

XX.

Die Muskelspindeln.

Ein Beitrag zur Lehre von der Entwicklung der Muskeln und Nervenfasern.

Von Dr. W. Kühne in Berlin.

(Hierzu Taf. XV.)

Bei der Untersuchung der Nervenenden in den Muskeln weisser Ratten stiess ich auf eigenthümliche spindelförmige Anschwellungen einzelner Muskelfasern, in denen die quergestreifte contractile Substanz verdrängt war durch Anhäufungen grosser klarer Blasen. Da diese Muskelspindeln zugleich den Ort der Endigung auffallend breiter Nervenfasern bezeichneten, so gab ich schon in meinem Aufsätze „Ueber die Endigung der Nerven in den Muskeln“ (siehe dieses Archiv Bd. XXVII.) eine kurze Beschreibung und eine Abbildung davon. Man vermisst die Muskelspindeln in den Muskeln der Ratten nie, wenn man nur sorgfältig danach sucht, und ebenso habe ich sie bis jetzt auch in den meisten Muskeln unserer Hausmaus aufgefunden.

Die Muskeln der Maus sind ihrer Kürze wegen besonders geeignet zur Untersuchung auf Nervenenden. Da es dabei hauptsächlich darauf ankommt, in jedem Präparate überhaupt nur die letzte Peripherie des Nerven mitzufassen. Ein anderes Erforderniss für das Studium der Nervenenden besteht in der möglichst vollständigen und schonenden Isolirung der einzelnen Muskelfasern; und auch diese lässt sich an den Muskeln der Maus leichter erreichen als an denen anderer Thiere, da das Perimysium hier ziemlich locker ist, so dass die kurzen Muskelfasern leicht genug von einander mit Nadeln getrennt werden können.

Immer wird man jedoch eine Schwierigkeit bei der Isolirung ganz frischer Muskelfasern finden in ihrer Contractilität, denn die noch erregbaren Fasern krümmen und winden sich unter dem

Reize der Zerrung und des Druckes der Art, dass manches Muskelstückchen zur Beobachtung untauglich wird. Ich habe es deshalb zweckmässig gefunden die ganze Maus nach dem Enthäuten sogleich in Serum unterzutauchen, das mit einigen Stückchen Camphor versetzt wurde, einmal um nach der Empfehlung von Landolf und M. Schultze damit die Fäulniss zu verhindern, und ferner um die Erregbarkeit der Organe zu vernichten. Schon nach kurzer Zeit büssen die Muskeln darin ihre Contractilität ein, während das Serum, namentlich, wenn es gut abgekühlt erhalten wird, den Eintritt der Muskelstarre nicht allzusehr beschleunigt. Ein mit der gekrümmten Scheere nach der Richtung der Faserung herausgeschnittenes Muskelstückchen lässt sich dann sehr gut mit Nadeln zerfasern; man erhält auf diese Weise die besten Präparate, die sich überhaupt von den Enden der motorischen Nerven herstellen lassen, und, wie ein Vergleich mit den Präparaten von noch erregbaren Muskeln lehrt, Objecte, die sich von diesen durch Nichts unterscheiden.

Nach einer ungefähren Schätzung findet sich unter Hundert gewöhnlichen Muskelfasern etwa eine Muskelspindel. Bei manchen Mäusen ist ihre Zahl vielleicht etwas grösser, und immer schienen mir die Muskeln der Bauchdecken und des Thorax etwas reicher daran zu sein, als die der Extremitäten. Ohne Ausnahme tritt an jede Muskelspindel mindestens eine Nervenfasern heran, und da diese in der Regel 3 bis 4mal so breit ist, als die übrigen motorischen Fasern, so kann man sich von den Nervenfasern bei der Aufsuchung der Spindeln leiten lassen. Zu dem Ende wird ein schmaler Muskelstreifen bei schwacher Vergrösserung untersucht, und wenn sich einige oder mehrere ungewöhnlich breite Fasern in seinem Nervenstämmchen darbieten, so braucht man diese nur bis an die Peripherie zu verfolgen, um schliesslich auf die Muskelspindel zu gelangen, die dann aus dem Bündel isolirt werden kann.

Die Muskelspindeln bestehen aus einer mehr oder minder erheblichen Verdickung der Muskelfasern, die mit grossen klaren, sehr durchsichtigen bläschenartigen Kernen erfüllt sind. Diese sind so

durchsichtig, dass man überall, wo sie sich decken, die Conturen der darunter liegenden hindurch schimmern sieht. Einige enthalten ein sehr deutliches, glänzendes Kernkörperchen, das vielleicht in allen enthalten, aber nicht immer sichtbar ist, wegen des beträchtlichen Glanzes des Kerninhalts. Die Kerne sind wahre Bläschen, denn sie besitzen immer sehr deutliche, doppelte Conturen, aus denen wir auf die Anwesenheit einer häutigen Umhüllung schliessen können. In Bezug auf ihre Formen und ihre Grösse verweise ich auf die Abbildung Fig. I., die mit allen Einzelheiten bei einer 400fachen Vergrösserung mit dem Zeichnenprisma nach der Natur copirt wurde. Nur der technischen Schwierigkeiten wegen sind in der Abbildung die doppelten Conturen der Kerne etwas zu weit von einander gerückt.

In der Regel treten zu je einer Muskelspindel zwei Nervenfasern, die durch gabelige Theilungen aus einer Stammfaser mit kurzen Aesten entspringen, in Fällen, wie dem in Fig. I dargestellten, wo zwei Muskelspindeln dicht neben einander liegen, gehen vier Nervenfasern durch Theilung aus einer Stammfaser hervor. Dass diese Nervenfasern in die Muskelfaser übergehen, sieht man sehr deutlich, wenn man die sehr entwickelte Scheide der colossalen Nervenfasern verfolgt. Dieselbe besteht meistens aus geschichteten Umhüllungen des markhaltigen Nerven, in denen sich sehr zahlreiche trübe, platte und längliche Kerne befinden, und mit aller wünschenswerthen Deutlichkeit lässt sich dieses kernhaltige, gefaltete und geschichtete Rohr auf die ebenfalls kernführende derbe Umhüllungshaut der Muskelspindel hinüber verfolgen. In wie weit die länglichen Kerne, die man neben den grossen klaren Kernen der Muskelspindeln immer sieht (s. Fig. I c.), mit zu dieser Umhüllungsmasse gehören, will ich nicht entscheiden. Sie zeichnen sich vor den grösseren klaren Kernen durch dasselbe Merkmal aus, wie die der Nervenscheide, sind ähnlich geformt wie jene und enthalten einen trüben Inhalt. Zwischen den eigentlichen Kernen der Muskelspindel befindet sich eine nur sehr schwach granulirte Substanz, die den jetzt gangbaren Anschauungen zufolge vielleicht als ein den Kernen gemeinsames Protoplasma aufgefasst werden darf.

Diese Substanz und die darin liegenden Kerngruppen verdrängen meist so weit als die Muskelspindel reicht, vollständig die quergestreifte contractile Substanz, die mit einzelnen Schichten von Sarcous elements an den Spitzen der Spindel allmählig beginnt. Da die Muskelfasern, in welchen die Spindeln eingeschaltet liegen in der Regel beträchtlich schmaler sind, als ihre Nachbarn, so darf es auch nicht auffallen, wenn man die Länge ihrer Sarcous elements demgemäss grösser findet, denn, wie bekannt, besitzen die schmalen Muskelfasern durchschnittlich breitere Querstreifen als die dickeren.

Durch Behandlung der Muskelspindeln mit Reagentien habe ich nichts wesentliches mehr über ihre Structur erfahren. Sehr verdünnte Säuren erzeugen in ihren Kernen eine Schrumpfung, wie in fast allen bekannten Kernen, während zugleich eine Trübung des Inhalts erfolgt. Nur ist die Schrumpfung hier besonders ausgeprägt (s. Fig. II. b), denn die vorher grossen und prallen Blasen fallen zu sehr unscheinbaren eigenthümlichen faltigen Figuren zusammen.

Die Abbildung Fig. I. und die so eben gegebene Beschreibung entsprechen der überwiegenden Mehrzahl der Fälle, die mir bisher zur Beobachtung gekommen sind. Dagegen fand ich unter den Muskelfasern der Maus auch einzelne, mit spindelförmigen Anschwellungen, in denen die Kerngruppen die Querstreifen nicht vollständig verdrängt hatten. Die Stelle des Nervenübergangs zeichnete sich aber auch hier noch aus, einerseits durch die Anwesenheit einer ungewöhnlich dicken Nervenfaser und andererseits durch die immer noch deutliche, spindelförmige Anschwellung der Muskelfaser, die man gewöhnlich an der Stelle des Nerveneintritts nicht findet, da der Nerv sich auch bei der Maus sonst überall einfach mit einem Hügel (Nervenhügel) an die contractile Substanz ansetzt, so dass auf dem gegenüberliegenden Rande der Muskelfaser keine Auftreibung sichtbar wird.

Wenn auch die doppelten Conturen der Nervenfaser fast in allen Muskelspindeln gerade bis an deren Grenze reichen, so kommt doch bisweilen eine Verlängerung des markhaltigen Nerven vor, die als solche eine Strecke weit, ja sogar in beträchtlicher Aus-

dehnung in die Muskelfaser weiter eindringen. In Fig. II. ist ein solcher Fall abgebildet, wo ich mich mit voller Sicherheit davon überzeugen konnte, dass lange dunkel conturirte Nervenfasern unter der häutigen Umhüllung der Muskelspindel und der davon entspringenden Muskelfaser verliefen. Ich habe durch Rollen und Knicken der isolirten Muskelspindeln die Gewissheit erlangt, dass die in der Figur abgebildeten Nerven mit Ausnahme des dicken Nervenstammes N sämmtlich in der Muskelfaser lagen, und zwar zwischen der contractilen Substanz und deren Umhüllung. Ich nenne die Umhüllungshaut der Muskelspindeln absichtlich nicht Sarcolemma, weil ich dieselbe überall kernhaltig fand, und weil ich beim Zerdrücken oder nach der Behandlung mit verdünnten Säuren eine grosse Zahl von Kernen an der Haut festhaften bleiben sah, was bei den Muskeln bekanntlich nicht der Fall ist, wo das Sarcolemma kernlos zurückzubleiben pflegt, während die unmittelbar darunterliegenden Kerne mit dem Inhalte austreten. In unserer Abbildung ist ferner ein Umstand unverkennbar, dem ich einiges Gewicht beilege, da ich ihn an mehreren Präparaten wieder sah, nämlich die unverkennbare Andeutung einer Theilung der Muskelfaser, die zwischen A und B am deutlichsten erscheint. Ueberall wo ich ein solches Aussehen der von Muskelspindeln ausgehenden Fasern beobachtete, bot auch die Spindel selbst schon den Anschein einer Theilung, oder einer Verschmelzung zweier Spindeln, der sich in der Zwischenlagerung von länglichen, trüben Kernen zwischen den beiden Gruppen der grossen, klaren Kerne zu erkennen gab. Wo die Muskelfasern noch nicht völlig trennbar neben einander verliefen, waren sie durch eine seichte Furche der Länge nach hier und da eingebogen, und der Boden dieser Vertiefung zeigte sich ausgelegt mit Kernen von der eigenthümlichen Form, wie man sie an den Muskelkernen nach der Einwirkung verdünnter Säuren auftreten sieht. Zwischen diesen Kernen sah ich wellige Faserzüge in der Längsrichtung der Muskelfaser verlaufen, die mir von Falten in der Umhüllungshaut herzurühren schienen, da ich keine wirkliche Fasern isoliren konnte.

Als ich die Muskelspindeln zuerst in den Muskeln der Ratten und Mäuse sah, und das auffallende, abstechende Bild derselben

kennen lernte, welches sie zwischen den übrigen Muskelfasern darbieten, glaubte ich anfänglich, dass die Spindeln identisch seien mit den sogenannten Miescher'schen Schläuchen. Miescher beobachtete seine Schläuche in den Muskeln der Hausmaus, und zwar in solcher Menge, dass man sie als weisse Streifen mit unbewaffnetem Auge, namentlich in den Bauchmuskeln, erkennen konnte. Nach der Beschreibung, die jedoch der Entdecker selbst darüber gibt (Bericht über die Verhandl. d. Naturforsch. Ges. in Basel 1843, S. 198), worin gesagt wird, dass die Schläuche 4 bis 6mal so dick seien, als die Muskelfasern, und nach der Beschreibung der darin enthaltenen Körner muss ich sehr daran zweifeln, ob die Muskelspindeln irgend welche Beziehung zu jenen Gebilden haben. Auch Miescher's Abbildung, die v. Siebold publicirte obgleich mit der Bemerkung, dass sie ihm nicht ganz genüge (Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. V.), spricht sehr wenig dafür. Spätere Beobachter, welche der Miescher'schen Schläuche bei der Mittheilung von Untersuchungen über die Muskeln anderer Thiere erwähnen, wie v. Siebold, Bischof, v. Hessling, Krause, fügen Nichts darüber hinzu, was die Identität derselben mit den Muskelspindeln grade beweisen könnte. Da ich indessen nach der Durchmusterung unzähliger Muskeln der verschiedensten Thiere niemals etwas von den Miescher'schen Schläuchen sah, so kann ich den Gedanken nicht ganz unterdrücken, dass Manches, was die genannten Forscher gelegentlich zwischen den Muskeln sahen und für identisch mit den Schläuchen hielten, Muskelspindeln gewesen seien.

Unter dem Namen von Nervenknospen hat Kölliker Nervenknäuel beschrieben, die er im Brusthautmuskel des Frosches an Bündeln sehr feiner und mit vielen meist rundlichen Kernen durchsetzter Muskelfasern fand. „Eine sorgfältige und nicht leichte Untersuchung“ sagt Kölliker selbst, habe ihn belehrt, dass diese vermeintlich einfachen Muskelfasern mit der Anschwellung und dem Nervenknäuel aus einem ganzen Bündel von 3—7 feinen Muskelfasern bestehen, zwischen denen die Nervenröhren des Knäuels nur hindurchtreten. Ich habe diese von Kölliker zuerst beschriebenen Gebilde zu jeder Jahreszeit in den meisten Muskeln der Frösche wieder gefunden und kann darüber Folgendes aus eige-

ner Anschauung hinzufügen. Auch in den intermuskulären Nervenstämmchen der Frösche kommen einzelne Fasern von ungewöhnlicher Breite vor, bei deren Verfolgung man schliesslich zu einem ziemlich starken Muskelbündel gelangt, in welches dieser Nerv häufig nach mehrfachen Theilungen eintritt. Die Nerven sind in der Regel von einer sehr dicken, mit vielen Kernen versehenen Scheide umgeben, innerhalb welcher nicht selten ausser der einen dicken Faser noch andere feinere aber markhaltige Röhren liegen, die zwar zuweilen durch Theilung oder Abspaltung aus der dickeren Faser hervorgehen, bisweilen jedoch ohne eine nachweisbare Verbindung mit Fasern des Nervenstammes von einer innerhalb der Scheide gelegenen Kernreihe ihren Ursprung nehmen. Wo der Nerv schliesslich an ein Muskelbündel herantritt, geht die Scheide über in eine andere eben so complicirt gebaute kernhaltige Scheide, die als ein breiter Schlauch das Muskelbündel umgibt. Das Letztere enthält an der Stelle des Nerveneintritts eine ausserordentliche Menge grösserer Kerngruppen, deren Elemente sich von den gewöhnlichen Muskelkernen durch ihre mehr runden oder polygonale Gestalt auszeichnen. Fig. III. zeigt ein solches Muskelbündel, wie es sich im fast frischen Zustande ausnimmt. Die Copie wurde erst gezeichnet, nachdem dasselbe vollständig isolirt und nachdem bereits eine schwache Trübung in den Kernen aufgetreten war. Im ganz frischen Zustande sind die Kerne kaum scharf zu erkennen, da sie einen so starken Glanz besitzen, dass man an ihrer Stelle nur eine undeutliche Masse wahrnimmt, die aus diesem Theile des Muskels die quergestreifte Substanz verdrängt. Wie die Figur zeigt, sind an der Stelle des Nerveneintritts zwei Muskelfasern durch die Kerngruppen und die dazwischensliegende granulirte Masse (Protoplasma?) mit einander vereinigt. An dieser Stelle existirt also kein Bündel feiner Fasern, sondern jene Bündel entspringen erst von dieser Stelle aus. Behandelt man ein derartiges Präparat mit Kalilauge von 30 Procent, so haften auch jetzt die Bündel hier noch an einander, und ihre Trennung kann zwar mit Nadeln oder durch starkes Schütteln bewerkstelligt werden, aber nicht ohne Zerreissungen und augenscheinliche Verletzungen der Fasern selbst. Verbindungen der Fasern durch

Capillaren existiren hier nie, da niemals Blutgefässe neben den Nerven in den gemeinsamen die Muskelfasern umgebenden Schlauch mit eintreten. Wie Fig. III. zeigt, enthält der Schlauch ausser den Muskelfasern noch andere Elemente. Nahe an den Wänden der häutigen Umhüllungsmasse so wie zwischen den Muskelbündeln selbst (f, f) finden sich häufig längliche glänzende Kerne, die meist nach zwei in der Längsachse des Muskels gelegenen Richtungen hin schmale Streifen einer quergestreiften Substanz entsenden. In einigen ist die Querstreifung sehr deutlich und scharf begrenzt, in anderen weniger deutlich, und mehr durch eine eigenthümliche Vertheilung von matten und glänzenden unregelmässig geformten Flecken bedingt. Zur Isolirung dieser Gebilde ist es zweckmässig, die Muskeln entweder nach der von Wittich'schen Methode mit einem siedenden sehr verdünnten Gemische von Salpetersäure und chlorsaurem Kali zu behandeln, oder sie zuvor in Essigsäure von 1 pCt. zu erweichen und später in Chromsäure von 0,1 pCt. zu erhärten. Besonders empfehlenswerth scheint die letztere Methode, denn die Nerven, die Muskeln, die Kerne und die Zellen bleiben dabei sehr durchsichtig und erhalten doch durch die nachträgliche Behandlung mit Chromsäure einen solchen Grad von Festigkeit, dass man sie mit der grössten Leichtigkeit zerfasern kann. Nur das Bindegewebe wird nach dieser Behandlung brüchig und leichter zerreisslich, und man kann darum eine Muskelfaser nach der anderen aus dem immer noch sehr deutlich sichtbaren Bindegewebe mit Nadeln herauschälen. Fig. V. zeigt ein Stück eines so zuvor isolirten und dann durch einen glatten Längsschnitt mit dem Messer zerspaltene Muskelbündels. Bei b sieht man eine Gruppe der polygonalen Kerne, und in a a die erwähnten Gebilde, welche wohl den Namen von Sarcoplasten beanspruchen dürfen. Der Nerv wurde aus dem Präparat zuvor entfernt.

Ausser den genannten Muskelbündeln mit den hineintretenden colossalen Nervenfasern, die als Analogon der Muskelspindeln in den Muskeln der Mäuse aufzufassen sind, und denen ich darum dieselbe Bezeichnung beilege, findet man ähnliche Muskelbündel, in denen ebenfalls an der Stelle des Eintritts der mächtigen Nervenfasern Gruppen polygonaler Kerne vorkommen, ohne dass da-

selbst jedoch die quergestreifte Substanz so vollständig verdrängt wird. Diese Muskelbündel zerfallen durch Behandlung mit Kalilauge von 30 pCt. oder nach der Einwirkung von Salpetersäure und chlorsaurem Kali vollständig in einzelne feine Fasern (Primitivbündel) und wenn sie noch irgendwo an einander haften, so geschieht es nachweislich nur durch die ihnen gemeinsamen Nervenfasern. Fig. IV. zeigt ein solches Muskelbündel, das mit Essigsäure und Chromsäure isolirt war. Die dicke häutige Scheide bekleidet das aus 4 Muskelfasern bestehende Bündel nicht vollständig, und ich muss es dahingestellt sein lassen, ob sie bei der Präparation erst zerrissen wurde, oder ob sie wirklich das Bündel nicht seiner ganzen Ausdehnung nach überzog. Bei f war zufällig der Inhalt einer der Muskelfasern entzwei gerissen, wodurch das Sarcolemma dieser Faser isolirt zur Anschauung kam. Es verdient noch bemerkt zu werden, dass alle einzelnen schmalen Muskelfasern, die als Fortsätze einer Muskelspindel auftreten, oder in einer als Abzweigung von der Nervenscheide entstandenen häutigen Umhüllung liegen, nur Kerne an der Oberfläche führen, wie die Muskeln der Säugethiere.

Dass die Kenntniss der Muskelspindeln von Wichtigkeit sei für eine Einsicht in die Vorgänge der Entwicklung, der Neubildung und des Wachstums der Muskeln mit ihren Nerven, wird nach dem Angeführten keinem Zweifel mehr unterliegen. Ich finde indessen keinen Grund aus den mitgetheilten Thatsachen schon eine Hypothese für die Entwicklungsgeschichte zu bilden, da es vor der Hand gerathener erscheint, auf einem so neuen Gebiete zuvor die Thatsachen zu vermehren. Wer sich darüber belehren will, wie eine zum Besten der Entwicklungsgeschichte ersonnene Hypothese den Gedankengang in unserer Forschung zu beeinflussen vermag, dem sei einer der Schlussätze in den „Untersuchungen über die letzten Endigungen der Nerven“ von A. Kölliker empfohlen, welcher wörtlich also lautet:

„Wären die Nervenenden der sich theilenden Muskelfaser ursprünglich in derselben drin, so müssten sie, um auch alle Theilstücke zu versehen, offenbar in ganz unbegreiflicher Weise von der Theilung unbehelligt bleiben und später in

einzelne der Theilfasern nicht nur hineingehen, sondern auch aus denselben wieder heraustreten, um zu den anderen sich zu begeben.“

Neben dieser Fluth von Hypothesen sei es mir gestattet, hier schliesslich nur einer Vermuthung Raum zu geben. Stellen die Muskelspindeln auch beim Frosche nur jüngere Stadien der Entwicklung der Nerven mit ihren Muskeln dar, so bin ich gern bereit zuzugeben, dass auch die Organe, die wir an den Nervenenden fertiger Muskelfasern finden, auf diese zurückzubeziehen seien. Die Muskelspindeln enthalten eine ungewöhnlich grosse Anzahl von Kernen, und in ihnen erscheint die Fortsetzung des Nerven nur bezeichnet durch Reihen von Kernen. Damit wird es wahrscheinlich, dass auch die eigenthümlichen Besatzkörperchen, welche wir an den Enden des intramuskulären Axencylinders ausgewachsener Muskelfasern finden, hervorgegangen seien aus solchen Kernen, oder vielleicht diese Kerne selbst seien. Bei allen neueren Beobachtungen habe ich mich immer von Neuem wieder überzeugen können, dass unsere Körperchen, „die Nervenendknospen“ an günstigen Objecten so erscheinen, wie ich es zuerst geschildert habe, dass nämlich in der Axe der Knospe ein feiner, oft geschlängelter Faden verläuft, der schliesslich in ein kleines inneres Endbläschen übergeht und endet. Sollen wir das ganze Gebilde trotz seines ungewöhnlichen Baues als einen Kern, besonders als einen Zellkern auffassen, so wäre auf die Analogie dieser Gebilde mit den Kernen mancher Ganglienzellen zu verweisen, von deren Kernkörperchen bisweilen nach einer oft bezweifelten und immer wieder in Erwägung gezogenen Angabe von Lieberkühn und Wagener, der Axencylinder ausgeht. Nach dem, was ich an frischen Ganglienzellen des Rückenmarkes beim Frosch und bei der Maus gesehen, zweifle ich an der Richtigkeit jener Beobachtung nicht, obgleich ich diese subtile Frage der Histologie erst für zugänglich halten kann, wenn neue und bessere Untersuchungsmethoden entdeckt werden sollten.

Erklärung der Abbildungen

Sämmtliche Abbildungen sind mit dem Zeichnenprisma bei 400facher Vergrößerung nach der Natur copirt.

- Fig. I. Muskelspindeln aus den schrägen Bauchmuskeln der Hausmaus. Frisches Präparat in Serum. N Nerv. M Muskel. aa Kerne der Nervenscheide. bb Grosse Kerne der Muskelspindel. cc Ovale Kerne. ee Gewöhnliche Muskelkerne.
- Fig. II. Muskelspindel aus einem Thoraxmuskel der Maus. NN Nervenfasern. N' N' liegen ganz in der Muskelfaser. abce wie in Fig. I. d Membranartige Anhängsel der Muskelscheide mit Kernen. B Knickung in der Muskelfaser durch die Präparation entstanden. Zwischen B und C zeigt die Muskelfaser nur einige Andeutungen der Sonderung in zwei Fasern. Zwischen A und B sind zwei getrennte Fasern zu erkennen. Präparat mit Essigsäure von 1 pCt. behandelt.
- Fig. III. Muskelspindel aus dem Brusthautmuskel vom Frosch, frisch in Serum isolirt. abce wie in Fig. I u. II. dd Scheide mit Kernen. ff Zellen mit quergestreiftem Protoplasma.
- Fig. IV. Muskelspindel aus dem Brusthautmuskel des Frosches. Mit \overline{Ac} von 1 pCt. isolirt und in Chromsäure von 0,1 pCt. conservirt. N. M. a. b. c. d. e. wie in den vorigen Figuren. f Feines Sarcolemma einer schmalen Muskelfaser.
- Fig. V. Aus einer Muskelspindel vom Frosch mit \overline{Ac} von 1 pCt. und CrO_3 von 0,1 pCt. isolirt und zerfasert. aa Zellen mit quergestreiftem Protoplasma. b Kerne der Muskelspindel. c Muskelscheide.

XXI.

Zur Entstehung der Hippursäure.

Von Dr. P. Mattschersky aus Moskau.

Die Hippursäure bildet ebenso einen normalen Bestandtheil des menschlichen Harns, wie die Harnsäure, obgleich es Beobachter gibt, die das Gegentheil behaupten. Letztere konnten sie bisweilen bei sorgfältiger Untersuchung nicht in dem Harn von Menschen finden, selbst wenn diese eine gemischte Nahrung zu sich genommen hatten. Es steht aber fest, dass die Bildung der Hippursäure in unserem Organismus ganz willkürlich hervorgerufen werden kann, d. h. dass wir sie selbst in unserem Organis-

