

Biomed. Technik
38 (1993), 204-212

M. Neumann
D. Lerche
W. Meier
M. Paulitschke

Bewertung der Ganzzelldeformierbarkeit einzelner Erythrozyten mittels Kapillar-Rigidometer – Möglichkeiten zur Standardisierung und Relativierung

Assessment of Erythrocyte Deformability with the Aid of the Capillary Rigidometer – Possibilities of Standardisation and Modification

Institut für medizinische Physik und Biophysik, Universitätsklinikum Charité, Medizinische Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin

Schlüsselwörter: Erythrozyten, Deformierbarkeit, Mikropipette, Standardisierung, Zeitverhalten

Die Ganzzelldeformierbarkeit stellt sich als eine Eigenschaft der Roten Blutzelle (RBZ) dar, die von mehreren Faktoren (Oberflächenüberschuß, mechanische Membraneigenschaften, Viskosität im Zellinneren) bestimmt wird. Die Deformierbarkeit einzelner Erythrozyten sowie deren Verteilung über die Gesamtpopulation kann u. a. mit dem bereits früher beschriebenen Kapillar-Rigidometer [18] beurteilt werden.

In diesem Beitrag stellen wir anhand von wärmebehandelten und osmolaritätsalterierten RBZ Untersuchungsergebnisse und Überlegungen vor, die eine Verbesserung der Standardisierbarkeit des Kapillar-Rigidometers sowie eine Erhöhung der Aussagekraft der Meßergebnisse zum Ziel haben. Die Sensitivität der drei abgeleiteten Meßparameter bezüglich deformierbarkeitsrelevanter Faktoren wird analysiert, und es wird gezeigt, daß die einzelnen Faktoren der Erythrozyten-deformierbarkeit mit steigenden Strömungsgeschwindigkeiten (Erhöhung der Druckdifferenz über der Kapillare) unterschiedliche Anteile der Verformungsenergien (statische bzw. dynamische Verformbarkeit) dissipieren. Dies hat zur Folge, daß die Meßparameter u. a. auch von der verwendeten Kapillargeometrie abhängen und daß eine Relativierung auf die jeweilige Strömungssituation notwendig ist. Zur Relativierung werden harte Körper (Latexkugeln) eingesetzt.

Key words: Erythrocytes – deformability – micropipette – standardisation – time behaviour

Human erythrocyte deformability is determined by cell geometry and volume, membrane elasticity and cytoplasmic viscosity. The deformability of red blood cells and their distribution among the total cell population, can be studied with the Capillary Rigidometer. This device is based on the kinetic measurement of red blood cell deformability, which has been developed, by modifying the micropipette aspiration technique. In order to investigate the validity of the method and the measuring parameters, a number of determining factors (heat treatment, osmolarity-changed cells) influencing the deformability were studied, and the sensitivity of the defined parameters for changes in deformability discussed. The results are examined in connection with different flow rates in the micropipette and show that the parameters are influenced by the flow conditions, so that they have to be related to these conditions. Initial studies using microspheres aimed at standardising the method are described.

1 Einleitung

Die Verformbarkeit der Erythrozyten (RBZ) ist ein entscheidender Faktor für die Fließeigenschaft des Blutes. Dabei wird die Deformierbarkeit von mehreren Zelleigenschaften beeinflusst. Es hat sich als sinnvoll erwiesen, diese Faktoren dynamischen bzw. statischen Gesichtspunkten zuzuordnen.

Für die Quantifizierung der Erythrozytendeformierbarkeit werden sowohl integrative Meßverfahren (Filtration, Viskosimetrie, Ektazytometrie u. a.) als auch Methoden zur Erfassung der Verformbarkeit einzelner RBZ genutzt [14]. In die letztere Gruppe fallen die Mikropipettenaspirationstechnik [16], die Rheoskopie [21], das „Flow chamber“-Verfahren [6], der Cell-Transit-Analyser (CTA) [10], das Single-pore-

erythrocyte-Rigidometer (SER) [8] und das Kapillar-Rigidometer [1, 18, 20].

Bei den Meßverfahren CTA, SER und Kapillar-Rigidometer werden im wesentlichen Zeiten gemessen, die die RBZ für die Passage von Mikrokanälen (Öffnungsdurchmesser 3 bis 6 µm, Länge ca. 10 bis 50 µm) benötigen. Diese Meßverfahren gestatten insbesondere auch Aussagen über die Verteilung der Deformierbarkeitsparameter für die individuellen Erythrozyten der zu untersuchenden Population. Technische Schwierigkeiten bestehen jedoch darin, standardisierte Mikrokanäle zu produzieren, die eine Vergleichbarkeit der Meßwerte innerhalb von und zwischen Laboratorien garantieren. Beim CTA und dem SER werden deshalb „zylindrische“ Membranporen eingesetzt, die annähernd reproduzierbar hergestellt werden können.