

LI.

Ueber die in den Sehnen der schiefen Bauchmuskeln bei Fröschen vorkommenden „*Inscriptiones elasticae*“.

[*Wiener akademische Sitzungsberichte*, XLVIII. Bd. 1865.]

(Hierzu Tafel 25).

Unter dieser Bezeichnung beschrieb ich kürzlich die eigenthümliche Structur jener scharfbegrenzten weissen Streifen, welche bei vielen Fröschen sowohl auf der Rücken-, als auf der Bauchfläche gleich in die Augen springen, sobald man dieselben enthütet hat.

Diese Streifen oder *Inscriptiones elasticae*, obschon gewiss allen Anatomen und Physiologen dem Ansehen nach bekannt, sind meines Wissens früher niemals genauer beachtet und untersucht worden.

Die nachfolgenden Zeilen enthalten eine ausführliche Darstellung Alles dessen, was ich seit meiner ersten Notiz ¹⁾ über dieselben ermitteln konnte.

Sie sind, wie die Zergliederung der Bauchmuskulatur lehrt, nichts anderes, als in die platten hautartigen Sehnen der beiden schiefen Bauchmuskeln, knapp am Contour der Muskelfaserenden, eingewebte Massen dichten elastischen Gewebes.

Solcher Streifen finden sich an einem Thiere im Ganzen acht, vier auf dem Rücken, vier auf der Bauchfläche, von denen je zwei, theilweise sich deckend, symmetrisch zu beiden Seiten der Mittellinie gelagert sind.

Die Fasern der schiefen Bauchmuskeln inseriren sich einerseits in die Fascien des Rückens, andererseits in die des Bauches. Der *Musc. obliquus internus* sendet seine Fasern von hinten und unten schräg nach oben und vorne, die oberen Bündel desselben gehen

¹ Centralbl. f. d. med. Wiss. Berlin. Nr. 50, 14. Nov. 1863.

jedoch zwerchfellartig über das obere Ende der Peritonealhöhle bis hinter das Herz, den Kehlkopf und den Pharynx.

Es wird auf diese Weise eine Art von Diaphragma gebildet: doch liegen die Lungen nicht über, sondern unter demselben.

Der *Musc. obl. externus* sendet seine Fasern von hinten und oben nach unten und vorne.

Die dorsale Anheftungslinie des *Musc. obl. externus* in der Rückenfaszie reicht von dem oberen Viertel des Darmbeines bis über die Mitte des Schultermuskels, welche DUGÈS *Musc. lombo-huméral* nennt.

Dieser Linie entsprechend findet sich beiderseits, nach aussen vom Becken und der Wirbelsäule der erste unserer weissen Streifen (Taf. 25, Fig. 1a).

Die obersten Fasern des *Musc. obl. externus* bilden ein schmales plattes, isolirtes Bündelchen, welches mit einer besonderen Sehne, welche jedoch keine Spur einer *Inscriptio elastica* enthält, vom unteren Rand des Schulterblattes entspringt.

Die dorsale Anheftungslinie des *Musc. obl. internus* beginnt tief unten im Becken, läuft längs des Innenrandes des Darmbeines empor, schlägt sich um das obere Ende der daselbst entspringenden Oberschenkelmuskeln (*Musc. ex-ilio-trochantérien* DUGÈS) auf die Rückenfläche herauf und verläuft in der die Rückenmuskeln deckenden Fascie bis in die Höhe des Querfortsatzes des fünften Wirbels.

Dieser Linie entsprechend findet man beiderseits den zweiten der dorsalen weissen Streifen (Fig. 1b), welcher ohne weitere Präparation jedoch nur in seinem Mittelstück zu übersehen ist, indem sich der im Becken liegende untere Theil desselben dem Blicke ganz entzieht, während sein oberer Theil von dem ersten dorsalen Streifen meist fast ganz bedeckt wird.

Die obersten Fasern des *Musc. obl. internus* bilden gleichfalls ein schmales plattes Bündelchen, welches mit einer besonderen Sehne, die aber eine deutliche *Inscriptio elastica* besitzt, vom Querfortsatze des vierten Wirbels entspringt, und fächerförmig nach innen und oben gegen die Rücken- und Seitenfläche des Pharynxschlauches, wo dieser sich zu verengern und von der Wirbelsäule zu entfernen beginnt, ausstrahlt (Fig. I, *M', o', i'*).

Die vier weissen Streifen der Bauchfläche laufen den ventralen Anheftungslinien der beiden schiefen Bauchmuskeln entlang (Fig. II u. III).

Um das etwas complicirtere Verhalten der weissen Streifen auf der Bauchfläche deutlich zu machen, muss ich zunächst an die Anord-

nung der geraden Bauchmuskeln und ihrer *Inscriptiones tendineae*, so wie des grossen Brustmuskels erinnern.

Beim Frosche verläuft zu beiden Seiten der Medianlinie vom Zungenbein bis zur Schambeinfuge je ein platter, parallelfaseriger Längsmuskel, welcher von DUGÈS unter der Bezeichnung *Musc. pubio-hyoidien* aufgeführt wurde. Derselbe ist durch fünf *Inscriptiones tendineae* in sechs der Länge nach auf einander folgende Abschnitte getheilt. Der oberste an's Zungenbein angeheftete Abschnitt heisst bei DUGÈS auch *Musc. sterno-hyoidien*, der zweite bis sechste Abschnitt bildet die *Musc. recti abdominis*. Die erste *Inscriptio tendinea*, welche die letzteren Muskeln von dem ersteren trennt, liegt hinter dem *Processus xyphoideus* und wird von diesem zum grössten Theil bedeckt (Fig. III, 1).

Die beiden untersten Abschnitte der geraden Bauchmuskeln sind bedeutend breiter als die übrigen. Dies rührt daher, dass sich die äusseren Bündel des grossen vom Oberarm entspringenden Brustmuskels auf ihrem Wege zur Schambeinfuge an die geraden Bauchmuskeln seitlich anlegen und gerade an denselben Stellen, wie diese ebenfalls (zwei) *Inscript. tendineae* aufnehmen, so dass sie daselbst mit den *Musc. rectis* nur Eine Masse zu bilden scheinen. So innig diese Verschmelzung auch ist, so wird die Zusammengesetztheit der zwischen der vierten und fünften *Inscr. tend.* und der Schambeinfuge befindlichen geraden Bauchmuskelmassen durch das Verhalten der weissen Streifen, die sich längs der ventralen Anheftungslinien der beiden *Musc. obliqui* finden, unverkennbar angedeutet (Fig. III).

Während nämlich die beiden ventralen weissen Streifen bis etwa zur Mitte der vierten *Inscriptio tendinea* längs des äusseren Randes der *Musc. recti* mit der, die vordere Fläche derselben bedeckenden Fascie verschmelzen, trennen sich von dieser Stelle an ihre Wege, wie, wenn sie durch jene vom grossen Brustmuskel stammende Portion der beiden untersten Abschnitte der geraden Bauchmuskelmassen auseinander gedrängt würden (Fig. III).

Der dem *Musc. obl. externus* zugehörige weisse Streifen (*c*) wendet sich nämlich längs der äusseren Hälfte der vierten *Inscriptio tendinea* nach aussen, biegt dann nach unten um und verläuft sich verjüngend, am äusseren Rande jener Portion, gegen den Schenkelbug (Fig. II *c*).

Der dem *Musc. obl. internus* zugehörige weisse Streifen (*d*) tritt hingegen an der genannten Stelle (Fig. III *d'*), von der die vordere Fläche der *Musc. recti* deckenden Fascie an die, die hintere Fläche derselben bekleidende, vom Peritoneum überzogene Fascie und verläuft ohne seine Richtung zu ändern, gleichsam die innere, an die *Musc. recti* stossende Grenze jener Portion markirend, gegen die Scham-

beifüge hinab. So reichen dann die Fasern des *Musc. obl. internus* hinter jener Portion viel weiter gegen die Mittellinie herein, als die Fasern des *Musc. obl. externus*, welche bereits am äusseren Rande derselben und längs der vierten *Inscriptio tendinea* aufhören (Fig. III).

Der auf diese Weise begrenzte Raum wird, wie gesagt, durch die von den äusseren Bündeln des grossen Brustmuskels stammenden Muskelfasern ausgefüllt. Betrachtet man die zwischen zwei *Inscriptiones tendineae* eingeschalteten Faserzüge als selbstständige kurze Muskeln, so kann man auch sagen, dass sich die äusseren Bündel des grossen Brustmuskels an der äusseren Hälfte der vierten *Inscriptio tendinea* inseriren, und dass dem entsprechend der fünfte und sechste Abschnitt der *Musc. recti* eine Verbreiterung und eine Vermehrung der Faserzahl erfahren.

Von der vierten *Inscriptio tendinea* an laufen die beiden ventralen weissen Streifen, wie gesagt, auf dem äusseren Rande der *Musc. recti* — sich vollständig deckend — nach aufwärts und schimmern als ein breiter weisser Strich bis gegen den Schultergürtel hinauf, durch die oberflächliche Muskulatur hindurch (Fig. II *cd*). Um das Verhalten der oberen Enden der ventralen weissen Streifen zu sehen, muss die Brustmuskulatur abpräparirt werden. Dann sieht man, dass der dem *Musc. obl. externus* zugehörige Streif in der Höhe der ersten *Inscriptio tendinea* des DUGÈS'schen *Musc. pubiophoidien* scharf abgesetzt aufhört, während der zum *Musc. obl. internus* gehörige Streif unter dem ersteren frei hervortretend, geradlinig noch mehrere Linien weiter hinauf steigt, sich dann plötzlich nach aussen wendet, um bogenförmig nach hinten zu laufen: und endlich, schmaler werdend und ohne bis an das Ende der Anheftungslinie der obersten Fasern des *Musc. obl. internus* zu reichen, in jener Fascie aufhört, welche die Peritonealhöhle nach oben begrenzt und mit dem Herzbeutel, dem Kehlkopf und dem verengerten Theil des Schlundes zusammenhängt (Fig. II *p*).

Die letzten Fasern des *Musc. obl. internus*, die vom obersten Ende des tieferen dorsalen Streifens und vom Querfortsatz des vierten Wirbels entspringen, hängen demnach nur an Einem Ende (dem dorsalen) mit elastischen Elementen zusammen, während alle übrigen Fasern dieses Muskels an beiden Enden mit elastischen Sehnen in Verbindung stehen. Auch sämtliche Fasern des *Musc. obl. externus* sind, mit alleiniger Ausnahme des isolirten Bündelchens, welches rein sehnig vom Schulterblatt entspringt und daher nur an Einem Ende (dem ventralen) mit elastischen Elementen zusammenhängt, zwischen zwei *Inscriptiones elasticae* ausgespannt.

Die mikroskopische Untersuchung der weissen Streifen zeigt,

dass sie aus kurzen, dichtgedrängten, netzförmig anastomosirenden elastischen Fasern bestehen, die in Folge ihrer Anordnung und ihres starken Lichtbrechungsvermögens dem blossen Auge als in querer Richtung leicht spaltbare, in die platten hautartigen Sehnen eingewebte Bänder von rein weisser Farbe erscheinen.

Ueber den Zusammenhang der elastischen Streifen mit den Muskeln und Sehnen lehren leicht herstellbare Zerfaserungspräparate, dass die quergestreifte, oft auffallend viele Fettmoleküle enthaltende Muskelsubstanz im blinden Ende des Sarcolemmaschlauches scharf und bestimmt mit einer oder mehreren abgerundeten Spitzen aufhört, während das Perimysium und das Sarcolemma continuirlich in feingestreiftes mit Kernen reich durchsetztes Bindegewebe übergeht (Fig. IV).

Ganz nahe an den Muskelfaserenden verlieren sich schon wieder die angehäuften Kernbildungen und die feine geradlinige Längsstreifung des Bindegewebes wird ziemlich plötzlich dichter, hier und da wellig und dunkler, und geht endlich in die scharfen Contouren der dichtgedrängten elastischen Fasern über. Ebenso gestaltet sich der Uebergang des Sehngewebes in das elastische an der jenseitigen Grenze des letzteren.

Die Fasern des Muskels, der Sehne und des elastischen Streifens haben dieselbe Richtung, die letzteren sind in die Continuität des Bindegewebes eingewebt und erstrecken sich durch die ganze Dicke desselben. Sie verdienen daher vollkommen den von mir gebrauchten Namen von *Inscriptiones elasticæ*.

Das beschriebene an den schiefen Bauchmuskeln vieler Frösche vorkommende Structurverhältniss ist ein sehr auffallendes und überraschendes und seine **Bedeutung** ganz räthselhaft.

Es steht, so viel mir bekannt ist, bisher einzig in seiner Art da, denn die zarten Federbalgmuskelchen, welche ganz aus elastischen Fasern gewebte Sehnen besitzen (KÖLLIKER), bestehen aus organischen Muskelfaserzellen und dasselbe gilt von den Muskeln, welche TREITZ¹⁾ mit elastischen Sehnen und Zwischensehnen, zusammenhängend an den verschiedensten Orten beim Menschen aufgefunden hat: während es sich hier um Sehnen mit elastischen Inscriptionen handelt, welche kräftigen und weitläufigen animalen Muskelfasermassen angehören.

Die Sehnen der animalen Muskeln sind bekanntlich — im Einklang mit ihrer mechanischen Bedeutung — ausgezeichnet durch die Armuth an elastischen Fasern — und hier finden sich Sehnen, in welche, durch

¹⁾ Vergl. Prager med. Vierteljahrsschrift. 1853. Bd. 37, S. 113.

ihre ganze Dicke gehende Streifen reinen exquisit elastischen Gewebes eingeschaltet sind!

Contrahirt sich ein Muskel, dessen Fasern wie die dieser schiefen Bauchmuskeln an einem oder an beiden Enden mit Streifen elastischen Gewebes zusammenhängen, so werden zunächst diese Streifen gedehnt werden und an Breite zu-, an Dicke abnehmen müssen.

Dies tritt in der That auch ein, denn tetanisirte ich die schiefen Bauchmuskeln mit Wechselströmen, so nahmen die dorsalen *Inscriptiones elasticae* wohl um das Doppelte an Breite zu und bekamen zugleich durch die Dehnung und Spannung der parallelen elastischen Fasern einen Stich in's Gelblichgraue und etwas Atlasglanz.

Für die mechanische Wirkung des Muskels wird durch dieses Structurverhältniss offenbar ein Verlust gesetzt, denn bei demselben Aufwand an Kraft, bei demselben Verkürzungszustand würde der Muskel, wenn er mit einer wenig oder gar nicht dehnbaren Sehne zusammenhinge, Ursprungs- und Ansatzpunkt näher gegen einander bringen, oder wenn beide unverrückbar wären, seinen Verlauf geradliniger machen und seine Fasern in grössere Spannung versetzen, als wenn, wie hier, die elastisch dehnbaren Inscriptionen dem Zuge zuerst und leicht nachgeben.

Der mit zunehmender Dehnung rasch wachsende Elasticitätscoëfficient der elastischen Fasern wird zwar diesen Uebelstand bald verringern und in so weit beseitigen, dass auch unter diesen Umständen eine kraftvolle mechanische Wirkung möglich sein wird; allein immer wird hierzu, d. h. um denselben mechanischen Effect zu erzielen, ein bedeutenderer Contractionsgrad des Muskels aufgewendet werden müssen — (also ein Theil der Muskelarbeit verschwendet werden) — wie es ohne das Vorhandensein von *Inscriptiones elasticae* in den Sehnen der Fall wäre.

Von diesem Standpunkt aus müssen wir also die Existenz der *Inscriptiones elasticae* für widersinnig und unzweckmässig erklären.

Da wir jedoch gewohnt sind, in der Natur stets die sinnreichsten und besten, zugleich aber auch die sparsamsten Mittel und Veranstaltungen zur Erreichung bestimmter Zwecke angewendet zu finden und überdies wissen, dass die Sehnen der animalen Muskeln sonst überall durch Armuth an elastischen Fasern ausgezeichnet sind, so liegt es nahe, hier ein verborgenes teleologisches Räthsel zu ahnen und nach einer verständigen Beziehung des abnormen Structurverhältnisses der *Inscriptiones elasticae* zu irgend welcher Function der schiefen Bauchmuskeln bei den Fröschen zu suchen.

Ueberlegt man zu diesem Ende die weiteren mechanischen Folgen.

welche die Einrichtung der *Inscriptiones elasticae* ausser jener relativen Verschwendung an Muskelkraft nach sich ziehen muss, so dürften sich wohl keine anderen als die finden, dass die Bauchwandung an elastischer Dehnbarkeit gewinnen und die Spannung derselben mit dem Contractionsgrad der schiefen Bauchmuskeln nach einem andern Gesetze zu- und abnehmen müsse, als wie wenn keine *Inscriptiones elasticae* vorhanden wären.

Ich muss offen eingestehen, trotz alles Nachsinnens, keine Beziehung der elastischen Dehnbarkeit der Bauchwandung zu irgend einer Function des Froschlebens gefunden zu haben, welche es begreiflich und nothwendig erscheinen liesse, dass eine Vermehrung der elastischen Dehnbarkeit mit einer, wenn auch noch so geringen Verschwendung an Muskelkraft zu erkaufen wäre.

Die Hoffnung, eine solche verständige Beziehung dereinst noch aufzufinden, muss vollends schwinden, wenn man bedenkt:

1. dass die *Inscriptiones elasticae* sowohl bei Männchen als bei Weibchen vorkommen, wodurch jeder Gedanke an eine spezifische Beziehung zur Geschlechtsfunction ausgeschlossen wird;

2. dass sie nicht ausschliesslich bei *Rana temporaria*, wie ich anfangs vermuthen musste, sondern auch bei *Rana esculenta* vorkommen, was jede Möglichkeit einer Beziehung zu irgend einer, dem Bau und der Lebensweise der Einen Species etwa eigenthümlichen Function aufhebt;

3. endlich, dass sie bei sehr vielen Individuen, Weibchen wie Männchen, sowohl von *Rana temporaria* als von *Rana esculenta* ganz und gar fehlen.

Dieser letztere Umstand lässt die *Inscriptiones elasticae* vollends als eine bedeutungslose, räthselhaft zufällige Bildung erscheinen. Genauere Procentzahlen über die Häufigkeit des Fehlens und Vorkommens der Streifen kann ich gegenwärtig noch nicht angeben, doch will ich erwähnen, dass ich dieselben bei 5 von 12 Fröschen angetroffen habe.

Bei der überraschenden Ausgeprägtheit und Constanz der beschriebenen Structurverhältnisse bleibt nichts anderes übrig, als dieselben trotz ihrer Bedeutungslosigkeit und Unwesentlichkeit, für ein seltenes histologisches Curiosum und ein interessantes Beispiel eines offenbaren Verstosses gegen das Sparsamkeitsgesetz der Natur zu erklären, wenn man sie nicht etwa gar als eine pathologische Gewebsumbildung oder Neubildung betrachten will, was jedoch kaum zu rechtfertigen wäre.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 25.

Fig. 1. Rückenansicht eines enthäuteten Frosches, *Rana esculenta*: rechterseits sind der *Musc. obliqu. extern.*, die Schulter- und Rückenmuskeln bis auf die Wirbelsäule entfernt.

M. o. ex. = äusserer schiefer Bauchmuskel.

M. i. i. = innerer schiefer Bauchmuskel.

M'. o'. i'. = oberste Portion des inneren schiefen Bauchmuskels, welche als besonderes Bündelehen vom Querfortsatze des vierten Wirbels entspringt.

1, 2, 3, 4 = die vier obersten Wirbel.

M. d = die in der Höhe des Querfortsatzes des fünften Wirbels quer durchschnittenen Rückenmuskeln. *M'. d'* = die äusserste an die Spitze des Querfortsatzes des vierten Wirbels angeheftete Portion derselben.

a = der dem äusseren Schiefen angehörende weisse Streifen.

b = der dem inneren Schiefen angehörende weisse Streifen.

pp = Peritonealhöhle.

ph = Pharynx.

M. st. = *Musc. stylohyoideus*.

Fig. 2. Bauchansicht desselben Frosches; linkerseits sind die Brustschultergürtelmuskeln ganz entfernt.

M. o. ex. = äusserer schiefer Bauchmuskel.

M'. o'. ex'. = dessen oberstes vom Schulterblatte entspringendes Fascikel.

M. o. i. = innerer schiefer Bauchmuskel.

M. st. = *Musc. stylohyoideus*.

ph = Boden der Mundschlundhöhle.

p = Peritonealhöhle.

g = grosse querdurchschnittene Gefässstämme.

M. h. = *Musc. hyoglossus*.

M. st. h. = *Musc. sternohyoideus*.

h = ein Streifen Haut, an dem sich der Hautmuskel ansetzt.

M. p = *Musculus pectoralis*.

c = der dem äusseren Schiefen angehörende weisse Streifen.

d = der dem inneren Schiefen angehörende weisse Streifen.

cd = die Stelle, wo sich beide Streifen decken; linkerseits schimmern sie daselbst durch den grossen Brustmuskel hindurch.

v = die grosse Hautvene, welche gleichfalls durch den grossen Brustmuskel hindurchschimmert und am äusseren Rande desselben abgeschnitten ist.

Fig. 3. Die vordere Bauchwand von innen gesehen.

M. o. ex. = *Musc. obliq. externus*.

M'. o'. ex'. = dessen oberstes isolirtes Fascikel.

M. o. i. = *Musc. obliq. internus*.

1, 2, 3, 4, 5 = die fünf *Inscriptiones tendineae* des DUGÈS'schen *Musc. pubiohyoidien*, dessen oberster Abschnitt auch *Musc. sternohyoideus* (*M. st. h.*) heisst, während die übrigen Abschnitte (*M. r.*, *Mr.*) die *Musc. recti abdominis* darstellen.

c = der weisse Streifen des *Musc. obl. externus*.

d = der weisse Streifen des *Musc. obl. internus*.

d' = die Stelle, wo der letztere an der Innenfläche der *Musc. recti* hervortritt.

v = grosse Vene der vorderen Bauchwand.

Fig. 4. Mikroskopische Ansicht des Zusammenhanges der Muskelenden mit dem elastischen weissen Streifen. Starke Vergrösserung.

M = Muskelprimitivbündel, welches mit stumpfer Spitze im Sarcolemma scharf und bestimmt endet.

S = Der blind endigende Sarcolemmaschlauch, von welchem sich das Ende der Muskelsubstanz zurückgezogen hat, so dass ein konischer Hohlraum übrig bleibt.

B = feingestreiftes, reichlich mit Kernen durchsetztes Bindegewebe, welches continuirlich mit dem Sarcolemma zusammenhängt. Es ist durch absichtliche starke Zerrung des Präparates beträchtlich in die Länge gedehnt, so dass die Grenze der elastischen Fasern des weissen Streifens (*E*) viel weiter vom Ende des Sarcolemmas entfernt erscheint, als dies eigentlich für gewöhnlich der Fall ist. Dieses Präparat wurde deshalb abgebildet, um zu zeigen, dass die Muskelfaserenden nicht unmittelbar mit dem elastischen Streifen zusammenhängen, sondern dass dieser Zusammenhang durch Bindegewebe vermittelt wird, und dass somit die elastischen Streifen wahre »*Inscriptiones elasticæ*« der Bauchmuskelsehnen darstellen.
