(Aus dem physiologischen Institut der Universität Königsberg i. Pr.)

Über die Totenstarre keimfreier Muskeln.

Von

J. Karpa, stud. med.

Die folgenden Untersuchungen habe ich im physiologischen Institut zu Königsberg i. Pr. ausgeführt. Die Anregung dazu verdanke ich Herrn Dr. Weiss.

In einigen Lehrbüchern der Physiologie findet sich selbst noch in Auflagen aus den letzten Jahren die Angabe, dass die Lösung der Totenstarre durch Fäulnis bewirkt werde. Da die Art, wie sich die Starre löst, von Bedeutung ist für die theoretischen Anschauungen über das Wesen des Prozesses, so sind neue Untersuchungen über die Natur des Lösungsprozesses erwünscht. Ich habe solche Versuche angestellt und teile die Methodik und ihre Ergebnisse im folgenden kurz mit.

Schon die auf Veranlassung von Hermann angestellten Untersuchungen von Bierfreund¹⁾ haben eine Reihe von Argumenten dafür gebracht, dass Fäulnisprozesse bei der Lösung der Totenstarre nicht im Spiele zu sein brauchen. Bierfreund präparierte Muskeln unter Anwendung antiseptisch wirkender Mittel. Nachdem die Lösung der Starre erfolgt war, untersuchte er die Muskeln auf Fäulnisbakterien. In sehr zahlreichen Versuchen gelang ihm der Nachweis derselben nicht. Auch in Muskeln von Neugeborenen und von Tieren und erwachsenen Menschen, bei denen die Totenstarre eben abgelaufen war, konnte er häufig weder erkennbare Fäulnis noch Gegenwart von Fäulniserregern konstatieren. Er kommt daher zu dem Schlusse, dass die Lösung der Starre unabhängig von Fäulnisprozessen im Muskel vor sich gehe.

Um die Natur des Lösungsprozesses ohne die Verwendung von desinfizierenden Chemikalien zu untersuchen, hat Herr

1) Bierfreund, Pflüger's Arch. Bd. 43 S. 211—215.

E. Pflüger, Archiv für Physiologie. Bd. 112.

Dr. Weiss Muskeln des Kaninchens, des Hundes und der Maus unter aseptischen Kautelen den narkotisierten Tieren entnommen und in staubdicht verschlossenen, vor dem Gebrauch sterilisierten Glasbehältern aufbewahrt. Die Muskeln wurden mit Gewichten, die je nach der Grösse des physiologischen Muskelquerschnittes 1 bis 10 g betrugen, belastet. Das Gewicht war mittels eines Glashäkchens an der unteren Sehne des Muskels befestigt. Die obere wurde ebenfalls durch ein Glashäkchen gehalten, das in dem Verschlussmechanismus (Gummistopfen) der Glasröhre befestigt oder in das zugeschmolzene obere Röhrenende mit eingeschmolzen war. Um die Luft in den Behältern feucht zu erhalten, wurde der Boden der Röhren mit physiologischer Kochsalzlösung bedeckt. In sie ragte Fliesspapier hinein, damit die verdunstende Oberfläche vergrössert würde. An solchen Muskeln, die unter besonderen Vorsichtsmassregeln den Tieren entnommen worden waren, gelang es häufig, die Fäulnis völlig fernzuhalten, während Präparate, bei deren Gewinnung nicht die grösste Sauberkeit gewahrt wurde, ausnahmslos der stinkenden Fäulnis anheimfielen. Wie in Meissner's¹⁾ klassischen Untersuchungen gelang es auch hier, einige Präparate jahrelang vollkommen bakterienfrei zu erhalten. Andere, an denen der Ablauf der Totenstarre beobachtet worden war, wurden zum Zwecke einer bakteriologischen Untersuchung geopfert. Der einzelne Versuch gestaltete sich folgendermassen: Die Länge der wie beschrieben präparierten Muskeln wurde zunächst unmittelbar nach der Präparation gemessen, dann alle sechs Stunden, mit Ausnahme der Nachtzeit, wo ein Intervall von 12 Stunden zwischen den Messungen gelassen wurde. In der gleichen Weise wie das aseptisch gewonnene wurde ein gewöhnliches Präparat beobachtet. Wenn an beiden die Totenstarre seit mehreren Tagen völlig abgelaufen (geschlossen aus der Verkürzung und Wiederverlängerung des Muskels) war, wurde von beiden Präparaten in Gelatine und in Bouillon abgeimpft. In 14 Versuchen blieben die Impfungen von dem aseptisch gewonnenen Präparat steril, während die von den Muskeln, die ohne Vorsichtsmassregeln präpariert waren, stets die bekannten Wachstumserscheinungen zeigten. Regelmässig konnte man auch am Gestank die Fäulnis bereits erkennen. Der Ablauf der Totenstarre zeigte

1) Deutsch. Zeitschr. f. klin. Chir. Bd. 13 S. 344, 365.

keine Besonderheiten, so dass die detaillierte Beschreibung der Versuche in dieser Beziehung unterbleiben kann.

Die beschriebenen Beobachtungen bilden eine Bestätigung und Erweiterung der Experimente Bierfreund's. Sie beweisen endgültig, dass zur Lösung der Totenstarre die Fäulnis des Muskels nicht notwendig ist.

In neuerer Zeit ist bekannt geworden, dass mit dem Absterben des Muskels eine Verflüssigung seines Inhaltes¹⁾ einhergeht. Man hat auch versucht, diese Autolyse des Muskels in Beziehung zu der Lösung der Totenstarre zu bringen; doch ist es bisher nicht gelungen, den Beweis für die Identität beider Prozesse zu erbringen²⁾. Hierüber ist auch kein sicherer Aufschluss zu erlangen, solange man die Natur des Erstarrungsprozesses nicht ganz klar erkannt hat.

Die weiteren, von mir selbst ausgeführten Untersuchungen hatten den Zweck, festzustellen, ob etwaige morphologische Veränderungen des Muskels nach dem Tode über den Vorgang der Erstarrung und den der Lösung Aufschluss geben könnten.

Die Muskeln wurden in diesen Versuchen dadurch keimfrei erhalten, dass sie für kurze Zeit in siedende physiologische Kochsalzlösung getaucht und dann in sterilisierten Gläsern, die mit einem Wattebausch verschlossen waren, aufbewahrt wurden. Bei dem Eintauchen wurde nur die oberflächliche Muskelschicht verändert. Im Inneren blieb die Muskulatur intakt; nur aus dem intakten Zentrum des Präparates entnommene Teile wurden untersucht. Verwendet wurden die Oberschenkelmuskeln des Kaninchens. Die mikroskopische Untersuchung solcher keimfreier Muskeln hat folgendes ergeben: Zwölf Stunden nach dem Tode des Tieres zeigen die Muskelfasern eine Trübung und eine Auflockerung. Sie macht sich kenntlich durch das Sichtbarwerden der Fibrillen, zwischen denen zarte Spalten erscheinen, die vermutlich mit Flüssigkeit gefüllt sind. Kerne, Querstreifung und Verhalten im polarisierten Licht weisen keine Veränderungen auf. Die Totenstarre hat, wie Kontrollversuche zeigen, bereits begonnen. 24 und 36 Stunden nach dem Tode ist das Bild nur wenig verändert; die Exsudation zwischen den Fibrillen hat zu-

1) Vogel, Deutsch. Arch. f. klin. Med. Bd. 52 S. 291, 326.

2) Man vergleiche auch die interessanten Untersuchungen über Fermentwirkung bei der Lösung der Starre von v. Fürth, Hofmeister's Beiträge Bd. 3 S. 543—568.

genommen, und die Querstreifung ist etwas verwaschen. Am zweiten Tage sind die Fasern so brüchig, dass bei der Zerpupfung zahlreiche quere Fraktionierungen der Fasern entstehen. Nach 48 Stunden treten diese Zerreiassungen beim Zerpupfen nicht mehr auf. Das Kontrollpräparat lehrt, dass die Totenstarre zu dieser Zeit bereits abgelaufen ist. Neue Veränderungen zeigen sich gewöhnlich am dritten Tage. Die Schichtung in eine isotrope und in eine anisotrope Substanz lässt sich nur noch an den isolierten Fibrillen erkennen; an den Fasern erscheint die anisotrope Substanz diffus der ganzen Muskelfaser imprägniert. Der Grund für diese Erscheinung liegt vermutlich in einer Verschiebung der Fibrillen gegeneinander in der Faser. Wahrscheinlich tritt diese Verschiebung durch die Präparation ein. Auch diese Tatsache spricht für eine Lockerung des Zusammenhanges der Fibrillen untereinander. Am vierten Tage findet man die Faser häufig in Fibrillen zerfallen; die anisotrope Substanz fehlt bereits in einigen Regionen. Dieses Schwinden der anisotropen Substanz erstreckt sich im Laufe der folgenden Tage auf immer grössere Muskelpartien, bis schliesslich die ganze Faser isotrop geworden ist. Das ist gewöhnlich nach zwei Wochen der Fall. Die Muskelsubstanz ist dann körnig getrübt. Vom dritten Tage an zeigen auch die Kerne Veränderungen, die zunächst in Schrumpfung, weiter in Zerfall und Auflösung bestehen.

Von besonderem Interesse ist es, festzustellen, ob etwa die Muskelfaser durch die Reizung Veränderungen erleide, wie sie bei der Erstarrung sich zeigen. Hierauf gerichtete Versuche haben bis jetzt zu keinem endgültigen Resultat geführt. In der Mehrzahl wurden Trübungen und Auflockerung der Fasern durch Exsudation zwischen den Fibrillen beobachtet — Veränderungen, die in Kontrollpräparaten fehlten. Vielfach zeigte aber das Kontrollpräparat ähnliche Veränderungen. Daher bedarf diese Frage noch weiterer Bearbeitung, die ihr gegenwärtig im hiesigen physiologischen Institut zuteil wird.

Herrn Geheimrat Hermann danke ich ehrerbietigst für die Ueberlassung der Hilfsmittel des Instituts. Herrn Dr. Weiss bin ich für die Anregung und Unterstützung bei dieser Arbeit zu aufrichtigem Dank verpflichtet.