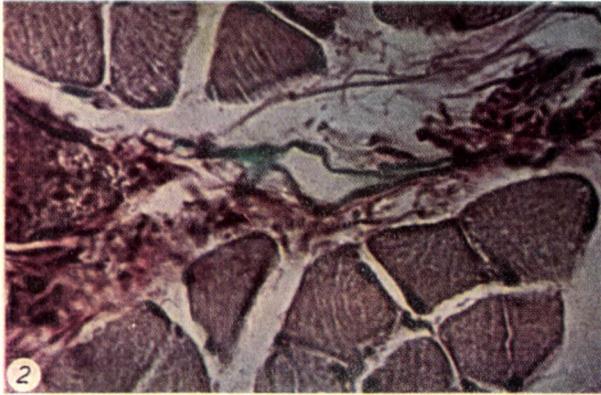
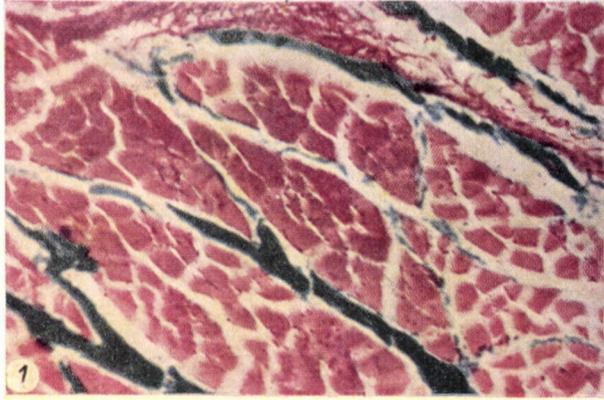
Auskunft darüber, ob es sich bei diesen Röhrcchen um Endothelgefäße handelt, bzw. auf welchen Gebieten des zwischen den Muskelfasern befindlichen Bindegewebes sie erscheinen.

Ein neues Kapitel in der Untersuchung der menschlichen und tierischen Lymphgefäße beginnt mit den Arbeiten von BAUM (1917, 1918, 1928), sowie JOSSIFOW (1930) und SHDANOW (1931). BAUM hat die Muskellymphgefäße bei verschiedenen Tierarten mittels direkter intramuskulärer Injektionen mit Gerota-Masse untersucht, während JOSSIFOW und SHDANOW diese Methode beim Nachweis von Lymphgefäßen in verschiedenen menschlichen Muskeln und Muskelgruppen erfolgreich zur Anwendung brachten. Diese neueren Untersuchungen beweisen, dass von den Muskeln ausgehende Lymphgefäße nur verhältnismässig spärlich sind. Shdanow will dies — in Anbetracht der reichlichen arteriellen Versorgung der Muskeln — paradox erscheinen und er glaubt die Erklärung hierfür in der schweren Injizierbarkeit der Muskellymphgefäße sehen zu dürfen.

Ausser diesen vorwiegend makroskopischen Beschreibungen finden sich auch zahlreiche Angaben über das Verhältnis der von den Muskeln ableitenden Lymphgefäße zu den verschiedenen regionalen Lymphknoten und wichtigeren Lymphgefässstämmen (KLIMOW-AKAJEWSKY [1935] usw.). Über den Ursprung derselben aber, bzw. wo im Innern der Muskeln über eine selbständige Wand verfügende Lymphgefäße zuerst erscheinen, darüber finden sich in der Literatur nur unsichere Beobachtungen (AAGAARD, HEIDENHAIN).

Um diese Frage einer Klärung näherzubringen, haben wir Untersuchungen an der Muskulatur der hinteren Extremitäten von Ratten, Kaninchen und Hunden vorgenommen und teils verschiedene Farbstoffe i. m. injiziert, teils durch Stauung eine Dilatation der Lymphgefäße bewirkt. Nach dem Töten der Tiere und Fixieren der Extremitäten wurden diesen an verschiedenen Stellen entnommene Muskelstückchen zu Schnitten aufgearbeitet und dieselben einerseits mit Hämatoxylin-Eosin und anderseits nach van Gieson gefärbt.

In der einen Gruppe der Tiere wurde die Ausbreitung der in die verschiedenen Muskeln der unteren Extremitäten (Glutaei, Adduktoren, Flexoren) injizierten Gerota-Masse und Farbstofflösungen verfolgt und es liess sich feststellen, dass dieselbe nicht nur bei frischen tierischen Leichen, sondern auch unter physiologischen Umständen (wenn das Tier eine Stunde lang am Leben erhalten wurde) nur in den Zwischenräumen des Bindegewebes zwischen den Muskelfasern über das Perimysium internum zum Perimysium externum gelangt; über eine selbständige Wand verfügende Lymphgefäße konnten aber innerhalb der Muskeln nicht nachgewiesen werden (Abb. 1). Ähnliche Bilder erhielten wir auch bei der Verabreichung von Tusche, Trypanblau und Kongorot; nur in einem einzigen Falle gelang es, mit Trypanblau im Perimysium internum ein mit einer selbständigen Wand versehenes Lymphgefäss zu entdecken (Abb. 2).



*Abb. 1.* Gerota-Masse im Bindegewebe (Ratte Oberschenkel Extensor)

*Abb. 2.* Lymphgefäß im Perimysium internum. Farbstoff der Gefäßwand angeschmiegt (Ratte, Oberschenkel Flexor)



Obwohl diese Befunde die Ansicht von SHDANOW zu unterstützen scheinen, derzufolge die Lymphe anfangs frei um die Muskelfasern, diese sozusagen umspülend, strömt, haben sie uns doch zu der Überlegung geführt, dass die Einführung dieser Farbstoffe einen recht groben, energischen Eingriff bedeutet bzw. die Gewebe schädigend beeinflusst, was die Ursache dafür sein dürfte, dass es nur sehr schwer oder überhaupt nicht gelingt, im Innern der Muskeln über eine selbständige Wand verfügende, d. h. wirklich vollendete Lymphgefäße nachzuweisen. In einer weiteren Versuchsreihe wurde deshalb eine Lösung des Problems mittels Stauung der Lymphe angestrebt.

KAISERLING und SOOSTMEYER hatten seinerzeit die Lymphadern der Niere und der Nierenkapsel durch eine mittels Unterbindung der extrarenalen, ableitenden Lymphgefäße herbeigeführte Stauung sichtbar gemacht. RÉNYI-VÁMOS und BABICS (1952) haben histologisch in der Niere, RÉNYI-VÁMOS (1955) in Hoden und Nebenhoden und BABICS, FÖLDI, RÉNYI-VÁMOS, ROMHÁNYI, RUSZNYÁK und SZABÓ (1955) in der Leber durch verschieden lange Zeit dauernde Unterbindung des Pylon, des Plexus pampiniformis bzw. der regionalen Lymphknoten, erweiterte Lymphgefäße nachweisen können.

In eigenen Untersuchungen haben wir durch 12—36-stündige Unterbindung einerseits der V. femoralis und der umgebenden Lymphgefäße an der einen hinteren Extremität unserer Tiere, andererseits durch gleich lange Unterbindung des halbseitigen Truncus lumbalis, eine Lymphstauung hervorzurufen versucht; die intakt belassene Seite diente als Kontrolle. Auch hier wurden die aus den nach Fixierung entnommenen Muskelstückchen hergestellten Schnitte mit Hämatoxylin-Eosin und nach van Gieson gefärbt.

In dem durch Unterbindung der V. femoralis und der umliegenden Lymphgefäße erhaltenen Stauungsmaterial konnten zwischen den Muskelfasern ebenfalls keine Lymphgefäße mit selbständiger Wand nachgewiesen werden. In dem Anzeichen einer Stauung aufweisenden Perimysium internum waren dagegen in unmittelbarer Nähe der Blutadern oder in einiger Entfernung davon bereits wirkliche Lymphgefäße grösseren und kleineren Kalibers — mit einer gewöhnlich aus einer einzigen Endothelschicht (hie und da auch mit etwas Bindegewebe untermischt) bestehenden Wand versehen — nachweisbar, im allgemeinen aber nur in geringer Zahl (Abb. 3).

In dem mittels Unterbindung des Truncus lumbalis erhaltenen Stauungsmaterial trafen wir im wesentlichen ähnliche Verhältnisse an (Abb. 4). Die Lymphgefäße waren ziemlich stark erweitert und das Bindegewebe infolge der Stauung ödematös verdickt. Aber auch in diesem Falle konnten über eine selbständige Wand verfügende Lymphgefäße ausschliesslich im Perimysium internum nachgewiesen werden. Gebilde, die mit Lymphgefässen hätten identifiziert werden können, waren zwischen den Muskelfasern nicht anzutreffen.

Im Perimysium externum verlaufen bei allen drei Tierarten verständlicherweise Lymphgefäße grösseren Kalibers; ihre Lokalisation ent-



*Abb. 3.* Infolge durch Unterbindung der Vena femoralis hervorgerufenen Stauung dilatiertes Lymphgefäß im Perimysium internum (Hund, Oberschenkel Flexor)

a) Längsschnitt eines quergestreiften Muskelbündels. b) Perimysium internum. c) Lymphgefäßwand

*Abb. 4.* Infolge durch Unterbindung des Truncus lumbalis hervorgerufenen Stauung dilatiertes Lymphgefäß im Perimysium internum (Hund, Oberschenkel Extensor)

a) Querschnitt eines quergestreiften Muskelbündels. b) Perimysium internum. c) Lymphgefäßwand

spricht im wesentlichen der im Perimysium internum beschriebenen, d. h. auch hier finden wir sie in der nächsten Umgebung der Blutgefässe (Abb. 5). Aus diesen gestalten sich dann die grösseren und oberflächlicheren, schon über eine derbere Wandstruktur verfügenden Sammelstämme, welche die Lymphe zu den regionalen Lymphknoten führen.

Die Ergebnisse unserer Untersuchungen unterstützen einerseits diejenigen Beobachtungen, denen zufolge die Lymphe — oder richtiger gesagt: zunächst nur Gewebssaft — anfangs die Muskelfasern nur frei umströmt und

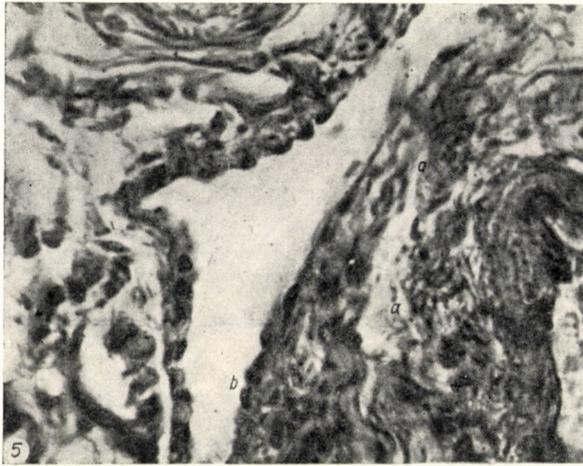


Abb. 5. Lymphgefäss im Perimysium externum (Hund, Unterschenkel Flexor)  
a) Perimysium externum, b) Lymphgefässwand

scheinen andererseits — gegenüber der bisherigen Unsicherheit in der Literatur — zweifellos darauf hinzuweisen, dass über eine selbständige Wand verfügende, Lymphe enthaltende Lymphgefässe erst im Perimysium internum erscheinen und in unmittelbarer Nachbarschaft bzw. den Blutadern entlang verlaufen.

#### Zusammenfassung

Untersuchungen wurden an der Muskulatur der hinteren Extremitäten von Ratten, Kaninchen und Hunden angestellt, wobei einerseits verschiedene Farbstoffe intramuskulär injiziert und andererseits eine Dilatation der Muskellymphgefässe durch Stauung hervorgerufen wurde. Die Resultate sprechen im Gegensatz zu der bisherigen Unsicherheit in der Literatur — mit ziemlicher Deutlichkeit dafür, dass über eine selbständige Wand verfügende, Lymphe enthaltende Lymphadern ausschliesslich im Perimysium internum zustandekommen und diese in unmittelbarer Nähe der Blutadern verlaufen. Die im Perimysium externum vorhandenen Lymphgefässe haben bereits ein etwas stärkeres Lumen und verlaufen ebenfalls in der nächsten Umgebung der Blutadern.

## LITERATUR

1. AAGAARD, O. C.: (1913) Über die Lymphgefäße der Zunge, des quergestreiften Muskelgewebes und der Speicheldrüsen des Menschen. *Anat. Hefte* 47, 493. — 2. BABICS, A., RÉNYI-VÁMOS, F.: (1950) A veseállomány és a vesetok pyelogen fertőzése. *Orv. Hetil.* 43, 1242. — 3. BABICS, A., FÖLDI, M., RÉNYI-VÁMOS, F., ROMHÁNYI, GY., RUSZNYÁK, I., SZABÓ, GY.: (1955) Das Lymphgefäßsystem der Leber und seine pathologische Bedeutung. *Acta Med. Hung.* 7, 261. — 4. FISCHER, E.: (1934) Über den Ursprung der Lymphgefäße und den Begriff der sog. »perivasculären Lymphscheiden«. *Dtsche. Z. Chir.* 243, 707. — 5. JOSSIFOW, G. M.: (1930) Das Lymphgefäßsystem des Menschen. Fischer. Jena. — 6. KAISERLING, H., SOOSTMEYER, Th.: (1940) Lymphgefäße und Lymphangitis der Niere. *Virch. Arch.* 306, 322. — 7. KLIMOV, A. F., AKAJEVSKIJ, A. I.: (1953) Háziállatok anatómiája. *Mezőgazdasági Kiadó.* Budapest. — 8. KOELLIKERS Handbuch der Gewebelehre des Menschen. (1902) Leipzig. — 9. MÖLLENDORFF, W. VON: (1931) Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen. Springer. Berlin. II/3. Häggqvist, G.: Gewebe und Systeme der Muskulatur. — 10. PFUHL, W.: (1935) Die Loeschekeschen perivasculären Scheiden und ihre Bedeutung. *Virch. Arch.* 295, 616. — 11. RÉNYI-VÁMOS, F.: (1955) A here és a mellékhere nyirokrendszer. *Magy. Tud. Akad. Orvosi Oszt. Közl.* 6, 83. — 12. RÉNYI-VÁMOS, F., BABICS, A.: (1950) A vese nyirokkeringése. *Orv. Hetil.* 43, 1239. — 13. ROSTOCK, P.: (1928) Die Darstellung der Lymphspalten nach Magnus. *Dtsche. Z. Chir.* 208, 354. — 14. RUSZNYÁK, I., FÖLDI, M., SZABÓ, GY.: (1955) A nyirokkeringés élet- és kórtana. *Akadémiai Kiadó.* Budapest. — 15. SHANOW, D. A.: (1931) Lymphgefäße der Muskeln an der oberen Extremität des Menschen. *Anat. Anz.* 72, 369. — 16. Жданов, Д. А.: (1952) Общая анатомия и физиология лимфатической системы. *Медгиз.* Ленинград.

## МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ О ЛИМФАТИЧЕСКИХ СОСУДАХ МЫШЦ

M. KOZMA и A. ГЕЛЛЕРТ

Авторы провели исследования на мускулатуре задних конечностей крыс, кроликов и собак, отчасти инъекцией различных красителей в мышцу, а отчасти расширением лимфатических сосудов путем вызывания застоя. Результаты исследования — в противоположность неопределенным литературным данным — указывают на то, что лимфатические сосуды со самостоятельной стенкой, содержащие лимфу, образуются только во внутреннем перимизии, и что они идут в непосредственном соседстве кровеносных сосудов, или же рядом с последними. Лимфатические сосуды, которые можно обнаружить в наружном перимизии имеют больший просвет и они также располагаются вблизи кровеносных сосудов.

## MICROSCOPIC MORPHOLOGY OF LYMPH VESSELS

M. KOZMA and A. GELLÉRT

In experiments made on the muscles of the hind legs of rats, rabbits and dogs the lymph vessels were studied after injecting various dyes into the muscle and also after inducing congestion resulting in the dilatation of the lymph vessels. It has been found that lymph vessels possessing an own wall are formed exclusively in the internal perimysium and run in the immediate neighbourhood of, or alongside, the blood vessels. The lymph vessels in the external perimysium are somewhat larger in diameter and run likewise along the blood vessels.

Dr. Márta KOZMA

Prof. Dr. Albert GELLÉRT

Szeged, Kossuth L. s. ú. 40. Ungarn