

DIE
ELECTRO-MUSCULÄRE SENSIBILITÄT.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER

MEDICINISCHEN DOCTORWÜRDE

DER

ALBERT-LUDWIGS-UNIVERSITÄT

ZU

FREIBURG I. B.

EINGEREICHT VON

HENDRIK WILLEM SCHREUDER.

AUS

AALSEM (HOLLAND).

FREIBURG I. B.

UNIVERSITÄTS-BUCHDRUCKEREI VON CHR. LEHMANN.

1892.

DIE
ELECTRO-MUSCULÄRE SENSIBILITÄT.

INAUGURAL-DISSERTATION
ZUR ERLANGUNG DER
MEDICINISCHEN DOCTORWÜRDE
DER
ALBERT-LUDWIGS-UNIVERSITÄT
ZU
FREIBURG I. B.

EINGEREICHT VON
HENDRIK WILLEM SCHREUDER.
AUS
AALSEM (HOLLAND).

FREIBURG I. B.
UNIVERSITÄTS-BUCHDRUCKEREI VON CHR. LEHMANN
1892.

Ruft man in einem Muskel eine leichte Contraction durch einen Schliessungs- oder Oeffnungsschlag des constanten Stromes oder durch einen einzelnen Schlag des faradischen Stromes hervor, so fühlt man an der Stelle der differentiellen Electrode ein eigenthümliches Stösschen, das sich bei grosser Intensität oder kürzerem Rollenabstande über einen grossen Theil der Muskelbündel unter der Electrode ausbreitet, und dann das Gefühl von Zusammenziehung bekommt.

Duchenne¹⁾ hat schon diese Sensation beobachtet, und sie selbst an einem Musculus Pectoralis gefühlt, wo eine Wunde die darüberliegende Haut entfernt hatte. Wenn einige Muskelbündel von einem faradischen Strome in Contraction versetzt wurden, spürte der Patient ein taubes Gefühl „sensation sourde et spéciale“. Dasselbe beobachteten Duchenne's Patienten, wenn ihr Muskel vom Nerv aus in Zuckung versetzt wurde.

Dieses Gefühl nannte er „sensibilité électro-musculaire“ oder electro-musculäre Sensibilität, nicht zu

¹⁾ Duchenne de Boulogne, De l'Electrisation localisée, troisième édition 1872.

verwechseln mit der musculären Sensibilität Charles Bell's¹⁾ Dieser englische Physiologe fand an den Muskeln, am leichtesten an jenen des Antlitzes, zwei Nervenarten, motorische und sensible; die ersten sollten den Anstoss zur Contraction vom Centrum nach den Muskeln überbringen, während die andern das Zuckungsgefühl in umgekehrter Richtung leiteten.

Diese Sensation nannte Bell „das sechste Sinnesorgan“.

Obwohl Duchenne dieses Vermögen unsern Gelenken zugestelt und die meisten spätern Physiologen und Pathologen dasselbe auch noch in den Sehnen, Bändern und Fasern herrschen lassen, so schreibt er doch den sensiblen Muskelnerven Bell's die electro-musculäre Sensibilität zu.

Dieser Kliniker beobachtete ebenso bei seinen vielen traumatischen Muskellähmungen, welche er jährlich in den Pariser Spitalern behandelte, wie gross die Bedeutung des electro-musculären Gefühls für die Prognosis bei diesen Kranken war.

Einige seiner Fälle mögen zur Erklärung dienen:
Fall XIII.

Vanbelle, ein Schneider, erlitt bei einem Sturze eine Luxatio Humeri subcoracoidea. Am andern Morgen, als diese spontan in eine Luxatio infraglenoidea übergegangen war, wurde reponirt. Einen Monat später sah Duchenne den Patienten und fand gänz-

¹⁾ Sir Charles Bell, *The Hand, its Mechanism and vital Endowments* 1852, ins Deutsche übersetzt von Dr. Franz Knottenkamp (Die Hand und ihre Eigenschaften).

liche Lähmung des Armes mit ausgesprochener Atrophie der Muskeln. Die electriche Untersuchung lehrte, dass die Muskeln der Hand, des Vorderarmes und des Oberarmes ihre electriche Contractilität verloren hatten, d. h. durch die stärksten Inductionsströme nicht zur Contraction gebracht werden konnten, die electro-musculäre Sensibilität war bis auf die Hälfte herabgesetzt. Der Musc. Deltoides war noch zur Contraction zu bringen mit einem etwas stärkeren Strome als an der normalen Seite nöthig war, die electro-musculäre Sensibilität war im Ganzen erhalten. Nach fleissigem Faradisiren erlangte der Musc. Deltoides bald seine willkürliche Contractilität wieder, die übrigen Muskeln atrophirten sehr bedeutend trotz der Behandlung. Nach fünf Monaten sehr starke Atrophie; die Hand in Klauenstellung. Allmählig kam die spontane Bewegung zurück, erst im Oberarm, später im Vorderarm und zuletzt auch in den Handmuskeln, derartig, dass nach zwei Jahren, obwohl das Electriciren einige Male unterbrochen wurde, der Patient beinahe geheilt entlassen werden konnte.

Fall XXXI.

Nach einem Sturze auf die Schulter, Verlust der Bewegungsfähigkeit im Schulter- und Ellbogengelenke. Musculäre Contractilität und Sensibilität aufgehoben. Trotz der lang fortgesetzten Behandlung vollkommene Atrophie der betroffenen Muskeln.

Fall XXXIV.

Einen Monat nach einer Schulterluxation fand

Duchenne bei dem Patienten vollkommene Aufhebung aller Bewegungen des Armes.

a. Die vom Nervus Ulnaris und vom Nervus Medianus innervirten Muskeln hatten ein wenig von ihrer electricischen Contractilität verloren; die electro-musculäre Sensibilität war normal.

b. Der Musc. Deltoides und die Muskeln des Oberarmes hatten ihre electricische Contractilität eingebüsst; die electro-musculäre Sensibilität bestand noch, war aber verringert.

c. Die innervirten Muskeln vom Nervus Radialis hatten ihre electricische Contractilität und electro-musculäre Sensibilität verloren.

Auf zweimaliges Faradisiren erlangten die Muskeln der ersten Gruppe ihre willkürliche Bewegung wieder; bis ungefähr dreissig maliger Wiederholung wurden die unter b. genannten wieder normal, während die Muskeln des Nervus Radialis trotz der kräftigsten Behandlung ganz atrophirten.

Aus vielen solchen Fällen schloss Duchenne, dass traumatische Lähmungen schnell heilen, wenn die electricische Contractilität der betroffenen Muskeln zwar ein wenig verringert, die electro-musc. Sensibilität aber im Ganzen erhalten ist. Erwas länger zögert die Heilung, wenn die erste Eigenschaft verschwunden, die letzte verringert ist, aber eine ungünstige Prognosis muss immer ausgesprochen werden, wie lange und wie stark man auch faradisirt, wenn beide verschwunden sind.

R. Remak¹⁾ fand aber den Nutzen, welchen Duchenne seinem faradischen Strome zuschrieb, weit übertrieben; Contractur und grosse Schmerzhaftigkeit der überreizten Muskeln trete oft an Stelle der Paralyse; nur der galvanische Strom könne in letzterem Falle Heilung bringen, und hätte noch den Vorteil, den Patienten schneller und sicherer zu heilen. Zugleich bekämpft er die Existenz der electro-musculären Sensibilität und nennt sie nur Hautgefühl.

In vorliegender Arbeit habe ich mir nun die Lösung der Frage zur Aufgabe gestellt: Was ist electro-musculäre Sensibilität, ist sie nur Hautgefühl, oder entsteht sie in den Muskeln selbst, und im letzten Falle, welche Aenderung in dem Muskel, die selbständig dem Centrum zugeleitet wird, liegt diesem Gefühl zu Grunde.

Seit der Arbeit Duchenne's ist die electro-musculäre Sensibilität in den Hintergrund getreten, ihre prognostische Bedeutung stark verringert. Im folgenden Abschnitte soll zunächst die Meinung einiger Electrotherapeuten wiedergegeben werden, welche diesem Punkte ihre Aufmerksamkeit zugewendet haben.

Benedikt²⁾ schreibt: „Wer jedoch besondere hysterische und tabetische Muskelanästhesien beobachtet hat, wird an der Existenz der Muskeln-

¹⁾ R. Remak, Galvanotherapie der Nerven und Muskelkrankheiten, Berlin 1878.

²⁾ M. Benedikt, Elektrotherapie, Wien 1882.

pfung nicht zweifeln, und die Empfindung der Contraction bei der faradischen Reizung kann als Muskelempfindung nicht missdeutet werden.

Daneben hat Benedikt die electro-musculäre Sensibilität erhöht und vermindert gesehen bei Hysterischen unabhängig von dem Hautgefühl; jedoch lassen sich zu all diesen Prüfungen nur besonders intelligente Personen verwenden. Bei Tabes ist die electro-musculäre Sensibilität vermindert, ebenso bei progressiver Muskellähmung, bei Bleilähmung zuweilen erhöht. Von einem prognostischen Werthe wird nirgend gesprochen.

Moritz Meyer¹⁾ hat ausführlicher wie Andere die Frage der electro-musculären Sensibilität behandelt, und versucht festzustellen, was das Wesen dieser Empfindung ist.

„Ob dieselbe (electro-musculäre Sensibilität) denjenigen sensiblen Nervenfasern zuzuschreiben ist, welche allen, auch den sogenannten rein motorischen Nerven beigemischt sind, oder ob sie den sensiblen Nerven der bindegewebigen Umhüllungen der Muskelbündel ihren Ursprung verdanken, wie es Remak²⁾ anzunehmen geneigt ist, oder endlich ob die Muskelnerven selbst Vermittler jener Empfindungen sind, wie es Eckhard³⁾ für möglich hält, ist noch

¹⁾ Dr. Moritz Meyer, die Electricität in ihrer Anwendung auf practische Medicin. 1868. (P. 46).

²⁾ R. Remak, über methodische Electricität gelähmter Muskeln, Berlin 1853. (P. 19).

³⁾ Dr. C. Eckhard, Grundzüge der Physiologie des Nervensystems, Giessen 1854. (P. 113).

unentschieden. Das Verhältniss der electro-musc. Sensibilität und Contractilität zueinander ist von einem Individuum zum andern verschieden. In krankhaften Zuständen können beide zusammen oder jede einzeln in mehr oder minder hohem Grade verschwinden und dadurch zu einem diagnostisch wichtigen Hülfsmittel werden. Die graduelle Verschiedenheit der electro-musc. Contractilität und Sensibilität zwischen den verschiedenen Muskeln desselben Individuums, hat ihren Grund, theils in anatomischen Verhältnissen — so wird man z. B. bei dem natürlichen Uebergewicht, welches die Flexoren über die Extensoren der Hand haben, eines kräftigeren Stromes zur Hervorbringung der Contraction des Musc. Extensor Digit. Comm., als zu der des Musc. Flexor Digit. Comm. bedürfen, — theils in dem geringeren oder grösseren Reichthum an sensiblen Fasern, die den Nerven beigemischt sind, oder sich an den Hautstellen verbreiten, die von den Conductoren berührt werden, theils in der Verschiedenheit des Leitungswiderstandes, den die oberhalb des gereizten Muskels befindlichen Gewebe, und vor allen die dünnere oder dickere Epidermis darbieten.“

Im Grossen und Ganzen ist dies richtig, aber die Verteilung der sensiblen Nerven in der Haut darf keinen Einfluss haben; Hautgefühl und electro-musc. Sensibilität muss man scharf trennen.

Was den Werth der electro-musc. Sensibilität für die Prognose der traumatischen Lähmungen betrifft, so findet Meyer ihn nicht so gross wie

Duchenne, denn er sagt, wenn er von den Nervenlähmungen spricht: ¹⁾ „Die Prognose der Nervenlähmungen ist von dem Grade der Herabsetzung der electro-musc. Contractilität in den gelähmten Muskeln abhängig, dergestalt, dass jeder Muskel die Fähigkeit der willkürlichen Bewegung unter dem Einfluss der electricischen Erregung um so schneller wieder erlangt, je weniger er von vornherein in seiner electro-musc. Contractilität gelitten hat.“

An einer anderen Stelle schreibt Meyer dennoch, wenn er von Nervenlähmungen spricht: „Uebrigens leiden die gelähmten Muskeln mehr in ihrer Contractilität, als in ihrer Sensibilität und erlangen meist die Letztere vor der Ersteren wieder.“

Rosenthal und Bernhardt ²⁾ erwähnen, dass bei der Contraction eines Muskels hervorgerufen durch einen electricischen Reiz, eine Empfindung gefühlt wird, unabhängig von der Hautsensibilität, welche sich je nach der Stärke des Stromes steigern kann zu einer wirklichen electro-musculären Schmerzempfindung. Woher dieses Gefühl stammt, lassen sie unbeantwortet.

Lewandowski ³⁾ sagt von der electro-musc. Sensibilität, dass sie Contractionsgefühl ist, auftretend

¹⁾ Dr. M. Meyer, Die Electricität in ihrer Anwendung auf practische Medicin, (p. 221).

²⁾ Dr. J. Rosenthal und Dr. M. Bernhardt, Electricitätslehre und Electrotherapie, 1854.

³⁾ Dr. Rudolf Lewandowski, Electrodiagnostik und Electrotherapie.

bei der electricischen Muskelreizung und vom Hautgeföhle vollkommen unabhängig.

E. Remak hat in einem Artikel in der Real-Encyclopädie von Eulenburg ¹⁾ die Sache etwas anders dargestellt: „Electro musculäre Sensibilität (Duchenne) wird das namentlich bei der faradischen Reizung eines gemischten Nervenstammes oder motorischen Nerven entstehende Gefühl der Zusammenziehung, im Bereich des zur Contraction gelangenden Muskels genannt, welches höchst wahrscheinlich auf der Reizung sensibler Muskelnerven beruht. Dieselbe bis zu einem Grade von der Hautsensibilität unabhängig . . . etc.“

Eckhard (siehe Seite 10), nennt bei Besprechung des Muskelsinnes nirgends die electro-musc. Sensibilität und darum hat Meyer nicht Recht, wenn er sagt: „Eckhard hält es für möglich, dass die Muskelnerven selbst Vermittler jener Empfindungen (electro-musc. Sensibilität) sind.“

Eckhard schreibt nämlich das Folgende: „Auch durch die zu den Muskeln dringenden Nerven werden gewisse Empfindungen vermittelt. Durch sie kommt das Gefühl der Ermüdung und der Muskelschmerz zu Stande, und durch sie werden wir uns der Grade der Anstrengung bewusst, welche wir auszuüben haben, um gewisse Widerstände zu überwinden.“

Durch was für Nerven diese Empfindungen zu Stande kommen, darüber kann man verschiedener

¹⁾ Real-Encyclopädie der gesammten Heilkunde, herausgegeben von Prof. Dr. A. Eulenburg.

Ansicht sein; entweder stellt man sich vor, dass es besondere Empfindungsnerven seien, welche mit den Muskelnerven in die Muskelsubstanz eindringen, oder man denkt sich, dass letztere selbst die Vermittler jener Gefühle sind.“

Erb¹⁾ behandelt diese Sache ziemlich kurz. In seinem Handbuch schreibt er: „Nur wenige Worte bleiben mir noch übrig zu sagen von der Prüfung der electro-musculären Sensibilität, die bekanntlich von Duchenne als von erheblicher diagnostischer Wichtigkeit proklamirt wurde. Sie ist neuerdings fast in Vergessenheit gerathen und gewiss auch nicht so leicht zu prüfen, wie man es oft annimmt.“

Das französische Handbuch von Onimus und Legros²⁾ und ein Artikel Onimus in dem Dictionnaire des Sciences médicales³⁾ schweigen über die electro-musc. Sensibilität.

Nach dieser kurzen Litteraturübersicht folge eine genauere Beschreibung der Art der electro-musc. Sensibilität, denn selbst Duchenne und nach ihm andere Pathologen, z. B. E. Remak haben unter diesem Namen Sensationen vereinigt, welche von einander geschieden werden müssen. So soll z. B. gezeigt werden, dass das Gefühl, welches in dem

¹⁾ Dr. Wilhelm Erb, Handbuch der Electrotherapie in von Ziemssen's Handbuch der allgemeinen Therapie, Leipzig 1882, (p. 165).

²⁾ E. Onimus et Ch. Legros, Traité de l'Electricité médicale, Paris 1872.

³⁾ E. Onimus, Electrotherapie in Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales.

Muskel mittelst Reizung des motorischen Nerven ausserhalb des Muskels entsteht, verschieden ist von der electro-musc. Sensibilität. So wird auch deutlich werden, dass das letztere Gefühl ganz anders ist als die Empfindung in den Muskeln, welche bei der willkürlichen Contraction entsteht.

Um deutlich anzugeben, was man meiner Meinung nach unter electro-musc. Sensibilität verstehen muss und was auch Duchenne¹⁾ damit im Anfange angedeutet hat, halte ich es für geeignet, zu beschreiben, wie ich, meistens am Musculus Biceps Brachii, bei verschiedenen erwachsenen Personen, die electro-musc. Sensibilität hervorgerufen habe.

Ich bewege erstens die kleine differente Electrode geeigneter Intensität über den genannten Muskel, um Stellen verschiedener Reizbarkeit aufzusuchen, welche dann auf der Haut mit unauslöschlichen Linien bezeichnet werden. Wenn ich also die tief oder oberflächlich liegenden Nervenstämmchen in dem Muskel bestimmt habe, setze ich die differente Electrode auf den Punkt grösster Reizbarkeit. Allmähig den Rollenabstand verringernd, lasse ich den Patienten die Augen schliessen, damit sein Beobachtungsvermögen schärfer wird, und ersuche ihn anzugeben, wenn er etwas zu fühlen anfängt. Ich beobachte alle Sorgfalt, dass meine Electrode nicht auf oder in unmittelbarer Nähe von einem Hautnerven sich befindet, was leicht erkannt wird durch ein eigenthümliches unangenehmes Gefühl bei der faradischen Reizung.

¹⁾ Duchenne, De l'Electrisation localisée (p. 40).

Beinahe alle untersuchten, intelligenten Personen geben bei dieser Prüfung an, dass sie in der Nähe der Electrode ein eigenthümliches, kurz dauerndes, taubes Gefühl wahrnehmen, was einige Contractionsgefühl nennen, andere nicht. Die meisten nehmen dies gleichzeitig mit der Contraction wahr, bei einigen geht es voraus, bei anderen folgt es nach. Diese Sensation kann nur hervorgerufen werden durch den electrischen Strom und heisst darum mit Recht: *electro-musculäre Sensibilität*. Sie wird bei dem grössten noch wirksamen Rollenabstande wahrgenommen unter der oder in der unmittelbaren Nähe der Electrode; bei Annäherung der secundären Rolle steigt ihre Intensität und gleichzeitig verbreitet sie sich über eine grössere Strecke der sich contrahirenden Muskelbündel. Merkwürdig ist hierbei, dass sie im letzten Falle in distaler Richtung der Electrode beobachtet wird.

Um nun weiter einzudringen in das Wesen der *electro-musculären Sensibilität* können wir uns die folgenden Fragen stellen:

- 1) Ist sie vielleicht nur Hautgefühl?
- 2) Ist sie nur ein Erfolg der Reizung sensibler Nerven, welche vielleicht mit den motorischen in einem Bündel gefunden werden?
- 3) Ist sie das Contractionsgefühl, welches in dem Muskel hervorgerufen wird bei Reizung der motorischen Nervenstämme?
- 4) Ist sie eine Aenderung, welche im Muskel entsteht bei direkter Reizung der Muskel-

substanz, und die sich bei Intensitätszunahme des Stromes in Contraction äussert?

Will man all' diese Fragen beantworten, dann wird es nöthig, den galvanischen Strom zu Hilfe zu nehmen, denn nur bei ihm kann man genau die Intensität bestimmen. Edelmann's¹⁾ absolut geeichter Inductions Apparat (Faradimeter) stand mir nicht zu Gebote. Steht die differente Electrode (Kathode) auf dem motorischen Punkte eines *Musc. Biceps Brachii*, dann wird bei einer Stromstärke, welche genügend ist, eine leichte Contraction hervorzubringen, auch die wahre *electro-musculäre Sensibilität* beobachtet; auch hier hat der Patient oft ein besonderes Gefühl, bevor die Contraction zu beobachten ist, und localisirt dasselbe bei schwächeren Strömen unter der Electrode, bei steigender Stromstärke in einem grösseren Theil der sich contrahirenden Fasern.

Die Beantwortung der ersten Frage, ob das Gefühl vielleicht nur in der Haut entsteht, erfordert keine grosse Mühe. Denn man braucht nur die differente Electrode an solche Hautstellen aufzusetzen, wo keine Muskelsubstanz gefunden wird, z. B. am untern Ende der Streckseite des Vorderarmes, wo unter der Haut nur Sehnen liegen. Weder bei faradischen Oeffnungsströmen noch bei Schliessungen des galvanischen Stromes wird hier ein ähnliches Gefühl

¹⁾ Dr. M. Th. Edelmann, Elektrotechnik für Aerzte, München 1890, Seite 153.

wahrgenommen. Damit ist ein genügender Beweis geliefert, dass wir es nicht mit Hautgefühl zu thun haben.

Auch habe ich einen Hystericus beobachtet, welcher eine grosse hypaethetische Insel am Vorderarm hatte. Die electro-musc. Sensibilität trat bei derselben Stromstärke wie an der gesunden Seite auf, wiewohl das Hautgefühl für den electricen Strom (electricer Pinsel) herabgesetzt war. (Siehe Beobachtung IX.)

Die zweite Frage lautet, ob das Gefühl hervorgerufen wird durch Reizung sensibler Nerven, welche mit den in der Muskelsubstanz eingebetteten motorischen Nerven in einem Bündel zusammen liegen. Die Antwort ergibt sich aus den bei der folgenden Versuchsanordnung gemachten Beobachtungen. Wenn man die differente Electrode, sei es des faradischen, sei es des galvanischen Stromes, auf mehr oder weniger reizbaren Stellen des Musc. Biceps Brachii aufsetzt, so wird das Gefühl fast bei denselben Stromesintensitäten wahrgenommen. Z. B.

Eine KaS. 1 M. A. ruft auf der empfindlichsten Stelle eine sichtbare Zuckung und das fragliche Gefühl hervor. Nun findet man, wenn man die Electrode auf dem langen Kopfe des Musc. Biceps aufsetzt, dass nur bei 6 M. A. Contractionen sichtbar werden; aber das Gefühl entsteht doch bei den meisten Personen bei Anwendung einer Intensität von ungefähr 1 M. A. Wenn man dann noch die differente Electrode an den anderen Theilen des Muskels aufsetzt, wo die Contractionen folgen bei Intensitäten zwischen 1—6 M. A., und immer wieder, wie es thatsächlich

der Fall ist, das Gefühl hervorgerufen wird bei einer Intensität von ungefähr 1 M. A., so kann meiner Ansicht nach der Gedanke, dass das Gefühl nur eine Folge von Reizung der sensiblen Nerven in der Muskelsubstanz ist, nicht festgehalten werden.

Hiermit ist sogleich die Antwort auf die dritte Frage, ob das Gefühl die Folge einer Contraction ist, welche durch die Reizung motorischer Muskelnerven bewirkt wird, geliefert worden. Sie kann nur „Nein“ lauten, denn sonst müsste die Stromintensität, die zur Hervorrufung des Gefühles und der Contraction nöthig ist, in derselben Weise wechseln.

Per exclusionem muss man also zu der Vorstellung kommen, dass das fragliche Gefühl in der Muskelsubstanz durch directe Muskelreizung hervorgerufen wird und also durchaus verdient, „electromusculäre Sensibilität“ genannt zu werden.

Es muss hier sogleich erwähnt werden, dass bei keiner der von mir untersuchten Personen, auch nicht bei mir selbst, die electro-musc. Sensibilität wahrgenommen wurde, wenn durch electriche Reizung entfernter Stellen der zugehörigen gemischten Nervenstämmen Muskelcontractionen erweckt wurden.

Nur intelligente Personen können mit einiger Uebung die electro-musc. Sensibilität wahrnehmen und wenn man kranke Muskeln zu untersuchen hat, muss man erst die Patienten an der gesunden Seite in dem Fühlen üben. Ich selbst sah eine Hysterica ohne ausgesprochene Anaesthenien, aber mit Paralyse der beiden Beine, welche nicht im Stande war,

irgendwo bei den stärksten Stromintensitäten die mindeste Sensation in den Muskeln wahrzunehmen. Auch glaube ich aus dem Bache Duchenne's den Schluss ziehen zu dürfen, dass er zu eilig, selbst in seinem Versuche mit dem entblösten Musc. Pectoralis über das Vorhandensein des electro-musc. Gefühles geurtheilt hat; ich finde keine Stelle, wo er von der Schwierigkeit der Wahrnehmung spricht, und so kann ich mir erklären, dass R. Remak an der Genauigkeit seiner Experimente gezweifelt hat.

Eigene Versuche.

- EMS. = electro-musc. Sensibilität.
 C. = minimale Contraction.
 R. A. = Rollenabstand in Centimetern (Faradischer Oeffnungsstrom).
 M. A. = Milliampère, gemessen, wo es nicht besonders erwähnt wird mit Edelmann's absolutem Horizontalgalvanometer.

Versuch I.

Musculus Biceps Brachii dexter (ich.)

Punkt grösster Reizbarkeit. Punkt geringer Reizbarkeit.

Farad. Oeffnungsschläge:

EMS.: 17,5 R. A. EMS.: 17 R. A.

C.: 18 R. A. C.: 11,5 R. A.

Galvan. Strom:

EMS.:	{	KaS. 1,5 M. A.	EMS.:	{	KaS. 2 M. A.
		AnS. 2 M. A.			AnS. 2,75 M. A.
		AnO. 2 M. A.			AnO. 2,75 M. A.
		KaS. 2 M. A.			KaS. 7 M. A.
C.:	{	AnS. 3 M. A.	C.:	{	AnS. 10 M. A.
		AnO. 7 M. A.			AnO. > 10 M. A.

Versuch II.

Musculus Biceps Brachii dexter (Prof. Talma).

Punkt grösster Reizbarkeit. Punkt geringer Reizbarkeit.

Farad. Oeffnungsschläge:

EMS.: 18 R. A. EMS.: 17 R. A.

C.: 18 R. A. C.: 12,5 R. A.

		Galvan. Strom:	
EMS.:	{ KaS. 1 M. A.	EMS.:	{ KaS. 1 M. A.
	{ AnS. 2,5 M. A.		{ AnS. 2 M. A.
	{ AnO. 2,5 M. A.		{ AnO. 2 M. A.
C.:	{ KaS. 1,25 M. A.	C.:	{ KaS. 5 M. A.
	{ AnS. 3,25 M. A.		{ AnS. > 6 M. A.
	{ AnO. 3,25 M. A.		{ AnO. > 6 M. A.

Versuch III.

Musculus Biceps Brachii dexter (Dr. Langenbergh).

Punkt grösster Reizbarkeit. Punkt geringer Reizbarkeit.

Farad. Oeffnungsschläge:	
EMS.: 17 R. A.	EMS.: 17 R. A.
C.: 17,5 R. A.	C.: 14,5 R. A.

Galvan. Strom:			
EMS.:	{ KaS. 1,25 M. A.	EMS.:	{ KaS. 1,25 M. A.
	{ AnS. 1,75 M. A.		{ AnS. 3 M. A.
	{ AnO. 2 M. A.		{ AnO. 3 M. A.
C.:	{ KaS. 1,25 M. A.	C.:	{ KaS. 6 M. A.
	{ AnS. 4 M. A.		{ AnS. 6,5 M. A.
	{ AnO. > 6 M. A.		{ AnO. 8,5 M. A.

Versuch IV.

Musculus Biceps Brachii dexter (Patient Plooy).

Punkt grösster Reizbarkeit. Punkt geringer Reizbarkeit.

Galvan. Strom:	
EMS.: 1 à 1,5 M. A.	EMS.: 1 M. A.
C.: 1,5 M. A.	C.: 4 M. A.

Drei Punkte verschiedener Reizbarkeit *Musc. Deltoïdes.*

1 ^o Stelle	EMS.: KaS. 0,75 M. A.	C.: KaS. 3,5 M. A.
2 ^o " "	: KaS. 1 M. A.	C.: KaS. 4 M. A.
3 ^o " "	: KaS. 1,5 M. A.	C.: KaS. 2,5 M. A.

Versuch V.

Musculus Biceps Brachii sin. (Dr. Schinkel).

Punkt grösster Reizbarkeit. Punkt geringer Reizbarkeit.

Galvan. Strom:	
EMS.: KaS. 0,75 M. A.	EMS.: KaS. 0,75 M. A.
C.: KaS. 1,25 M. A.	C.: KaS. 6 M. A.

Versuch VI.

Musculus Flexor Digit. comm. dexter (Med. Doct^s F. H.).

Punkt grösster Reizbarkeit. Punkt geringer Reizbarkeit.

Farad. Oeffnungsschläge:	
EMS.: 18 R. A.	EMS.: 17,4 R. A.
C.: 18 R. A.	C.: 15,5 R. A.

Galvan. Strom:			
EMS.:	{ KaS. 1 M. A.	EMS.:	{ KaS. 1 M. A.
	{ AnS. 2 M. A.		{ AnS. 2,5 M. A.
C.:	{ KaS. 1 M. A.	C.:	{ KaS. 2,5 M. A.
	{ AnS. 2,5 M. A.		{ AnS. 4 M. A.

Versuch VII.

Musculus Biceps Brachii dexter (Med. Doct^s C. G.).

Punkt grösster Reizbarkeit. Punkt geringer Reizbarkeit.

Farad. Oeffnungsschläge:	
EMS.: 19,5 R. A.	EMS.: 18 R. A.
C.: 19,5 R. A.	C.: 13,5 R. A.

Galvan. Strom:			
EMS.:	{ KaS. 1,75 M. A.	EMS.:	{ KaS. 1,75 M. A.
	{ AnS. 2 M. A.		{ AnS. 2,25 M. A.
C.:	{ KaS. 1,75 M. A.	C.:	{ KaS. 4 M. A.
	{ AnS. 2 M. A.		{ AnS. 5 M. A.

Versuch VIII.

Musculus Biceps Brachii dexter (Med. Doct^s H. P. B.).

Punkt grösster Reizbarkeit. Punkt geringer Reizbarkeit.

Farad. Oeffnungsschläge:	
EMS.: 20 R. A.	EMS.: 16,5 R. A.
C.: 20 R. A.	C.: 12,5 R. A.

Galvan. Strom:			
EMS.:	{ KaS. 1 M. A.	EMS.:	{ KaS. 2,25 M. A.
	{ AnS. 2 M. A.		{ AnS. 3,5 M. A.
C.:	{ KaS. 1 M. A.	C.:	{ KaS. > 6 M. A.
	{ AnS. 2 M. A.		{ AnS. > 6 M. A.

Bei den genannten Versuchspersonen (wie bei vielen Andern, von denen ich hier die Einzelheiten nicht erwähne) wurde also überall in den Muskeln

EMS. nahezu bei der gleichen Stromintensität erweckt. Nur ist nicht zu verkennen, dass an den Stellen grösster motorischer Reizbarkeit die minimale Stromintensität zur Hervorrufung von EMS. um ein bisschen kleiner sein muss, als an den Stellen geringerer Reizbarkeit; der Unterschied ist aber klein.

Wo die motorische Reizbarkeit viel geringer ist, z. B. im langen Kopfe des Musc. Biceps (Vers. II), wird die erste Contraction geschehen bei R. A. 12,5 und bei KaS. > 6 M. A. (an der reizbarsten Stelle tritt sie auf bei R. A. 18 und bei KaS. 1.25 M. A.), und wird EMS. bei viel geringer Stromintensität hervorgerufen.

Wenn man bedenkt, dass die Differenz an den verschiedenen Stellen des nämlichen Muskels nur von der grösseren oder geringeren Entfernung motorischer Nervenäste abhängt, so folgt aus diesen Versuchen, dass die Erweckung von EMS. nicht von Reizung motorischer Muskelnerven abhängt, und also nur die Folge direkter Reizung der Muskelsubstanz sein kann. Weil EMS. an allen Stellen der Muskeln beinahe gleich gefunden wird, so muss eine allgemeine Muskelsensibilität angenommen werden.

Versuch IX.

Patient R., Hystericus, hat hypaesthetische Inseln an seinem Körper. Hautgefühl am linken Vorderarm über dem Musc. Flexor. Digit. R. A. 52, am rechten normalen Vorderarm R. A. 71.

Musculus Flexor Digit. comm. sin.

Punkt grösster Reizbarkeit.		Punkt geringer Reizbarkeit.	
EMS.:	{ KaS. 2 M. A. AnS. 2,5 M. A.	EMS.:	{ KaS. 2,5 M. A. AnS. 2,5 à 3 M. A.
C.:	{ KaS. 2,5 M. A. AnS. 3,5 M. A.	C.:	{ KaS. 3,5 M. A. AnS. 4 M. A.

Musculus Flexor Digit. comm. dexter.

Punkt grösster Reizbarkeit.		Punkt geringer Reizbarkeit.	
EMS.:	{ KaS. 2 M. A. AnS. 2,5 M. A.	EMS.:	{ KaS. 2,5 M. A. AnS. 2,5 M. A.
C.:	{ KaS. 2 M. A. AnS. 3,5 M. A.	C.:	{ KaS. 3,5 M. A. AnS. 4,5 M. A.

Die Ziffern mit einem Federgalvanometer nach Kohlrausch und einem andern Schlittenapparate aufgenommen.

Versuch X.

N. G., ein neunzehnjähriges Mädchen, zeigt seit einigen Jahren ein ziemlich vollkommenes Bild der Hysterie. Sie hat oft hysterio-epileptische Anfälle mit wechselnden An- und Hypaesthesien. Bei den wiederholten Untersuchungen hatte sie eine rechtsseitige Hemihypaesthesie; mit einer Stecknadel kann man rechts eine Hautfalte durchstechen, ohne dass sie einen bedeutenden Schmerz angibt. Ausserdem hat sie Verringerung des Tastsinnes, des Kältesinnes, des Wärmesinnes und des Drucksinnes; der Ortsinn hat jedoch nicht gelitten. Den Stand ihrer Extremitäten gibt sie mit geschlossenen Augen gut an. Bei ihr fand ich EMS. herabgesetzt, z. B. am rechten Musc. Biceps Brachii, welcher von einem dicken Panniculus adiposus bedeckt ist. Nach einiger Uebung gibt Patientin an:

An der reizbarsten Stelle des Musc. Biceps dexter.

EMS.: 16 R. A.
C.: 16,5 R. A.

An der reizbarsten Stelle des Musc. Biceps sin.

EMS.: 19 R. A.
CMS.: 16 R. A.

In der Zeit, während deren ich die electro-musc. Sensibilität studirte, hatte ich nur selten Gelegenheit, die Folgen schwerer traumatischer Nervenläsion wahrzunehmen. Die an solchen gemachten Untersuchungen lasse ich hier folgen.

Versuch XI.

E., ein kräftig gebauter Mann mittleren Alters geriet bei seiner Arbeit zwischen eine Mauer und einen Kohlenwagen, wobei er erhebliche Verletzung ohne Hautzerreissung nahe an der Umschlagstelle des Nervus Radialis dexter bekam. Nach einigen Tagen, wie er bestimmt angibt nicht plötzlich, verspürte er Lähmung der Streckmuskeln der Hand. Einen Monat nachher kam er ins Krankenhaus mit vollkommener Paralysis Nervi Radialis. Es bestand Atrophie und Degenerationsreaction in den zugehörigen Muskeln. Der Chirurg suchte den Nervus Radialis an seiner Umschlagstelle am Humerus auf, fand aber keine Durchtrennung; der Nerv war nur von hartem Narbengewebe umgeben. Dieses wurde entfernt und die Wunde genäht. Als alles gut geheilt war, wurde er mir zugeschickt; Faradisirung sollte hier die weitere Therapie sein. Die vom Nervus Radialis innervirten

Muskeln reagirten nun nicht mehr auf die stärksten faradischen Ströme, auch die galvanische Reizbarkeit war stark herabgesetzt. Ausserdem bestand Verkürzung der Handflexoren. Im Anfang wurde er wöchentlich zwei oder dreimal faradisirt, dann sah ich ihn in drei Monaten nicht wieder. Sieben Monate nach der Operation, es war im December 1891, untersuchte ich den Patienten und fand willkürliche Contraction der Streckmuskeln, die Kraft derselben war nur gering. Die electriche Untersuchung lehrte:

Musculus Extensor Carpi Radialis dexter.

Punkt grösster Reizbarkeit.

Punkt geringer Reizbarkeit.

Farad. Oeffnungsschläge:

EMS.: 11 R. A.

Hier konnte ich keine Contractionen in dem untersuchten Muskel hervorrufen; EMS. wurde nicht erweckt bevor die Faradisirung sehr schmerzhaft war, dann war die Wahrnehmung von EMS. überhaupt unmöglich.

C.: 11 R. A.

Bei normalen Personen wurde in diesem Muskel bei 18 à 19 R. A. die Contraction wahrgenommen.

Galvan. Strom:

EMS.: | KaS. 6 M. A.

Hier war ich nicht im Stande, locale Contractionen hervorzurufen.

| AnS. 6 M. A.

C: | KaS. 6 M. A.

| AnS. 6 M. A.

Die Contractionen waren nicht träge.

Zwei Monate nach dieser Untersuchung hat die Kraft der Muskeln stark zugenommen, die Contractur war verschwunden und Patient übt wieder seinen Beruf aus. Noch immerfort ist die rechte Hand nicht so kräftig wie die andere.

Die faradische Untersuchung ergibt:

Musculus Extensor Carpi Radialis dexter.

Punkt grösster Reizbarkeit. Punkt geringer Reizbarkeit.

Farad. Oeffnungsschläge:

EMS.: 12,5 R. A.	EMS.: 12 R. A.
C.: 13 R. A.	C.: 10 R. A.

Der gesunde Musc. Extensor Carpi Radialis sin. gibt:

Punkt grösster Reizbarkeit. Punkt geringer Reizbarkeit.

EMS.: 15 R. A.	EMS.: 14 R. A.
C.: 15 R. A.	C.: 12 R. A.

Wieder zwei Monate später:

Musculus Extensor Carpi Radialis dexter.

Punkt grösster Reizbarkeit. Punkt geringer Reizbarkeit.

Farad. Oeffnungsschläge:

EMS.: 12 R. A.	EMS.: 12 R. A.
C.: 11,5 R. A.	C.: 11 R. A.

Normaler Musc. Extensor Carpi Radialis sin.

Punkt grösster Reizbarkeit. Punkt geringer Reizbarkeit.

EMS.: 13,5 R. A.	EMS.: 13 R. A.
C.: 13 R. A.	C.: 11,5 R. A.

Diese letzte Prüfung mit anderen Elementen.

In diesem Falle, wo also die Reizbarkeit der Muskeln bedeutend verringert war, jedoch nur ein quantitativer Unterschied von der Norm wahrgenommen wurde, waren EMS. und die motorische Reizbarkeit in gleichem Sinne herabgesetzt und nahmen nachher bei der Wiederherstellung des normalen Zustandes gleichmässig zu.

Es folgt hieraus, dass Herabsetzung von EMS., selbst Verlust derselben an den motorisch wenig reizbaren Muskeltheilen bestehen kann, ohne dass deshalb eine ungünstige Prognosis gestellt zu werden braucht. Es verdient jedoch Erwähnung, dass an den Stellen grösster Reiz-

barkeit, wo also die Anwesenheit motorischer Nervenäste angenommen werden muss, EMS. und C. erst bei sehr geringem Rollenabstande auftraten, während EMS. an den Stellen, wo die motorische farad. Reizbarkeit Null geworden ist, ebenfalls verschwunden ist. Die Erklärung dieser Thatsachen ist etwas schwierig, kann dagegen andererseits einen werthvollen Beitrag liefern zur richtigen Einsicht in das Wesen der EMS.

Oben wurde aus den Wahrnehmungen an gesunden Muskeln deducirt, dass EMS. an die Muskelsubstanz gebunden ist, und man könnte also fragen, ob es nicht unmöglich ist, mit dieser Anschauung den Umstand in Uebereinstimmung zu bringen, dass hier in dem nämlichen Muskel, dessen Contracturen an den Stellen motorischer Nervenäste hervorgerufen werden können, an den Stellen, wo keine motorischen Nervenäste gefunden werden, EMS. überhaupt zu fehlen scheint. Bei näherer Betrachtung erweisen sich die Thatsachen jedoch weniger fremdartig. Auch an den gesunden Muskeln war doch eine geringere Stromintensität zur Hervorrufung von EMS. an den Stellen der motorischen Nervenäste nötig, als da, wo dieselben fehlten; es geht daraus hervor, dass EMS. in der Muskelsubstanz, wo die Enden der motorischen Nerven in dieselben eindringen, bei geringerer Stromintensität hervorgerufen wird, als an den Stellen wo dieselben fehlen.

Bei meinem Patienten findet man ungefähr dasselbe, nur graduell stärker; wo in den kranken Musc. Extensor Carpi Radialis die Endpunkte der betreffen-

den motorischen Nerven angenommen werden müssen, ist EMS., obwohl herabgesetzt, noch vorhanden.

Aus diesem Falle geht also hervor, was aus dem Befund an den gesunden Muskeln weniger deutlich in die Augen sprang, dass EMS. zwar in der Muskelsubstanz entsteht, aber da am leichtesten hervortritt, wo die motorischen Nerven sich in derselben verästeln, d. h. also in der Nähe der Nervenhägel. Im folgenden Falle wurde principiell dasselbe wahrgenommen, nur war die Differenz von der Norm, sowohl in Bezug auf den Grad der Läsion wie auf die Herabsetzung der EMS. und der motorischen Reizbarkeit eine geringere.

Versuch XII.

Ein 39jähriger Lastträger stürzt auf seine linke Hand; nachher Schmerz und Unbeweglichkeit des linken Schultergelenkes. Sieben Wochen nach diesem Vorfall untersuchte ich Patienten und fand: Hautgefühl vermindert auf dem vorderen Theile des Musc. Deltoïdes und über einem grossen angrenzenden Theile über dem Musc. Pectoralis. Links fühlte er den electrischen Pinsel bei R. A. 11,5, rechts bei R. A. 13. Berührungen nahm er an der linken Seite zwar wahr, aber die Empfindung war eine taube. Ausserdem war die Reizbarkeit des vorderen Theiles des Musc. Deltoïdes herabgesetzt, sodass eine Läsion des unterhalb der Clavicula aus dem Plexus Brachialis zugeführten Nerven (Hyrtl) angenommen werden musste.

Der hintere Theil des Musc. Deltoïdes sowie das Hautgefühl oberhalb desselben war normal. Es be-

stand eine Subluxation des Humeruskopfes nach vorn und infolge dessen Unbeweglichkeit im Schultergelenke.

Vorderer Theil des Musc. Deltoïdes sin.

Punkt grösster Reizbarkeit. Punkt geringer Reizbarkeit.

Farad. Oeffnungsschläge:

EMS.: 16,5 R. A.	EMS.: 15 R. A.
C.: 16,5 R. A.	C.: 13 R. A.

Galvan. Strom:

EMS.: { KaS. 1,5 M. A.	EMS.: { KaS. 2 M. A.
{ AnS. 2 M. A.	{ AnS. 4,25 M. A.
C.: { KaS. 3,5 M. A.	C.: { KaS. 5 M. A.
{ AnS. 4,5 M. A.	{ AnS. >7 M. A.

Linker normaler Musc. Deltoïdes

(correspondirender Theil).

Farad. Oeffnungsschläge:

EMS.: 17,5 R. A.	EMS.: 17 R. A.
C.: 17,5 R. A.	C.: 16 R. A.

Galvan. Strom:

EMS.: { KaS. 1,5 M. A.	EMS.: { KaS. 1,75 M. A.
{ AnS. 2,5 M. A.	{ AnS. 3 M. A.
C.: { KaS. 2,5 M. A.	C.: { KaS. 3 M. A.
{ AnS. 4,5 M. A.	{ AnS. 5 M. A.

Hier finden wir bei einer geringen Nervenläsion eine Herabsetzung der motorischen Reizbarkeit des Muskels, combinirt mit einer Verringerung der EMS.

Nach Duchenne's Ansichten (siehe Seite 6) würde die EMS. hier im Ganzen erhalten sein müssen.

Meinen hochverehrten Lehrern an der Universität
zu Utrecht danke ich hierdurch öffentlich für den
während meiner Studienzeit bei Ihnen genossenen
Unterricht.

Der Verfasser.