Zeitschrift: Bulletin der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften = Bulletin de l'Académie suisse des sciences médicales = Bollettino dell' Accademia svizzera delle scienze mediche

Herausgeber: Schweizerische Akademie der Medizinischen Wissenschaften

Band: 24 (1968)

Rubrik: Diskussion

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

DISKUSSION

A. von Muralt, Bern:

1. Es würde mich interessieren zu erfahren, ob die Beobachtungen über die Veränderung der anomalen Viskosität bei Röhren von verschiedenem Durchmesser folgendermaßen interpretiert werden können. In den großen Gefäßen, in denen die anomale Viskosität merkbar ist, ist die Strömungsgeschwindigkeit des Blutes groß, und in den kleinen Gefäßen, in denen die anomale Viskosität sehr gering ist, ist die Strömungsgeschwindigkeit klein. Im Kreislauf herrschen somit optimale Bedingungen.

2. Ferner möchte ich fragen, ob in den Kapillaren, in denen die Größe des roten Blutkörperchens vergleichbar wird mit dem Gefäßquerschnitt, eine Verteilung der Strömungsgeschwindigkeit vorliegt, die ähnlich derjenigen ist wie bei turbulenter Strömung.

3. Ferner erlaube ich mir, die Frage zu stellen, ob Herr Prof. Müller eventuell einen aktiven Transport des Wassers aus den Kapillaren in das umgebende Gewebe für möglich hält?

A. Müller (Antworten):

Zur ersten Frage: In den zentralen Arterien ist eine sehr komplizierte, *instationäre* Strömung vorhanden. Über diese Strömungsformen ist sehr wenig bekannt. Die heute betrachteten Strömungen waren alle stationär. Die Ergebnisse können also nur mit Vorsicht für den Kreislauf verwertet werden. Gesichert ist hingegen die Abnahme des Quotienten $\frac{\eta'}{\eta}$ bei Abnahme des Rohrdurchmessers. Damit nimmt der Strömungswiderstand in Terminalsystemen, bei denen die Gefäßdurchmesser kleiner als $30\,\mu$ besitzen, um mindestens das Dreifache ab. Die Schlußfolgerung ist damit berechtigt.

Zur zweiten Frage: Seit mehr als 30 Jahren versuchte ich immer wieder unter Anwendung der verschiedensten Suspensionen und Emulsionen ein wirklich brauchbares Modell für die Kapillarströmung zu konstruieren. Es gelang mir nicht. Aus diesem Grunde nahm ich ein widerstandsgeringes Deformierungsvermögen als besondere Eigenschaft der Erythrocyten an. Derartige Körperchen könnten mit einer begrenzten Flüssigkeitshülle eine stromliniengerechte Kapillarpassage ermöglichen. Die Räumlichkeiten in diesem Institut erlaubten uns nun Strömungen an größeren Modellen mit homogenen Flüssigkeiten, Suspensionen und Blut durchzuführen. Diese Untersuchungen ergaben, daß Strömungen mit homogenen Flüssigkeiten und Blut mechanisch ähnlich wurden, wenn die Zähigkeit der homogenen Flüssigkeit gleich dem η' des Blutes gewählt worden war. Dies berechtigt die Annahme, daß die Änderung des η' durch Zusatz von Teilchen auf zusätzliche Bewegungen dieser Teilchen zurückzuführen ist. In der Kapillare, in denen die Teilchen gleicher Größenordnung sind wie die Rohrdurchmesser, würden diese Bewegungen wegfallen.

Die dritte Frage, die meine Bemerkung zum Stoffaustausch durch die Kapillarwand anvisiert, möchte ich indirekt beantworten. Das Blut ist körpereigen, aber zellenfremd. Das eigene Blut kann die eigenen Körperzellen stören und sogar töten. Es ist deshalb dem Blute ein besonderer Raum, der Blutgefäßraum, zugeteilt. Die Zellen ihrerseits benötigen für ihre Funktion eine eigene sie umgebende Flüssigkeit, die interstitielle Flüssigkeit. Da die Zellfunktionen sehr verschieden sind, ist anzunehmen, daß auch

die interstitielle Flüssigkeit verschieden ist. Dies verlangt ein besonderes Kapillarsystem, das für die Zusammensetzung der Flüssigkeit verantwortlich ist. Laboratorien, die verschiedene Produkte liefern müssen, müssen auch alle möglichen Arbeitsmethoden anwenden können. In dieser Sicht ist ein aktiver Wassertransport durchaus möglich.

W. LÖFFLER, Zürich:

Als ich das große Laboratorium betrat, fühlte ich mich angeheimelt, denn ähnlich sah vor 50 Jahren schon Kollege MÜLLERS Laboratorium in der Basler Klinik aus, nur arbeitete er damals an Gummischläuchen. Nachdem er jetzt zum starren Röhrensystem übergegangen ist, erwartet er offenkundig mehr von diesen besser zu überblickenden Verhältnissen. Die sehr eindrückliche Demonstration hat dies schön zur Darstellung gebracht.

Eine, wie ich glaube, wichtige Frage möchte ich stellen, die nach der *Länge* des funktionell wichtigen Kapillarabschnitts. Sie wissen, daß W. R. HESS das Strömen durch die Kapillaren mit dem «Sickern» durch eine poröse Platte vergleicht. Welche Dicke dieser Platte, also welche Kapillarlänge, für Gas- und Stoffaustausch können wir etwa annehmen, damit der Kontakt hinreichend sei? Der Durchtritt durch die Kapillarwand ist ja offenkundig nicht nur ein physikalisches Phänomen, sondern unterliegt auch enzymatisch bedingten Beschleunigungen (Carboanhydrasenwirkung, z. B. in der Lunge).

A. MÜLLER (Antwort):

Ihre Frage stellte sich uns erstmals vor 25 Jahren, als wir den Gasaustausch in den Lungen und die Primärharnbildung in den Malpighischen Körperchen der Niere genauer untersuchten. Bei diesen Studien wurden die Kapillaren wie von W. R. HESS als tote Membranen betrachtet. Der Stoffaustausch erfolgte also durch Diffusion und Filtration. Die beiden Kapillaren wurden ausgewählt, weil wir die Leistungsfähigkeit dieser Transportarten überprüfen wollten. Für die Berechnungen war die Kenntnis der Strömungsgeschwindigkeit und der Länge notwendig. In der Literatur konnten aber keine Angaben über funktionelle Kapillarlängen gefunden werden. Aus verschiedenen Überlegungen haben wir damals als durchschnittliche Länge für die Lungenkapillaren 250 μ und für diejenige der Glomerulumschlingen 400 μ angenommen.

Ich möchte Herrn BARRAS fragen, ob er bei der Lektüre neuerer Arbeiten Angaben fand, die einen Beitrag zur Frage von Herrn LÖFFLER leisten könnten.

J.-P. BARRAS (réponse):

La longueur fonctionnelle d'un capillaire nécessaire aux échanges entre le sang et le liquide extracellulaire sera très différente selon les mécanismes actifs ou passifs qu'on invoque pour expliquer ces échanges. Seule une connaissance exacte de ces processus permettrait de déterminer la longueur que doit avoir un capillaire pour remplir sa fonction. Les seules données quantitatives que nous possédions actuellement nous sont fournies par les études morphologiques (voir par exemple le livre de L. ILLIG). On constate ainsi que le lit capillaire est extrêmement variable selon l'organe considéré et pour un même organe selon l'état fonctionnel (activité ou repos). Si des valeurs quantitatives peuvent assez bien être déterminées pour les capillaires alvéolaires pulmonaires, le rein offre par contre des réseaux capillaires très différents selon la région étudiée (glomérule ou tubule, cortex ou moelle).

A. MÜLLER (Schlußbemerkung):

Zum Schlusse möchte ich Ihnen noch kurz sagen, daß ich meine Ansichten über den Stoffaustausch im Kapillarbereich seither mehrmals ändern mußte, wie Sie in der Diskussion bereits bemerken konnten. Eine Bestätigung der einen oder anderen Hypothese kann nur durch engste Zusammenarbeit von Medizinern mit Biochemikern und Biophysikern gefunden werden.