

## Zur Kenntnis der Totenstarre.

Von  
Hans Winterstein.

(Nach Versuchen von Herrn K. Schüßler).

(Aus dem physiologischen Institut der Universität Rostock).

(Eingegangen am 9. Juni 1921).

Die neueren Untersuchungen haben es sehr wahrscheinlich gemacht, daß die Totenstarre des Muskels auf einer Ansammlung von Milchsäure beruht. Denn bei ausreichender Sauerstoffzufuhr bleibt die Totenstarre des Muskels aus, und der Muskel stirbt ab, ohne sich zu verkürzen (Fletcher, Winterstein); von dem Sauerstoff aber wissen wir, daß er die Ansammlung von Milchsäure verhindert, indem er sie teils oxydiert, teils in das Ausgangsmaterial zurückverwandelt (Fletcher, Parnas, Meyerhof). Wenn die Anhäufung der Milchsäure wirklich die einzige Ursache der bei Erstickung des Muskels eintretenden Totenstarre darstellt, dann muß diese auch bei Sauerstoffabschluß ausbleiben, wenn es gelingt, die Milchsäure auf andere Weise, etwa durch Herausdiffundieren zu entfernen. Der Untersuchung dieser Frage galten die folgenden Versuche.

Es lag auf der Hand, daß ein Erfolg nur bei Muskeln zu erwarten war, die einen geringen Stoffwechsel aufweisen, und deren Zartheit ein ausreichendes Entweichen der Milchsäure auch aus dem Inneren ermöglicht. Also wurden die Versuche am *Musc. Sartorius* des Frosches angestellt.

Der Muskel befand sich in einem Glaszylinder, der durch einen Gummistopfen mit dreifacher Bohrung luftdicht abgeschlossen war. Durch die eine Bohrung führte das Gasleitungsrohr, das an seinem unteren Ende aufgebogen und zu einem Glashaken umgeschmolzen war, der zur Befestigung des einen Muskelendes diente; eine kurz davor befindliche, stets unter Flüssigkeit gehaltene Öffnung gestattete den Eintritt des Gases. Durch eine zweite Bohrung führte das Gasableitungsrohr, das umgebogen außerhalb des Zylinders unter Wasser endete, und so eine Kontrolle der Gasdurchleitung und der Dichtigkeit des Zylinders ermöglichte. Der am oberen Muskelende befestigte Faden ging durch ein kurzes Glasrohr, das durch die dritte Bohrung des Stopfens hindurchführte, und durch einen die Bewegung des Fadens kaum hindernden Vaselinepfropf abgedichtet war. Um eine Einschnürung des Muskels durch den Faden zu vermeiden, wurde der *Sartorius* mit seinen beiden Ansatzstellen in Verbindung gelassen, und der Faden einerseits am Kniegelenk, andererseits an dem entsprechenden Stück des Beckenknochens festge-

macht. Der Faden führte senkrecht zu dem kurzen Arm eines leicht beweglichen Hebels, dessen langer, aus einem Strohhebel bestehender Arm mit einer breiten Papierspitze die Muskellänge kontinuierlich auf einem kleinen Schleifenkymographion von 66stündiger Umlaufzeit verzeichnete. Das Übergewicht des Schreibhebels war durch Gegengewichte möglichst ausgeglichen, und das Verhältnis der Hebelarme betrug etwa 1 : 66, so daß selbst äußerst geringfügige Verkürzungen der Beobachtung nicht entgehen konnten. In den Versuchen mit Gasatmosphäre war durch Einbringen von Flüssigkeit auf den Boden des Zylinders und einen in sie eintauchenden Wandbelag von Fließpapier für Sättigung mit Feuchtigkeit Sorge getragen. Die Versuchstemperatur betrug 14—19° C.

Unter diesen Versuchsbedingungen trat in einer Stickstoff- oder Wasserstoffatmosphäre im Winter meist am zweiten Tage eine deutliche Verkürzung ein, in einigen im Mai angestellten Versuchen schon nach wenigen Stunden. Tauchte dagegen der Muskel selbst in ausgekochte Kochsalz- oder Ringerlösung, durch die kontinuierlich Stickstoff oder Wasserstoff hindurchgeleitet wurde, so war in 6 von 7 Versuchen keine Spur einer Verkürzung, sondern nur eine Verlängerung des Muskels feststellbar; die in einem Versuche beobachtete Verkürzung war vermutlich durch methodische Fehler bedingt. Ja, es ist gar nicht erforderlich, daß der Muskel in Lösung eintaucht, es genügt, ihn durch einen anliegenden Streifen Filtrierpapier mit der am Boden des Gefäßes befindlichen Ringerlösung in Verbindung zu setzen, um, wie 4 Versuche übereinstimmend zeigten, das Zustandekommen der Muskelstarre in Stickstoff- oder Wasserstoffatmosphäre vollständig zu verhindern, offenbar durch das Ableiten der Milchsäure, deren Vorhandensein in der Lösung durch die Eisenchloridreaktion regelmäßig nachgewiesen werden konnte.

Somit ergibt sich, daß das Herausdiffundieren der Milchsäure das Zustandekommen der Totenstarre auch unter Sauerstoffabschluß verhindert, und daß die Totenstarre mithin zweifellos lediglich durch die Ansammlung von Milchsäure verursacht wird.

---