

XXXVI.

Ueber die elektrische Erregung der sympathischen Fasern und über den Einfluss elektrischer Ströme auf die Pupille beim Menschen.

Von

Dr. J. Katyschew,

praktischer Arzt in St. Petersburg.

~~~~~

(Vortrag gehalten in der Sitzung der Gesellschaft der praktischen Aerzte  
St. Petersburg's am 29. März 1877. Uebersetzt vom Verfasser.)

Meine Herren!

Ich habe die Absicht, heute Ihnen eine Erscheinung zu demonstrieren, auf die ich durch Zufall gestossen bin, eine Erscheinung, zu deren Erklärung ich Ihnen eine Hypothese vorschlagen muss, eine Hypothese, für deren Rechtfertigung ich mich auf kein physiologisches Experiment berufen kann, also eine vielleicht gewagte Hypothese.

Mein heutiger Vortrag ist in den Zeitungen unter dem Titel: „Ueber die Wirkung der Elektricität auf die Pupille“ annoncirt. Sie ahnen, es handele sich um das Elektrisiren des Sympathicus. Ich muss jedoch sagen, dass wenn auch dieser Nerv in meinen Experimenten von dem Strome durchflossen wird, die Erscheinung an der Iris, die ich zu demonstrieren beabsichtige, dennoch der Reizung desselben nicht zugeschrieben werden kann. Ich bin auf die zu demonstrierende Erscheinung gestossen, indem ich für das Elektrisiren des Sympathicus eine vortheilhaftere Stelle als die übliche suchte.

Bekanntlich setzen die Elektrotherapeuten, wenn sie den Sympathicus elektrisch beeinflussen wollen, die wirksame — die differente — Elektrode hinter dem Winkel des Unterkiefers an, der Lage des oberen sympathischen Ganglions entsprechend. Dabei kann man

die Elektrode etwas höher und etwas niedriger stellen. So haben z. B. Eulenburg und Schmidt in ihren Versuchen die differente Elektrode hinter und unter den Kieferwinkel angesetzt; sie stand bei ihnen also auf dem M. sternocleidomastoideus. Gewöhnlich wird jedoch die differente Elektrode höher angesetzt; es wird ganz einfach gesagt, die Elektrode werde hinter den Kieferwinkel applicirt; es wird zuweilen sogar hinzugefügt, dass die von der Elektrode eingenommene Fläche nach vorn von dem verticalen Ast des Unterkiefers, nach hinten von dem proc. mastoideus, nach unten von dem oberen vorderen Rande des M. sternocleidomastoideus begrenzt wird. Was ist nun der so begrenzte Raum? Das ist die Fossa auriculotemporalis, welcher in der Tiefe die Fossa retro-maxillaris entspricht.

Es ist durch Experimente festgestellt, dass man, indem man die differente Elektrode höher oder niedriger stellt, in beiden Fällen sowohl Alterationen des Blutkreislaufes, der eben unter einem gewissen Einfluss des N. sympathicus steht, als auch Erweiterung der Pupille erhalten kann. Die Alterationen des allgemeinen Blutkreislaufes sind seit Veröffentlichung der Arbeit von Eulenburg und Schmidt bekannt, die localen auf die Aenderungen des Blutkreislaufes deutenden Phänomene sind in jüngster Zeit für den äusseren Gehörgang und die Kopfhaut von unserem Collegen und Mitglied, Dr. Tschetschott, aufgefunden worden. Eulenburg und Schmidt erhielten bei der Application des constanten Stromes eine Abnahme der Pulsfrequenz bei einem Weicherwerden des Pulses, Dr. Tschetschott sah die Temperatur des äusseren Gehörgangs und der Kopfhaut auf der Seite der differenten Elektrode unter dem Einflusse der Kathode sinken, unter dem Einflusse der Anode steigen.

In den Versuchen von Eulenburg und Schmidt stand die wirksame Elektrode hinter und unter dem Winkel des Unterkiefers, Dr. Tschetschott setzte sie höher an, für ihn wurde die von der Elektrode eingenommene Fläche von dem vorderen oberen Rande des M. sternocleidomastoideus begrenzt. Ebenso wird die wirksame Elektrode von einigen Autoren höher, von den anderen niedriger applicirt. Es werden Kreislaufsveränderungen, therapeutische Resultate erhalten, während die Erweiterung der Pupille, die man doch bei der Erregung des Sympathicus erwarten darf, höchst inconstant ist. Am häufigsten ist sie höchst geringfügig oder zweifelhaft oder fehlt gänzlich. Dr. Tschetschott sah sie nur bei wenigen Personen, Eulenburg und Schmidt haben für die überwiegende Mehrzahl der Fälle eine objectiv nicht nachzuweisende Pupillenerweiterung angegeben;

in ihren Experimenten urtheilten über die Erweiterung der Pupille die Versuchspersonen selbst, nach den Zerstreuungskreisen vermittelt eines Pupilloskops. Woher wirkt nun der elektrische Strom so ungleichmässig auf die vasomotorischen und auf die oculo-pupillären Fasern des Sympathicus? Weshalb wirkt in dem Stamme des Sympathicus der Strom in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle nur auf die vasomotorischen Fasern ohne diejenigen zu reizen, die zum M. dilatator iridis gehen? Dagegen ist in den Experimenten an Thieren bei der elektrischen Reizung des entblössten und isolirten Sympathicus die Erweiterung der Pupille höchst constant. Gesetzt, die Physiologen wenden den Inductionstrom, die Aerzte, die den N. sympathicus beim Menschen reizen, den constanten Strom an, der Unterschied in dem Reizeffect bei dem Menschen und den Thieren kann doch nicht dem Unterschiede in der Qualität des Reizes zugeschrieben werden. Mosler und Landois und in der jüngsten Zeit Fischer galvanisirten den entblössten Sympathicus bei Thieren und erhielten zu gewissen Momenten Pupillenerweiterung. Ich gestehe, der Unterschied im Effect der Reizung des Sympathicus bei dem Menschen und den Thieren machten mir die Galvanisation dieses Nerven nach der üblichen Methode immer etwas verdächtig. Es ist ferner auffallend, dass die Faradisatio des Sympathicus gar nicht geübt wird. Sie wird auch kaum erwähnt. Dr. Tschetschott konnte den Inductionstrom nicht anwenden, weil, wie er in seiner Dissertation sagt, derselbe Muskelcontractionen hervorruft, die für das Experiment höchst unvortheilhaft sind\*: das Thermometer, welches er des Versuches halber in den äusseren Gehörgang einführt, wird in demselben bei den starken Muskelcontractionen verschoben, andererseits verschieben letztere auch die hinter dem Kieferwinkel stehende Elektrode, wodurch die Faradisatio des Sympathicus natürlich gestört wird. Ich muss darauf nun erwidern, dass unter dem Einflusse der Faradisatio des Sympathicus bei üblicher Elektrodendisposition dennoch gewisse Aenderungen im Blutkreislaufe auftreten, die ich später erwähnen will, während die Pupille durchaus nicht weiter wird.

---

\*) Dr. Tschetschott's Experimente bestanden in Folgendem: er führte in den äusseren Gehörgang der Versuchsperson ein speciell dazu angepasstes Thermometer ein, setzte die differente Elektrode hinter den Kieferwinkel, die indifferente an das Sternum an und beobachtete die Temperaturschwankungen zu den verschiedenen Momenten der Galvanisation. Die Anode bewirkte ein Steigen, die Kathode ein Sinken der Temperatur. Für Weiteres verweise ich auf seine Dissertation.

Wenn wir nun, den Effect der allgemein adoptirten Remak'schen Galvanisation des Sympathicus mit dem Effect der Galvanisation desselben Nerven nach der Methode Gerhardt's vergleichen, so sehen wir einen gewaltigen Unterschied. Gerhardt setzte die negative Elektrode zwischen Unterkieferwinkel und Sternocleidomastoideus, die positive an den Gaumenbogen derselben Seite auf, und erweiterte sich die Pupille in seinen Experimenten beinahe constant.

Es ist nun ersichtlich, dass der Unterschied zwischen der üblichen Galvanisationsmethode des Sympathicus und dem physiologischen Experiment ein genügender Beweggrund ist, die anatomischen Bedingungen der Stromleitung von einer in der Fossa auriculo-temporalis applicirten Elektrode zum Sympathicus etwas näher zu betrachten.

Gesetzt, die eine Elektrode steht hinter dem Kieferwinkel, die andere am Sternum, oder die eine hinter und unter dem Kieferwinkel, die andere wiederum am Sternum: wie fliesst nun der Strom? Der elektrische Strom fliesst bekanntlich vorzüglich in der Richtung, wo er am wenigsten Widerstand findet. Wo wird ihm nun am wenigsten Widerstand geboten?

Wir müssen uns vor Allem merken, dass die differente Elektrode, ob sie einfach hinter oder hinter und unter dem Kieferwinkel steht, wenn sie die gewöhnlichen Dimensionen hat, den Sternocleidomastoideus berührt. Steht die Elektrode unter dem Kieferwinkel, so ruht sie auf dem Muskel. Folglich geht eine Stromschleife immer durch diesen Muskel, da das Muskelgewebe der beste Leiter des Organismus ist. Steht die Elektrode oberhalb des vorderen oberen Randes des Muskels, so begegnet der Strom unter der Haut und dem subcutanen Bindegewebe unten demselben M. Sternocleidomastoideus, der natürlich seine Stromschleife ableitet, und in der Richtung nach Innen der Fascia parotideo-masseterica, eine ziemlich dicke und derbe Fascie, die dem Strom ohne Zweifel einen ziemlichen Widerstand leistet; die Fascien gehören ja zu den schlechteren Leitern unter den Gebilden des Organismus. Hinter der Fascie folgt nun in der Richtung nach Innen die Parotis.

Eine Drüse, als ein lobuläres und von Bindegewebe durchzogenes Organ kann den Strom nicht besonders gut leiten; die Leitungsfähigkeit der Parotis muss noch dadurch verschlechtert werden, dass sie von der Fascia parotideo-masseterica mächtige Bindegewebszüge erhält. Die Parotis nimmt nach Luschka fast die ganze Fossa retro-maxillaris ein, die der Applicationsstelle der differenten Elektrode entspricht, und in welcher der Sympathicus liegt. Ausser der Fascia parotideo-masseterica giebt es in der Fossa retro-maxillaris noch eine

mächtige Fascie, die vor der Carotis und Vena jugularis interna hinzieht und also vor dem Sympathicus liegt. Die Fossa retro-maxillaris, die den Sympathicus in der Tiefe birgt, erstreckt sich in die Tiefe nach Luschka bis auf 3 Centimeter. Das ist nun eine ziemlich beträchtliche Tiefe; zwischen der Reizung des Sympathicus und der eines subcutanen Nerven muss es kraft der so tiefen Lage des ersteren einen gewaltigen Unterschied geben. Um zum N. Sympathicus zu gelangen, muss der Strom eine ziemliche Strecke durch Gewebe fließen, die sich durch ihre Leitungsfähigkeit nicht gerade auszeichnen, und gelangt zu ihm also schon nachdem er sehr viel an Kraft eingebüsst hat; wir müssen aber nicht vergessen, dass ein Theil des Stromes vom M. sternocleidomastoideus abgeleitet wird. Was wird nun aus diesem Stromzweig, der besonders wichtig in den Fällen ist, in denen die Elektrode unter und hinter dem Kieferwinkel applicirt wird? Wir dürfen hier nicht aus dem Auge verlieren, dass dieser Muskel als solcher zwar den Strom gut leiten muss, der Strom aber ihn doch nicht so dicht durchfließen kann, wie er es seinen physikalischen Eigenschaften gemäss thun sollte. Der Sternocleidomastoideus ist ja von einer Scheide bedeckt, einer Scheide, die einerseits seine elektrische Attraction — oder richtiger deren Ergebniss — schwächt, andererseits aber auch den durch sie zum Muskel fließenden Strom mässigen muss.

Es ist diese Scheide für unseren Fall um so wichtiger, als sie hier gerade in Folge der Verwachsung mit der Fascia parotideo-masseterica am mächtigsten ist; sie macht es begreiflich, warum bei der Galvanisation des Sympathicus bei Stromschliessungen und -Öffnungen eine Contraction des Sternocleidomastoideus nur ausnahmsweise vorkommt. Aus dem Kopfknicke muss nun der Strom in die Haut heraustreten, er fließt also zur Sternalelektrode theils durch die Sehnen des Muskels, theils tritt er schon in die Haut oberhalb der Sehne ein; ein anderer Stromzweig muss in die Tiefe durch die Vena jugularis anterior gehen und dann weiter nach vorn zur Haut des Sternums. So verliert sich nutzlos der in den Kopfknicke eingetretene Strom. — Indessen beginnt bei dem Kieferwinkel, wo die differente Elektrode steht, die Vena facialis communis. Das in derselben enthaltene Blut ist ein guter Leiter der Elektrizität und hat daher seine Anziehungskraft für den Strom; die Wände der Vene können keinen beträchtlichen Widerstand dem Strome leisten, da sie nicht dick sind und Muskelelemente enthalten. Die Vena facialis communis ist von keiner mächtigen Fascie bedeckt; die Fascia parotideo-masseterica verwächst ja mit der Scheide des Sternocleidomastoideus; folglich

liegt nach vorn vor der Elektrode eine Gewebspartie von geringerem Widerstande. Durch die Vena facialis communis wird der Strom in um so beträchtlicherer Dichtigkeit fließen, als er in anderen Richtungen Widerstände findet — nach hinten seitens des proc. mastoideus, nach Innen seitens der Parotis und der Fascia parotideo-masseterica, in der geraden Richtung nach unten seitens der Scheide des Kopfknickers. Nun geht also der Strom längs der Vena facialis communis im Trigonum colli superius zu ihrer Mündung in die Vena jugularis communis, und weiter längs der letzteren. Aber weder die Wände der Vene, noch das Blut sind aus Metall, und so müssen die Venen ihrer Nachbarschaft bedeutende Stromschleifen liefern, obschon der Strom in ihrer Richtung fließen muss. In der Nachbarschaft der Carotis angelangt, begegnet der Strom dem Vagus und den Nerven, die der Sympathicus zur Carotis für die Bildung des Plexus Caroticus schickt und wird diese Nerven in einer gewissen Masse beeinflussen. So wird der Strom einen gewissen Einfluss auf die Gefäße ausüben und von keinem Einfluss auf die Weite der Pupille sein. Der Stromlauf macht es begreiflich, warum bei der Galvanisation des Sympathicus die Erweiterung der Pupille so selten ist und im Allgemeinen so unbedeutend ausfällt, während die Modificationen des Blutkreislaufes deutlich ausgesprochen sind. Wir erklären die Sache dadurch, dass in unserem Falle nicht so sehr der Stamm des Sympathicus, der die zum M. dilatator pupillae gehenden Fasern enthält, von dem Strome getroffen wird, als diejenigen Fasern desselben, die zur Carotis gehen und den Plexus Caroticus bilden, und zwar auf ihrer peripherischen Bahn, nicht im Sympathicus selbst. Unsere physikalisch-anatomische Betrachtung macht es verständlich, warum die Beobachter bei der Galvanisation des Sympathicus am Halse deutlich ausgesprochene Abnahme der Pulsfrequenz und eine Abflachung des Pulses beobachteten, während sie eine bedeutende und deutliche Erweiterung der Pupille nicht constatiren konnten. Es ist wohl durch Experimente an Leichen experimentell festgestellt, dass bei der Galvanisation des Sympathicus nach der üblichen Methode derselbe wirklich vom Strome getroffen wird, und in der That bekommt man auch an Lebenden in einigen Fällen Pupillenerweiterung. Aber wie aus Dr. Tschetschott's Untersuchungen zu ersehen ist, tritt sie nur bei schlecht genährten Personen ein, deren Gewebe verhältnissmässig geringen Widerstand dem Strome bieten; bei schlecht genährten Personen sind nach unserem Beobachter auch die vasomotorischen Erscheinungen bedeutender. Wie aus unserer physikalisch-anatomischen Betrachtung, so auch aus den Experimenten von Eulenburg

und Schmidt und unseres werthen Mitgliebes ist zu ersehen, dass zum Sympathicus ein viel schwächerer Strom gelangt, als zum Plexus caroticus und zu den den letzteren bildenden Nerven.

Aber den Strom zu diesen Nerven durch die Vena facialis communis zu leiten, heisst dieselben auf Umwegen elektrisiren. Man kann die differente Elektrode gerade an die Carotis communis zwischen Sternocleidomastoideus und Kehlkopf ansetzen; wir setzen hier jedenfalls die Elektrode näher zum Plexus caroticus an, als indem wir sie in der Fossa auriculo-maxillaris ansetzen.

Auf Grund unserer physikalisch-anatomischen Betrachtung über die Strombahnen müssen wir schliessen, dass die Galvanisation des Sympathicus nach der üblichen Methode und die Galvanisation des Plexus caroticus in der so eben angegebenen Weise identisch sein müssen. Diese Folgerung wird durch Experimente bestätigt, die ich zu ihrer Rechtfertigung mit Hülfe der Doctoren Tschemesow und D. Flittner unternahm. Besonders fühle ich mich Dr. Tschemesow verpflichtet, der in meinen Experimenten mir am meisten beistand. Wir fanden, dass die Galvanisation des Plexus caroticus den Puls flacher, voller und seltener macht, was vollkommen den Resultaten entspricht, die Eulenburg und Schmidt bei der Galvanisation des Sympathicus erhielten. Es ist auffallend, dass der Puls am seltensten wird, wenn zwischen Kehlkopf und Sternocleidomastoideus die Kathode steht und von Zeit zu Zeit metallische Schliessungen und Oeffnungen ausgeübt werden. Wir untersuchten aber nicht nur die Wirkung des galvanischen, sondern auch die des faradischen Stromes.

Bei der Faradisation des Plexus caroticus wird der Puls frequenter, die Herztöne stärker; nach Dr. Tschemesow's Beobachtungen wird der Puls der Radialis langsamer und härter. Ich übernehme es nicht, die Frage nach dem Zustandekommen dieser Pulsveränderungen endgültig zu lösen. Die Alterationen des Pulses der Radialis können durch die Modification der Thätigkeit des Gefässcentrums in Folge der Reizung oder des Electrotonus der centripetalen Fasern zu Stande kommen, die dessen tonische Erregung reflectorisch unterhalten, sie kann auch durch die directe Wirkung des Stromes auf die die artt. subclavia, axillaris und brachialis umgebenden Nerven bedingt sein, zu denen der Strom auf dem einen oder anderen Wege gelangt. Die Frage wird gewiss in der Folge durch Experimente und Beobachtungen entschieden werden. Ich glaube jedoch, dass das Seltner- und Weicherwerden des Radialpulses unter dem Einflusse der Galvanisation des Plexus caroticus eher der Erschlaffung als der Erregung der vasomotorischen Nerven oder des

Gefässcentrums zuzuschreiben ist, die Dank dem Elektrotonus desselben zu Stande kommt, als der Reizung des Vagus, wie ich auch die Zunahme der Pulsfrequenz bei der Faradisation unserer Plexus der Verengung der Gefässe zuschreibe; sollte in unseren Experimenten eine bedeutende Erregung des Vagus eintreten, so könnte der Radialpuls nicht frequenter werden. Es ist also klar, dass in unseren Experimenten, in denen nur mässige Ströme angewandt wurden, zum Vagus nur eine schwache Stromschleife gelangte. Wenn nun aber schon dem nah gelegenen Vagus nur eine schwache Stromschleife zukommt, so kann zu den entfernteren Nervenengeflechten der *artt. subclavia*, *axillaris* und *brachialis* nur noch ein noch schwächerer Strom gelangen. Um so wahrscheinlicher ist es, dass die Alterationen des Radialpulses von der Modification der Thätigkeit des Gefässcentrums abhängen und viel weniger der directen Einwirkung des Stromes auf die Nervenengeflechte der *Axillaris*, *Brachialis* oder *Subclavia* zuzuschreiben sind. Ich werde später noch einige aus therapeutischen Ergebnissen resultirende Daten anführen, die für die Erregung des Gefässcentrums bei der Faradisation des Plexus caroticus sprechen.

Wenn man die eine Elektrode einer Inductionsspirale hinter den verticalen Ast des Unterkiefers, die andere an das Sternum oder an den Handrücken ansetzt, so bemerkt man eine Zunahme der Pulsfrequenz und ein Härterwerden des Pulses. In unseren Experimenten setzten wir die indifferente Elektrode gewöhnlich auf den Handrücken. Wir fanden, dass die Zunahme der Pulsfrequenz und das Härterwerden des Pulses bedeutend geringer ausfallen, wenn die differente Elektrode hinter dem Kieferwinkel steht, als wenn sie an die Carotis angesetzt ist. Wenn aber die differente Elektrode hinter dem Kieferwinkel, die indifferente am Sternum steht, so bekommt man bei derselben Stromstärke eine fast gleiche Zunahme der Pulsfrequenz wie bei der Faradisation des Plexus caroticus mit Application der indifferennten Elektrode am Handrücken, und wird dabei auch der Puls fast ebenso hart. Darin haben wir einen neuen Beweis für die Identität des Elektrisirens des Sympathicus mit der Galvanisation und Faradisation des Plexus caroticus, ferner aber auch für die Existenz bedeutender Widerstände für die Stromleitung von der hinter dem Kieferwinkel applicirten Elektrode zu dem Nervenengeflecht der Carotis.

Dass die grösste Abnahme der Pulsfrequenz bei der Galvanisation des Plexus caroticus eintritt, wenn der aufsteigende Strom applicirt wird (Kathode an der Carotis) und der Strom von Zeit zu Zeit



metallisch unterbrochen wird, lässt sich vielleicht dadurch erklären, dass dabei eine Erregung des Vagus zu Stande kommt. Einer solchen Deutung widerspricht nun aber die Zunahme der Pulsfrequenz bei der Faradisation des Plexus caroticus.

Jetzt gehe ich zu den neuen Erscheinungen über, die ich im Anfange meines Vortrages angedeutet habe. A priori könnte man meinen, dass man bei der Galvanisation und Faradisation des Plexus caroticus — oder, was dasselbe heisst, des Trigonum colli superius — keine Erscheinungen an der Iris erwarten kann. Jedoch zeigt die Beobachtung das Gegentheil. Die Galvanisation des Trigonum colli superius giebt keine constanten Resultate; zuweilen tritt unter ihrem Einflusse eine verhältnissmässige Verengerung der Pupille ein; zuweilen wird die Pupille bald weiter, bald enger; in einigen Fällen tritt eine schnelle Pupillenerweiterung bei Anodenöffnung ein; die Kathodenschliessung\*) wird von keinen constanten Veränderungen begleitet. Häufiger treten aber bei der Galvanisation des Trigonum colli superius keine Aenderungen der Pupillenweite ein. Dafür ist aber die Faradisation dieser Gegend von einer Reihe höchst constanten Erscheinungen begleitet. Die Pupillen werden verengt, die Farbe der Iris verändert sich. Der Einfluss der Faradisation des Trigonum colli superius auf die Iris ist sehr constant, jedoch sind die Bilder, die man bei derselben erhält, sehr verschieden. Ueber die Verengerung der Pupillen habe ich Folgendes zu sagen:

1. Die Pupillen verengern sich entweder bald nach Beginn der Faradisation oder nach Verlauf einer längeren Zeit. Das Letztere ist häufiger.

2. Es wird entweder nur die Pupille enger, auf deren Seite die Halselektrode steht, oder es verengern sich beide Pupillen, oder auch nur die Pupille der der Halselektrode entgegengesetzten Seite; sehr oft wird dabei nur die beschattete Pupille verengt.

3. Die Verengerung der Pupille ist eigentlich die Dilatation der Iris; die letztere dilatirt sich sehr oft ungleichmässig, und zwar so, dass, wenn sie sich mehr von den Seiten dilatirt, die Pupille oval erscheint, oder die Iris bildet von der einen Seite einen breiten, von der anderen einen schmalen Pupillensaum, und wenn diese Ungleichmässigkeit der Verbreiterung der Iris stark ausgesprochen ist, so erscheint die Pupille nicht in der Mitte der Iris, sondern zuweilen beträchtlich verschoben.

---

\*) Hier spreche ich von der Kathode und der Anode als von differenten Elektroden im Sinne Brenner's.

4. In einigen Fällen tritt die Verengung der Pupille nur bei einer gewissen Verstärkung der Beleuchtung ein. Bei ungenügender Beleuchtung bleibt das Experiment oft resultatlos. Die hierzu erforderliche Lichtstärke ist bei verschiedenen Personen verschieden. Natürlich ist auch zu starkes Licht zu vermeiden.

5. Ausser der Verengung der Pupille kann man zuweilen eine trichterförmige Einstülpung der Iris nach dem Augengrunde hin bemerken.

6. In einigen pathologischen Fällen ist die Verengung der Pupille verlangsamt, geschwächt oder bleibt gänzlich aus.

Was die Farbenveränderungen der Regenbogenhaut betrifft, so sind sie, wie es scheint, unendlich verschieden. Ich führe folgende Bilder an, die ich am häufigsten sah:

1. Die Iris wird einfach mehr oder weniger entfärbt, graue oder braune Augen werden heller; in einigen seltenen Fällen werden hellgraue Augen heller als die Sclera.

2. Die Regenbogenhaut wird im Allgemeinen heller und dabei erscheint ein weisser oder gelber Ring um die Pupille herum, der früher nicht zu bemerken war; ist an der Iris des betreffenden Auges beständig ein gelber oder weisser Saum zu sehen, so wird derselbe enger und auffallender, indem er durch seine Farbe mehr mit der Umgebung contrastirt und heller wird.

3. Es scheint, als ob die Iris in einzelne Radien zerfasert wird, die (imaginär) nach dem Centrum der Pupille convergiren und zwischen diesen Radien sind anders gefärbte Dreiecke zu sehen, deren Basis die Sclera berührt. Ein seltener Fall.

4. Die Iris wird stellenweise heller, an anderen Stellen erscheinen dunklere, meist eckige Figuren.

5. Die Regenbogenhaut wird dunkler — das ist mehr braunen Augen eigen; ihre Farbe wird schmutzig gelblich-braun.

Um die Regenbogenhaut herum, die bei der Faradisation des oberen Halsdreiecks eins von den angeführten Bildern darbietet, erscheinen an mehr oder weniger dunklen Augen fast immer entweder ein regelmässiger schwarzer Ring, oder regelmässige schwarze Kreis-segmente.

Ich kann nicht umhin, zu den angeführten Bildern der Farbenveränderung der Iris noch ein folgendes hinzuzufügen. Bei einer von den untersuchten Personen besteht die Iris bei mittlerer Pupillenweite aus zwei concentrischen Kreisen — einem äusseren grünlich-grauen und einem inneren graulich-gelben. Bei der Faradisation des oberen Halsdreiecks wird bei dieser Person der innere graulich-gelbe Kreis erst in

einige rein gelbe Radien zerfasert, dann zu einem scharf begrenzten rein gelben Pupillensaum verengt, wobei der äussere grünlich-graue Kreis bei Tagesbeleuchtung rein hellgrün, bei Abendbeleuchtung hellgrau erscheint.

Ich kann zu meinem grössten Bedauern nicht sagen, was bei der Faradisation des Trigonum caroticum aus blauen Augen wird, da ich bis jetzt keine Gelegenheit hatte, an Personen, die blaue Augen haben, Beobachtungen anzustellen.

Die uns beschäftigende Erscheinung ist in der Physiologie bis jetzt unbekannt und können daher über ihr Zustandekommen nur Hypothesen angestellt werden. Zweifelsohne kann sie aber weder von der Erregung des Sympathicus, dessen Reizung eine Dilatation der Pupille bedingt, noch von der Erregung des N. oculomotorius abhängen. Es kann auch davon keine Rede sein, dass der Inductionsstrom in unserem Falle den Sympathicus überreizt. R. Wagner reizte den entblösten Sympathicus am Halse einer Enthaupteten und sah die Pupille sich erweitern. Es bleibt nach meiner Meinung nur zu vermuthen übrig, dass bei der Faradisation des oberen Halsdreiecks noch unbekannte Nerven erregt werden, die auf die Fasern des N. sympathicus, die sich zum M. dilatator pupillae begeben, einen hemmenden Einfluss haben; wir müssen vermuthen, dass diese Nerven aus dem Rückenmarke stammen und auf ihrer Bahn in die Schädelhöhle in der Nähe der Carotis verlaufen, und weiter vielleicht mit dem Plexus caroticus, vielleicht auch nicht mit demselben aufsteigen. Was die Veränderungen der Farbe der Iris betrifft, so ist es wohl am Natürlichsten, dieselben der Lageveränderung der einzelnen verschiedenen pigmentirten Fasern der Regenbogenhaut zuzuschreiben. Sie können nicht durch eine Verengerung der Gefässe der Iris erklärt werden, da sie zu mannichfaltig sind und bei demselben Individuum zuweilen verschieden ausfallen. Bei der Verengerung der Pupille in Folge einer Verstärkung der Beleuchtung sind ähnliche Phänomene an der Iris zu bemerken — Phänomene, die gewöhnlich nicht beachtet werden. Die Faradisation des Trigonum colli superius kann aber auch da Farbenphänomene an der Iris hervorrufen, wo schon die maximale Verengerung der Pupille eingetreten ist, kann auch bei maximaler Pupillenverengerung einen die Pupille begrenzenden weissen oder gelben Kreis erscheinen lassen, wo ein solcher dabei noch nicht vorhanden war. Der schwarze Kreis oder die schwarzen Kreissegmente an der äusseren Peripherie der Iris müssen wohl der Dislocation der Iris und der Uvea zugeschrieben werden und können unter gewöhnlichen Verhältnissen nur durch die Faradisation des oberen

Halsdreiecks ans Licht gebracht werden, wo nicht die Versuchsperson schon immer einen schwarzen Kreis an der Pupillenperipherie hat. Die eckigen Figuren an der Regenbogenhaut erscheinen an einigen Augen schon bei der Verstärkung der Beleuchtung, an anderen aber nur bei der Faradisation der fraglichen Nerven. Es giebt ferner verschiedene andere Veränderungen der Farbe der Iris, die nur bei der Faradisation der fraglichen Nerven eintreten. Aus Allem dem ist zu ersehen, dass die Faradisation des Trigonum caroticum einen mächtigen Einfluss auf die Muskeln der Iris ausübt, einen Einfluss, der sich zuweilen nicht in vollem Masse offenbart Dank dem Antagonismus, der zwischen dem Sphincter und Dilator pupillae existirt: in einigen Fällen wird die Pupille bald enger, bald weiter; in anderen Fällen hat sich die Pupille noch nicht verengt, wenn bereits an der Peripherie der Iris sich ein schwarzer Kreis oder schwarze Kreissegmente zeigen; in anderen Fällen wiederum erscheint der schwarze äussere Ring später. Es ist ersichtlich, dass das eine Mal zuerst der eine, das andere Mal zuerst ein anderer Theil des *M. dilatator iridis* erschlafft. Es wird ferner deutlich, dass der *M. dilatator iridis* die Regenbogenhaut in ihrer normalen Lage erhält. Es kommt ferner vor, dass die Iris an der einen Stelle breiter, an der anderen schmaler wird, was vielleicht durch eine Einstülpung derselben nach Innen zu erklären ist, die in einigen Fällen deutlich ist.

Ebenso unbestimmt wie die Zeit der Erscheinung des schwarzen Ringes oder der schwarzen Segmente um die Iris herum, ist auch die Zeit der Erscheinung des die Pupille umgebenden weissen oder gelben Kreises; doch selten tritt der letztere zuerst auf.

Ich habe nun eine ganze Reihe von Erscheinungen namhaft gemacht, die sich bei der Faradisation des oberen Halsdreiecks an der Regenbogenhaut manifestiren. Jetzt entsteht die Frage: welche Bedeutung kann die Faradisation dieser Gegend in der Praxis haben? Ich erlaube mir vor Allem die Meinung zu äussern, dass die Faradisation des oberen Halsdreiecks, da sie nämlich eine Verengerung der Pupille hervorruft, in einigen Fällen von Synechien angewandt werden könnte, die dem sich aus der Paralyse des *M. sphincter pupillae* entwickelnden Zuge nach Aussen nicht weichen, den man durch Atropin hervorruft.

Viel wichtiger ist jedoch die Frage, in wie fern die Galvanisation und die Faradisation des Plexus caroticus die Galvanisation und Faradisation des Sympathicus ersetzen kann. Wir müssen die beiden Behandlungsweisen für identisch halten und unserer Erörterung nach muss die Faradisation und die Galvanisation des Plexus caroticus

dieselben Behandlungsweisen des Sympathicus übertreffen. Mit der Galvanisation des Sympathicus beschäftigte ich mich meines Skepticismus wegen sehr wenig und kann deshalb über ihren Nutzen nach meinen eigenen Erfahrungen fast nichts sagen. Dafür habe ich aber, seitdem ich auf den Gedanken kam, die differente Elektrode im oberen Halsdreieck anzusetzen, namentlich die Faradisation des Plexus caroticus in vielen Fällen ausgeübt.

Ich hatte keine Fälle mit bestimmter Indication für den constanten Strom, welcher wohl mehr für die Fälle passt, in denen die Anämie des Gehirns oder der äusseren Gebilde des Kopfes eine wichtige Rolle spielt. Bei der Hemicranie mit vasomotorischen Erscheinungen zog ich es vor, mich auf die Darreichung innerer Mittel zu beschränken. Trotzdem aber machte ich der herrschenden Routine eine Concession und behandelte einige Fälle von Hemiplegie ex apoplexia cerebri mit der Galvanisation des Plexus caroticus. In keinem von diesen Fällen sah ich diese Behandlungsweise etwas nützen, und trat in allen Fällen ein starker Schwindel auf, welcher sofort mit der Stromerschliessung eintrat, kürzere oder längere Zeit bei geschlossener Kette dauerte und bei der Stromeröffnung entweder von Neuem auftrat oder sich plötzlich steigerte; dieser Schwindel, nicht selten von Uebelkeit begleitet, kehrte nach der Sitzung mehrmals wieder. Es kann sein, dass ich mit Individuen zu thun hatte, die gegen den galvanischen Strom besonders empfindlich waren, aber meine Eindrücke waren so ungünstig, dass ich mich gedrängt fühlte, davon abzustehen. Dieselben schlechten Eindrücke hielten mich auch theils davon zurück, die Galvanisation des Plexus caroticus bei der vasomotorischen Hemicranie anzuwenden, jedoch hatte ich in diesem Falle auch andere Gründe für solche Enthaltensamkeit; diese Gründe werde ich mit der Zeit veröffentlichen. Ich wandte also die Galvanisation des Plexus caroticus wenig und ohne Erfolg an; vielleicht werden Andere glücklicher sein, aber ich glaube nicht, dass es dieser therapeutischen Manipulation in der Zukunft bestimmt ist, mit Recht eine wichtige Rolle in der Praxis zu spielen. Man kann sie doch nicht à la Galvanisation des Sympathicus anwenden, um Gott weiss was in den vasomotorischen Nerven hervorzurufen, wie sie von Elektrotherapeuten ausgeübt wird, die die Aufgaben der im gegebenen Falle angewandten Methode der elektrischen Behandlung nicht bedenken. In unserem Falle ist der physikalische Effect höchst wahrscheinlich stärker und wir müssen daher möglichst vorsichtig und kritisch verfahren. Die Galvanisation des Plexus caroticus kann wahrscheinlich nur Stauungen in der Schädelhöhle hervorrufen, wie daraus zu schliessen,

dass der Puls unter ihrem Einflusse seltener und weicher wird; sie vermindert also wie die Zahl der Herzcontractionen in der gegebenen Zeiteinheit, so auch die arterielle Spannung, sie schwächt also beide Momente, von denen die Bewegung des Blutes in den Arterien abhängt. Daraus folgt, dass Stauungen bei der Galvanisation des Plexus caroticus sehr leicht entstehen können, und dass sie sehr vorsichtig ausgeübt werden muss. Eine eigentliche Indication für dieses Verfahren wäre eine spasmodische Verengerung der Carotis, mit welcher ich nicht zu thun hatte. Der Faradisation des Trigonum colli superius ist nach meiner Meinung eine ungleich grössere Bedeutung in der Zukunft bestimmt. Sie wird von keinen unangenehmen Empfindungen im Kopfe begleitet; einige Personen klagen über „Ermüdung der Augen“, die sich durch die Tractionen im Irisgewebe leicht erklären lassen; diese Empfindung beunruhigt sie aber wenig. Ich habe die Faradisation des Plexus caroticus therapeutisch bis jetzt nur beim Kopfschmerz in Folge von Congestionen nach der Schädelhöhle und in zwei Fällen von Morbus Basedowii angewandt. Meine Beobachtungen ergaben ein so günstiges Resultat, dass ich mich schon jetzt entschliesse, die Faradisation des Plexus caroticus als ein Mittel gegen congestiven Kopfschmerz zu empfehlen. Die Erleichterung ist in einigen Fällen so eclatant und tritt so schnell ein, dass Kranke, die bis dahin traurig und niedergeschlagen aussahen, schon während der Sitzung heiter werden und sagen, der Kopfschmerz sei vollständig und beinahe vollkommen vergangen. So günstige Resultate sah ich bis jetzt nur beim Kopfschmerz fiebernder Kranken, die eine verstärkte Pulsation der Carotiden darboten; diese Kranken litten an Bronchial- oder Magencatarrh; ich glaube aber, dass auch in verschiedenen anderen Krankheiten ebenso bedeutende Erleichterung zu erwarten ist, wenn die verstärkte Pulsation der Carotiden vorhanden ist. Die verstärkte Pulsation der letzteren wird während der Sitzung schwächer, was deutlich die Hand fühlt, die die Elektrode im oberen Halsdreieck hält. Da wo die Carotiden normal pulsiren, ist die Erleichterung nicht so bedeutend und eclatant, aber ich sah bis jetzt noch keinen Fall, in dem gar keine Erleichterung eingetreten wäre. Ich faradisire usque ad effectum; dabei deutet gewöhnlich die Erscheinung dieser oder jener Phänomene an der Iris den Eintritt der Erleichterung an; ist die Erleichterung unbedeutend, so verlängere ich die Sitzung und verstärke den Strom. Ich fange immer mit einem schwachen Strom an und verstärke ihn allmählig. Wird die Faradisation durch eine starke Contraction des Sternocleidomastoideus gestört, so ist der Strom zu mässigen. Theoretisch lässt sich die

Faradisation des Plexus caroticus in unserem Falle viel besser rechtfertigen als die Galvanisation dieses Nervengeflechts. Nach dem Schwächerwerden des Carotiden- und dem Härterwerden des Radialpulses zu urtheilen, verengern sich die Arterien bei der Faradisation des Plexus caroticus. Die Verengung der Arterien muss die Quantität des in die Capillaren einströmenden Blutes vermindern, indem sie das oberhalb der verengten Stelle befindliche Blut einigermassen zurückhält und die Bewegung des Blutes in der verengten Stelle selbst und unterhalb derselben beschleunigt; deshalb muss die Verengung der Arterien bei Fluxionen als *Indicatio essentialis* gelten; sie kann nur dann zu einer Stauung führen, wenn das Lumen der Arterie vollständig oder beinahe vollständig geschlossen wird, was wir in unserem Falle kaum befürchten können. Wie ich schon gesagt habe, wird die Faradisation des Trigonum colli superius von keinen unangenehmen Empfindungen im Kopfe begleitet; nur einige wenige Personen geben einen leichten Schwindel an, den sie dem starken Kopfschmerze vorziehen. Man könnte eine Dilatation der Arterien nach ihrer Verengung befürchten, mit anderen Worten eine der durch die Faradisation der Carotiden bedingten temporären Erleichterung nachfolgende neue und vielleicht stärkere Fluxion. Die Beobachtung zeigt jedoch, dass der Kopfschmerz, einmal durch die Faradisation erleichtert, in der Folge nicht wieder stärker wird, wenn nicht besonders ungünstige Verhältnisse eintreten (wie z. B. anstrengende körperliche Arbeit), und dass die Erleichterung um so länger andauert, je bedeutender sie ist; oft verschwindet der Kopfschmerz nach einiger Zeit vollständig, so zu sagen ohne Recidive. Ich erkläre diese so günstigen Resultate dadurch, dass die Verengung der Hirngefäße, die wir durch die Faradisation des oberen Halsdreiecks hervorrufen, die Erregung der Gefässcentra beruhigt, deren Thätigkeit die Gefäße erweitert, und die durch die Hirnhyperämie gereizt werden. Ich denke, nach den Arbeiten von Goltz, Kendall und Luchsinger können wir dreist von vasomotorischen Nerven und Centra sprechen, die bei ihrer Thätigkeit eine Erweiterung der Gefäße bedingen — wenn vielleicht auch nur auf dem Wege der Interferenz der Erregungen. Wahrscheinlich wird man es nicht bestreiten, dass eine Fluxion ein Reiz ist. Das alte Axiom sagt: *Ubi irritatio, ibi affluxus*; *allata irritatione cessat affluxus*. Aber ebenso gut kann man sagen: *Ubi affluxus, ibi irritatio*; *allato affluxu cessat irritatio*.

Die beiden Kranken, die an Morbus Basedowii litten und die ich mit Faradisation des oberen Halsdreiecks behandelte, unterbrachen die

Behandlung, nachdem eine Besserung eingetreten war. Es verschwanden bei ihnen wie der abnorm starke Puls und die gesteigerte Pulsfrequenz, so auch die Pulsation der Gl. thyreoidea und des Augapfels, der Exophthalmus wurde mässiger; bei einer von den Kranken wurde die hypertrophische Gl. thyreoidea wieder bedeutend kleiner. Bei dieser Kranken erhielt ich die Pupillenreaction bei der Faradisation des oberen Halsdreiecks am stärker befallenen Auge erst nach zahlreichen Sitzungen, und war die Verengerung der Pupille immer sehr unbedeutend, während die Iris des anderen Auges vollkommen normal reagirte. Bei der anderen Kranken war der Exophthalmus an beiden Augen gleich stark, die Pupillenreaction war es bei ihr bald leichter, bald schwerer hervorzubringen; oft zeigte sich die rechtsseitige Faradisation erfolglos, während bei der linksseitigen Faradisation die Pupillen auf beiden Augen zu gleicher Zeit enger wurden und Verfärbung der Iris auftrat. Die Kranken wurden nicht geheilt, aber das Leiden wurde im hohen Maasse gemässigt: die vasomotorischen Erscheinungen verschwanden vollkommen. Aber man kann auch kaum mehr von der Faradisation des Plexus caroticus verlangen. Uebrigens nahmen die Kranken noch innere Mittel ein — die hier zuerst erwähnte bekam Schwefelsäure und Chinin, die andere *Secale cornutum* und *Morphium*. — Das Verschwinden der Pulsation des Augapfels unter dem Einflusse unserer Behandlung scheint mir, wie das Härterwerden des Radialpulses für den Einfluss der Faradisation des Trigonum colli superius auf das Gefässcentrum zu sprechen.

Da wir die Galvanisation und die Faradisation des Sympathicus für die überwiegende Mehrzahl der Fälle mit der Galvanisation und Faradisation des Plexus caroticus identificiren, so entsteht die Frage: In welchem Masse kann die Galvanisation und die Faradisation des Plexus caroticus die Galvanisation des Sympathicus ersetzen in den Fällen, wo eine Beeinflussung des allgemeinen Blutkreislaufes, der Gefässe der Organe der Brust- und Bauchhöhle, der oberen und unteren Extremitäten, des Rückenmarks erforderlich ist? Es wird, wie durch unsere klinischen Erfahrungen, so auch durch die Theorie kein Zweifel darüber gestattet, dass das Elektrisiren des oberen Halsdreiecks auf die Verzweigungen der Carotiden von Einfluss ist; ist es aber möglich, indem man die Elektrode zwischen Kehlkopf und Sternocleidomastoideus stellt, irgend einen Einfluss auf die Lungen, auf die Organe der Brust- und Bauchhöhle, auf das Rückenmark auszuüben? Kann überhaupt das Elektrisiren des oberen Halsdreiecks die Galvanisation des Sympathicus am Halse ersetzen, wenn diese beiden Methoden der elektrischen Behandlung für die Mehrzahl der Fälle



sich auf die Durchströmung des Plexus caroticus und die ihn bildenden Nn. molles ausserhalb des Sympathicusstammes zurückführen lassen? Auf diese Frage antworte ich, dass die elektrische Behandlung des Plexus caroticus die Galvanisation des Sympathicus vollkommen ersetzt, obgleich man in unserem Falle keinen besonderen Einfluss auf die Blutcirculation in den Lungen, in den Organen der Bauchhöhle und in dem Rückenmarke erwarten kann. Aber gewiss ist in dieser Beziehung auch die allgemein adoptirte Galvanisation des Sympathicus ebenso wenig von Nutzen. Die sympathischen Fasern für die Organe der Brust- und Bauchhöhle stammen nicht aus dem Halstheile des Sympathicus. Ebenso ist es wohl auch kaum möglich durch die Galvanisation des Sympathicus am Halse das Rückenmark irgend wie zu beeinflussen, da der Halstheil des Sympathicus, so viel bekannt, ausser den die Herzthätigkeit modificirenden nur zum Kopfe aufsteigende und die Gefässe des Halses versorgende Fasern enthält. Die Faradisation des oberen Halsdreiecks ist wohl, wie es scheint, nicht indifferent für den Allgemeinkreislauf, worauf das Härterwerden des Radialpulses und die gesteigerte Pulsfrequenz bei ihrer Ausübung deuten; wie gross jedoch der Einfluss unserer Manipulation auf die Organe der Brust und Bauchhöhle ist, werden wir erst aus weiteren Untersuchungen ersehen können.

Der Faradisation des Trigonum colli superius steht ein weites Feld offen. Man kann dieselbe in verschiedenen Krankheiten des Gehirnes anwenden. Ich behalte es mir vor, das Weitere über die therapeutische Anwendung der Faradisation des oberen Halsdreiecks auszuarbeiten.

In meinem Vortrage habe ich die Frage über noch unbekannte Nerven berührt, Nerven, die mit dem Oculomotorius wohl nichts gemein haben, und deren Reizung eine Verengerung der Pupille hervorruft. Die Frage über ihre Abstammung, ihren Verlauf und ihre Wirkungsweise überlasse ich den Specialisten der Physiologie.

---