

(Aus dem pharmakologischen Institut der Universität Leipzig.)

Quantitative Untersuchungen über den Kali-Demarkationsstrom und dessen Beeinflussung durch Colloïde.

Von

Basil Mostinsky.

Die Grösse des durch Substanzen der Filixsäuregruppe entwickelten stationären Demarkationsstroms des Froschmuskels ist nach Straub¹⁾ eine Funktion der Konzentration der Gifflösung, in die das vergiftete Muskelende eintaucht; abwärts von einer gewissen Maximalkonzentration entspricht jeder Dichte der Giftmoleküle eine bestimmte Höhe der endlich entwickelten Potentialdifferenz, die für jeden Muskel denselben Bruchteil jenes Stromes ausmacht, der beim künstlichen, mechanischen Querschnitt überhaupt entstehen kann.

Auf Veranlassung des Herrn Privatdozenten Dr. Straub untersuchte ich, ob auch bei den Kaliströmen ähnliche Gesetzmässigkeiten herrschen, und wie sich verschiedene Kalisalze in dieser Beziehung verhalten, letzteres, um Aufschluss über die mögliche Rolle der Anione zu bekommen.

Die Versuchsanordnung war dieselbe, die Straub (l. c.) anwandte. Es wurde mit verschiedener Konzentration von Kaliumchlorid, Nitrat und Monophosphat der stromlos präparierte M. Sartorius von Temporarien so lange in Berührung gelassen, bis sich eine während mehrerer Minuten als stationär beobachtete Potentialdifferenz entwickelt hatte. Nachdem diese nach der Kompensationsmethode gemessen war, wurde der Muskel — ohne Elektrodenverschiebung — quer durchschnitten und nunmehr dieser maximale Strom bestimmt. Die mit den verschiedenen Salzlösungen erzielten Potentialdifferenzen wurden als Prozente dieses als 100 angenommenen Maximalstromes in Rechnung gesetzt.

1) Straub, Arch. f. exper. Pathol. u. Pharmacol. Bd. 48 S. 1.

I.

Zunächst ermittelte ich für KCl den Grenzwert für die Entwicklung von 100 % Demarkationsstrom. Es ergab sich, dass diese Konzentration etwa bei 0,4 normal liegt, also bei der 1,3 %igen KCl-Lösung:

- a) entwickelter Strom 47 Millivolt — Querschnittstrom 47 Millivolt = 100 %
 b) " " 33 " — " 34 " = 97 %.

Sodann wurde allmählich die Konzentration vermindert¹⁾. Dabei stellte sich heraus, dass die Minderung der Höhe des Demarkationsstroms in keinem linearen Verhältnis zur Minderung der Salzkonzentration steht, denn die 0,05 normale KCl-Lösung entwickelt noch 67 % und die 0,01 normale noch 46 %.

Die beiden Dichten 0,05 n und 0,01 n wurden als Konzentrationswerte für den Vergleich der drei untersuchten Kalisalze: KCl, KNO₃ und KH₂PO₄ beibehalten.

Die Versuche sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 1.

	0,05 n	0,01 n
KCl {	a) 66,6 % b) 67,4 %	a) 44,4 % b) 47,6 %
KNO ₃ {	a) 71,0 % b) 67,5 %	a) 45,9 % b) 43,7 %
KH ₂ PO ₄ {	a) 79,0 % b) 76,0 %	a) 48,0 % b) 47,0 %
	67,0 % 69,2 % 77,5 %	46,0 % 44,8 % 47,5 %

Die drei Kalisalzlösungen haben also im allgemeinen bei gleicher Konzentration gleichstarkes Stromentwicklungsvermögen. Da in den verwandten Lösungskonzentrationen die Salze als völlig dissoziiert angesehen werden können, ergibt sich, dass im allgemeinen nur die K-Ion-Konzentration die Höhe der Potentialdifferenz bestimmt, die Anione also ohne Bedeutung sind.

Das Monokaliumphosphat erwies sich als etwas mehr wirksam als die beiden anderen Salze. Ich werde auf die mögliche Deutung noch zurückzukommen haben.

1) Es wurden für jeden Einzelversuch ein frischer Muskel gewonnen. Dies wäre indes nicht unbedingt nötig gewesen, denn nach Biedermann lassen sich die Kaliströme ohne Schaden durch Auswaschen beseitigen und nachher wieder entwickeln.

II.

Weiterhin habe ich untersucht, welche Beeinflussung diese nach obigem als Konstante anzusehenden Werte dann erfahren, wenn die stromentwickelnde Lösung gleichzeitig Colloide enthält.

Als Colloide benutzte ich Gummi Arabicum in dialysierter 10%iger Lösung und käufliches Serumalbumin in 0,25 %iger Lösung.

Die Resultate sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 2.

	0,05 n	0,01 n
1. KCl in Wasser	67,0 %	46,0 %
KCl in Gummilösung . . . {	a) 59,3 %	a) 25,0 %
	b) 56,2 %	b) 21,0 %
KCl in Serumalbuminlösung {	a) 61,2 %	a) 24,1 %
	b) 60,0 %	b) 25,8 %
2. KNO ₃ in Wasser	69,2 %	44,8 %
KNO ₃ in Gummilösung . . {	a) 57,7 %	a) 23,5 %
	b) 54,1 %	b) 27,1 %
KNO ₃ in Serumalbuminlösung {	a) 63,8 %	a) 25,0 %
	b) 61,7 %	b) 23,3 %
3. KH ₂ PO ₄ in Wasser	77,5 %	47,5 %
KH ₂ PO ₄ in Gummilösung . {	a) 60,0 %	a) 28,9 %
	b) 63,6 %	b) 26,3 %
KH ₂ PO ₄ in Serumalbumin- {	a) 67,8 %	a) 33,3 %
lösung	b) 64,7 %	b) 34,8 %

Der Zusatz des Colloids zur Salzlösung setzt also die Höhe des erreichbaren Demarkationsstromes für alle Salze und Konzentrationen herab.

Berechnet man diese Herabsetzung als Prozente des für jedes Salz und jede Konzentration erreichbaren Maximums, so ergeben sich die Werte der folgenden Tabelle.

Tabelle 3.

	0,05 n	0,01 n
1. KCl, Herabsetzung durch Gummi . .	14 %	49 %
KCl, Herabsetzung durch Serumalbumin	10 %	45 %
2. KNO ₃ , Herabsetzung durch Gummi .	20 %	43 %
KNO ₃ , Herabsetzung durch Serum- albumin	9,4 %	45 %
3. KH ₂ PO ₄ , Herabsetzung durch Gummi	20 %	42 %
KH ₂ PO ₄ , Herabsetzung durch Serum- albumin	14 %	29 %

Man kann annehmen, dass die vergleichbaren Werte untereinander übereinstimmen¹⁾. Da die Anione der verschiedenen Kombinationen in ihrer chemischen Wirkung und Wirksamkeit sehr verschieden sind, folgt, dass diese Gleichartigkeit aller Herabsetzungen auf das Gemeinsame aller Salze, nämlich auf das Kation, zurückzuführen ist, mit anderen Worten: dass die Herabsetzung der Höhe des Demarkationsstromes durch eine Reaction des Kations mit dem Colloid zu erklären ist. Und zwar kann dies mit um so grösserer Berechtigung angenommen werden, als die Herabminderung des Demarkationsstroms durch keine Nebenumstände des Experiments herbeigeführt sein kann. Denn einerseits ist die Dissoziation der Kristalloide durch Colloide nicht gehemmt, andererseits kann eine etwa geminderte Reaktionsgeschwindigkeit der Salze in Colloidlösung aus der Betrachtung eliminiert werden, da es sich im vorliegenden Falle um die durch einen chemischen Gleichgewichtszustand bedingte Höhe des Demarkationsstroms handelt.

Die Deutung der gefundenen Tatsachen, die in ihrer einfachsten Fassung so lauten, dass der Zusatz eines Colloids eine K-Salz-Lösung bezüglich ihrer stromerzeugenden Kraft zu einer schwächer konzentrierten macht, dürfte sich auf das seinerzeit von Gürber²⁾ ermittelte Verhalten der Blutalkalien den Blutcolloiden gegenüber stützen müssen. Gürber fand, dass CO_2 gesättigtes Serum mehr diffundierendes Alkali enthält als CO_2 freies, und schloss, dass das Albumin als Säure das Alkali gebunden hält; diese Verbindung wird durch CO_2 gelöst.

Für den vorliegenden Fall der Herabsetzung des Demarkationsstroms wird man demnach annehmen, dass das Alkali (Kation) nach dem Massenwirkungsgesetze sich zwischen die beiden Anione (Colloid und Cl resp. NO_3 und H_2PO_4) verteilt, wobei dann der auf das Colloid als Anion treffende Anteil für die Entwicklung des Stroms im Muskel verloren geht. Damit dürfte auch die aus der dritten Tabelle abzulesende Tatsache erklärlich sein, dass bei gleicher Colloidkonzentration die verdünntere K-Salzlösung eine stärkere, relative Wirkungseinbusse erleidet als die konzentriertere.

Es ist wohl mehr als wahrscheinlich, dass ähnliche Vorgänge

1) Mit Ausnahme des Wertes für 0,01 n. KH_2PO_4 im Serumalbumin.

2) Gürber, Die Salze des Blutes. Verhandl. d. physik. mediz. Gesellsch. zu Würzburg Bd. 28. 1894.

auch bei der Entstehung des Stroms im Muskel irgendeine Rolle spielen. Speziell möchte ich vermuten, dass die obenerwähnte, verhältnismässig starke, stromentwickelnde Kraft des Monophosphats auf die relative Schwäche der H_3PO_4 (verglichen mit der HNO_3 und HCl) zurückzuführen sein wird, die es mit sich bringen muss, dass sie in Konkurrenz mit dem Colloid des Muskels unter gleichen Bedingungen mehr Kation an dieses abgeben muss als die anderen Säuren (HCl und HNO_3).
