Utrecht University Library
Partner in Science
Universiteit Utrecht

Over den invloed van plaatselijke beleediging op de electrische prikkelbaarheid van hart en gewone spieren

https://hdl.handle.net/1874/242304

J. W. van Loon van Hepson.

OVER DEN INVLOED VAN PLAATSELIJKE BELEEDIGING op de Electrische Prikkelbaarheid VAN HART EN GEWONE SPIEREN

recht
1

Med. 6 July 1881. A. qu. 192.

OVER

DEN INVLOED VAN PLAATSELIJKE BELEEDIGING

OP DE

ELECTRISCHE PRIKKELBAARHEID VAN HART EN GEWONE SPIEREN.

OVER

DEN INVLOED VAN PLAATSELIJKE BELEEDIGING

OP DE

Electrische Prikkelbaarheid van Hart en Gewone Spieren.

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD

VAN

Doctor in de Geneeskunde,

AAN DE RIJKS-UNIVERSITEIT TE UTRECHT,

NA MACHTIGING VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS

DR. P. DE JONG,

HOOGLEERAAR IN DE FACULTEIT DER LETTEREN EN WIJSBEGEERTE,

VOLGENS BESLUIT VAN DEN SENAAT DER UNIVERSITEIT,

EN

OP VOORDRACHT DER GENEESKUNDIGE FACULTEIT,

TE VERDEDIGEN

op WOENSDAG, den 6 JULI 1881, des namiddags ten 6 ure,

DOOR

JAN WILLEM VAN LOON VAN ITERSON,

geboren te WOERDEN.

BIBLIOTHEEK DER UNIVERSITEIT TE UTRECHT

UTRECHT,

P. W. VAN DE WEIJER.

Stoomdrukkerij.

AAN MIJNE OUDERS.

Bij het voleindigen van mijn proefschrift mag ik niet nalaten een woord van dank te richten tot allen, die tot mijne opleiding hebben bijgedragen.

In het bijzonder ben ik veel verplicht aan U, hoogleeraren en lectoren der medische faculteit voor het onderwijs, dat ik van U mocht genieten en voor de welwillendheid aan mij betoond.

Wilt mij allen uwe voorlichting, waar ik die in het vervolg mocht noodig hebben, niet onthouden.

Veel verplichting heb ik vooral aan U, hooggeleerde ENGELMANN, hooggeachte Promotor, voor de hulpvaardigheid, die ik ten allen tijde, maar vooral bij 't vervaardigen van dit proefschrift, bij U vond en die mij steeds in dankbare herinnering zal blijven.

Gij, mijne vrienden, vaart allen wel.

INLEIDING.

Het lag niet in mijn oorspronkelijk plan, de verschijnselen te bestudeeren, waarmede de volgende verhandeling zich bezig houdt. Op uitnoodiging van Prof. Engelmann had ik tot onderzoek gekozen de werking van vergiften op de prikkelbaarheid van het spierweefsel der hartekamer, een onderwerp, dat niet alleen voor de toxicologie, maar ook voor de physiologie der hartsbeweging en de physiologie der spieren in 't algemeen zeker nog rijke vruchten belooft.

Alvorens met het onderzoek der werking van vergiften te kunnen beginnen, was het noodzakelijk, de veranderingen te bestudeeren, die de prikkelbaarheid der kamerspier onder die omstandigheden ondergaat, waaronder later de prikkelbaarheid der vergiftigde harten zoude worden onderzocht. Bij deze voorbereidende proeven werden wij getroffen door eenige nieuwe verschijnselen, die zoowel voor ons specieel doel, als ook voor de algemeene physiologie, in 't bijzonder voor theorie en toepassing der electrische prikkeling, van niet geringe beteekenis schenen te zullen zijn.

Daar eenige verdere proeven die overtuiging in ons slechts kwamen bevestigen en versterken, besloten wij,

ons oorspronkelijk plan voorloopig ter zijde te stellen en ons uitsluitend aan een nader onderzoek der vermelde nieuwe verschijnselen te wijden. Het zij mij vergund, in de eerste plaats nader te beschrijven, langs welken weg wij tot de ontdekking van deze verschijnselen werden geleid.

Ons oorspronkelijk plan bracht mede, de wijzigingen na te gaan in de grootte der electrische prikkelbaarheid van de niet vergiftigden kamerpunt 1), nadat deze uit het dier uitgesneden en in een indifferent vocht geplaatst was.

Als *indifferent vocht* werd gebezigd een waterachtige oplossing van keukenzout (0.5 %) en arabische gom (2 %), waarin uitgesneden harten van normale kikvorschen bij gewone temperatuur (15° C) minstens 1½ uur lang vrij krachtig blijven kloppen. Daar deze tijd voorloopig geheel voldoende scheen, om de eventueele werking van vergiften op de uitgesneden kamerpunt te constateeren, en wij het buitendien niet wenschelijk achtten, de waarnemingen op een en hetzelfde hart zeer lang voort te zetten, gaven wij aan dit eenvoudig mengsel van steeds geheel gelijke samenstelling de voorkeur boven de meer samengestelde door Gaule 2) aanbevolen combinatie van NaCl, NaHO en Pepton.

NaCl van 0.6 % omstreeks, zonder gom, zoude voor

---

1) Wij verstaan door „kamerpunt", in navolging van Ludwig en Bowditch, het preparaat, dat wordt verkregen, wanneer de kamer van het kikvorschhart 1 à 2 mm. beneden de grens van kamer en voorkamer wordt afgesneden of afgebonden. Het mag, zooals tegenwoordig niet meer te betwijfelen valt, als zuiver spierweefsel (zonder zenuwen) worden beschouwd.

2) J. Gaule, Die Leistungen des entbluteten Froschherzens. Arch. für (Anat. u.) Physiologie. Jahrg. 1878. blz. 291.

ons doel misschien reeds voldoende bruikbaar geweest zijn. De kleine bijmenging van gom verkozen wij echter op grond van eene reeks van vergelijkende proeven, waarbij gebleken was, dat in een dergelijke solutie de pulsaties van een uitgesneden hart gemiddeld langer aanhouden en minder snel in grootte afnemen, dan in de gewone „physiologische" keukenzoutsolutie.

Als *maat der prikkelbaarheid* zoude telkens dienen de zwakste electrische stroom, die — in zekere standvastige tusschenpauzen geappliceerd — contractie zoude opwekken. Met het oog op de mogelijkheid, dat de prikkelbaarheidsveranderingen niet voor alle soorten van electrische prikkels dezelfde waren 1), wenschten wij, bij onze volslagen onbekendheid met de natuur en het verloop van den natuurlijken prikkel, die de normale kamersystole opwekt, van verschillende soorten van electrische prikkels gebruik te maken.

Als zoodanige werden gebezigd:

a) een enkele inductiestroom,

b) snel opeénvolgende afwisselend gerichte inductiestroomen,

c) sluiting van een constanten stroom.

Als cellen gebruikten wij, met enkele later te vermelden uitzonderingen, elementen van Grove, die telkens vóór de proeven versch bereid werden en bij herhaald galvanometrisch onderzoek bleken gedurende den tijd

1) Vergel. de proeven van Fick (sluitspier van Anodonta), Engelmann (Ureter), Brücke (gecurariseerde spieren), verder de waarnemingen van Baierlacher, Schulz, Meyer, E. Neumann e. a. op pathologisch veranderde spieren, aangehaald in L. Hermann, Handbuch der Physiologie I. Erster Theil. blz. 95 volg. 1879.

der proefnemingen niet merkbaar in kracht te verminderen.

Om bij prikkeling met constante en enkele inductiestroomen de sluiting zoo gelijkmatig mogelijk te doen plaats hebben, werd de valhamer van Prof. Engelmann 1) aangewend. — De wijziging van de sterkte der prikkelende stroomen had op de gewone wijze plaats. Bij *inductiestroomen* geschiedde ze door veranderen van den afstand, bij het zeer praktische inductietoestel van Bowditch ook door draaien der secundaire spiraal. De schalen der apparaten werden op de bekende wijze 2) galvanometrisch gegradueerd, om de ware verhouding der gebezigde stroomintensiteiten te kennen.

Tot wijziging van de sterkte der *constante* stroomen maakten wij gebruik van het groot rheochord van du Bois-Reymond, dat als nevensluiting tot de geleiding, waarin het physiologisch preparaat zich bevond, werd aangewend. De wederstand in de hoofdleiding, die de cellen bevatte, was in den regel (wegens de aanzienlijke grootte der gebruikte cellen) zoo gering, dat, bij inlasschen van den geheelen wederstand van het rheochord, de stroom der batterij slechts weinig verzwakt door het preparaat ging. De intensiteiten der prikkelende stroomen klommen onder die omstandigheden natuurlijk veel langzamer dan de wederstanden in het Rheochord.

Aanmerking. *Contrôle van het Rheochord.* Het kwam ons niet overbodig voor, die intensiteiten galvanometrisch te bepalen. Te dien einde werden, in plaats van het bakje met

---

1) Beschreven in Onderzoek. physiol. labor. etc. Derde R. IV. blz. 9. 1877.

2) Fick, Untersuch. aus de physiol. Laborat. der Züricher Hochschule. blz. 8. 1867.

het physiologisch preparaat en de electroden, een wederstandsbank van Siemens en Halske en de kleine klos van een spiegelboussole van Wiedemann in de nevensluiting tot het Rheochord opgenomen. De wederstand in de boussolegeleiding werd door middel van de bank van Siemens en Halske zoodanig geregeld, dat hij ongeveer gelijk was aan den wederstand die dezelfde geleiding bood met ingelascht bakje en physiologisch preparaat etc. Die weerstand varieerde van omstreeks 1500 tot 2200 eenheden van Siemens. De magneetspiegel der boussole was op 2.80 Meter afstand van den verrekijker en de in millimeter verdeelde schaal geplaatst en niet astatisch gemaakt. De grootste uitslagen bereikten onder die omstandigheden nog niet de waarde van 250 schaaldeelen; de meesten bleven beneden de 150. De intensiteiten mochten dus aan de waargenomen afwijkingen evenredig geacht worden.

Tegen verwachting vertoonden zich aanvankelijk vrij groote onregelmatigheden: de afwijkingen, bij gelijke Rheochordwederstanden verkregen, liepen zeer uitéén; ook kwam het beeld der schaal bij gesloten keten niet of slechts momentaan tot rust, maar schommelde, meestal stootsgewijs, zeer onregelmatig heen en weer, soms tot een bedrag van 8 en meer schaaldeelen. Deze onregelmatigheden vielen geheel weg, toen in plaats van het Rheochord een wederstandsbank van Siemens en Halske in de geleiding werd gebracht en door middel van deze de intensiteit der stroomen in de boussolenkring werd gevariëerd. Bij nader onderzoek bleek dan ook spoedig, dat de oorzaak der stoornissen was gelegen in de bewegelijke slede van 't Rheochord en wel berustte op onregelmatigheden van het contact tusschen de platinadraden en het kwik in de stalen buisjes dier slede.

Wij meenden aanvankelijk, dat deze veranderingen van contact het gevolg waren van verwarming der platinadraden door den stroom. De draden werden inderdaad, bij geringen Rheochord-wederstand (0 tot 10 m. platinadraad) allicht roodgloeiend. Aangezien nu het kwik bij 360° C begint te koken,

zoude er dus een laagje van kwikdamp zich kunnen vormen en hierdoor de geleidingswederstand moeten klimmen. Ook was het denkbaar, hoewel veel minder waarschijnlijk, dat er reeds beneden de temperatuur van 't kookpunt van het kwik, door de belangrijke verschillen in temperatuur stroomen in 't kwik werden voortgebracht, die merkbare schommelingen van den overgangswederstand op de grens van platina en kwik konden veroorzaken. De wederstand werd daarom door uittrekken van een of meerdere der koperen stoppen van 't Rheochord zoodanig verhoogd, dat er geen noemenswaardige verwarming van de platinadraden meer tot stand kwam. Wel werd er nu eenige verbetering waargenomen, maar zij was gering: schommelingen van meer dan 5 schaaldeelen kwamen ook nu nog voor.

Wij onderzochten nu nauwkeuriger den toestand der stalen buisjes, waarbij bleek, dat ze niet meer volkomen met kwik gevuld waren 1). Evenwel bedekte het kwik bij den gewonen horizontalen stand der slede de platinadraden in de buisjes nog geheel. Er werd kwik bijgevuld, totdat het, bij sluiting der buisjes met de kurken, in fijnen straal naast den draad uitliep. De onregelmatigheden waren nu, behalve bij sterke verhitting der draden door den stroom, volkomen verdwenen: voor iederen stand der slede werd bij achtereenvolgende bepalingen telkens dezelfde afwijking verkregen; de onrust van het schaalbeeld was weg.

Men zal dus bij 't gebruik van du Bois-Reymond's Rheochord dienen te zorgen, *dat de kwikbuisjes steeds geheel met kwik gevuld zijn:* bij *zachte* drukking op de kurkjes moet er kwik uitloopen. Men mag wel betwijfelen, of in de talrijke onderzoekingen, waarbij van het Rheochord met kwikslede gebruik gemaakt werd, hierop steeds voldoende gelet is. Noch

---

1) Gedurende het gebruik ontsnapt er bestendig een weinig kwik, deels in dampvorm, deels — vooral bij 't verschuiven der slede — in vorm van uiterst kleine droppeltjes. De voorraad binnen de buisjes vermindert dus allengs onvermijdelijk.

du Bois-Reymond, noch eenig ander schrijver maakt melding van het gevaar dat hier dreigt, of geeft ook maar eene aanduiding, waaruit zou kunnen blijken, dat de door ons opgemerkte bron van fouten hem bekend was.

Het ligt niet op onzen weg, nader op al de omstandigheden in te gaan, waarin deze bron zich kan doen gelden. Overal is dit blijkbaar het geval, waar men stroomen van werkelijk *constante*, niet van bestendig variëerende dichtheid, door middel van 't Rheochord wenscht te verkrijgen. Dat het gevaar vooral dan groot zal zijn, als 't Rheochord — zooals in den regel — als nevensluiting tot het physiologisch preparaat fungeert en als het laatste voor dichtheidsschommelingen van den stroom zeer gevoelig is, ligt voor de hand. Zouden o. a. niet vele gevallen van tetaniseerende werking van den constanten stroom op zenuwen hierin hunne eenvoudige verklaring vinden?

Tot ons onderwerp terugkeerende, geven wij hier een tabel, waarin de intensiteiten der van 't Rheochord afgeleide stroomen, bij verschillende wederstanden van 't Rheochord, zijn opgegeven. In de hoofdleiding bevonden zich twee tamelijk groote cellen van Grove; de wederstand van de nevensluiting tot het Rheochord, waarin de kleine klos der boussole was opgenomen, bedroeg 2010 S. E. Wij verkregen onder die omstandigheden de volgende (blijvende) afwijkingen, die aan de intensiteiten evenredig mogen geacht worden:

Wederstand van het Rheochord 1):	0	50	100	200	500	1000	2000
Afwijking:	3.6	27	40.5	55.5	72.5	85.0	96.5

Een der belangrijkste eischen, waaraan wij verder in onze proeven moesten trachten te voldoen, was *gelijke*

1) De wederstand is uitgedrukt in Millimeters platinadraad van 0.3 mm. dikte

stroomdichtheid op alle plaatsen van het preparaat, gedurende den geheelen tijd der doorstrooming. Absoluut laat zich dit niet bereiken. De oorzaken zijn gelegen in de onvermijdelijke verschillen van electrisch geleidingsvermogen van spierweefsel en omringend vocht en in het verschillend electrisch geleidingsvermogen der spiervezelen naar verschillende richtingen, in verband met het onregelmatig en buitendien nog gedurende de contractie bestendig veranderend verloop der spiervezelen ten opzichte van de richting van den electrischen stroom. Veel kan evenwel reeds worden verkregen door gepaste keuze van omringend vocht, vorm en dimensie van stroombed en electroden en door geschikte plaatsing der laatste ten opzichte van het preparaat. De inrichting dient bovenal eene zoodanige te zijn, dat het preparaat zooveel mogelijk slechts door parallele, niet door divergente of convergente stroomtakken wordt getroffen. Te dien einde plaatsten wij den uitgesneden kamerpunt in het midden van een langwerpig vierkant bakje van spiegelglas, dat binnen 13 ctm. lang, 4 ctm. breed en 3 ctm. hoog was. Het werd tot op een bepaalde hoogte (meestal ongeveer 1.5 ctm.) met het indifferent vocht gevuld en de electroden aan de uiteinden, dus zoover mogelijk van 't preparaat, er in gedompeld. De electroden waren òf 2 ctm. breede platinablikjes, òf de geamalgameerde zinkstrepen van de „Thonstiefelelectroden" van du Bois-Reymond, òf de met keukenzout gedrenkte, breed gekneede kleipunten der laatste. Alleen in 't laatste geval was polarisatie zoo goed als uitgesloten. Daar echter in de meeste onzer proeven slechts van momentane, of althans uiterst kort durende en in lange pauzen elkander opvolgende stroomen gebruik gemaakt werd, gaven wij in die gevallen dikwijls aan de zuiver metalen electroden, wegens haren veel

geringeren wederstand, de voorkeur. De uitkomsten waren dan ook in die gevallen volmaakt dezelfde als onder 't gebruik der niet polariseerbare electroden bij gelijke stroomsterkte.

Een verder punt, waarop onophoudelijk diende te worden gelet, was de *duur der pauzen* tusschen twee elkander opvolgende prikkelingen. Men weet, dat door de contractie zelve de prikkelbaarheid der kamerpunt tijdelijk zeer belangrijk vermindert. Allengs — gewoonlijk binnen één of weinige secunden — tot de aanvankelijke hoogte weder opgeklommen (ook wel hooger b. v. als er een langere pauze vooraf was gegaan — Treppe van Bowditch), daalt zij dan bij aanhoudende rust langzamerhand weder. Men vermijdt het hieruit voortvloeiend gevaar, door de intervallen tusschen twee prikkels constant en niet te klein te kiezen en telkens eenige keeren achterelkander bij gelijk interval te prikkelen, totdat er geen verdere verhooging van irritabiliteit gevonden wordt. Bij prikkeling met enkele inductieslagen bedroegen de pauzen in onze proeven meestal 5 sec. — Langere intervallen — 15 tot 30 secunden — kozen wij bij prikkeling met kortdurende ($^1/_2$—$1^1/_2$ sec.) constante stroomen, om eventueele modificaties der prikkelbaarheid, door den constanten stroom als zoodanig voortgebracht, eerst te laten verdwijnen.

Eindelijk moest de *invloed der temperatuur* in 't oog gehouden worden. Wij trachten haar zoo veel mogelijk constant te houden. Te dien einde werden de kikvorschen, wier harten tot de proeven zouden dienen, steeds eenige dagen van te voren in de kamer gebracht, waar de waarnemingen werden verricht. De temperatuur van deze, of ook die van de vloeistof in 't bakje met het preparaat werd gedurende de proeven waargenomen; zij

bedroeg meestal omstreeks 15° C, de verschillen tusschen begin en einde eener zelfde reeks van proeven klommen zelden boven tienden van 1° C. — Onder die omstandigheden meenen wij te mogen aannemen, dat wijzigingen van temperatuur niet van merkbaren invloed op de door ons verkregen uitkomsten hebben kunnen zijn.

De eerste vraag, die wij wenschten te beantwoorden, was die, of onder de door ons gekozen voorwaarden de prikkelbaarheid van de afgesneden kamerpunt, wat grootte en allengsche „spontane" wijzigingen aangaat, constant genoeg zoude zijn, om met uitzicht op goed gevolg eene toepassing der hier aangewende methode voor vergelijkende proeven met vergiften te veroorlooven.

Wij begonnen daarom met eenige proeven, waarin eenvoudig de afgesneden kamerpunt in het bakje geplaatst en met enkele sluitingsinductiestroomen, geprikkeld werd. — De richting der stroomen in het preparaat werd daarbij van tijd tot tijd gewijzigd, óf door veranderde plaatsing van het preparaat, óf door omkeeren van den stroom door middel van een Pohlsche wip. — De wijze van prepareeren was in alle proeven dezelfde. Met eene lange sterke naald werd het schedeldak een weinig achter de ooglijn doorboord en hersenen en ruggemerg totaal vernietigd, hierna de kikvorsch op den rug gelegd, de buikwand en daarna het hartezakje geopend, het hart bij de aortae opgelicht en met een enkele snede in zijn geheel (inclus. sinus en voorkamers) afgesneden, boven het met NaCl en gom gevulde bakje gehouden en wederom met een enkele snede de kamer op 1½ à 2 mm. afstand van de voorkamergrens dwars afgesneden.

Bijna nooit begon dan de punt zich later spontaan

te contraheeren, maar reageerde op elken prikkel van sterkte met een enkele systole.

Om de inrichting en uitkomsten onzer proeven korter te kunnen beschrijven, zullen wij in 't vervolg de volgende uitdrukkingen en teekens gebruiken, allen betrekking hebbende op de richting der prikkelende electrische stroomen ten opzichte van de kamerpunt en hare deelen. *Opstijgend* noemen wij de richting van de punt naar de basis, *neerdalend* de tegenovergestelde; *atterminale* stroomen de zoodanigen die in de kamerspier naar de doorsnede of wondvlakte toeloopen, onverschillig op welke plaats der kamer de wondvlakte is gelegen, *abterminale* de tegenovergesteld gerichte stroomen. In de protokollen duiden wij de richting der kamer in betrekking tot de stroomen door middel van een pijl (↑) en een + teeken aan. De richting van den pijl wijst de richting der lengteas van de kamer aan, de punt van den pijl den punt der kamer. De voorvlakte van 't hart is steeds naar boven gekeerd. Het teeken + beduidt de ligging der positive electrode ten opzichte van het hart; de negative electrode lag telkens recht tegenover de positive, zooals reeds uit de boven gegeven beschrijving van het bakje volgt; t beduidt de tijd van waarneming, r de rolafstand der secundaire spiraal.

De eerste proeven schenen niet veel goeds te beloven. De prikkelbaarheid was voor bijna elke stroomrichting een andere en ook voor dezelfde stroomrichting nog al variabel. Toch waren enkele regelmatige trekken in het schijnbaar verwarde beeld der feiten op te merken. Men zal ze ontdekken wanneer men de volgende protokollen gadeslaat.

PROEF I. 7 October.

Rana esculenta, te 10u10′ geprepareerd. Temp. 14.5°C.

+ ←	t	10u20	10u40	11u5	11u24
	r	45	54	56	54
← +	t	10.22	10.41	11.6	11.28
	r	54	53	44	46
+ →	t	10.25	10.45	11.10	11.25
	r	44	42	43	40
→ +	t	10.26	10.46	11.11	11.26
	r	54	56	57	52
+ ↓	t	10.30	10.55′	11.17	
	r	44	54	52	
↓ +	t	10.32′	10.56′	11.16	11.38′
	r	35	45	44	35
+ ↑	t	10.35	11.0	11.15	11.33′
	r	37	47	43	37
↑ +	t	10.36	11.1	11.20	11.34
	r	45	50	44	42

PROEF II. 9 October.

Rana esculenta, geprep. te 2 uur. — Temp. 15°.

+ →	t	2u10'	2u40'	2u56'	3u35
	r	44	52	51	40
→ +	t	2u25'	2u50'	2u53	3u40'
	r	15	18	42	43
+ ↓	t	2u30	3u18'	3u25	3u43'
	r	33	19	4	0
↓ +	t	2u33'	3u20'	3u30'	3u45'
	r	27	29	32	27
+ ←	t	2u45'	2u59'	3u53'	
	r	23	39	44	
← +	t	2u47'	3u5'	3u55'	
	r	55	53	36	
+ ↑	t	3u15'	4u3'		
	r	32	26		
↑ +	t	3u10'	4u0		
	r	36	8		

Aanmerking. Te 2u53' werd een stuk van de punt der kamer afgeknipt.

PROEF III. 11 October.

Rana esculenta, geprep. te 10 uur. — Temp. 13°.

+ →	t	10u5'	10u30'	10u45'	11u17
	r	42	46	39	30
→ +	t	10.10'	10.33'	10.47'	11.20
	r	46	39	49	35
+ ↓	t	10.14	10.36'	10.53'	11.23
	r	38	39	31	24
↓ +	t	10.15	10.37'	11.0	11.24
	r	38	40	31	20
+ ←	t	10.18	10.41	11.5	11.27
	r	48	51	40	19
← +	t	10.21	10.45	11.8	
	r	48	45	36	
+ ↑	t	10.24	10.48	11.11	
	r	36	31	28	
↑ +	t	10.26	10.50	11.13	
	r	40	35	30	

PROEF IV. 11 Oct. Temp. 13.5°. *Rana escul.*, geprepareerd 2ᵘ25.				PROEF V. 11 October. Temp. 13.5°. *Rana esc.* — Kamerpunt met zijden draad afgebonden te 3ᵘ30'.					
+ →	t	2ᵘ40	3ᵘ3	+ →	t	3ᵘ35	3ᵘ55	4ᵘ5	
	r	11	63		r	61	55	50	
→ +	t	2.45	3.4	→ +	t	3.42	3 50	4.7	
	r	13	64		r	45	65	60	
+ ↑	t	2.48	3.6	+ ←	t	3.45	4.0	4.13	4.20
	r	20	61		r	58	59	62	62
↑ +	t	2.53	3.8	← +	t	3.49	4.1	4.15	
	r	48	55		r	69	59	43	
+ ←	t	2.54	3.15	+ ↖	t			4.22	4.33
	r	54	57		r			68	69
← +	t	2.56		+ ↙	t			4.25	
	r	60			r			45	
+ ↓	t	3.0							
	r	61							
↓ +	t	2.58		↖ +	t			4.30	
	r	60			r			50	

Minder uiteenloopende cijfers werden in de volgende proef verkregen, in welke evenals in proef V de kamer niet met de schaar afgesneden, maar met een zijden draad 2 mm. beneden de voorkamer afgesnoerd werd. De draad was onmiddellijk daarna zoo voorzichtig mogelijk verwijderd geworden.

PROEF VI. 13 October.

Rana esculenta — geprepareerd 10ᵘ25.

+ ←	t	10ᵘ40	10ᵘ48	11ᵘ16	11ᵘ32	11ᵘ50	12ᵘ8
	r	58	54	58	55	55	54
← +	t	10.42	11.1	11.19	11.35	11.51	12.10
	r	58	58	62	61	60	59
+ ↖	t	10.44	11.3	11.20	11.37	11.58	12.12
	r	59	55	59	57	56	53
↖ +	t	10.45	11.5	11.22	11.40	11.55	12.13
	r	59	62	66	64	62	57
+ ↙	t	10.4	11.7	11.23	11.43	11.58	12.15
	r	54	53	57	57	55	54
↙ +	t	10.43	11.10	11.25	11.45	12.0	12.17
	r	55	61	59	59	57	55

Bij alle afwijkingen in bijzonderheden, die proef I tot VI toonden, bleek althans zooveel, dat *de prikkelbaarheid der kamerspier*, onder de door ons gekozen voorwaarden, over 't algemeen aanvankelijk niet alleen niet daalt — wat a priori waarschijnlijker mocht heeten — maar *toeneemt*. De stijging was dikwijls — men zie vooral proef II en IV — zeer aanzienlijk, en het kwam ons voor, dat zij vooral in den eersten tijd na de preparatie tamelijk groot was, en voor sommige stroomrichtingen, bepaaldelijk de atterminale, belangrijker dan voor andere. Het was verder niet te miskennen, dat de gevoeligheid voor atterminale stroomen aanvankelijk meermalen bij-

zonder gering was, ook daar, waar zij later zeer groot werd. Dit bracht op het vermoeden, dat de verwonding hier van invloed zoude zijn. Om dit vermoeden te toetsen, vergeleken wij nader de prikkelbaarheid der kamer voor atterminale en abterminale stroomen en wel zoo spoedig mogelijk na het aanleggen der doorsnede. De uitkomsten bevestigden al aanstonds onze verwachting: een reeks van geheel onvoorziene feiten kwam voor den dag, die ons aanleiding gaven, de vraag naar den invloed van plaatselijke beleedigingen op de electrische prikkelbaarheid, in de eerste plaats van de hartspier, dan ook van gewone spieren aan een nader onderzoek te onderwerpen. Op deze wijze werden wij afgebracht van ons oorspronkelijk plan, den invloed van vergiften op de prikkelbaarheid der kamerspier te onderzoeken.

HOOFDSTUK I.

INVLOED VAN PLAATSELIJKE BELEEDIGING OP DE ELECTRISCHE PRIKKELBAARHEID DER HARTSPIER.

---

a. Mechanische beleediging. De inrichting der proeven was als vroeger. Alleen werd het hart steeds zoo tusschen de electroden geplaatst, dat het vlak der kunstmatige doorsnede loodrecht stond op de richting van de stroomen. De stroomrichting kon door middel eener Pohl'sche wip omgekeerd worden. Wij trachtten dus alleen met zuiver atterminale of abterminale stroomen te prikkelen.

Vooreerst gebruikten wij wederom telkens een enkelen *sluitings-inductieslag* als prikkel. De pauzen tusschen de prikkels bedroegen 4 à 5 secunden. De primaire stroom werd geleverd door twee achter elkander verbondene groote cellen van Grove, was dus zeer sterk.

Toen wij nu, zoo spoedig mogelijk (ongeveer 20 secunden) na het doorsnijden der kamer, de prikkelbaarheid voor atterminale en abterminale stroomen wilden vergelijken, vonden wij tot onze groote verwondering, dat de atterminale sluitings-inductiestroom aanvankelijk, zelfs bij geheel opgeschoven secundaire klos, geen contractie opwekte, terwijl de abterminale dit reeds bij een rolafstand van 43 mm. deed. Wij plaatsten nu de electroden (in dit geval de geamalgameerde zinkplaatjes der kleine du Bois'sche electroden) tot op slechts 1 ctm. afstand van iedere zijde van de kamer: ook nu scheen de prikkelbaarheid voor atterminale stroomen nul te zijn, terwijl de abterminale reeds bij meer dan 70 mm. rolafstand effect hadden. — Twee en drie minuten later onderzoekende werd hetzelfde resultaat verkregen. Wederom twee minuten later, dus ongeveer 5 minuten na het afknippen der kamer, gaven ook de atterminale stroomen (bij 25 mm. rolafstand) contractie, terwijl de gevoeligheid voor de abterminale niet noemenswaard veranderd, misschien iets gedaald was.

Overeenkomstige resultaten, wat de hoofdzaak aangaat, leverden een tal van verdere, op gelijke wijze verrichte proeven, waarvan wij eenige protokollen hieronder mededeelen. Zij leeren tevens nog eenige bijzonderheden, die niet zonder gewicht zijn.

PROEF VII. 14 October. — Temp. 14° C.

Rana esculenta. — 11ᵘ 56′ geprep. — Kamer aan de basis afgeknipt 11ᵘ 57′.

Abterm.	t	11.58	11.59.30	12.0	12.4	12.7	
	r	52	61	63	63	65	
Atterm.	t	11.58.30	11.59.0	12.1	12.3	12.6	12.8′
	r	0 *)	0	10	32	34	35

Kamer te 12ᵘ 9′ 1 mm. lager op nieuw doorgesneden. *Atterm.* 12ᵘ 10′ : 0. — *Abterm.* 12ᵘ 10′ 30″ : 25 *r.*

PROEF VIII. 14 October.

Rana esculenta. — 11ᵘ 39′ 30″ geprep. — Kamer aan de basis afgeknipt 11ᵘ 40′.

Abterm.	t	11.41	11.43	11.47	11.49	11.51	11.51
	r	25	40	59	59	59	59
Atterm.	t	11.42	11.45	11.48	11.50	11.52	11.54
	r	9	46	45	47	50	50

PROEF IX. 14 October.

Rana esculenta. — 1ᵘ 58′ geprep. — 2ᵘ 2′ 30″ kamer afgeknipt.

Atterm.	t	2.3	2.5	2.7	2.10.30	2.13	2.16
	r	0	15	31	33	30	30
Abterm.	t	2.3.30	2.6	2.8	2.11.30	2.13.30	2.16.30
	r	20	41	41	40	41	41

*) Het teeken 0 beduidt steeds, dat er bij rolafstand 0 nog *geen* contractie kwam.

Te 2ᵘ 18′ wordt de kamer 1 mm. lager nog eens afgesneden.

Atterm.	t	2.19	2.20.30	2.22.30	2.25	2.27.30	2.30	2.35	2.40
	r	0	0	0	0	9	28	35	34
Abterm.	t	2.20	2.21.30	2.24	2.26	2.28.30	2.33	2.36	2.42
	r	30	28	28	28	29	22	22	25

PROEF X. 14 October. — Temp. 14°.

Rana esculenta. — Kamer afgeknipt te 3ᵘ 6′.

Atterm.	t	3.7	3.9	3.13	3.15	3.18	3.24	3.26.30
	r	0	48	56	56	56	57	56
Abterm.	t	3.7.30	3.11	3.14	3.16	3.19	3.25	3.28
	r	47	46	44	43	42	46	47

PROEF XI. 14 October. — Temp. 14°.

Rana escul. — Geprep. te 3ᵘ 38′. — Kamer afgesneden 3ᵘ 40′.

Atterm.	t	3.41	3.42.30	3.44	3.46	3.48.30	3.51	3.54
	r	0	0	0	22	39	39	38
Abterm.	t	3.42	3.43	3.45	3.47	3.50	3.53	
	r	51	51	53	51	51	51	

PROEF XII. 15 October. — Temp. 14°.

Rana escul. — Geprep. te 10ᵘ 29′. — Kamer afgeknipt 10ᵘ 31′.

Abterm.	t	10.32	10.35.30	10.38	10.40	10.43	10.45
	r	8	41	53	54	54	54
Atterm.	t	10.33	10.34.30	10.37	10.38.30	10.42	10.44
	r	20	21	32	37	40	48

PROEF XIII. 15 October. — Temp. 14°.

Rana escul. — Geprep. 10ᵘ 54′. — Kamer afgeknipt 10ᵘ 56′.

Hier was ook een klein stukje van de punt afgesneden.

Atterm.	t	10.56.30	10.58.30	11.0	11.4.30	11.8	11.11
	r	0	0	0	30	42	42
Abterm.	t	10.58	10.59.30	11.2	11.6	11.10	11.12
	r	21	24	41	56	54	54

PROEF XIV. 15 October. — Temp. 14°.

Rana escul. — Geprep. 11ᵘ 30′. — Kamer afgeknipt 11ᵘ 35′.

Atterm.	t	11.36	11.37	11.40	11.45
	r	0	0	30	46
Abterm.	t	11.36.30	11.39	11.43	
	r	35	38	33	

Te 11ᵘ 45′ wordt een stukje van de *punt* van het preparaat afgeknipt:

Atterm. 1)	t	10.46	11.49	11.51	11.55	11.58
	r	20	15	25	45	46
Abterm.	t	11.47	11.50	11.53	11.57	11.59
	r	50	51	52	53	53

PROEF XV. 15 October. — Temp. 14°.

Rana escul. — Geprep. te 2ᵘ 47′. — Kamer afgesneden 2ᵘ 50′.

Atterm.	t	2.51	2.53	2.54.30	2.57	2.59	3.2.30	3.8
	r	0	0	0	2	12	21	21
Abterm.	t	2.51.30	2.54	2.55	2.58	3.1	3.4	3.9
	r	30	45	44	45	45	45	45

PROEF XVI. 16 October. — Temp. 13°.

Rana escul. — Geprep. 3ᵘ 26′. — Kamer afgeknipt 3ᵘ 30′.

Atterm.	t	3.30.30	3.32	3.34.30	3.36	3.38
	r	0	0	0	3	15
Abterm.	t	3.31	3.33	3.35		3.39
	r	40	42	42		44

1) Atterm. beduidt hier (zooals telkens in 't vervolg in analoge gevallen) de richting naar de *laatste* wondvlakte, dus hier naar de *punt* der kamer toe, niet naar de basis zooals in begin van proef XIV.

PROEF XVII. 17 October. — Temp. 12.5°.

Rana escul. — Geprep. 4ᵘ 4′. — Kamer afgeknipt 4ᵘ 6′.

Atterm.	t	4.6.30	4 8	4.10	4.12	4.14	4.17	4 22
	r	0	0	0	0	30	37	36
Abterm.	t	4.7	4.9	4.11	4.15		4.20	
	r	30	33	38	40		38	

PROEF XVIII. 19 October. — Temp. 15°.

Rana esculenta. — Kamer afgesneden 9ᵘ 42′.

Atterm.	t	9.43	9.45	9.46	9.47	9 47.30
	r	0	13	15	23	33
Abterm.	t	9.44		—	—	9.49
	r	52		—	—	40

Onder de uitkomsten, waartoe deze tabellen leiden, springt het meest in 't oog, dat de *gevoeligheid der kamerspier voor den atterminalen sluitings-inductiestroom in den eersten tijd na het doorsnijden zeer aanzienlijk verminderd*, dikwijls nul is. Hadden wij over nog sterkere stroomen kunnen beschikken, dan zouden wij misschien ook in die gevallen, waar wij nu zelfs bij 0 mm. rolafstand geen effect meer verkregen, nog prikkelbaarheid hebben kunnen constateeren. Maar het verdient wel opmerking, dat ook openings-inductiestroomen, die veel sterkere specifieke prikkels voor de kamerspier zijn dan sluitingsstroomen, bij atterminale richting dikwijls geen contractie vermochten op te wekken, wanneer de rolafstand

0 bedroeg en de electroden tot op slechts 2 ctm. afstand van elkander werden geplaatst. En wij herinneren nog eens, dat in den primairen kring twee groote Grove-sche cellen achter elkander waren verbonden, de intensiteit dus van den induceerenden stroom — bij ook overigens geringen wederstand der primaire geleiding — zeer aanzienlijk moest zijn.

De gevoeligheid voor den atterminalen sluitings-inductie-stroom keert, naar men ziet, zoo snel terug, en klimt zoo ras, dat het niet verwonderen kan, zoo men de aanvankelijke belangrijke vermindering der irritabiliteit tot dusverre niet heeft opgemerkt. Binnen weinige minuten na de doorsnijding begint de prikkelbaarheid meestal reeds merkbaar te worden; soms wordt zij reeds voor afloop van 2 minuten op een vrij aanzienlijke hoogte aangetroffen (Proef VIII en XII). In zeer enkele gevallen had zij zelfs reeds vóór afloop der eerste minuut nagenoeg hare maximale hoogte. Aan den anderen kant kwamen gevallen voor, waarin zij eerst na 7 en meer minuten begon terug te keeren en toch nog tot een aanzienlijk bedrag steeg.

Wij hebben uit onze proeven (50 in getal) — onder aanwending der graphische methode en met behulp van interpolatie berekend, dat de gevoeligheid voor onze stroomen weder begon merkbaar te worden gemiddeld 2′ 6″ (min. 0, max. 8′) na het oogenblik van doorsnijding der kamer. In 16 van deze gevallen was de gevoeligheid in minder dan ½ minuut weder teruggekeerd. Het maximum werd bereikt gemiddeld 14′ (min. 4′, max. 40′) na doorsnijding. — De gemiddelde waarden, die de prikkelbaarheid op 1, 2½, 5, 7 en 12 min. na haar terugkeer bezat, waren, uitgedrukt in rolafstanden (r):

na	1′.	2½′.	5′.	7′.	19′.
$r =$	11.2	22.0	34.7	39.3	41.0,

beantwoordende aan de intensiteiten

$i =$	905	765	560	495	470,

wanneer de intensiteit aan den prikkelenden stroom bij 0 rolafstand = 1000 wordt gesteld.

Graphisch voorgesteld, vormen deze laatste cijfers een zeer regelmatige kromme. Het blijkt, dat de gevoeligheid binnen de eerste 5 minuten snel en gelijkmatig, tusschen de 5de en 7de reeds veel langzamer klimt, van de 7de tot aan de 12de minuut dan langzamer en langzamer tot de maximale hoogte opstijgt.

Dit maximum ligt haast zonder uitzondering lager dan het maximum der gevoeligheid van 't zelfde preparaat voor *abterminale* stroomen. Gemiddeld werd als maximum gevonden voor den

	atterminalen stroom.	abterminalen stroom.	
	$r =$ 41.0 mm.	49.4,	beantwoordende
aan	$i =$ 470	365	

Opmerking verdient, dat *ook de gevoeligheid van het preparaat voor abterminale* (neerdalende) stroomen aanvankelijk meestal aanmerkelijk lager is dan later. Evenwel is het verschil op verre na zoo groot niet als voor de atterminale stroomen, en de gevallen, waarin de gevoeligheid bij zoo spoedig mogelijk gedane waarneming (½—1 min. na de verwonding) reeds bijna maximaal is, zijn niet zeldzaam, terwijl aan den anderen kant gevallen, waarin zij aanvankelijk nul schijnt te zijn, tot de uitzonderingen behooren. Wij verkregen 1′ na de doorsnijding gemiddeld bij 27.1 mm. rolafstand ($i = 680$) contractie; de gevoeligheid voor den abterminalen stroom was dus reeds zoo kort na de verwonding op meer dan de helft der later bereikte hoogte.

Van groote beteekenis was de vraag, of de eens teruggekeerde prikkelbaarheid door aanleggen eener nieuwe doorsnede weder vernietigd, of althans verzwakt worden kan, en of zij ook dan op dezelfde wijze weder klimt als zooeven beschreven. Wij hebben daarom reeds in een der eerste door ons genomen proeven (pr. IX) de oude wondvlakte opgefrischt, nadat de gevoeligheid voor atterminale stroomen tot haar volle hoogte opgeklommen was en zich daarop hield. Wegsnijden van een ongeveer 1 mm. dik laagje was nu voldoende, om op nieuw de gevoeligheid voor de atterminale stroomen tijdelijk geheel te onderdrukken. Eerst na bijna 10′ begint zij weder merkbaar te worden en klimt dan spoedig hooger zelfs dan zij vóór de tweede doorsnijding geweest was. De abterminale stroomen toonen van dezen invloed niets: hunne werking wordt onophoudelijk zwakker.

Wij hebben dezelfde proef nog een vrij groot aantal malen herhaald en steeds met hetzelfde resultaat: belangrijke daling met daaropvolgende stijging der prikkelbaarheid voor atterminale, geen duidelijken invloed der verwonding op de werking der abterminale stroomen. Gemiddeld uit 13 proeven werden de zwakste atterminale stroomen, die contractie opwekten, verkregen bij 41.1 mm. rolafstand ($i = 470$) kort vóór, bij 16.1 mm. ($i = 850$) ½ tot 2 min. nà het opfrisschen der oude wondvlakte. Het maximum, waartoe de prikkelbaarheid na de tweede verwonding weder steeg, lag gemiddeld bijna even hoog, in niet weinige gevallen zelfs tamelijk veel hooger dan het maximum vóór de tweede verwonding. Het werd evenwel in den regel iets langzamer bereikt dan het laatste.

Uit deze laatste proeven, in verband met de eerste, bleek reeds voldoende, dat *de plaats, waar de wond gemaakt wordt, niet van beslissenden invloed op de uitkomst*

is. Daar bijna in alle tot dusverre beschreven proeven de wond gelegen was aan den kant van de basis, de atterminale stroomen dus steeds ook opstijgende waren, was nog de mogelijkheid te overwegen, of ook anders in het hart gerichte stroomen, wanneer ze tevens tot atterminale gemaakt werden, dezelfde verschijnselen zouden toonen.

Wij legden dus dan eens op deze, dan eens op een andere plaats der kamer een doorsnede aan, plaatsten het preparaat telkens zoo, dat de stroom zooveel mogelijk loodrecht op het wondvlak gericht, dus zoo zuiver mogelijk atterminaal of abterminaal was, en vergeleken nu de gevoeligheid vóór en nà het aanleggen der wond.

Twee proeven van dien aard zijn reeds boven medegedeeld (pr. XIII en XIV). Zij leeren, dat na afknippen van een stukje van de punt (niet der basis) der kamer de gevoeligheid voor *neerdalende* stroomen tijdelijk belangrijk vermindert, terwijl proef XIV tevens toont, dat die voor opstijgende er niet door lijdt. — De volgende proef leert dit nog sprekender. Hier werd, door dadelijk niet slechts de basis maar ook de punt der kamer weg te snijden, de prikkelbaarheid zoowel voor den opstijgenden als voor den neerdalenden stroom tijdelijk geheel opgeheven. Het verschil ten opzichte der beide stroomrichtingen, in de vroeger medegedeelde proeven zoo sterk in 't oog springend, is nu zoo goed als nul.

PROEF XIX. 15 October. — Temp. 14°.

Rana esculenta. — 3ᵘ 15′ geprep. — 3ᵘ 17′ kamer aan de basis en tevens stukje van de punt afgesneden.

Opstijg. stroom.	t	3.10	3.19	3.20	3.21	3.23	3.24	3.25	3.27	3.29	3.32	3.38	3.43
	r	0	0	0	0	0	0	10	23	30	42	46	46
Neerdal. stroom.	t	3.18.30	3.19.30	3.20.30	3.22	3.23.30	—	3.26	3.28	3.30	3.34	3.39	3.45
	r	0	0	0	0	0	—	28	38	41	45	49	48

In de volgende proeven werd een stukje van de *rechter* of *linker zijde* der kamer afgesneden. Het preparaat werd dan met de lengteas loodrecht op de stroomrichting geplaatst. Het was evenwel soms moeilijk, ook aan het wondvlak een dergelijken stand te geven. Misschien is dit de oorzaak, dat de effecten, hoewel zeer sprekend, toch gemiddeld niet zoo groot werden gevonden, als bij doorsnijden der basis.

PROEF XX. 16 October. — Temp. 13° C.

Rana esculenta, geprepareerd 10ᵘ 31′ — 10ᵘ 34′ kamer 2 mm. van de basis afgesneden. Onmiddellijk daarna een dun laagje spierweefsel van de *linker zijde* der kamer, evenwijdig tot de lengteas, afgesneden. Stroomen gaan in dwarse richting door de kamer.

(Atterm.) — ↓ +	t	10.36	10.38.30	10.41.30	10.43.30	10.45	10.52
	r	0	25	27	38	47	47
(Abterm.) + ↓ —	t	10.37	10.40	10.44	10.47	10.47	
	r	32	38	38	36	34	

10ᵘ 51′ wordt een stuk langs de *rechter zijde* der kamer afgesneden.

+ ↓ — (Atterm.)	t	10.51.30	10.54.30	11.4.30	11.11	11.15
	r	22	23	46	48	48
— ↓ + (Abterm.)	t	10.52	11.2	11.6.30	11.12.30	
	r	35	37	38	33	

PROEF XXI. 16 October. — Temp. 13°.

Rana esculenta, geprepar. te 11ᵘ 23′. — 11ᵘ 26′ kamer 2 mm. beneden de basis afgeknipt en dun schijfje van de *linker zijde* van de kamer weggesneden.

— ↓ +	t	11.27.30	11.30.30	11.33	11.37	11.40.30	11.44	11.46	11.50
	r	20	20	23	38	42	40	52	54
+ ↓ —	t	11.29	11.30	11.32	11.36	11.39.30	11.42.30	11.46.30	11.49
	r	30	37	38	45	45	44	50	47

PROEF XXII.

Rana esculenta. — Geprep. 2ᵘ 33′. — Afgesneden 2 mm. beneden basis, en doorsnede langs *linker zijde* 2ᵘ 34′.

— ↓ +	t	2.34.30	2.36.30	2.39	2.41.30	2.44	2.47	2.51
	r	0	0	15	38	41	44	46
+ ↓ —	t	2.35.30	2.37	2.40	2.43	2.46	2.49	
	r	25	15	45	49	50	51	

2u 53′ overlangsche doorsnede 1 mm. van *rechter* rand der kamer:

+ ↓ —	t	2.54	2.55.30	2.57	2.59	3.1	3.2.30	3.4.30	3.9	3.12
	r	22	22	22	26	26	33	42	51	52
— ↓ +	t	2.55	2.56	2.58	3.0.30	3.3 30	3.7	3.11		
	r	45	48	50	49	48	46	45	—	—

In al de voorafgaande proeven werd als prikkel een enkele sluitings-inductieslag gebezigd. Terloops hadden wij daarbij geconstateerd — wat a priori te wachten was — dat met den *openings-inductiestroom* hetzelfde resultaat wordt verkregen. De openings-inductiestroom is echter een specifiek sterkere prikkel dan de sluitingsstroom. Hieruit verklaren zich dan ook de uitkomsten, die wij verkregen, toen wij in een verdere reeks van proeven met *snel opeénvolgende*, *afwisselend gerichte inductiestroomen* prikkelden. Het effect was hier, namelijk, hetzelfde als of wij alléén openings-inductiestroomen hadden gebezigd: de richting van de *openings*stroomen in betrekking tot de wondvlakte besliste. — Wij gingen bij deze proeven op de volgende wijze te werk. Het Wagner's hamertje in den primairen kring van den sledetoestel werd in trilling gebracht (2 Groves achter elkander) en de secundaire kring door middel van een kwiksleutel telkens voor ongeveer 1 secunde gesloten. De pauzen tusschen twee prikkelingen bedroegen gewoonlijk 10 of 15 sec. Wij begonnen telkens met onwerkzame intensiteiten, schoven dan de secundaire klos op totdat er contractie kwam en verwijderden haar weder trapsgewijs, totdat de grens der gevoeligheid bereikt was.

Ziehier eenige onzer protokollen. De opgegeven richting van den stroom is altijd die van den openingsinductiestroom.

PROEF XXIII. — Temp. 15.5° C.

Rana esculenta. — 9u 44′ geprep. — Kamer aan de basis afgesneden te 9u52′.

Atterm. (Opstijg.)	t	9.54	9.57	9 59	10 3	10.10
	r	0	15	32	47	50
Abterm. (Neerdal.)	t	9.53	9.55	10.0	10.5	10.12
	r	48	36	42	41	36

PROEF XXIV. — Temp. 12.5° C.

Rana esculenta. — 4u 4′ geprep. — 4u 6′ kamer aan de basis afgesneden.

Atterm. (Opstijg.)	t	4.6.30	4.8	4.10	4.12	4.14	4.17	4.22
	r	0	0	0	0	30	37	36
Abterm. (Neerdal.)	t	4.7	4.9	4.11		4.15	—	4.20
	r	30	33	38	—	40	—	38

In de volgende proef verliep er tusschen moment van doorsnijding en de eerste bepaling der gevoeligheid voor de atterminale richting door toevallige omstandigheden betrekkelijk veel tijd. Desniettegenstaande spreekt het resultaat nog zeer sterk.

PROEF XXV.

Rana esculenta. — 11ᵘ 44′ geprepareerd. — 11ᵘ 46′ kamer aan de basis afgesneden.

Abterm. (Neerdal.)	t	11.49	11 51	11.55	12.0	12.10	12.15	—
	r	44	55	56	58	57	56	—
Atterm. (Opstijg.)	t		11.54′	11.57	12.1	12.6	12.12	12.17
	r	—	25	55	64	64	66	64

De verklaring der uitkomsten, door prikkeling met enkele afwisselend gerichte inductieslagen verkregen, lag voor de hand. Inductiestroomen werken, wegens den korten duur, over 't algemeen slechts als *sluitingsprikkels* 1), de irritatie komt dus alleen op die plaatsen tot stand, waar de stroom uit de prikkelbare spierzelfstandigheid *uittreedt.* Is de gevoeligheid der spier op die plaats verminderd, b. v. ten gevolge van mechanische beleediging, dan zal atterminale sluiting minder effect moeten hebben, ook wanneer de spier op alle andere plaatsen geheel ongedeerd is gebleven.

Inderdaad beantwoorden de uitkomsten geheel aan deze opvatting, wanneer als prikkel *sluiting van een constanten stroom* wordt gebezigd. Dit was in de

---

1) Vergelijke A. Fick, Untersuchungen über electrische Nervenreizung. Braunschweig 1864. blz. 49. — Lamansky, Studien d. physiol. Inst. zu Breslau. 4 Heft. 1868. p. 218. — Th. W. Engelmann, Arch. f. die ges. Physiologie herausg. v. Pflüger. Bd. III. 1870. p. 309.

volgende proeven het geval. Het preparaat bevond zich in de nevensluiting tot het groot Rheochord, waarvan de wederstand (*w*) telkens in centimeters platinadraad van $^1/_3$ mm. dikte in de tabellen is opgegeven. Omtrent de verdere inrichting is in de inleiding het noodige gezegd.

PROEF XXVI. — Temp. 15°.

Rana esculenta. — Geprep. te 11ᵘ 52′. — Kamer 2 mm. van de basis dwars doorgesneden 11ᵘ 53′ 30″. — Bakje zeer hoog met zoutgomsolutie gevuld.

Atterm.	t	11.54	11.59	12.0	12.8	12.20	12.33	12.45
	w	0 *)	990	880	806	720	736	770
Abterm.	t	—	—	12.3	12.15	12.25	12.40	12.58
	w	—	—	794	720	660	720	734

PROEF XXVII. — Temp. 15° C.

Rana esculenta. — Geprep. 2ᵘ30′. — Kamer aan de basis afgesneden te 2ᵘ 35′.

Atterm.	t	2.36	2.40	2.43	2.50	2.57	3.6	3.12	3.26
	w	0	1240	1060	970	1004	1070	1040	1080
Abterm.	t	2.39	2.54	—	—	2.59	3.8	3.15	3.25
	w	880	1010			920	802	800	770

In de volgende proef werd slechts de werking van den atterminalen stroom onderzocht.

*) 0 beduidt dat ook de sterkste stroom (4000 ctm. nevensluiting) geen contractie opwekte.

PROEF XXVIII. — Temp. 14.5° C.

Rana esculenta, te 3ᵘ 43′ geprep. — Kamer afgesneden 3ᵘ 45′.

Atterm.	t	3.46	3.50	3.59	4.9	4.15	4.23	4.30
	w	0	2100	1340	1140	1080	1020	900

De invloed van het verwonden der kamerpunt op de gevoeligheid voor den neerdalenden stroom blijkt uit de volgende proeven, die tevens de resultaten der vorige bevestigen.

PROEF XXIX. — Temp. 16°.

Rana esculenta, te 9ᵘ 35′ geprep. — Kamer 1 mm. van de basis dwars doorgesneden te 9ᵘ 41′. — Bakje slechts 1 ctm. hoog met vocht gevuld.

Neerdalend.	t	9.44	9.55	9.59	10.5
	w	272	250	230	246
Opstijgend.	t	9.49	9.56	10.1	10.6
	w	900	410	418	420

Te 10ᵘ 11′ wordt de punt der kamer afgeknipt.

Opstijgend.	t	10.25	10.29	10.37	10.42	
	w	208	280	270	288	
Neerdalend.	t	10.14	10.31	10.32	10.40	10.43
	w	558	190	214	218	218

PROEF XXX.

Rana esculenta. — Geprep. te 10ᵘ 46′. — Kamer 2 mm. van de basis afgesneden te 10ᵘ 47′.

Opstijg.	t	10.48	10.50	10.51	10.52.30	10.55	10.56	11.3.30
	w	760	460	340	290	244	238	226
Neerdal.	t	—	—	—	—	11.1	11.11	11.13
	w	—	—	—	—	340	276	310

Te 11ᵘ 17′ 30″ wordt een stukje van de punt afgesneden.

Neerdal.	t	11.19	11.21	11.27	11.31	11.36	11.43
	w	520	580	218	194	210	210
Opstijg.	t	—	11.23	11.29	11.35	11.42	11.50
	w	—	202	216	230	240	238

PROEF XXXI. 27 October. — Temp. 15° C.

Rana esculenta. — Geprep. 2ᵘ 54′. — Basis afgesneden 2ᵘ 57′. Bakje zeer hoog met vocht gevuld.

Opstijgend.	t	2.58	3.3	3.7	3.15
	w	0	0	0	0
Neerdalend.	t	2.59	3.6	—	3.20
	w	0	762	—	538

Te 3ᵘ 20′ wordt een stukje van de punt afgesneden.

Opstijgend.	t	—	3.25	3.35	3.45
	w	—	936	870	670
Neerdalend.	t	3.21	3.29	3.30	3.40
	w	0	285	290	200

b. Chemische beleediging.

Dezelfde verschijnselen als bij mechanische beleediging worden waargenomen, wanneer de hartspier op eenige plaats door middel van sterk ingrijpende chemische agentia gewond wordt. Men ziet dit in de volgende proeven, waarin weder van den sluitings-inductiestroom als prikkel gebruik werd gemaakt.

1) PROEVEN MET CARBOLZUUR.

PROEF XXXII. 17 October. — Temp. 13° C.

Rana esculenta. — Geprep. te 3ᵘ 46′. — Kamer aan de basis afgesneden te 3ᵘ 47′.

Opstijg.	t	3.48	3.51	3.52	3.54	3.57	4.4
	r	0	0	0	15	23	24
Neerdal.	t	3.50	3.51	3.53	3.58	—	4.5
	r	0	0	20	21	—	20

4ᵘ 6′ kamer uit het bakje genomen, punt eenige secunden aangeraakt met een stukje filtreerpapier, dat

met geconcentreerd carbolzuur was bevochtigd. Teruggebracht in het bakje.

Opstijg.	t	4.7.30	4.9	4 12	4.15	4.23	—	—
	r	50	49	48	46	42	—	—
Neerdal.	t	4.6.30	4.8.30	4.10	4.13	4.16	4.20	4.25
	r	0	17	24	25	27	27	29

PROEF XXXIII. 18 October. — Temp. 15° C.

Rana esculenta. — Geprep. te 11ᵘ 16′ — Kamer afgesneden te 11ᵘ 45′ 30″.

Opstijgend.	t	11.46	11.48	11.50	11.52	11.56
	r	0	0	10	25	41
Neerdalend.	t	11.47	11.49	—	—	11.53
	r	38	34	—	—	35

11ᵘ 58′ punt der kamer met carbolzuur bevochtigd, als in de vorige proef.

Opstijg.	t	—	12.0	12.1	12.4	—	—	12.13
	r	—	38	38	42	—	—	38
Neerdal.	t	11.59	12.0.30	12.3	12.5	12.9	12.12	12.15
	r	8	12	15	14	11	20	20

PROEF XXXIV. 18 October. — Temp. 13°.

Rana esculenta. — Geprep. te 2ᵘ 32′. — Hartekamer afgesneden te 2ᵘ 36′.

Opstijgend.	t	2.36.30	2.38.30	2 41	2.45	2.50	2.54
	r	1	17	25	29	33	33
Neerdalend.	t	2.37.30	2.39.30	—	2.44	2.51	2.55
	r	22	54	—	54	55	53

Te 2ᵘ 56′ punt met carbolzuur bevochtigd als in de vorige proeven.

Opstijgend.	t	2.58	3.1	3.8	—	—
	r	47	48	50	—	—
Neerdalend.	t	2.57	2.59	3.5	3.10	3.15
	r	25	31	41	43	43

Ook in de volgende proef is de invloed der chemische verwonding op de gevoeligheid der spier voor den atterminalen stroom duidelijk, hoewel niet zoo groot als de voorafgaande gevallen.

PROEF XXXV. 19 October. — Temp. 13°.

Rana esculenta. — Geprep. te 1ᵘ 41′. — Kamer afgesneden te 1ᵘ 44′.

Opstijgend.	t	1.44.30	1.45.30	1.47.30	1.51	1.53	1.56
	r	0	0	15	33	40	41
Neerdalend.	t	1.45	1.46	1.49	1.52	1.55	
	r	38	36	44	43	41	

Te 1ᵘ 57′ punt met carbolzuur bevochtigd.

Opstijg.	t	1.59	2.2	—	2.7	—	2.13	—
	r	56	59	—	59	—	59	—
Neerdal.	t	1.58	2.0.30	2.3	2.6	2·9	2.12	2.15
	r	25	30	31	33	31	32	31

2) PROEVEN MET KALI.

Zij werden op dezelfde wijze genomen, alléén werd het filtreerpapier met bijtende kali (35 °/₀) in plaats van met carbolzuur gedrenkt.

PROEF XXXVI. — Temp. 14.5° C.

Rana esculenta. — Geprep. te 2ᵘ 12′. — Kamer afgesneden te 2ᵘ 16′.

Opstijgend.	t	2.16.30	2.20	2.35	2.30	2.35	2.40
	r	0	0	5	23	29	29
Neerdalend.	t	2.17	2.21	2.26	2.32	2.36	2.37
	r	18	20	36	42	44	48

Punt met kali bevochtigd te 2ᵘ 44′

Opstijgend.	t	2.47	2.50
	r	49	40
Neerdalend.	t	2.44	2.48
	r	0	0

De contracties werden spoedig daarna zoo klein, dat de proef moest geëindigd worden.

PROEF XXXVII. — Temp. 14° C.

Rana esculenta. — Geprep. te 10ᵘ 55′. — Kamer afgesneden te 10ᵘ 59′.

Opstijgend.	t	11.0	11.2	11.6	11.9	11.15	11.20
	r	0	0	0	33	47	50
Neerdalend.	t	11.0.30	11.4	11.7	11.10	11.16	11.22
	r	0	0	25	31	35	36

Te 11ᵘ 25′ punt der kamer even met kali bevochtigd.

Opstijg.	t	11.26	11.29	11.34	—	11.44	—	—	12.3
	r	57	58	54	—	53	—	—	53
Neerdal.	t	11.27	11.30	11.35	11.39	11.45	11.51	11.58	12.4
	r	24	20	28	31	32	35	38	40

PROEF XXXVIII. 22 October. — Temp. 14°.

Rana esculenta. — Geprep. te 3ᵘ 17′. — Kamer afgesneden 3ᵘ 19′.

Opstijgend.	t	3.20	3.23	3.26	3.29
	r	0	12	37	41
Neerdalend.	t	3.21	3.25	—	3.31
	r	56	60	—	57

Te 3ᵘ 37′ met kali bevochtigd.

Opstijgend.	t	3.38	3.42
	r	50	47
Neerdalend.	t	3.38.30	3.40
	r	37	40

c. *Thermische beleediging.*

Minder groote en constante verschillen gaf *thermische* beleediging. Wij gingen zoo te werk, dat wij de punt der kamer over eene uitgestrektheid van eenige □ millimeters met een in heet water of boven een vlam heet gemaakt glazen staafje even aanraakten. Van de uitkomsten, op die wijze verkregen, geven de volgende protokollen eenige voorbeelden.

PROEF XXXIX. 19 October. — Temp. 16°.

Rana esculenta. — 10ᵘ 36′ geprepareerd. — Punt gebrand te 10ᵘ 37′.

Opstijgend.	t	10.37′30	10 38	10.41	10.44
	r	8	20	40	45
Neerdalend.	t	—	10.40	—	10.46
	r	—	30	—	46

PROEF XL. — Temp. 14°.

Rana esculenta. — 10ᵘ 2′ geprepareerd.

Opstijg.	t	10.2.30	10.4	10.5.30	10.8.30	10.11	10.15	10.16
	r	0	0	0	20	36	39	39
Neerdal.	t	10.3	10.5	—	10.8	10.10	10.14	
	r	47	45	—	51	50	46	

Te 10ᵘ 17′ wordt de punt met een op ca. 60° verwarmd glazen staafje aangeraakt.

Opstijgend.	t	10.17.30	10.22	10.26	10.30	10.33
	r	45	36	33	33	33
Neerdalend.	t	10.18	10.23	10.27	10.36	
	r	45	50	50	49	

Geeft de laatste proef reeds een onzekere uitkomst, de volgende schijnen zelfs het tegenovergestelde van proef XXXIX en de daaraan voorafgaande te bewijzen. Immers hier werd na kortdurende aanraking der punt met een in heet water verwarmd glazen staafje een niet onduidelijke verhooging der gevoeligheid voor den neerdalenden sluitings-inductiestroom gevonden.

PROEF XLI. 18 October. — Temp. 14°.

Rana escul. — 2ᵘ 38′ geprep. — 2ᵘ 41′ 30″ kamer afgeknipt.

Opstijgend.	t	2.42	2.44	2.49	2.52
	r	0	40	43	40
Neerdalend.	t	2.43	2.46	2.50	2.53
	r	0	42	48	49

Te 2u 58′ wordt de punt met het warme staafje eenige secunden lang aangeraakt.

Opstijgend.	t	3.0	3.4	3.11	3.16	—	—	—
	r	40	39	38	38	—	—	—
Neerdalend.	t	2.59	3.3	3.6	3.9	3.13	3.18	3.26
	r	51	53	53	52	52	52	51

In overeenstemming met deze laatste proef waren eenige anderen, op soortgelijke wijze genomen. In één er van waren de grootste rolafstanden vóór en onmiddellijk na aanraken der punt met een heet glazen staafje 48 resp. 54 mm., in een andere proef 45 resp. 50. Weder andere proeven lieten geen invloed van het verwarmen erkennen.

Hierna zoude het haast schijnen, alsof de wet, voortvloeiende uit de sub I *a* en *b* medegedeelde proeven, ten opzichte van thermische beleediging niet van geldigheid ware, de wet, namelijk, dat *plaatselijke beleediging der spiermassa de prikkelbaarheid van het hart voor sluiting van atterminale stroomen doet dalen.* Evenwel leert een nadere analyse, dat dit geenszins het geval is: integendeel kon men de onregelmatige, zelfs tegenovergestelde uitkomsten der thermische beleediging vooruitzien, zooals wij aanstonds zullen aantoonen.

UITKOMSTEN DER PROEVEN VAN HOOFDSTUK I.

De algemeene gevolgtrekkingen, die wij uit onze proeven meenen te mogen afleiden, zijn de volgende:

De contracties der hartekamer 1) van den kikvorsch,

1) Meer nauwkeurig der „Herzspitze" (Bowditch).

door sluiting van een electrischen stroom 1) opgewekt, *gaan uit van de plaats, waar de electrische stroom uit het levend spierweefsel in het omringend medium uittreedt*, m. a. w. hier ligt de kathode van het preparaat en alléén aan die kathode ontstaat de sluitings-irritatie.

Het bewijs wordt geleverd door het feit, dat plaatselijke beleediging van het hart slechts dan invloed op de prikkelbaarheid (voor sluiting) heeft, wanneer de plaats van beleediging tevens kathode is. Hierbij bleek het onverschillig te zijn, of deze plaats was gelegen bij de natuurlijke of bij een kunstmatige oppervlakte, nabij de basis of nabij de punt, rechts of links enz.

Hiermede wordt tevens bewezen, dat de contracties der kamerpunt, door de genoemde electrische prikkels opgewekt, het gevolg zijn eener *rechtstreeksche prikkeling der spierzelfstandigheid* van de kamer, niet eener indirecte door middel van motorische zenuwen. De eigen irritabiliteit der spiervezelen van het hart is dus langs een nieuwen weg bewezen. De normale kamerspier gedraagt zich geheel en al analoog aan een gewone door curare aan zenuwinvloed onttrokken spier. Bevatte zij motorische zenuwen, dan zoude zij als een *niet* gecurariseerde spier moeten reageeren, d. i. bij electrische prikkeling (van voldoende sterkte) zich moeten contraheeren, onverschillig of de plaats, waar de stroom uit het *spier*weefsel uittreedt, beleedigd is of niet. Want in dit geval zouden ook telkens zenuwen *binnen* de spiermassa geprikkeld worden, niet slechts de zenuwen die mochten liggen op de plaats, waar de stroom uit het *spier*weefsel uittreedt.

---

1) Inductieslagen werken binnen de zeer ruime grenzen der stroomsterkten, door ons gebezigd, als sluitingsprikkels. Zie boven blz. 32.

Wilde men desniettegenstaande de aanwezigheid van motorische zenuwen in het kamer-preparaat blijven verdedigen, dan diende men aan te nemen, dat deze zenuwen voor de verschillende soorten en vormen van door ons gebezigde electrische prikkels niet gevoelig waren. Zoodanige onderstelling mist evenwel niet slechts allen feitelijken steun, maar is tevens in strijd met het algemeen erkende feit, dat alle peripherische zenuwvezelen voor inductiestroomen hoogst gevoelig, specifiek gevoeliger zelfs zijn dan spiervezelen 1).

Uit het ontbreken van motorische zenuwen volgt verder de juistheid der voorstelling, dat het *voortschrijden der irritatie door de kamer uitsluitend op spiergeleiding berust.* Onze proeven bevestigen daarbij, dat *het proces der irritatie zich op die wijze van elk punt der spierzelfstandigheid naar elk ander punt der kamer kan voortplanten.* Immers, waar ook de kathode ligt, steeds wordt van hier uit de geheele overige spiermassa tot contractie gebracht. Nooit blijft de contractie op de kathode gelocaliseerd, zoolang er nog geleidingsvermogen bestaat.

De laatste wet, de geleiding in het hart betreffende, dient men vooral in 't oog te houden, wanneer men een nadere verklaring wil trachten te geven van den invloed, die plaatselijke beleediging der kamerspier, langs mechanischen, chemischen of thermischen weg voortgebracht, volgens onze proeven op de prikkelbaarheid der spier voor sluiting van atterminale stroomen blijkt te hebben.

Deze invloed uit zich in verreweg de meeste gevallen in tijdelijke opheffing of verzwakking der gevoeligheid voor atterminale prikkels, en het is dus dit verschijnsel, dat wij in de eerste plaats hebben te verklaren.

1) Vergel. hierover ook Th. W. Engelmann, Pflüger's Archiv. III. 1870. blz. 310 en Aanmerk.

Reeds boven hebben wij de meest voor de hand liggende verklaring uitgesproken. Zij komt hierop neder, dat, ten gevolge van de ondergane beleediging, de prikkelbaarheid der spier op de beleedigde plaats minder zal worden. Ontstaat nu de irritatie bij prikkeling alléén op die plaats, zooals bij sluiting het geval is, wanneer die plaats als kathode fungeert, dan moet de gevoeligheid van het preparaat voor atterminale sluiting blijken verminderd te zijn. De prikkelbaarheid voor sluiting van *abterminaal* gerichte stroomen zal daarentegen niet geïnfluenceerd mogen worden, wat ook inderdaad blijkens onze proeven niet het geval is.

De hier gegeven verklaring is ook voldoende om van het feit rekenschap te geven, dat de gevoeligheid voor sluiting dikwijls aanvankelijk gering werd gevonden, in gevallen waar de stroom op een niet direct beleedigde plaats der natuurlijke oppervlakte van het hart uittrad. Immers het openen van het hartezakje, het blootleggen der kamerspier, het contact met de lucht, het indompelen in de gom-zoutsolutie, die wel relatief, maar toch geenszins absoluut indifferent mag heeten, moeten ten gevolge hebben, dat de meest oppervlakkig gelegen lagen van spierzelfstandigheid lijden, beginnen af te sterven, dus ook minder prikkelbaar worden. Een dergelijke invloed zal zich aan de punt der kamer over 't algemeen het krachtigst doen gelden, dus bij sluiting van neerdalende stroomen het duidelijkst blijken.

De vraag rijst nu echter: hoe *de stijging der prikkelbaarheid na de aanvankelijke daling te verklaren?* Ook hierop is het antwoord niet moeilijk te geven, wanneer men den eigenaardigen opbouw der kamerspier uit mikroskopisch kleine cellen en tevens het feit in 't oog houdt, door de onderzoekingen van Prof. Engelmann aan 't licht

gebracht, dat deze cellen — hoewel in 't leven physiologisch geleidend met de aangrenzende verbonden — toch elk op zich zelve afsterven, m. a. w. dat het proces van afsterven niet als dat der irritatie van cel tot cel voortschrijdt. Immers wanneer de oppervlakkig gelegen cellen geheel afgestorven zijn, zal de kathode, dus de plaats van prikkeling, niet meer liggen aan de grens van afstervende (d. i. minder prikkelbare) spierzelfstandigheid en omringend vocht, of reeds afgestorvene spierfibrillen, maar iets dieper, aan de grens van de levende en de afgestorven cellen.

De electromotorische werking, uitgaande van de oppervlakte der spierzelfstandigheid, geeft een middel aan de hand, om de ontwikkeling van dit demarcatie-vlak te volgen: naarmate die ontwikkeling verder voortschrijdt, vermindert de manifeste negativiteit der beleedigde oppervlakte, om eindelijk onder overigens gunstige omstandigheden gelijk nul te worden, terwijl de latente electromotorische kracht der onder het demarcatie-vlak gelegen spiercellen — die bij het opfrisschen der doorsnede manifest wordt — nog op de normale hoogte of weinig daar beneden wordt gevonden. Het laatste feit bewijst, dat de toestand der naar binnen van het demarcatie-vlak gelegen levende cellen nagenoeg normaal mag heeten.

Het verloop dier wijziging van den electrischen toestand der kameroppervlakte na beleediging heeft in 't algemeen groote overeenstemming met het verloop der door ons geconstateerde prikkelbaarheidsveranderingen 1). Even als onmiddellijk na de verwonding de negativiteit in den

---

1) Vergelijke de numerieke opgaven bij Engelmann, verg. Untersuch. zur Lehre von d. Muskel- u. Nervenelectricität. Onderzoekingen enz. Derde Reeks. IV. 1877. blz. 287 vlg.

regel maximaal wordt gevonden, zoo ook de daling der prikkelbaarheid. Beide veranderingen beginnen gemiddeld reeds binnen de eerste minuten te wijken en snel voor den aanvankelijken toestand van electromotorische onwerkzaamheid resp. hooge prikkelbaarheid plaats te maken.

Er is evenwel tusschen beide soorten van verschijnselen geen volkomen parallelisme van dien aard, dat het geoorloofd zoude zijn te zeggen: hoe grooter de negativiteit der wondvlakte, des te geringer de gevoeligheid voor atterminale sluiting. Dit mag echter, zooals aanstonds blijken zal, niet beletten, beide soorten van verschijnselen op hetzelfde proces: het afsterven eener laag spierzelfstandigheid aan de oppervlakte, terug te brengen.

De bijzonderheden, wier verklaring uit dit oogpunt schijnbaar moeilijkheden zou kunnen ontmoeten, zijn vooral de volgende.

Het gebeurt soms, dat de gevoeligheid voor atterminale sluiting na mechanische beleediging (doorsnijden) *bijna oogenblikkelijk*, althans binnen minder dan een halve minuut, van (schijnbaar) nul tot op een zeer belangrijke, soms bijna maximale hoogte terugkeert. De negativiteit daarentegen daalt of verdwijnt nooit zoo snel 1). Het gebeurt zelfs, dat zij in de eerste minuten nog een weinig stijgt 2). Het verschil vindt in de volgende overweging zijn opheldering. Zoodra op één beperkt punt der wondvlakte het proces van afsterven geëindigd is, dus een betrekkelijk normaal stuk

---

1) Dit blijkt uit de (niet gepubliceerde) protokollen der proeven van Prof. Engelmann, van welke l. c. slechts eenige gemiddelden werden opgenomen.

2) Onderzoekingen etc. Derde Reeks. IV. blz. 287.

spierzelfstandigheid naar buiten aan een geheel afgestorven cel grenst, zal de gevoeligheid voor atterminale sluiting op die beperkte plaats weder betrekkelijk groot moeten zijn.

Aangezien nu *van elk punt uit de geheele kamer tot contractie kan gebracht worden*, behoeft *maar op één punt der wondvlakte* de gevoeligheid weder groot te zijn om den schijn te doen ontstaan, als of de gevoeligheid aan de wondvlakte over 't algemeen weder groot ware geworden. *De waargenomen gevoeligheid van 't hart voor atterminale sluiting is dus steeds gelijk aan de maximale gevoeligheid*, die op het gegeven oogenblik *op eenig punt* van de wondvlakte bestaat. *De waargenomen negativiteit der wondvlakte* is daarentegen de *gemiddelde der negativiteit van alle afgeleide punten.*

Hiermede is tevens het feit verklaard, dat de gevoeligheid voor atterminale sluiting na doorsnijden gemiddeld uit alle proeven zeer aanmerkelijk *vroeger haar maximum bereikt*, *dan de electromotorische kracht der wondvlakte haar minimum.* Wij vonden, dat voor het eerste gemiddeld uit 50 proeven slechts 14 minuten werden vereischt, terwijl de proeven van Prof. Engelmann 1) hebben geleerd, dat de electromotorische kracht, ceteris paribus, na 15 min. eerst op ongeveer 33 %, na afloop van een uur eerst op 4,7 % der aanvankelijke hoogte is gedaald.

Men zoude met eenig schijn van recht eerder mogen vragen: waarom keert de gevoeligheid voor atterminale sluiting niet altijd onmiddellijk tot nagenoeg de definitieve hoogte terug? Immers er zullen toch zeker op elke eenigszins uitgestrekte wondvlakte tal van punten (cellen) zijn, waar het proces van afsterven zeer snel is

1) Onderzoekingen etc. Derde Reeks. IV. blz. 288.

afgeloopen, het demarcatie-vlak dus snel gevormd is. Want de beleediging zal sommige cellen sterker en over grootere uitgestrektheid hebben getroffen dan anderen en deze zullen dus spoediger afgestorven zijn. Maar juist in dit laatste punt, de ongelijke mate van beleediging, door de verschillende cellen ondervonden, ligt het antwoord op de gestelde vraag opgesloten.

Immers zoowel bij doorsnijden als bij chemische (en thermische) beleediging zullen, wegens hare uiterst geringe dimensies, overal niet slechts de oppervlakkige maar ook de iets dieper gelegen cellen beleedigd zijn. De oppervlakkige sterven af, de dieper liggende herstellen zich allengs. Het demarcatie-vlak wordt dus aanvankelijk overal door de grens tusschen afgestorven en matig beleedigde, allengs herstellende cellen gevormd. De kathode ligt daarom aanvankelijk steeds en op alle plaatsen in beleedigde, dus minder prikkelbare spierzelfstandigheid. Eerst wanneer op eenige plaats de nadeelige invloed der beleediging geheel geweken, de cel weder geheel normaal geworden is, zal op die plaats de oorspronkelijke gevoeligheid teruggekeerd zijn. Nooit nu, of bijna nooit zal dit reeds binnen weinige oogenblikken kunnen geschieden, wanneer de gevoeligheid van te voren sterk was gedaald.

De hier ontwikkelde beschouwingen bevatten eindelijk ook den sleutel tot verklaring der schijnbaar paradoxe werking van thermische beleediging, in sommige gevallen door ons waargenomen. Het uitblijven van vermindering der prikkelbaarheid of zelfs de geringe verhooging der irritabiliteit, in die gevallen geconstateerd, houdt op vreemd te zijn, wanneer men bedenkt, dat de temperatuur der spierzelfstandigheid in verschillende diepte onder de verwarmde plaats der oppervlakte een verschillende hoogte moet hebben bereikt, en wanneer men daarbij den invloed

in 't oog houdt, dien hoogere temperatuur-graden op de prikkelbaarheid der spieren hebben. Alleen in de oppervlakkigste lagen zal over 't algemeen de warmte hoog genoeg gestegen zijn, om de cellen te dooden; daarop volgen een of meer lagen van cellen, waarin zij slechts hoog genoeg klom, om tijdelijke verstijving, schijndood door warmte (warmte-tetanus) voort te brengen. Deze wijkt bij dalende temperatuur en maakt plaats voor een toestand van verhoogde prikkelbaarheid, die eerst bij nog verder dalende temperatuur overgaat in den toestand van normale gevoeligheid. Reeds onmiddellijk na de verhitting der spier-oppervlakte zal, wederom wegens de mikroskopische kleinheid der cellen, het demarcatie-vlak hier en daar loopen tusschen plaatsen van afgestorven en van verhoogde gevoeligheid. Fungeeren deze plaatsen tevens als kathoden, en is de geleiding van deze naar de overige spiermassa der kamer niet afgebroken, waartoe over 't algemeen geen grond bestaat, dan zal het effect der thermische beleediging zich blijkbaar in verhooging der prikkelbaarheid voor atterminale sluiting kunnen uiten.

HOOFDSTUK II.

PROEVEN OP GEWONE DWARSGESTREEPTE SPIEREN.

Indien het waar was, dat in de aanwezigheid eener laag van afstervende spierzelfstandigheid aan de kathode de oorzaak der vermindering van prikkelbaarheid voor atterminale sluiting was gelegen, dan moesten ook ge-

wone dwarsgestreepte spiervezelen na plaatselijke beleediging minder gevoelig worden voor sluiting van atterminaal gerichte stroomen, bij onveranderde gevoeligheid voor abterminale sluiting. De verschijnselen moesten vooral sterk spreken en zuiver voor den dag komen bij monomere, regelmatig gebouwde spieren, als b. v. de sartorius, wanneer hier de beleediging als dwarse (mechanische, thermische of chemische) doorsnede werd aangebracht. Want hier werden dan alle vezelen te gelijkertijd in dezelfde mate en op dezelfde plaats getroffen. Hier ook was het mogelijk — door matige spanning der spier — aan alle vezelen een tot de richting van den stroom volkomen evenwijdig verloop te geven, dus de kathodes van alle enkele vezelen uitsluitend en alléén op de plaats van doorsnijding te doen vallen. Er moesten tevens, in verband met den bouw, enkele belangrijke verschillen in het verloop der verschijnselen plaats hebben. Zoo mocht de gevoeligheid voor atterminale sluiting na dwarse doorsnijding niet als bij 't hart terugkeeren, of althans slechts zeer onbeduidend, maar verminderd of vernietigd blijven, tenzij de doorsnijding subcutaan plaats gehad had en de spier in loco onder den invloed van circulatie en zenuwstelsel herstellen kon. Immers, zoo deze condities niet gerealiseerd zijn, plant zich het proces van afsterven van de dwarse doorsnede uit allengs door de geheele lengte der spiervezelen voort, eindigt dus eerst wanneer de geheele spier afgestorven is. Tot zoolang zal dan ook — bij atterminale richting van den stroom — de kathode altijd op de grens van afstervende en reeds afgestorven spierzelfstandigheid liggen, bijgevolg, behalve de lengte van het nog levend gedeelte der spiervezelen, alles in hoofdzaak blijven als onmiddellijk na de doorsnijding.

De uitkomsten onzer proeven bevestigden deze verwachting volkomen. Wij bezigden om de boven genoemde reden den m. sartorius van sterk gecurariseerde kikvorschen. De spier werd zoo voorzichtig mogelijk, zonder de vezelen te raken, los geprepareerd en boven een stuk der spieren van bekken en buik, onder een stuk tibia er aan laten zitten. Onmiddellijk werd de spier in het vroeger beschreven, met keukenzoutgom tot op ongeveer 1 ctm. hoogte gevulde prismatische glazen bakje gelegd en door middel van egelborstels op een kurken plaatje, dat den bodem van het bakje geheel bedekte, in matig gespannen toestand, de breede voorvlakte naar boven, bevestigd. De borstels werden natuurlijk niet door de spier, maar door de boven en onder aanhangende deelen gestoken. In vele proeven werd de spier aan het ondereinde niet vastgestoken, maar een klein haakje aan het aanhangend weefsel bevestigd, waarvan een draad over een klein, aan het eene eind van het bakje, onder 't vocht, op de kurkplaat bevestigd katrolletje naar boven, naar den hefboom van het Myographion van Pflüger liep. Het trok hier aan den arm, die het loopgewicht draagt, de schrijvende punt ging dus bij de contractie der spier naar boven. Zij teekende de verkorting op een in walm zwart gemaakt strookje glanspapier 13 maal vergroot op. Na elke contractie werd onmiddellijk de schrijfpunt door middel van een schroefje van het papier verwijderd en kort vóór de volgende prikkeling weder er tegen aan gelegd. Met behulp van het loopgewicht werd aan de spier telkens vóór de proef ongeveer de spanning (lengte) gegeven, die zij in het leven in niet gecontraheerden toestand heeft. In den regel werd de spier nog iets sterker gespannen, om met meer zekerheid te voorkomen, dat er enkele vezelen gekronkeld

verliepen en zoodoende anodes en kathodes *in haar verloop* verkregen hadden.

De electroden — óf de niet polariseerbare, óf dikwijls ook de geämalgameerde zinkstaafjes rechtstreeks — werden in de verlenging van de as der spier op iedere zijde, meestal op 2 à 3 ctm. afstand van de uiteinden der spier, geplaatst. De verdere inrichting der proeven was als bij het hart.

Wij beginnen met mededeeling der proeven omtrent den invloed van

a) *Mechanische beleediging.*

Zij bestond in den regel in krachtige kneuzing met den scherpen kant van het heft van een skalpel. Deze werd daarbij zoo nauwkeurig mogelijk loodrecht tot de richting der vezelen geplaatst en de kneuzing zoo uitgevoerd, dat de physiologische continuiteit van den vezelinhoud, maar niet de physische samenhang der spier verbroken werd. Soms evenwel, om verscheuring door het spannend gewicht te voorkomen, werd het noodig, met behulp van eenige zijdelings door het perimysium gestoken borstels, de spier op nieuw te bevestigen. — In een gedeelte onzer proeven werd sluiting van een constanten stroom, in een ander een enkele sluitings-inductiestroom als prikkel gebruikt. Wij deelen in de eerste plaats eenige der eerstgenoemde proeven mede.

1) PROEVEN MET PRIKKELING DOOR SLUITING VAN EEN CONSTANTEN STROOM.

Hierbij maakten wij in den regel gebruik van een versch gevulde zink-kool-batterij van Stöhrer, die gelegenheid gaf tot 40 cellen achter elkander aan te wenden.

Wegens den korten duur der stroomsluiting (ongeveer 1″), de betrekkelijk lange intervallen tusschen twee prikkels (meestal 30″) en den grooten wederstand van het preparaat, mochten wij de anders vrij snel dalende electromotorische kracht der batterij gedurende den tijd eener reeks van proeven als voldoende constant aannemen. Het voordeel, in de hoogst aanzienlijke grootte der te bereiken electromotorische kracht gelegen, in verband met de bekende praktische gemakken, die de genoemde batterij oplevert, deden ons van andere, meer constante, batterijen hier afzien. De uitkomsten leerden dan ook, dat de invloed, in de mogelijke inconstantie der batterij gelegen, niet in aanmerking komt tegenover den invloed der door ons aangebrachte beleediging op het effect van dien prikkel.

PROEF XLII. 1 October. — Temp. 15.5° C.

Rana esculenta. — Gecurariseerd te 9ᵘ 35′. — Sartorius geprepareerd te 9ᵘ 55′. — Niet polariseerbare electroden.

Tijd.	Aantal elementen.	Rheochordlengte in ctm.	Hefhoogte bij sluiting.		*Aanmerking.*
			↑	↓	
10ᵘ 3′	20	200	0.4	0	
„ 5′	„	320	5.0	0	
„ 6′	„	„	5.0	0	
„ 8′	„	„	4.5	0	
„ 10′	„	400	6.5	0.6	
„ 11′	„	„	6.5	0.3	
„ 13′	„	450	7.0	2.2	
„ 14′	„	„	6.5	2.5	Te 10ᵘ 17′ kneuzing boven, op circa 2 mm. afstand van het bekkeneinde.
„ 19′	„	800	0	11.0	
„ 20′	„	„	0	11.0	
„ 22′	„	4000	0	13.5	
„ 24′	„	„	0	13.5	

Tijd.	Aantal elementen.	Rheochordlengte in ctm.	Hefhoogte bij sluiting.		*Aanmerking.*
			↑	↓	
10ᵘ 25′	40	4000	0	16.3	
„ 27′	„	„	0	16.3	
„ 30′	„	2000	0	13.8	
„ 31′	„	„	0	13.6	
„ 32′	„	1000	0	13.0	
„ 33′	„	„	0	12.9	
„ 35′	„	800	0	11.9	
„ 36′	„	„	0	12.0	
„ 41′	„	450	0	3.4	
„ 42′	„	„	0	3.1	
„ 43′	„	4000	0	12.4	
„ 44′	„	„	0	12.0	

In de volgende proef werd de beleediging aan het ondereinde der spier aangebracht. In tegenstelling met de vorige daalt daarom ten gevolge der beleediging de gevoeligheid voor sluiting ↓.

PROEF XLIII. 1 October. — Temp. 15.1° C.

Tweede sartorius van den kikvorsch, die tot Proef XLII had gediend. — Niet polariseerbare electroden. — 40 cellen van Stöhrer.

Tijd.	Rheochordlengte.	Hefhoogte bij sluiting.		*Aanmerkingen.*
		↓	↑	
11ᵘ 15′	280	1.2	1.0	
„ 16′	„	0.3	0.9	
„ 17′	340	4.0	7.5	
„ 18′	„	5.0	8.5	
„ 22′	440	29.3	34.0	

Tijd.	Rheochord-lengte.	Hefhoogte bij sluiting.		*Aanmerkingen.*
		↓	↑	
11ᵘ 23′	440	29.7	34.0	11ᵘ 25′ Electroden-afstand 2 ctm. verminderd.
„ 26′	340	23.7	21.5	
„ 27′	„	23.5	21.3	11ᵘ 28′ Sartorius 3 mm. boven de *knie* stuk gekneusd. Belasting een weinig verminderd.
„ 29′	„	0	20.0	
„ 31′	4000	0	23.5	
„ 33′	„	0	23.5	
„ 34′	340	0	15.0	
„ 35′	„	0	15.0	

Nu wordt (te 11ᵘ 40′) de spier ook boven, eenige mm. beneden het bekkeneinde, stuk gekneusd. Het gevolg is dat zij noch bij sluiting ↑ noch bij sluiting ↓ eenig spoor van contractie toont, zelfs niet bij 4000 ctm. Rheochord-lengte, 40 cellen achter elkander en nadering der electroden tot op 0.5 ctm. afstand van de uiteinden der spier. — Er volgt daarentegen onmiddellijk sterke (en aanhoudende) verkorting, wanneer de electroden zoodanig ter zijde van de spier geplaatst worden, dat de stroomrichting niet meer met de lengteas der vezelen evenwijdig is. Het effect is het grootst bij loodrechte richting tot de vezelen.

Overeenstemmende uitkomsten leveren de volgende proeven.

PROEF XLIV. 1 October. — Temp. 15° C.

Rana esculenta. — Gecurariseerd te 2ᵘ 9′. — Rechter sartorius, geprepareerd te 2ᵘ 27′. — 40 cellen van Stöhrer. Niet polariseerbare electroden.

Tijd.	Rheochord-lengte in ctm.	Hefhoogte bij sluiting.		*Aanmerkingen.*
		↓	↑	
2ᵘ 56′	400	3.0	25.0	
„ 57′	„	2.7	24.1	
3ᵘ 1′	500	10.1	33.3	
„ 2′	„	11.0	35.5	Te 3ᵘ 4′ sartorius 3 mm. boven de knie gekneusd.
„ 7′	800	0	28.0	
„ 8′	„	0	29.0	
„ 10′	4000	0	21.0	
„ 11′	„	0	22.0	3ᵘ 20′ sartorius 2 mm. van het bekkeneinde gekneusd.
„ 21′	„	0	0	
„ 22′	„	0	0	
„ 33′	„	0	0	
„ 34′	„	0	0	

PROEF XLV. 1 October.

Andere sartorius van den vorigen kikvorsch, geprepareerd te 3ᵘ 22′. — Opgespannen te 3ᵘ 45′. — Alles als in de vorige proef.

Tijd.	Rheochord.	Hefhoogte bij sluiting.		*Aanmerkingen.*
		↓	↑	
3ᵘ 50′	260	15.2	9.5	
„ 52	„	15.7	9.8	
„ 54	400	17.2	12.8	
„ 55	„	18.3	12.0	
„ 57	800	19.0	13.0	

Tijd.	Rheochord.	Hefhoogte bij sluiting.		*Aanmerkingen.*
		↓	↑	
3ᵘ 59′	800	19.8	13.2	Te 4ᵘ 1′ kneuzing 2 mm. boven de knie.
4ᵘ 3′	4000	0	12.7	
„ 5	„	0	10.8	
„ 6	2000	0	6.5	
„ 9	„	0	6.5	Te 4ᵘ 11′ kneuzing boven, bij het bekkeneinde.
„ 12	4000	0	0	
„ 13	„	0	0	
„ 15	„	0	0	
„ 20	„	0	0	

Ook hier wederom was de spier onmiddellijk na de kneuzing absoluut ongevoelig voor atterminale sluiting. Om de prikkelende stroomen nog sterker te kunnen maken, werden eenige proeven verricht, waarbij de geämalgameerde zinkplaatjes der electroden rechtstreeks in het bakje dompelden, de betrekkelijk groote wederstand in de kleipunten (meer dan de helft van den geheelen wederstand der geleiding) dus weg viel. Maar zelfs voor de nu zooveel sterkere stroomen maakte kneuzing de spieren absoluut ongevoelig, en alléén wanneer de zinkplaatjes dicht bij de spier werden geplaatst, waar dan de richting der stroomelementen niet meer overal evenwijdig aan die der vezelen kon geacht worden, kwam nog een effect bij atterminale sluiting tot stand, evenwel alléén bij de sterkste stroomen. Gedurende een langer verblijf der spier in zoutsolutie scheen buitendien ook de gevoeligheid voor atterminale sluiting een spoor te klimmen. Een en ander blijkt uit de beide volgende proeven.

PROEF XLVI. 4 October. — Temp. 15°.

Rana escul. — Gecuraris. te 9ᵘ 25′. — Sartorius opgespannen 10ᵘ 22′. — 40 Stöhrers. — Polariseerbare electroden.

Tijd.	Rheoch.	Hefh. bij sluit. ↓	Hefh. bij sluit. ↑	*Aanm.*	Tijd.	Rheoch.	Hefh. bij sluit. ↓	Hefh. bij sluit. ↑	*Aanm.*
10ᵘ 35′	64	3.7	15.2		10ᵘ 50′	2000	20.5	0	
„ 36	„	2.8	15.6	10ᵘ 37′ kneuzing 3 mm. onder het bekken.	„ 51	„	18.0	0	
„ 40	4000	28.3	13.0		„ 52	3000	31.5	0	
„ 43	„	28.3	11.5		„ 53	„	26.6	0.3	
„ 44	1800	24.1	2.0		„ 54	4000	32.5	1.0	
„ 45	„	21.6	0.8	Spanning een weinig verminderd.	„ 55	„	27.3	2.0	
„ 46	1600	35.0	0		„ 57	3600	27.2	2.3	
„ 47	„	34.0	0		„ 58	„	18.5	2.7	
„ 48	1800	28.0	0		„ 59	3400	25.6	3.6	
„ 49	„	31.0	0		11ᵘ 1′	„	25.5	4.4	

PROEF XLVII. 4 October. — Temp. 15° C.

Andere sartorius van denzelfden kikvorsch, opgespannen te 11ᵘ 30′. — Alles als in de vorige proef.

Tijd.	Rheochord.	Hefhoogte bij sluiting. ↓	Hefhoogte bij sluiting. ↑	*Aanmerkingen.*
11ᵘ 35′	100	17.5	13.6	
„ 37	„	16.2	12.5	
„ 39	80	11.6	2.0	
„ 41	„	11.2	3.9	
„ 46	114	16.6	11.0	
„ 48	„	15.8	9.8	Te 11ᵘ 49′ kneuzing 5 mm. boven de knie.
„ 50	314	0	12.5	
„ 51	„	0	12.5	
„ 52	1000	0	16.6	
„ 53	„	0	15.7	
„ 54	2000	7.8	18.2	
„ 55	„	7.0	18.8	

Hoe geheel anders de verschijnselen zijn, wanneer de invloed der motorische zenuwen niet is uitgesloten, blijkt uit de volgende proef, die genomen werd op den sartorius van een *niet gecurariseerden* kikvorsch. Hier heeft de kneuzing hoegenaamd geen invloed op de gevoeligheid der spier voor sluiting van den atterminalen stroom. De proef levert tevens een beeld, hoe de hartkamerspier zich zoude gedragen, indien zij motorische zenuwvezelen bezat (vergel. boven).

PROEF XLVIII. 1 October. — Temp. 15°.

Rana esculenta. — Niet gecurariseerd. — Sartorius opgespannen te 12ᵘ 9′. — 40 cellen van Stöhrer. — Niet polariseerbare electroden.

Tijd.	Rheochord.	Hefhoogte. bij sluiting.		*Aanmerkingen.*
		↓	↑	
12ᵘ 13′	200	2.4	0.2	
„ 14	„	2.4	0.2	
„ 15	250	1.9	0.4	
„ 17	„	2.0	0.2	
„ 18	300	4.0	4 0	
„ 19	„	4.1	4.2	Te 12ᵘ 19′ 30″ sartorius 3 mm. boven knie gekneusd.
„ 20	„	2.2	3.3	
„ 21	„	3.1	3.2	
„ 22	400	4.8	3.7	
„ 22′30″	„	4.8	3.6	
„ 23	800	14.7	14.4	
„ 24	„	14.8	14.4	
„ 25	4000	15.7	15 9	Te 12ᵘ 26′ 30″ sartorius 2 mm. beneden het bovenéinde gekneusd.
„ 26	„	15.3	15.1	
„ 30	„	13.5	13.0	
„ 31	„	12.3	11.7	

De vermindering der hefhoogte, ook in deze proeven telkens na de kneuzing op te merken, is natuurlijk, even als vroeger, eenvoudig het gevolg van het korter worden van het spiergedeelte, dat op het hefboompje werkt. De gedeelten der spier, tusschen plaats van kneuzing en het naastbij gelegen uiteinde der spier konden niet meer op het hefboompje werken. Zij werden steeds, wat hier nog uitdrukkelijk moge worden vermeld, door drukken met het skalpel zoolang bewerkt, totdat daaraan bij prikkeling geen spoor van contractie meer werd waargenomen.

2) PROEVEN MET PRIKKELING DOOR EEN ENKELEN INDUCTIESLAG.

De inrichting dezer proeven was als vroeger. Tot prikkel diende een enkele sluitings-inductiestroom, soms een enkele openings-inductieslag. De primaire stroom werd door een groote cel van Grove, soms door de batterij van Stöhrer geleverd. De electroden waren óf de niet polariseerbare óf de geämalgameerde zinken staafjes.

PROEF XLIX. 4 October. — Temp. 15°.

Rana esculenta. — Gecurariseerd te 2ᵘ 15′. — Sartorius opgespannen 3ᵘ 20′. — 1 cel van Grove. — Niet polariseerbare electroden. — Prikkel: één sluitings-slag.

Tijd.	Rolafstand in mm.	Hefhoogte bij prikkeling.		*Aanmerkingen.*
		↓	↑	
3ᵘ 25′	45	17.0	16.5	
„ 30	„	15.8	16.0	
„ 31	40	15.5	21.5	
„ 34	„	14.8	21.5	3ᵘ 35′ kneuzing 3 mm. beneden het bekkeneinde.
„ 36	35	15.0	0	
„ 40	„	15.8	0	

Tijd.	Rolafstand in mm.	Hefhoogte bij prikkeling.		*Aanmerkingen.*
		↓	↑	
3ᵘ 41′	25	15.3	0	
„ 42	„	15 7	0	
„ 43	15	15.8	0	
„ 45	10	16.0	0	
„ 47	5	16.2	0	
„ 50	0	16.2	0	

PROEF L. 5 October. — Temp. 15° C.

Rana esculenta. — Gecurariseerd te 9ᵘ 30′. — Sartorius geprepareerd te 10ᵘ 19′. — 1 Grove. — Polariseerbare electroden. — Prikkel: een sluitings-inductiestroom.

Tijd.	Rolafstand in mm.	Hefhoogte bij prikkeling.		*Aanmerkingen.*
		↓	↑	
10ᵘ 24′	69	7.3	2.2	
„ 26	„	7.5	2.1	
„ 29	64	8.0	8.5	
„ 31	„	8.0	9.0	
„ 33	55	8.0	9.2	
„ 35	„	7.8	9.2	
„ 36	50	7.8	9.0	
„ 37	„	7.7	8.8	
„ 38	40	7.8	8.8	
„ 39	„	7.6	8.6	
„ 40	30	7.2	10.0	
„ 41	„	8.8	10.6	Te 10ᵘ 45′ 3 mm. boven de knie gekneusd.
„ 48	70	0	1.7	
„ 50	„	0	1.8	
„ 52	65	0	8.0	
„ 53	„	0	8.0	
„ 55	50	0	9.0	
„ 56	„	0	9.0	

Tijd.	Rolafstand in mm.	Hefhoogte bij prikkeling.		*Aanmerkingen.*
		↓	↑	
10ᵘ 57′	30	0	9.5	
„ 58	„	0	9 4	
„ 59	20	0	9.3	
11ᵘ 0′	„	0	9.3	
„ 1	10	0	9.2	
„ 2	„	0	9.2	
„ 3	5	0	9.4	
„ 4	„	0	9.4	
„ 5	0	0	9.5	
„ 6	0	0	9.5	

PROEF LI. 5 October.

Andere sartorius van den vorigen kikvorsch. — Opgespannen te 11ᵘ 40′. — 1 Grove. — Polariseerbare electroden. — Prikkel: een enkele sluitings-inductiestroom.

Tijd.	Rol-afstand.	Hefh. bij prikk.		*Aanmerk.*	Tijd	Rol-afstand	Hefh. bij prikk.		*Aanmerk.*
		↓	↑				↓	↑	
11ᵘ 44′	70	1.5	3.3		12ᵘ 3′	50	14.2	0	
„ 45	„	1.5	3.3		„ 4	„	14.2	0	
„ 47	68	5.0	5.1		„ 5	30	16.5	0	
„ 48	„	5.0	5.1		„ 6	„	15.6	0	
„ 50	60	13.3	11 0		„ 7	20	14.0	0	
„ 51	„	13.3	11.0		„ 8	„	13.6	0	
„ 52	55	14.1	12.3		„ 9	10	13.3	0	
„ 53	„	14.1	12.2		„ 10	„	14.0	0	
„ 55	50	14.2	12.0		„ 11	5	14.2	0	
„ 56	„	14.2	12.1		„ 12	„	14.2	0	
„ 57	40	15.6	12.3	11ᵘ 59′ kneuzing 3 mm. beneden het bekkeneinde.	„ 15	0	14.6	0	12ᵘ 19′ gekneusd 8 mm. boven knie.
„ 58	„	15.8	12.3		„ 18	„	14.5	0	
12ᵘ 0′	68	4.5	0		„ 20	0	0	0	
„ 1	„	4.4	0		„ 21	0	0	0	

Nog sterkere stroomen stonden in de volgende proef ten dienste. Maar ook voor deze werd de gevoeligheid, mits de richting atterminaal was, door kneuzing geheel en al opgeheven.

PROEF LII. 5 October. — Temp. 15°.

Rana esculenta. — Gecurariseerd te 2ᵘ 10′. — Sartorius, opgespannen te 2ᵘ 40′. — 40 Stöhrersche cellen — Polariseerbare electroden.

Tijd.	Rol-afstand.	Hefhoogte bij prikk. ↓	Hefhoogte bij prikk. ↑	*Aanmerk.*	Tijd.	Rol-afstand.	Hefhoogte bij prikk. ↓	Hefhoogte bij prikk. ↑	*Aanmerk.*
2ᵘ 45′	95	3.5	3.1		3ᵘ 7′	60	15.3	0	
„ 46	„	2.5	3.0		„ 8	„	15.6	0	
„ 48	90	7.7	7.3		„ 9	40	15.1	0	
„ 49	„	7.5	7.4		„ 10	„	15.3	0	
„ 50	85	9.7	11.0		„ 11	20	15.2	0	
„ 51	„	9.5	10.8		„ 12	„	15.7	0	
„ 52	80	10.3	12.3		„ 13	10	15.3	0	
„ 53	„	9.6	12.1	Te 2ᵘ 56′ kneuzing 3 mm. beneden het bekkeneinde. Spier iets minder belast.	„ 14	„	15.8	0	
„ 54	70	10.3	12.6		„ 15	5	15.1	0	
„ 55	„	10.0	12.4		„ 16	„	15.0	0	
3ᵘ 5′	80	13.0	0		„ 17	0	15.3	0	
„ 6	„	13.0	0		„ 18	„	15.6	0	

Daar de sluitings-inductiestroom om bekende redenen een specifiek zwakkere prikkel is dan de *openings-inductie-stroom*, onderzochten wij ook de werking der beleediging op de gevoeligheid voor dezen laatste, waarbij wij, om de dichtheid van den stroom in de spier en daarmede het effect zoo groot mogelijk te maken, wederom de geheele batterij van 40 cellen van Stöhrer, met de geamalgameerde zinkplaatjes als electroden gebruikten.

Ook werd het bakje nauwelijks tot eene hoogte van $^3/_4$ ctm. met de keukenzout-gomsolutie gevuld, ten einde de dwarse doorsnede der stroombaan kleiner te maken, en eindelijk werden de electroden tot op slechts 1 ctm. afstand van de uiteinden der spier geplaatst. Welke uitkomsten hierbij werden verkregen, toont

PROEF LIII. 5 October — Temp. 15°.

Dezelfde kikvorsch als in de vorige proef. — Sartorius der andere zijde, geprepareerd te 3ᵘ 55′.

Tijd.	Rol-afstand.	Hefhoogte bij prikk.		*Aanmerk.*	Tijd	Rol-afstand.	Hefhoogte bij prikk.		*Aanmerk.*
		↓	↑				↓	↑	
3ᵘ 59′	70	9.0	0.8		4ᵘ 16′	50	0	18.0	
4ᵘ 0′	„	7.2	0.6		„ 17	„	0	18.1	
„ 1	60	23.3	12.2		„ 19	30	0	18.6	
„ 2	„	18.6	10.8		„ 20	„	0	18.0	
„ 3	50	29.2	20.1		„ 21	15	0	21.8	
„ 4	„	27.2	20.0	4ᵘ 11′ kneuzing 3 mm. onder het bekkeneinde.	„ 22	„	0	21.8	
„ 13	65	0	2.0		„ 23	0	0	23.0	
„ 14	„	0	2.2		„ 24	„	0	22.7	

Wij behoeven niet te vermelden, dat, evenals in de vroegere proeven de constante stroom, ook de openings-inductiestroom weder effect gaf, zoodra de richting niet evenwijdig aan die der vezelen was. Ook wanneer de electroden tot op ongeveer 1—3 mm. afstand van de uiteinden der spier elkander waren genaderd, kwamen bij zeer geringen rolafstand na prikkeling met atterminale openings- (resp. sluitings-) inductiestroomen, zwakke contracties. Ook hierbij wijkt de richting der stroomen in de spier, althans in de nabijheid der uit-

einden, zoozeer van de richting der vezelen af, dat de stroomen niet meer als zuiver atterminaal resp. abterminaal mogen worden beschouwd. De mogelijkheid blijft dus bestaan, dat doorsnijden der spier de gevoeligheid voor sluiting van zuiver atterminale stroomen niet slechts belangrijk doet dalen, wat onze proeven in elk geval leeren, maar zelfs geheel en al vernietigt.

b) *Chemische beleediging.*

Hetzelfde effect als mechanische heeft chemische beleediging der spiervezelen op de gevoeligheid voor atterminale sluiting. Ook hier spreekt de invloed sterker dan bij het hart, zooals uit de volgende proeven blijkt. De chemische doorsnede werd zooveel mogelijk zuiver dwars aangelegd, en wel door een klein met het chemisch agens gedrenkt stukje vloeipapier zoolang er op te laten liggen, totdat de spier op die plaats in hare geheele dikte was afgestorven. Wederom maakten wij, om hunne energische werking, bovenal van bijtend kali en van geconcentreerd carbolzuur gebruik. Als prikkel werd sluiting van den constanten stroom aangewend. De inrichting der proeven was als boven.

1) PROEVEN MET KALI.

PROEF LIV. 2 October. — Temp. 14° C.

Rana escul., te 3ᵘ 25′ gecurar. — Sartorius geprep. 3ᵘ 58′. — 40 cellen van Stöhrer. — Groot Rheochord. — Niet polariseerbare electroden.

Tijd.	Rheoch. in ctm.	Hefhoogte bij sluit. ↓	Hefhoogte bij sluit. ↑	*Aanmerk.*	Tijd.	Rheoch in ctm.	Hefhoogte bij sluit. ↓	Hefhoogte bij sluit. ↑	*Aanmerk.*
4 7′	250	25.4	26.0		4ᵘ 28′	2000	2.0	27.3	
„ 10	„	22.2	20.3		„ 29	„	1.5	26.0	
„ 13	230	15.0	20.2		„ 30	3000	1.4	24.6	
„ 15	„	11.6	10.0		„ 31	„	1.4	23.9	
„ 16	300	22.8	27.2		„ 32	4000	1.1	21.6	
„ 18	„	19 6	27.1	4ᵘ 20′ onder-einde tot 3 mm. boven knie met kali van 35 °/₀ bevochtigd.	„ 34	„	1.3	16.5	
„ 22	300	0	24.5						
„ 24	„	0	24.7						
„ 26	500	0	25.3						
„ 27	„	0	25.5						

PROEF LV. 3 October.

Rana escul. — Gecurar. te 9ᵘ 30′. — Sartorius geprep. en opgespannen 10ᵘ 12′ — 40 cellen van Stöhrer.

Tijd.	Rheoch.	Hefhoogte bij sluit. ↓	Hefhoogte bij sluit. ↑	*Aanmerk.*	Tijd.	Rheoch	Hefhoogte bij sluit. ↓	Hefhoogte bij sluit. ↑	*Aanmerk.*
					10ᵘ 33′	2000	11.2	21.0	Te 10ᵘ 35′ boveneinde der spier met kali van 35 °/₀ bevochtigd.
10ᵘ 20′	400	2.8	32.2		„ 40	„	4.2	0	
„ 21	„	2.8	32.8		„ 42	„	4.0	0	
„ 23	600	2 3	33.5		„ 44	3000	4.8	0	
„ 25	„	2.5	31 0		„ 45	„	4.2	0	
„ 27	1000	2.8	31 5		„ 46	4000	7.2	0	
„ 28	„	2.8	30.8		„ 47	„	5.0	0	
„ 31	2000	18.5	24.5		„ 49	„	3.8	0	
					„ 50	„	2.5	0	

In de voorafgaande proef was blijkbaar het knieëinde van den sartorius van den beginne af een weinig beleedigd. Hierop wijst de geringe hefhoogte bij prikkeling met den neerdalenden stroom. Men herinnere zich, dat het knieëinde van den sartorius dikwijls, ook na zeer voorzichtig prepareeren, vrij sterk negatief electrisch tegenover het boveneinde wordt gevonden.

2) PROEVEN MET CARBOLZUUR.

PROEF LVI. 3 October. — Temp. 15° C.

Rana esculenta. — Gecurariseerd te 2ᵘ. — Sartorius opgespannen te 2ᵘ 35′. — 40 cellen van Stöhrer. — Niet polariseerbare electroden.

Tijd.	Rheoch.	Hefhoogte bij sluit.		*Aanmerk.*	Tijd.	Rheoch.	Hefhoogte bij sluit.		*Aanmerk.*
		↓	↑				↓	↑	
2ᵘ 45′	400	19.2	14.0		3ᵘ 13′	1200	0	8.3	
„ 47	„	18.4	14.1		„ 14	„	0	8.4	
„ 49	500	19.0	14.0		„ 16	2000	0	10.1	
„ 50	„	19.1	14.9		„ 17	„	0	11.0	
„ 53	600	20 2	14.3		„ 18	3000	0	11.6	
„ 55	„	19.8	14.5	Te 3ᵘ 5′ benedeneinde der spier tot 3 mm. boven de knie met geconcentreerd carbolzuur bevochtigd.	„ 19	„	0	13.0	
3ᵘ 8′	800	0	7.0		„ 21	4000	0	12 8	
„ 10	„	0	7 0		„ 23	„	0	14.5	

PROEF LVII. 3 October. — Temp. 15°.

Rana esculenta. — Gecurariseerd te 3ᵘ 35′. — Sartorius opgespannen 4ᵘ 2′. — 40 cellen van Stöhrer. — Niet polariseerbare electroden.

Tijd.	Rheoch.	Hefhoogte bij sluit. ↓	Hefhoogte bij sluit. ↑	*Aanmerk.*	Tijd.	Rheoch.	Hefhoogte bij sluit. ↓	Hefhoogte bij sluit. ↑	*Aanmerk.*
4ᵘ 8′	400	25.2	32.0		4ᵘ 25′	800	5.0	0	Boveneinde der spier tot 3 mm. van het bekken met carbolzuur behandeld 4ᵘ 20′.
„ 12	„	27.0	32.0		„ 28	„	7.0	0	
„ 15	300	17 7	30.0		„ 30	1600	6.0	0	
„ 16	„	13.7	30.0		„ 31	„	4.5	0	
					„ 32	3000	8.7	0	

c) *Thermische beleediging.*

Overeenkomstig de mechanische en chemische werkt ook de thermische beleediging der gewone spieren. Het verschil met het hart is hier nog grooter dan bij deze, omdat de gevoeligheid voor atterminale sluiting steeds en op den duur aanzienlijk vermindert, nooit verhoogd of onveranderd gevonden wordt, zooals niet zelden bij de kamerspier. Wij konden althans, zoo snel mogelijk na de verwonding onderzoekende, nooit iets anders dan vermindering van prikkelbaarheid constateeren. Het verschil schijnt ook zijne eenvoudige verklaring te vinden in het feit, dat bij de spieren door ons gebezigd, het proces van afsterven van de door verwarming gedoode plaats onophoudelijk en op dezelfde wijze als het van een mechanische doorsnede uitgaande in de vezelen voortkruipt. De kathode ligt dus bij atterminale stroomrichting steeds op de grens van afstervende en reeds afgestorven spier-

inhoud, dus op een plaats van verminderde gevoeligheid.

Nadere bijzonderheden leeren de beide volgende proeven, waarin wederom sluiting van een constanten stroom (40 cellen van Stöhrer) als prikkel diende. De verwarming geschiedde door indompelen gedurende een halve minuut van het boven- of ondereinde der spier in een met water van 60° C. gevuld bakje. De spier werd daarna opnieuw in de keukenzout-gomsolutie teruggebracht en met het myographion verbonden.

PROEF LVIII. 2 October. — Temp. 14° C.

Rana esculenta, te 10ᵘ 35′ gecurariseerd. — Sartorius opgespannen te 10ᵘ 48′. — Niet polariseerbare electroden.

Tijd.	Rheoch.	Hefhoogte bij sluit.		*Aanmerk.*	Tijd.	Rheoch.	Hefhoogte bij sluit.		*Aanmerk.*
		↓	↑				↓	↑	
11ᵘ 0′	400	15.2	24.0		11ᵘ 26′	800	5.0	0	Te 11ᵘ 18′ boveneinde 3 mm. diep in water van 60° gedompeld.
„ 2	„	14.8	23.5		„ 28	„	4.0	0	
„ 4	300	12.0	20.6		„ 29	1400	3.3	0	
„ 5	„	11.3	16.5		„ 30	„	3.1	0	
„ 8	200	7.8	5.2		„ 32	3000	3.1	0	
„ 10	„	7.3	5.2		„ 34	„	3 0	0	

PROEF LIX. 2 November. — Temp. 14°.

Rana esculenta. — Gecurariseerd te 2ᵘ. — Sartorius opgespannen te 2ᵘ 40′. — Niet polariseerbare electroden.

Tijd.	Rheoch in ctm.	Hefhoogte bij sluit.		*Aanmerk.*	Tijd.	Rheoch. in ctm.	Hefhoogte bij sluit.		*Aanmerk.*
		↓	↑				↓	↑	
2ᵘ 47′	500	27.6	12.5		3ᵘ 25′	1000	5.8	0	Te 3ᵘ 18 boveneinde der spier in water van 60° verwarmd.
„ 52	„	28.5	9.0		„ 27	„	5.8	0	
„ 59	400	27.4	5.8		„ 28	1800	8.0	0	
3ᵘ 2′	„	25.0	5.8		„ 29	„	8.0	0	
„ 3	300	19.2	3.1		„ 30	3000	8.0	0	
„ 4	„	7.5	2.2		„ 31	„	8.2	0	
„ 5	600	27.3	7.0		„ 34	4000	6.5	0	
„ 6	„	27.5	7.0		„ 38	„	5.0	0	
„ 7	1000	29.2	8.8						
„ 8	„	29.2	8.9						

d) PROEVEN OP SUBCUTAAN DOORGESNEDEN SPIEREN.

Tot dusverre waren alle bij den aanvang uitgesproken verwachtingen bevestigd gevonden. Wij verlangden nu te weten, of dit ook ten opzichte van den door ons vermoedden invloed van circulatie, zenuwstelsel enz. op subcutaan doorgesneden spieren het geval zoude zijn. Door de proeven van Prof. Engelmann 1) is bewezen,

1) Ueber den Einfluss des Blutes und der Nerven auf das electromotorische Verhalten künstlicher Muskel-Querschnitte. Onderzoekingen. V. p. 13. 1880.

dat het proces van afsterven, door subcutane doorsnijding der spier opgewekt, allengs in iedere vezel tot stilstand komt, wanneer de spier in het levende dier, onder den invloed van circulatie en innervatie blijft: de electromotorische werking der doorsnede, die als uitdrukking van dit proces van afsterven moet worden beschouwd, daalt onder die omstandigheden, hetgeen zij bij een uitgesneden spier niet of in nauwelijks merkbare mate doet. Wanneer de electrisch onwerkzame toestand is teruggekeerd, mag men aannemen, dat het proces van afsterven geheel en al tot stilstand is gekomen. Een gedeelte van den vezel-inhoud — van de doorsnee-vlakte tot op een afstand, die naar gelang van omstandigheden bij den sartorius van kikvorschen tot meer dan 5 mm. bedragen kan en ook voor de verschillende vezelen derzelfde spier niet geheel dezelfde is — is dan geheel afgestorven. De spier trekt zich bij doorsnijden dier streek niet, of maar met enkele vezelen, zwak samen. Aan het afgestorvene grenst dan in elke vezel levende, niet afstervende vezel-inhoud, die blijkens de hooge latente electromotorische kracht en de krachtige contracties, bij het doorsnijden opgewekt, in elk geval maar weinig van geheel normalen vezelinhoud kan verschillen.

De vraag was nu: hoe verhoudt zich de spier, wanneer deze grens tusschen afgestorven en levende spiervezel-inhoud tot kathode wordt gemaakt? Zijn ook hier de voorwaarden tot ontstaan van sluitings-prikkeling gegeven, evenals aan de natuurlijke oppervlakte eener niet beleedigde spiervezel? Onze proeven gaven het recht om dit te vermoeden, en zij deden ons zelfs verwachten, dat herstel der prikkelbaarheid voor atterminale sluiting aan den eenen en daling van de electromotorische

kracht der wondvlakte aan den anderen kant ongeveer gelijk tijdelijk verloop zouden hebben, in tegenstelling met het hart, waar de normale prikkelbaarheid om vroeger ontwikkelde redenen sneller dan de electrisch onwerkzame toestand moest terugkeeren.

Hoewel nu het aantal proeven, door ons genomen, niet groot is en zich niet over alle vraagpunten uitstrekt, die hier in aanmerking zouden kunnen komen, stellen zij toch, naar wij meenen, in staat om op de hoofdpunten een bevredigend antwoord te geven. De wijze van proefneming was geheel zoo als in de correspondeerende proeven van Prof. Engelmann betreffende de wijzigingen der electromotorische kracht der spier na subcutane doorsnijden. Even als daar werd de sartorius gebruikt en, hetzij boven, hetzij beneden (meest 3—4 mm. boven de knie) subcutaan dwars doorgesneden. De kikvorschen werden daarna in groote glazen bewaard en na 1, 2 en meer dagen, na voorafgaande sterke vergiftiging met curare, onderzocht. De praeparatie der doorgesneden spier eischte bijzondere omzichtigheid, daar de samenhang op de plaats van doorsnijding in den regel geheel verbroken was. De spier werd dus eerst aan het gezonde einde bij het omliggend weefsel gepakt en van hier uit zeer voorzichtig met een scherpe schaar of mes losgeprepareerd. De graphische methode wilden wij niet gaarne gebruiken, daar het niet wenschelijk scheen, het zieke einde der spier met borstels zoo vast te steken, dat het gewicht van hefboompje enz. kon gedragen worden. Wij bevestigden haar op de kurken plaat van het bakje slechts zooveel als noodig was, om aan de vezelen een rechtlijnig verloop te waarborgen, en bepaalden op de vroeger beschreven wijze de minimale sterkte van prikkeling, waarbij een duidelijke contractie volgde.

Hierbij was nog te onderscheiden tusschen partiëele contracties, die zich duidelijk tot ééne of weinige — altijd dezelfde — vezelen bepaalden, en algemeene, die van alle vezelen uitgingen. De eerste worden — ook bij overigens normale gecurariseerde spieren — soms waargenomen in gevallen, waarin zelfs met veel sterkere, ja de sterkste atterminale stroomen geen algemeene contractie is op te wekken. Blijkbaar heeft men hier te doen met vezelen, die om hare geringere lengte niet door de snede waren getroffen 1) of tengevolge van tijdelijke verstopping van capillaria of om andere reden door het vergift niet aan zenuwinvloed werden onttrokken; misschien zijn hier ook de eigenaardige door Kölliker 2) en Kühne 3) beschreven „Nervenknospen" of „Muskelspindeln" in 't spel. Deze partieele contracties — die overigens lang niet bij alle spieren werden waargenomen — zijn als specifiek gekenmerkt en in den regel gemakkelijk als zoodanig te onderkennen, door dat zij bij zeer geringe stroomsterkte verschijnen en bij klimmende sterkte van den prikkel maar zeer weinig of in 't geheel niet in grootte en kracht toenemen, ook steeds tot dezelfde vezelen beperkt blijven. Dergelijke contracties hebben wij niet als bewijzen eener teruggekeerde prikkelbaarheid beschouwd, maar slechts de algemeene, blijkbaar van alle vezelen uitgaande trekkingen, die ook bij stijgende sterkte van den prikkel steeds in grootte en kracht zeer toenamen.

---

1) Verg. E. du Bois-Reymond, Ueber das Gesetz des Muskelstromes etc. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1863. p. 679.

2) Zeitschrift f. wiss. Zool. XII. p. 161. Taf. XV en XVI. 1863.

3) Virchow's Archiv f. pathol. Anat. u. s. w. XXVIII. Taf. XV. 1863.

Als prikkel werden wederom enkele sluitings-inductie-stroomen gebruikt. Steeds werd bij dezelfde spier de gevoeligheid voor abterminale en atterminale stroomen met elkander vergeleken.

Reeds binnen 1 dag na de subcutane doorsnijding bleek de gevoeligheid voor atterminale sluiting weder tot een vrij aanzienlijke hoogte te zijn geklommen. De intensiteiten der zwakste stroomen, die contractie opwekten, bedroegen gem. uit 5 proeven bij abterminale richting 86, bij atterminale 136 1). Wanneer men de prikkelbaarheid omgekeerd evenredig stelt aan de intensiteit der prikkelende stroomen en de gevoeligheid voor abterminale sluiting voor elk afzonderlijk geval gelijk 1 stelt, dan kunnen de uitkomsten in volgenden vorm (zie de tabel) worden gebracht, waarin de prikkelbaarheid voor atterminale in procenten van die voor abterminale stroomen voor de enkele proeven, en tevens de tijd, sedert het subcutaan doorsnijden verloopen, is opgegeven.

TABEL.

Proef N°.	Tijd sedert de operatie verloopen.	Prikkelbaarheid voor atterm. stroom	*Aanmerkingen.*
LIX	19 uur	43.8 %	De temperatuur gedurende de waarnemingen bedroeg 13—15° C. 's Nachts daalde zij tot weinige graden boven nul.
LX	25 „	76.7 „	
LXI	26 „	82.4 „	
LXII	26 „	90.6 „	
LXIII	27 „	36.3 „	
	Gem.	60.0 %	

In alle gevallen was dus reeds na 1 dag de prikkel-

1) De intensiteit bij 0 rolafstand is hier als vroeger gelijk 1000 gesteld.

baarheid voor atterminale sluiting niet alleen tot een meetbare, maar tot een zeer aanzienlijke hoogte teruggekeerd. En die hoogte was niet alleen relatief, in betrekking tot de hoogte der prikkelbaarheid voor abterminale sluiting bij dezelfde, gewonde, spier, maar ook absoluut, in vergelijking met de gevoeligheid van geheel normale onbeleedigde spieren, vrij aanzienlijk (vergel. Proef XLIX—LII). Geheel in overeenstemming hiermede werd in de proeven van Prof. Engelmann 1) de manifeste electromotorische kracht van den sartorius één dag na doorsnijding gem. op 24.7 % (max. 43.3, min. 9.1) van die der gezonde spier der andere zijde, of op 31.7 % (max. 44, min. 11) van de latente kracht van het normaal gebleven gedeelte der doorgesneden spier gedaald gevonden. Ook in deze proeven kwamen, naar men ziet, vrij belangrijke individueele verschillen voor, maar geen enkele uitzondering.

Bij drie kikvorschen (LXV, LXVI, LXVII) werd de prikkelbaarheid eerst na verloop van *drie dagen* sedert de subcutane doorsnijding gemeten De minimale intensiteiten der werkzame prikkels bedroegen hier

voor de abterminale stroomen gem. 83 (max. 88, min. 75)
„ „ atterminale „ „ 95 („ 100, „ 88)

De prikkelbaarheid voor atterminale sluiting dus, op de vroegere wijze uitgedrukt, gem. 87.3 (max. 96.6, min. 78.1 %). De manifeste electromotorische kracht werd 4 dagen na de operatie door Engelmann gevonden gelijk aan 14.1 % (max. 21.8, min. 3.9 %) van die der gezonde spier der andere zijde, of gelijk aan 20 % (max. 32, min. 6 %) van de latente kracht van het normaal gebleven gedeelte der doorgesneden spier.

---

1) Onderzoekingen etc. V. blz. 16.

Een enkele sartorius (LXVII) werd eerst op den 11den dag na de operatie onderzocht. De minimale intensiteit van prikkel bij abterminale sluiting werd gevonden = 49 (rolafst. 96), bij atterminale = 57 (rolafstand 91). De prikkelbaarheid voor atterminale sluiting bedroeg dus al weder 86 % van die voor abterminale.

In één geval (LXVIII) vonden wij 47 uur na de doorsnijding de gevoeligheid voor atterminale sluiting zelfs grooter dan die voor abterminale, namelijk gelijk 123 %. Hieraan is echter met het oog op de groote moeilijkheid, om de spieren zoodanig te prepareeren, dat de gezonde uiteinden hoegenaamd niet beleedigd worden, geen bijzondere waarde te hechten. In den regel zal de gevoeligheid voor atterminale stroomen waarschijnlijk tot hoogstens de aanvankelijke normale grootte weder opklimmen.

Van dezelfde spieren, die tot de zooeven medegedeelde proeven hadden gediend, maakten wij gebruik om een tweede gewichtige vraag te beantwoorden, die, namelijk, *welken invloed een nieuwe doorsnijding der spier op verschillende afstanden van de eerste wondvlakte op de gevoeligheid voor atterminale sluiting heeft.*

Zoolang het herstellingsproces niet geheel is afgeloopen, zal er tusschen de eerste sneêvlakte en het volkomen normale een streek liggen met allengschen overgang van geheel afgestorven tot normalen levenden spier-inhoud. Aanvankelijk zeer smal, mikroskopisch klein, breidt die streek zich meer en meer uit en kan bij den sartorius, onder de beschreven omstandigheden, binnen weinige dagen een lengte van 5 en meer millimeters bereiken. Reeds het aanzien der spier, dat van het ondoorschijnende, troebele, tot het doorschijnende, nor-

male, overgaat, stelt in staat, de uitbreiding dier streek te schatten. Doorsnijdt men de spier achtereenvolgens opnieuw op stijgende afstanden van de eerste wond, dan overtuigt men zich, dat, evenals het normale aanzien, met den afstand van de wond ook de gevoeligheid voor directe mechanische prikkeling en de electromotorische kracht klimmen 1).

Hiernaar was te wachten, dat bij een dergelijke herhaalde doorsnijding, op verschillenden afstand van de wond, de gevoeligheid voor atterminale sluiting gestadig zou afnemen, totdat wanneer het geheel normale spierweefsel viel, zij geheel opgeheven moest schijnen, althans voor stroomen van die intensiteiten, waarover wij beschikten.

Dat ook die verwachting niet werd bedrogen, toont de volgende tabel, waarin de uitkomsten van eenige onzer proeven meer in 't bijzonder zijn medegedeeld. Als toelichting diene de opmerking, dat de nieuwe doorsneden (*a*, *b*, *c* etc.) gemiddeld in pausen van ongeveer 3 minuten en op afstanden van 1—2, 3, 4 enz. millimeters (telkens 1—1½ min. verschil) van de oorspronkelijke wondvlakte (W) werden aangebracht. De cijfers geven de minimale intensiteiten der sluitings-inductieslagen op, waarbij contractie begon te komen. >1000 beduidt dat bij 0 rolafstand nog geen merkbare contractie werd opgewekt. Bij alle proeven was één groote cel van Grove in den primairen kring.

---

1) Vergel. Engelmann, Onderzoekingen. V. blz. 17.

N°. der proef.	Tijd na subcutane doorsnede.	Richting der stroomen.	W	*a*	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*
LX	1 dag	atterm.	150	320	320	>1000				
		abterm.	115	115	—	—				
LXVIII	2 dagen	atterm.	131	630	875	>1000				
		abterm.	160	—	—	—				
LXIV	3 dagen	atterm.	105	140	480	>1000	>1000			
		abterm.	91	96	96	91	89			
LXV	3 dagen	atterm.	89	240	370	>1000				
		abterm.	85	—	85	—				
LXVI	3 dagen	atterm.	105	140	—	>1000				
		abterm.	89	85	—	91				
LXVII	11 dagen	atterm.	60	60	75	91	250	345	620	>1000
		abterm.	48	48	48	45	48	51	—	—

De vermindering der gevoeligheid voor atterminale sluiting met toenadering der nieuwe doorsnede tot het gezonde, blijkende uit de proeven der voorstaande tabel, is, naar men ziet, niet — ook niet ten deele — veroorzaakt door een algemeene oorzaak, want de gevoeligheid voor abterminale sluiting blijft in elke reeks constant of klimt zelfs tijdelijk of tot het eind een weinig. In de meeste gevallen werd ten slotte aan het tegenovergestelde (gezonde) uiteinde der spier een doorsnede gemaakt. Ook hier, evenals bij geheel normale spieren, was dan het gevolg, dat de naar die doorsnede gerichte stroomen (de abterminale der tabel) ook bij

grootste intensiteit geen contractie meer vermochten op te wekken. De spier was dan zoowel voor opstijgende als neerdalende stroomen, absoluut ongevoelig. Zoodra de electroden echter zoodanig verschoven werden, dat de stroomrichting niet evenwijdig aan die der vezelen was, kwam steeds contractie. Bij loodrechte stroomrichting was zij naar grootte en kracht het belangrijkst en ook absoluut zeer aanzienlijk. Alles verhield zich in dit opzicht dus als bij niet gewonde spieren.

HOOFDSTUK III.

THEORETISCHE OPMERKINGEN. — INVLOED VAN PLAATSELIJKE BELEEDIGING OP DE GEVOELIGHEID DER SPIEREN VOOR OPENING VAN ABTERMINAAL GERICHTE STROOMEN.

Hebben de proeven der twee voorafgaande hoofdstukken als voornaamst resultaat aan het licht gebracht het feit, dat plaatselijke beleediging zoowel hart als gewone spieren ongevoelig maakt voor sluiting van een electrischen stroom, die in de spier naar die plaats toe is gericht, zoo rijst nu de vraag: hoe dien stremmenden invloed te verklaren?

Een, voorloopig althans, naar het schijnt voldoende verklaring lag voor de hand en werd boven al dadelijk uitgesproken: op de beleedigde plaats is de prikkelbaarheid verminderd — hetzij rechtstreeks door de beleediging zelve, hetzij indirect, doordat de spier tot afsterven is gebracht en dit proces van afsterven nu in de vezelen

voortschrijdt. De sluitings-prikkeling die, steeds en uitsluitend, primair daar ontstaat, waar de electrische stroom uit de levende spierzelfstandigheid *uittreedt* (onverschillig of in dood spierweefsel of in een ander geleider), ontstaat dus nu op een plaats, waar verminderde gevoeligheid heerscht.

Bij deze voorstelling zoude men kunnen blijven staan. Maar men mag ook wel verder vragen: waarom is de irritabiliteit op zoodanige plaats verminderd? Welke physische of chemische wijzigingen zijn de nadere oorzaak van de verminderde gevoeligheid en daarmede van den door ons gevonden invloed van plaatselijke beleediging op atterminale sluitings-prikkels? Misschien is het te veel gewaagd, om nu reeds zoo diep in het verband der elementaire verschijnselen te willen doordringen. Maar geoorloofd zoude een dergelijke proeve toch zeker mogen heeten, indien er als uitgangspunt een hypothese kon gevonden worden, die voor experimenteele toetsing vatbaar ware en daarmede aanleiding zoude kunnen geven tot het ontdekken van nieuwe feiten.

Zoodanige hypothese zoude men meenen te kunnen zien in de onderstelling, dat de verminderde gevoeligheid op de plaats en in de nabijheid van een laag van afstervenden spier-inhoud zoude berusten op polarisatie 1) der spierzelfstandigheid door hare eigen electrische stroomen.

Naar men weet, verhoudt zich afstervende (of, nog algemeener, beleedigde) vezel-inhoud negatief electrisch tegenover normale. Daar de electromotorisch werkzame

---

1) Het woord polarisatie wordt hier gebruikt in denzelfden zin als waarin de physiologie van polarisatie eener zenuw door een galvanischen stroom spreekt.

spierdeeltjes moeten gedacht worden te liggen in een indifferente geleidende massa, zullen er door die massa en door de aangrenzende, niet werkzame spierdeeltjes heen, onophoudelijk stroompjes van de positieve naar de negatieve zijde der electromotorische werkzame laag moeten gaan. De afstervende, evenals de op de abterminale zijde van deze liggende normale deeltjes 1), worden dus doorloopen van stroompjes, die over 't algemeen in die deeltjes abterminaal zijn gericht; m. a. w.: voor elk dezer spierdeeltjes ligt de anode op de atterminale, d. i. de naar het reeds afgestorvene toegekeerde zijde. Hier zal ook, althans voor de onwerkzame normale deeltjes, de stroomdichtheid in 't algemeen grooter zijn dan op hunne kathoden-zijde.

Aangezien nu een electrische stroom op de plaats en in de nabijheid der anode een toestand van verminderde irritabiliteit (anelectrotonus) voortbrengt, moeten de genoemde spierdeeltjes op hunne atterminale zijde in anelectrotonus verkeeren, d. i. minder prikkelbaar zijn juist daar, waar bij sluiting van een atterminaal gerichten stroom de irritatie moet tot stand komen. Daar men weet, dat matig sterke stroomen de prikkelbaarheid in de analectrotonische streek reeds schijnbaar volkomen kunnen opheffen, behoeven de polariseerende stroompjes niet eens een bijzonder groote intensiteit te hebben, om het schijnbaar geheel verdwijnen der prikkelbaarheid voor sluiting van atterminale stroomen, in onze proeven waargenomen, te verklaren.

Maar deze hypothese, hoe plausibel zij ook bij een

1) Eenvoudigheidshalve onderstellen wij slechts drie lagen van in de richting der vezel-as elkander opvolgende spierdeeltjes: afgestorven, afstervende, normale.

oppervlakkige beschouwing moge schijnen — en het ware niet moeilijk tal van feiten bijeen te brengen, die nog gunstiger ten haren opzichte zouden kunnen stemmen — deze hypothese stuit, zoodra men de gevolgtrekkingen, waartoe zij leidt, maar een weinig verder nagaat, op groote moeilijkheden. Om ze met de feiten in overeenstemming te brengen wordt het al spoedig noodzakelijk, tal van onderstellingen te maken, omtrent wier juistheid of onjuistheid op het tegenwoordig standpunt onzer kennis nog volstrekt niet kan geoordeeld worden.

Ja, men zoude zelfs met eenig recht mogen beweren, dat op grond der ontwikkelde voorstelling veeleer een verhooging van irritabiliteit voor sluiting van atterminale stroomen ware te wachten — niettegenstaande de verminderde directe mechanische, thermische of chemische prikkelbaarheid. Immers de regel, dat een electrische stroom aan de anode verminderde prikkelbaarheid voortbrengt, geldt wel ten opzichte van directe mechanische of chemische prikkels, maar juist niet ten opzichte van de sluiting van een tegenovergesteld gerichten electrischen stroom. Integendeel is het een der oudst bekende feiten der electrophysiologie, dat een spier door een galvanischen stroom gevoeliger wordt voor sluiting van een stroom van tegenovergestelde richting. Naardien, volgens Pflügers terminologie, hier de anelectrotonus plotseling overgaat in katelectrotonus, is de prikkeling in zoodanig geval bijzonder sterk.

Hetgeen voor de sluiting van een tegenovergesteld gerichten stroom geldt, heeft ook toepassing op de *opening* van een *gelijk gerichten* stroom. Ook voor dezen wordt naar bekende proeven de spier gevoeliger, wanneer een galvanische stroom haar eenigen tijd doorloopt. Aan-

gezien de spier nu — na plaatselijke beleediging — voor sluiting van een tegenovergestelden (atterminalen) stroom niet gevoeliger, maar integendeel veel minder prikkelbaar blijkt te zijn, zoude men hetzelfde ook ten opzichte van de prikkeling door *opening van abterminaal* gerichte stroomen mogen verwachten. Maar hier nu is het opmerkelijk, dat deze verwachting niet wordt bevestigd. Inderdaad blijkt, althans in zeer vele gevallen, de prikkelbaarheid voor opening van abterminale stroomen na de verwonding *verhoogd* te zijn. De boven ontvouwde polarisatie-hypothese schijnt dus op dit punt met de feiten in overeenstemming.

Bij de principiëele beteekenis, die van dit verschil tusschen opening van abterminale en sluiting van atterminale stroomen voor de theorie der electrische prikkeling te wachten is, dienen wij nader op deze feiten in te gaan.

Het onderzoek ontmoet hier veel grootere bezwaren dan bij het aanwenden van sluitings-prikkels. De openings-irritatie is een oneindig minder standvastig verschijnsel, oneindig meer variabel, aan schijnbare willekeur of toeval onderworpen dan de sluitings-prikkeling. De omstandigheden, waarvan het afhangt, of een schijnbaar normale spier bij opening van een galvanischen stroom zich zal contraheeren, al dan niet, zijn nog maar ten deele bekend. Wij weten wel, dat opening een specifiek zwakkere prikkel is dan sluiting, dat de openings-irritatie binnen zekere grenzen met sterkte en duur van den stroom klimt, dat zij in den regel bij uitgesneden spieren veel spoediger verdwijnt dan de sluitings-irritatie. Maar dit is ook nagenoeg alles, en lang niet voldoende, om in ieder geval het resultaat eener proef te kunnen voorspellen. Ook onder overigens schijnbaar gelijke omstan-

digheden kan de uitkomst totaal verschillen. Dit geldt vooral, wanneer de spieren reeds eenigen tijd uit het lichaam verwijderd zijn. Onmiddellijk na de preparatie kan men onder de gewone omstandigheden zeker zijn, openingscontractie te verkrijgen, wanneer de stroom niet te kort van duur en te gering van dichtheid was. Maar soms is de gevoeligheid voor opening reeds binnen weinige minuten — bij niet of weinig veranderde gevoeligheid voor sluiting van den tegenovergesteld gerichten stroom — zoo gedaald, dat men de sterkste stroomen aanwenden moet om maar een effect te zien. Deze zijn echter in meerderlei opzicht niet gewenscht. Vooreerst brengen zij een sterke aanhoudende verkorting der spier in de nabijheid der kathode voort, wier verdwijnen soms zoo snel, als met een schok, plaats grijpt, dat het bij directe waarneming — zonder gebruik van de registreer-methode — wel eens met een openings-contractie zoude kunnen verward worden. — Verder storen de bekende golvende bewegingen, die gedurende de sluiting van de anode uitgaan. Eindelijk blijft de spier belangrijk gewijzigd terug en is een betrekkelijk langen tijd noodig, voordat zij tot den aanvankelijken toestand nagenoeg teruggekeerd is.

Om die redenen hebben wij ons er toe bepaald, slechts enkele der voornaamste vragen te beantwoorden, bovenaan die: *welken invloed heeft plaatselijke beleediging op de gevoeligheid der spier voor opening van een abterminaal gerichten stroom?*

Ook hierbij moesten wij ons nog beperken en eenvoudig het kwalitatieve trachten uit te maken: of er verhooging of vermindering van irritabiliteit het gevolg der beleediging is. Daar de gevoeligheid voor opening bijna altijd snel daalt, vooral bij gewone spieren, minder bij de hartekamer, heeft men geen tijd, haar op een bepaald

oogenblik nauwkeurig te meten. Wij onderzochten daarom in den regel zoo, dat wij een vrij sterken constanten stroom (1—2 Grove, 200—4000 ctm. Rheochord-draad als nevensluiting) gedurende 5 secunden ééns in opstijgende, dan — na ½ of 1 minuut pauze — in neerdalende richting, door het preparaat lieten gaan, het effect der opening noteerden, evenwel niet door zelfregistratie, daarna de spier dwars doorsneden of doorkneusden en zoo spoedig mogelijk daarna wederom, óf eerst met een zwakkeren, en als die niets gaf met een sterken, óf ook dadelijk met een sterken stroom openings-prikkeling zochten te verkrijgen. Natuurlijk was de duur der stroomsluiting en die der pauzen in alle te vergelijken gevallen constant.

Onze proeven loopen over den gecurariseerden m. sartorius en de kamerpunt (preparaat van Ludwig-Bowditch) van den kikvorsch.

1) PROEVEN OP DEN GECURARISEERDEN M. SARTORIUS.

De sartorius werd op de vroeger beschreven wijze geprepareerd en op de kurken bodem van het met keukenzoutgomsolutie 0.5 ctm. hoog gevulde bakje met borstels in matig gespannen toestand goed bevestigd.

In éénige reeksen van proeven (*a*) werd de gevoeligheid voor opening én sluiting van opstijgenden en neerdalenden stroom eerst vóór en dan ná de verwonding (kneuzing met den stompen kant van een skalpel op circa 4 mm. afstand van het boven- of ondereinde der spier) bepaald.

In een tweede reeks (*b*) werd de spier al dadelijk boven of onder dwars doorgesneden, en de gevoeligheid voor sluiting en opening van den abterminalen en atterminalen stroom onderzocht. De gevoeligheid vóór de ver-

wonding werd hier dus in 't geheel niet, of slechts voor de ééne stroomrichting bepaald (b. v. opening opstijgend en sluiting neerdalend of omgekeerd).

In een derde reeks (*c*) werd te werk gegaan als in *a*, maar de gevoeligheid voor sluiting niet onderzocht.

Om niet al te uitvoerig te worden, hebben wij de resultaten in tabellen vereenigd, die tevens een beter overzicht geven.

In alle tabellen beduidt het teeken 0, dat bij maximale stroomsterkte (4000 ctm. Rheochord als nevensluiting) geen effect hoegenaamd werd waargenomen. Het teeken — beduidt, dat er geen bepaling gedaan is. Een * duidt aan, welke bepaling na de verwonding het eerst gedaan werd. — De temperatuur bedroeg meestal 13—15° en was gedurende iedere proef zoo goed als constant.

REEKS *a*.

N°. der proef.	OPENING				SLUITING				*Aanmerking.*
	abterminaal		atterminaal		atterminaal		abterminaal		
	vóór	na door-snijding.	vóór	na door-snijding.	vóór	na door-snijding.	vóór	na door-snijding.	
LXIX	0	8	0	0*	8	0	4	12	4 mm. Kneuzing onder het bekken.
LXX	0	0*	40	0	8	0	10	12	4 „ boven de knie.
LXXI	0	0	0	0*	8	0	8	20	4 „ onder het bekken.
„	0	200	0	0*	20	0	—	—	4 „ boven de knie.
LXXII	0	0	0	0*	4	0	8	14	3 „ onder het bekken.
„	0	0	0	0*	14	0	—	—	4 „ boven de knie.
LXXIII	0	0	140	0*	6	0	8	10	3 „ onder het bekken.
LXXIV	0	2000	0	0*	14	0	14	—	3 „ „ „ „
„	0	4000	0	0*	—	—	—	—	3 „ boven de knie.
LXXV	0	0	0	0*	18	0	16	24	3 „ onder het bekken.
„	0	0	0	800*	24	0	—	—	3 „ boven de knie.
LXXVI	0	0	0	0*	10	0	16	—	3 „ onder het bekken.
LXXVII	0	0	0	0*	16	0	—	—	3 „ „ „ „

Uit deze tabel blijkt voornamelijk het volgende. Opening heeft veel zeldzamer effect dan sluiting, ook vóór het doorsnijden. De verklaring hiervan ligt vooral daarin, dat bij deze reeks vooraf de gevoeligheid voor sluitingsprikkels vrij nauwkeurig werd bepaald. Hiermede gaat tijd verloren, en in dien tijd verdwijnt de aanvankelijk in den regel voorhanden gevoeligheid voor den openingsprikkel.

Na de doorsnijding heeft de *opening abterminaal* in 4 gevallen effect, terwijl zij in *geen enkel geval* van te voren werkzaam was. In proef LXIX is de gevoeligheid zelfs zeer groot (8 ctm. Rheoch.) geworden. Het cijfer 4 mag gering schijnen, maar men neme in aanmerking, dat de gevoeligheid voor opening abterminaal slechts één enkelen keer vóór die voor opening atterminaal onderzocht werd. Er verliepen daardoor steeds eenige minuten, binnen welke een aanvankelijk voorhanden gevoeligheid tijd had te verdwijnen.

Opening atterminaal, die vóór de operatie reeds twee malen effect gaf, heeft daarna slechts een enkelen keer effect, niettegenstaande zij in 13 van de 14 gevallen het eerst onderzocht werd.

De gevoeligheid voor *sluiting* blijkt in beide stroomrichtingen vóór de verwonding zeer groot en gemiddeld ongeveer gelijk te zijn. Na de verwonding is sluiting atterminaal in geen enkel geval werkzaam. Sluiting abterminaal blijft goed werken, hoewel de gevoeligheid eenigszins is afgenomen. Dit zoude evenwel ook zonder verwonding ongeveer in gelijke mate het geval geweest zijn.

De stroomrichting in de spier in betrekking tot oorsprong en aanhechting, d. i. opstijgend of neerdalend in gewonen zin, is, naar men ziet, zonder beteekenis. Alléén de richting in betrekking tot de wondvlakte heeft invloed.

REEKS *b.*

N°. der proef.	OPENING		SLUITING		Plaats van doorsnijding.
	abterm.	atterm.	atterm.	abterm.	
LXXVIII	0	50*	0	18	boven
LXXIX	500	0*	0	12	boven
LXXX	20	8*	0	6	boven
LXXXI	8*	0	0	6	boven
LXXXII	0	20*	0	10	boven
LXXXIII	0	0*	0	4	boven
"	0	0*	0	—	beneden
LXXXIV	800*	0	0	8	boven

Ook hier hetzelfde resultaat, hoewel opening atterminaal bijna even dikwijls werkzaam was als opening abterminaal. Men vergete niet, dat ook hier, om het bewijs a fortiori te kunnen leveren, opening atterminaal in alle gevallen, op twee na, het eerst onderzocht werd. In die beide (LXXXI en LXXXIV) was opening abterminaal dan ook werkzaam, opening atterminaal nooit, als zij niet het eerst onderzocht werd.

Sluiting atterminaal bleek wederom absoluut onwerkzaam te zijn, terwijl de gevoeligheid voor abterminale sluiting zeer groot was.

Nog veel krachtiger bewijzen leveren de proeven van

REEKS *c*.

N°. der proef.	OPENING abterminaal vóór doorkneuzing.	OPENING abterminaal na doorkneuzing.	OPENING atterminaal vóór verwonding.	OPENING atterminaal na verwonding.	Plaats der kneuzing.
LXXXV	4000	4000	4000	0*	boven
LXXXVI	2000	0	2000	0*	beneden
LXXXVII	200	200	2000	0*	boven
LXXXVIII	0	300	200	0*	beneden
LXXXIX	4000	800	0	0*	boven
LXXXX	0	4000*	0	0	boven
LXXXXI	0	0	0	0*	boven
LXXXXII	0	4000	0	0*	beneden
LXXXXIII	0	2000	0	0*	boven
LXXXXIV	4000	0	4000	0*	boven
„	0	4000	0	0*	beneden
LXXXXV	800	1000	800	0*	beneden
LXXXXVI	0	2000	0	4000*	boven
„	0	4000	0	0*	beneden
LXXXXVII	0	12	0	0*	boven
LXXXXVIII	0	0	0	0*	beneden
„	0	4000	0	0*	beneden
„	0	0	4000	80*	boven
LXXXXIX	200	400	100	0*	beneden
„	0	14	400	0*	boven
„	0	60	0	0*	boven
„	60	4000	0	0*	boven

De cijfers van Reeks *c* spreken duidelijk genoeg. Niettegenstaande in 21 van de 22 gevallen opening atterminaal het eerst na de verwonding onderzocht werd, verkregen wij in slechts 21 gevallen hierbij werking, terwijl de later onderzochte opening abterminaal in 17 gevallen contractie opwekte. De gevoeligheid was in 11 van die 17 gevallen *vóór* de kneuzing gelijk nul geweest. Hare absolute grootte ná de verwonding was in enkele

gevallen (LXXXXVII en LXXXXIX) zeer groot. Misschien ook in andere gevallen, maar er werd — naar boven reeds gezegd is, meestal — slechts één keer geprikkeld en dan, om ten minste de al- of niet aanwezigheid van irritabiliteit te constateeren, dadelijk bij groote stroomsterkte.

Slechts twee malen werd ná de kneuzing opening abterminaal onwerkzaam gevonden, waar zij van te voren duidelijk effect had gehad. In beide gevallen werd zij echter eerst na opening atterminaal onderzocht. Bij opening atterminaal had hetzelfde verschijnsel 8 malen plaats. Slechts éénmaal (LXXXXVI) werd van opening atterminaal na de verwonding eenig effect gezien, waar vóór de kneuzing geen effect kwam. Ook dit geval behoort tot degene, waarin de atterminale stroom het eerst, en zoo spoedig mogelijk, na de verwonding onderzocht werd.

Een der uitkomsten, waartoe ook de cijfers der laatste reeksen leiden is die, dat het onverschillig is, of de richting van de stroomen opstijgend of neerdalend (naar het bekken of naar het knieeinde toe) en of de wond boven bij het bekken of beneden, niet ver van de knie, of ook meer in 't midden der spier was gelegen. Onder de voorwaarden, waaronder wij onze proeven namen, was *gelijke stroomdichtheid* op alle plaatsen der spier vrij zeker gewaarborgd; bij den symmetrischen bouw der spierzelfstandigheid in betrekking tot elke dwarse doorsnede door de vezelen kon daarom a priori geen ander resultaat verwacht worden. Alléén op de abterminale of atterminale richting — onder evenwijdig verloop der stroomen met de lengteas der vezelen — komt het aan.

Uit de tabellen blijkt niet duidelijk genoeg, dat de gevoeligheid voor abterminale opening spoedig na het aan-

leggen der wond weder verdwijnt, of althans daalt. Wij voegen dit daarom hier uitdrukkelijk bij, want wij vonden het telkens bevestigd. Ook in die gevallen, waarin ongeveer ½ minuut na doorsnijding groote gevoeligheid bestond (10 ctm. Rheoch. en minder), was in den regel één of twéé minuten later niets of nauwelijks iets meer te bespeuren. Dit snelle dalen der irritabiliteit kwam evenwel, naar wij boven reeds opmerkten, ook bij pas uitgesneden, niet beleedigde, spieren voor, kan dus niet als een eigenaardig gevolg der verwonding worden beschouwd. Zeer opmerkelijk is het, dat het in onze proeven op de kamerspier zich minder duidelijk vertoonde of zelfs ontbrak. Wij deelen deze uitkomsten eenigszins nader mede.

2) PROEVEN OP DE PUNT VAN HET KIKVORSCHHART.

De inrichting dezer proeven bood niets eigenaardigs. Preparatie en plaatsing van de afgesneden kamerpunt in het met keukenzoutgom gevuld bakje, plaatsing der onpolariseerbare electroden enz geschiedde als vroeger. De stroom werd door 2 groote Grove's achter elkander — met Reochord als nevensluiting — geleverd en telkens 5 sec. lang gesloten. De pauzen tusschen twee proeven bedroegen ½ of 1 minuut. De temperatuur speelde om de 14° C. Alle proeven werden in de wintermaanden, (November, December) verricht.

In den regel gingen wij zoo te werk, dat wij onmiddellijk na het doorsnijden der kamer (op ongeveer 2 mm. afstand van de voorkamer) de gevoeligheid der punt voor opening van neerdalende stroomen onderzochten; hierna werd die voor opening van opstijgende nagegaan, dan een stuk van de punt afgesneden, zoo spoedig mogelijk weder de gevoeligheid voor opening opstijgend onderzocht,

een tijd lang nagegaan en daarna, als zij weder mocht verdwenen zijn, op nieuw een stukje van de punt afgesneden om te zien óf en in hoever zij terugkeerde.

Het aantal onzer proeven is niet groot, en in de bijzonderheden bieden zij velerlei afwijking. Evenwel komen enkele feiten met groote regelmatigheid voor den dag.

In de eerste plaats het feit: dat, *onmiddellijk na doorsnijding, gevoeligheid voor abterminale opening bestaat*, al was opening van een gelijk gerichten stroom onmiddellijk van te voren absoluut onwerkzaam. (Het laatste kan natuurlijk alleen voor den opstijgenden stroom onderzocht worden, omdat de gevoeligheid van de kamer aan de basis vóór het doorsnijden niet wel te bepalen is). In 10 van 12 gevallen hebben wij dit feit geconstateerd. In de beide andere was het preparaat ook vóór de verwonding (wegknippen van een klein stuk der punt) ongevoelig voor opening van den opstijgenden stroom geweest. Nooit werd, als er kort van te voren groote irritabiliteit voor opening van den opstijgenden stroom bestond, na wegsnijden der punt de gevoeligheid verminderd of gelijk nul gevonden, indien er maar snel, hoogstens binnen twee minuten onderzocht werd.

De gevoeligheid onmiddellijk ná de doorsnijding was in den regel vrij groot (b. v. 12, 20, 30, 40 ctm. Rheochord). Een enkelen keer nam zij aanvankelijk nog iets toe. Meestal begon zij dadelijk te verminderen, maar dikwijls toch vrij langzaam. Terwijl bij den sartorius meestal na 2—3 minuten alle irritabiliteit voor abterminale opening was verdwenen, was dit bij de hartekamer in twee van de 10 gevallen meer dan twee uren na de verwonding nog niet het geval, gedurende welken tijd de gevoeligheid 5 malen onderzocht werd. Een anderen keer was zij 15 minuten, wederom in 2 andere gevallen eerst

7 minuten na de operatie tot nul gedaald. In de overige 5 was zij binnen minder dan 5 minuten onmerkbaar klein geworden.

Opening atterminaal had in 7 van de 10 gevallen, waarin abterminale opening werkzaam werd, geen effect. In één dezer gevallen was zij vóór de doorsnijding werkzaam geweest. In 4 andere gevallen gaf zij vóór en na het doorsnijden contractie; verhooging van gevoeligheid kon echter ook hierbij niet worden opgemerkt.

Men ziet, dat er ten opzichte van den invloed van plaatselijke beleediging op de gevoeligheid voor opening van een galvanischen stroom tusschen gewone gecurariseerde spieren en de punt der hartkamer geen principiëel verschil schijnt te bestaan. Wat het belangrijkst mag heeten het feit, dat zoodanige beleediging op opening abterminaal in tegenovergestelden zin werkt als op sluiting atterminaal, geldt voor beide soorten van spierweefsel. Zeker is dit feit — tot dusverre éénig in zijn soort — een nader grondig onderzoek overwaardig. Want het kan misschien iets er toe bijdragen, om eenig licht te verspreiden omtrent de natuur der processen, waardoor de electrische stroom bij sluiting aan de kathode, bij opening aan de anode irritatie opwekt. Alle pogingen, om tot de kennis hiervan te geraken, zijn tot dusverre vergeefs geweest. Het komt ons voor, dat men in de eerste plaats de openingsirritatie en de voorwaarden, waaraan haar ontstaan is verbonden, bij normale spieren beter zal dienen na te gaan dan tot dusverre is geschied. Al te stiefmoederlijk heeft men tot dusverre dit verschijnsel behandeld, dat — al is het dan ook niet uit een praktisch oogpunt, voor de techniek der electrische prikkeling — zeker uit een theoretisch oogpunt, voor de theorie der electrische prikkeling van

organische weefsels even belangrijk is als de bij voorkeur bestudeerde sluitings-irritatie.

NASCHRIFT.

Toen wij de verschijnselen, waarover dit onderzoek handelt, voor het eerst hadden waargenomen, kwam het ons niet denkbaar voor, dat zij niet reeds vroeger door een der vele experimentatoren, die sedert de vorige eeuw met electrische prikkeling van spieren zich hebben bezig gehouden, zouden zijn opgemerkt. Vooral na de ontdekking van den invloed van het curare moest de invloed van plaatselijke beleediging in zeer vele reeksen van proeven een belangrijke rol hebben gespeeld. De literatuur in de ons toegankelijke monographieën, tijdschriften en „Jahresberichte" nagaande, konden wij evenwel nergens een bevestiging van ons vermoeden vinden. De eenige, die ons bleek aan de mogelijkheid van een invloed van plaatselijke beleediging gedacht te hebben, was L. Hermann. In een onderzoek omtrent de prikkelbaarheid van spieren voor stroomen van verschillende (loodrechte en dwarse) richting, onder zijne leiding door Dr. L. Giuffrè 1) verricht, bleek tot verrassing der experimentatoren, dat onder bepaalde voorwaarden 2) de loodrecht op de richting der vezelen doorstroomde spierstukjes, ceteris paribus, bij geringere stroomsterkte

---

1) Pflügers Archiv. Bd. XXI. blz. 470. 1880.
2) L. c. blz. 475.

zich contraheerden, dan die waarin de richting evenwijdig aan die der vezelen was. In die proeven nu waren de spierstukjes aan iedere zijde door kunstmatige dwarse doorsneden begrensd, en hierin was volgens Giuffrè, naar de meening van Hermann, „eine denkbare Fehlerquelle" gelegen. De verklaring, die Hermann in de volgende regels aanduidt, komt met de onze overeen, maar wordt niet nader onderzocht. Vermoedelijk zouden Hermann en Giuffrè bij het verrassend verschijnsel langer zijn blijven staan, indien de inrichting van hunne proeven een zoodanige geweest ware, dat het zuiver voor den dag had kunnen komen. Maar dit kon niet, want de spieren waren in hunne proeven niet recht uitgespannen, maar werden na de doorsnijding eenvoudig op een glazen strook gelegd. Onder die omstandigheden nemen vele, zoo niet alle vezelen, een gekronkeld verloop aan, de prikkelende stroom treedt dus, ook wanneer hij schijnbaar evenwijdig aan de vezelen is gericht, op vele plaatsen in de spier de vezelen in en uit. Er liggen dus overal in de spier onbeleedigde anoden en kathoden. Waren de vezelen recht uitgespannen geweest, dan zoude het verschil veel sterker hebben moeten spreken. De overlangs doorloopen vezelen zouden — in strijd met alle uit vroegere ervaring geputte verwachting — in 't geheel niet, of eerst bij zeer veel sterkere stroomen zich gecontraheerd hebben, dan de dwars doorstroomde. — Zeker is het, dat men in 't vervolg bij 't vergelijken van de gevoeligheid van spieren voor stroomen van verschillende richting, evenals trouwens bij alle onderzoekingen, waar de directe gevoeligheid der spieren moet gemeten worden, voor alle de door ons ontdekte bron van fouten zal moeten in aanmerking nemen. Vele uitkomsten, electrische spierprikkeling betreffende, zullen

met inachtneming van die bron vermoedelijk nog eens gecontroleerd moeten worden.

Ons onderzoek was reeds geheel afgeloopen en nagenoeg geheel geschreven, toen wij, bij een hernieuwde literarische nasporing, kennis maakten met eene verhandeling van Dr. W. Biedermann „Ueber die durch chemische Veränderung der Muskelsubstanz bewirkte Veränderung der polaren Erregung durch den electrischen Strom" medegedeeld aan de Keizerlijke Akademie der Wetenschappen te Weenen, in de zitting van 19 Dec. 1879, door Prof. E. Hering. Gaarne hadden wij van dit voortreffelijk onderzoek in den tekst reeds melding gemaakt, want het handelt voor een goed deel over dezelfde verschijnselen als onze arbeid. Dit was nu niet meer mogelijk. Maar gaarne maken wij van deze gelegenheid gebruik om te verklaren, dat Biedermann den nadeeligen invloed van plaatselijke beleedigingen op de gevoeligheid van gewone spieren voor sluiting van atterminale stroomen reeds vóór ons ontdekt en beschreven heeft. Hij experimenteerde op den gecurariseerden sartorius: het hart — ons uitgangspunt — werd door hem niet onderzocht. Zijne methode van experimenteeren verschilt belangrijk van de onze, doordien hij de spier in de lucht, aan het „Doppelmyographion" van Hering bevestigde. Onder die omstandigheden zal de dichtheid der stroomen in de spier wel is waar grooter kunnen gemaakt worden, dan bij onze inrichting, maar aan de eerste voorwaarden, gelijke stroomdichtheid op alle plaatsen der spier en verloop der stroomen streng evenwijdig aan de richting der vezelen, kan met het Doppelmyographion niet voldaan worden. Hieruit is dan ook wel te verklaren, dat Biedermann de gevoeligheid na terminale beleediging nooit, zooals wij, geheel zag verdwijnen, maar slechts verminderen.

Hij werkte met slechts 2 Daniellsche cellen, wij dikwijls met 40 cellen van Stöhrer: de maximale stroomsterkten, door ons gebezigd, zullen daarom althans in die gevallen wel meestal niet minder groot dan die van Biedermann zijn geweest. Zoo wij desniettemin de gevoeligheid voor atterminale sluiting geheel zagen verdwijnen, schijnt dit alleen uit het meer evenwijdig verloop der stroomen tot de vezelrichting in onze proeven te kunnen verklaard worden. De beteekenis van die omstandigheid is trouwens Biedermann duidelijk voor oogen geweest. Kwantitatieve opgaven, cijfers, de veranderingen der gevoeligheid betreffend, worden niet medegedeeld.

Het voornaamste verschil tusschen de uitkomsten van Biedermann en de onze bestaat dáárin, dat volgens hem door plaatselijke beleediging de gevoeligheid *zoowel voor atterminale sluiting als voor abterminale opening* vermindert, terwijl volgens onze proeven beiden, althans in den eersten tijd na de doorsnijding, in tegenovergestelden zin gewijzigd zijn. Biedermann vermeldt dit zijn resultaat herhaaldelijk en niet zonder nadruk, zoodat er geen twijfel kan bestaan, of hij heeft het opzettelijk onderzocht, en spreekt niet slechts op grond van eenige terloops gedane waarnemingen. Vermoedelijk is de grond van het verschil dáárin gelegen, dat Biedermann niet zoo snel na de beleediging heeft onderzocht als wij. Want, naar wij boven zagen, verdwijnt de verhoogde gevoeligheid voor opening abterminaal bij den Sartorius zeer spoedig. Misschien echter zijn er ook andere momenten, in verband met de verschillende methode van onderzoek, in 't spel. Daar nadere kwantitatieve bepalingen der prikkelbaarheid en tijdsopgaven door Biedermann ook hier niet mede-

gedeeld worden, is het niet wel mogelijk in een nadere discussie te treden. Dubbel levendig wordt echter nu de boven door ons uitgesproken wensch, dat het verschijnsel der openings-irritatie en de voorwaarden, waaraan het is verbonden, aan een grondig onderzoek mogen worden onderworpen.

STELLINGEN.

STELLINGEN.

I.

De beschouwing van BARTELS, omtrent de oorzaak van het plotseling optreden van den lethalen exitus bij patienten met pleuritische exsudaten, schijnt mij de juiste te zijn.

II.

Voor inwendig gebruik is salicylzure soda boven salicylzuur aan te bevelen.

III.

De subcutane inspuiting van chinine volgens de methode van STARCKE-MÜNNICH verdient aanbeveling.

IV.

De arts behoort de zoogenaamde physiologische werking der geneesmiddelen, voor zooveel die nauwkeurig onderzocht is, te kennen, maar moet hun gebruik vooral gronden op de uitkomsten der ervaring bij zieken.

V.

Koude baden bij typhus kunnen ongetwijfeld nuttig wezen, maar zijn, in het algemeen genomen, noch noodig, noch raadzaam.

VI.

Bij voorjaarskoortsen, die nog geen blijkbaar nadeeligen invloed op het organisme van vroeger gezonde en krachtige personen hebben gehad, verdient het gebruik van trifolium fibrinum en andere dergelijke amara meer aanbeveling dan dat van chinine.

VII.

Het vooroordeel, dat velen, vooral ten platten lande nog hebben tegen het nemen van chinine bij tusschenpoozende koortsen, is niet ongegrond.

VIII.

Blaassuturen hebben bij de hooge steensnijding weinig waarde.

IX.

Bij ovariotomie moet de buikholte gedraineerd worden.

X.

KÖNIGS methode bij de amputatio mammae berust op ongegronde vrees.

XI.

Vroegtijdige excisie van het ulcus durum is noodig.

XII.

De toestel van ESMARCH kan slechts bij weinige operaties met voordeel aangewend worden.

XIII.

Bij strictura uteri mag de forceps niet op het nakomend hoofd aangelegd worden.

XIV.

Placenta praevia centralis geeft een indicatie tot sectio caesarea.

XV.

Voor de verloskundigen moest het uitwendig onderzoek regel, het inwendig uitzondering zijn.

XVI.

Sectio caesarea wegens een hoogen graad van bekkenvernauwing moest altijd met exstirpatio uteri gepaard gaan.

XVII.

Antiseptische behandeling en aanwending van eserine-preparaten zullen bij de cataract-operatie de methode van Beer meer en meer in zwang brengen.

XVIII.

Cataracta senilis vereischt vóór de extractie iridectomie.

XIX.

Het tonnenstelsel verdient geen aanbeveling.

XX.

Kinkhoest behoorde in de wet op besmettelijke ziekten opgenomen te worden.

XXI.

Het is niet bewezen, dat het schoolbezoek de bijziendheid bevordert.

Diss