



De invloed der zwervende zenuw op de hartsbeweging

<https://hdl.handle.net/1874/273291>

II 6

DE INVLOED
DER
ZWERVERNDE ZENUW
OP DE
HARTSBEWEGING.

ACADEMISCH PROEFSCHRIFT,

NA MACHTIGING VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS

D^{R.} J. J. VAN OOSTERZEE

GEWOON HOOGLEERAAR IN DE GODGELEERDHEID,

MET TOESTEMMING VAN DEN ACADEMISCHEN SENAAAT

EN

VOLGENS BESLUIT DER GENEESKUNDIGE FACULTEIT.

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN

Doctor in de Geneeskunde,

AAN DE HOOGESCHOOL TE UTRECHT

TE VERDEDIGEN,

op Zaterdag den 4 Juli 1868, des namiddags te 6¹/₂ uren,

DOOR

JAN HENDRIK FASMER PRAHL,

geboren te Bergen in Noorwegen.



UTRECHT,

'Ter Stoomdrukkerij van

P. W. VAN DE WEIJER.

—
1868.

OF THE KINGDOM OF GREAT BRITAIN

AND IRELAND

... the first of these is the ...
 ... the second is the ...
 ... the third is the ...
 ... the fourth is the ...
 ... the fifth is the ...
 ... the sixth is the ...
 ... the seventh is the ...
 ... the eighth is the ...
 ... the ninth is the ...
 ... the tenth is the ...
 ... the eleventh is the ...
 ... the twelfth is the ...
 ... the thirteenth is the ...
 ... the fourteenth is the ...
 ... the fifteenth is the ...
 ... the sixteenth is the ...
 ... the seventeenth is the ...
 ... the eighteenth is the ...
 ... the nineteenth is the ...
 ... the twentieth is the ...


Bij het verlaten der Hoogeschool is het mij een genoegen, mijnen dank te betuigen aan de Hooggeleerden van de natuurkundige en geneeskundige faculteiten, voor het onderwijs, dat ik het voorrecht had te volgen.

Voor al gevoel ik mij verplicht, aan U Hooggeschatte Leermeester, Hooggeleerde DONDERS, geachte Promotor! Onder Uwe leiding, onder Uwe krachtige medewerking kwam dit proefschrift tot stand. Aangenaam is het mij, U mijne erkentelijkheid te kunnen betuigen, niet alléén voor Uwe raadgevingen, voor Uwe hulp, mij bij het bewerken van mijn proefschrift verleend, maar ook voor de vele blijken van vriendelijke belangstelling, mij in andere opzichten geschonken. De vele leerrijke uren, door U aan mij afgestaan, zullen steeds leven in mijne herinnering als eenige van de meest belangrijke en meest aangename, die mijne medische vorming mij heeft opgeleverd.

—

Het zij mij vergund, Hooggeleerde Heeren LONCO, MIQUEL, MULDER en zeer geleerde Heer Dr. SNELLEN, bij deze gelegenheid ook aan U in het bijzonder mijnen dank te betuigen voor Uw voortreffelijk onderwijs en voor Uwe hartelijke belangstelling.

Nog een woord tot U, zeer geleerde Heer, Dr. ENGELMANN! Steeds waart gij bereid, bij mijne werkzaamheden op het physiologisch Laboratorium, mij Uwen raad en hulp te verleenen; en gelukten de proeven van den ongeoeffenden experimentator soms boven verwachting, het was voorzeker zeer dikwijls door Uwen nimmer te vergeefs ingeroepen bijstand, waarvoor ik U mijnen welgemeenden dank toebreng.



INLEIDING.

In het jaar 1845 ontdekten de gebroeders Weber, dat peripherische prikkeling van den nervus vagus vertraging der hartsbeweging veroorzaakte en zelfs het hart tot stilstand bracht. Het rustende hart was niet gecontraheerd maar verslapt, met bloed gevuld: het stond stil in diastole. Dit feit was nieuw, en Eduard Weber verklaarde het door eene nieuwe theorie. Bidder en vooral Volkmann hadden reeds, op hunne proefnemingen steunende, uitgesproken, dat het hart een eigen zenuwstelsel had 1), de voorwaarde en de oorzaak zijner automatische beweging; en deze voorwaarde zag Volkmann vertegenwoordigd in de door Remak in 't jaar 1838 in de hartzelfstandigheid zelve gevondene ganglia. Volkman's leer nu van een solliciteerend zenuwstelsel in het hart diende Weber tot grondslag zijner theorie. Hij zag in dit gangliënsysteem een analogon van het ruggemerg. Zooals door de inwerking op het ruggemerg, en niet onmiddellijk door de motorische zenuwen, animale

1) Hypothesen hieromtrent dagteekenen, gelijk bekend is, van de oudste tijden.

spieren in eenen toestand van passiviteit gebracht, in hare werkdadigheid onderdrukt worden kunnen (voorbeelden hiervan zijn de verslapping der sphincteren, de beperking van krampachtige en reflectorische bewegingen door den wil), zoo werkt, volgens Weber, de nervus vagus „hemmend,” niet onmiddellijk op de spiervezelen, maar in de eerste plaats op die zenuwapparaten, waarvan de hartsbewegingen uitgaan, en die in de hartzelfstandigheid zelve gelegen zijn 1). Deze theorie is de „*Hemmungstheorie.*” — Het is bekend, tot welke controversen deze Webersche ontdekking en deze theorie gevoerd hebben. Zij dagteekenen van het jaar der ontdekking zelf en zetten zich gedurende een twintigtal jaren met eene hevigheid voort, die op het gebied der positieve wetenschappen zeldzaam is. De voornaamste tegenstanders van de Webersche theorie zijn Budge, Schiff en Moleschott. In het zelfde jaar, waarin Weber zijne ontdekking publiceerde, maakte ook Budge 1) de resultaten van zijne onderzoekingen over hetzelfde onderwerp bekend: hij zocht in het verlengde merg het centraalorgaan der hartsbeweging en niet in de Remaksche ganglia; de frequentie der hartslagen zou toenemen met zwakke prikkeling, terwijl eerst sterkere prikkeling stilstand zou ten gevolge hebben. Aan deze opvatting van Budge sloten zich Schiff en Moleschott aan. Zij hebben door eene menigte proefnemingen getracht te bewijzen, dat inderdaad de nervus vagus de bewegingszenuw van het hart is, dat zijne prikkeling door eenen galvanischen stroom van eene bepaalde sterkte eene vermeerderde frequentie

1) Zie Weber, in Wagners Handwörterbuch, 3de deel. Art. Muskelbewegung.

2) Archiv für physiologische Heilkunde von Roser und Wunderlich für 1846.

der hartslagen ten gevolge heeft, dat de algemeen waargenomene vertraging der hartsbeweging of de stilstand van het hart onder invloed van den galvanischen prikkel toe te schrijven is aan de *uitputting van den bijzonder irriterbaren nervus vagus*. Zij zijn de uitvinders en de verdedigers der „*Erschöpfungstheorie*.” Volkmann en Ludwig omhelsden daarentegen reeds vroeger de Webersche hypothese, en vooral de laatste schrijver heeft met Hoffa 1) eene reeks van proefnemingen bekend gemaakt, die zeer de aandacht verdienen, als getuigende voor Webers theorie. De tegenstand was en bleef intusschen hardnekkig, en telkens werden nieuwe proefnemingen als bewijzen tegen de Hemmungstheorie bijgebracht, ten gevolge waarvan v. Bezold in 't jaar 1863 en Pflüger in 1865 zich gedrongen zagen, de quaestie aan een nieuw grondig onderzoek te onderwerpen. „Wir müssen wirklich von vorn anfangen,” zegt v. Bezold, de Moleschott-Schiff'sche leer ironisch besprekende, en levert ons dan in zijn werk „über die Innervation des Herzens,” (bevattende een geschiedkundig overzicht over verschillende opinies omtrent het hart en zijne zenuwen, eene scherpe kritiek vooral van de Moleschott-Schiff'sche onderzoekingen, benevens eene lange reeks van nauwkeurige proefnemingen) eene schitterende verdediging der Webersche theorie. Hetzelfde doet Pflüger in zijne „Untersuchungen zur Theorie der Hemmungsnerven,” 2) zoo mogelijk op nog meer afdoende wijze dan al zijne voorgangers; — en na de verdediging dezer laatstgenoemde schrijvers beschouwen de meeste hedendaagsche Physiologen de vraag als beslist, de „Hemmungstheorie” als voldoende gevestigd.

1) Zeitschrift f. ration. Medizin. B. IX. 1850.

2) Zie Untersuchungen aus dem physiologischen Laboratorium zu Bonn. 1865.

Intusschen is, in spijt van de pogingen der gesamentlijke vorschers op dit gebied, het feit „der Hemmung” tot nog toe slechts in zijne algemeenheid geconstateerd. Wij missen eene nauwkeurige beschrijving der bijzonderheden, die het feit samenstellen; wij missen vooral eene nauwkeurige bepaling der tijden, in welke de verschijnselen elkander opvolgen. De tot nog toe gebezigde methoden waren allen ten opzichte van meer speciëele vragen onvoldoende. Dit betreft zelfs de registreer-methode van Pflüger, die daarom ook zelf aan sommige der door hem waargenomen verschijnselen geene bewijskracht durft toekennen 1). Gebruik makende van de methoden, bij deze en dergelijke onderzoekingen door Prof. Donders gebezigd, waren wij in staat, de verschijnselen bij de vagusprikkeling nauwkeuriger na te gaan, de tijden der verschijnselen juister te bepalen, dan tot nog toe geschiedde, en gelukte het ons in genoegzaam normalen toestand der aan de proef onderworpen dieren onze experimenten te verrichten.

De methode is de graphische. Op een draaienden cylinder appliceeren wij een glad papier, 't welk wij in den walm eener petroleumvlam zwart maken. Hierop registreeren de hefboompjes van den cardiograaf van Marey, in den regel door tusschenkomst van luchtkussens, de harts- en adembewegingen. De verkregene curven worden met vernishoudenden alcohol gefixeerd. Het komt bij deze proeven vooral aan op eene duidelijke cardiographie. Om deze te verkrijgen, wordt aan de vivisectietafel, waarop het dier gebonden is, eene zoodanige helling gegeven, dat het hart tegen den borstwand rust, en, nu den regter sternaal-rand matig drukkende, voelt men den hartstoot meestal duidelijk: bij dieren, waar men, het-

1) Unters. aus den physiologischen Laborator. zu Bonn. 1865. S. 29.

geen dikwijls voorkomt, de cardiographie te vergeefs beproefde, gelukt ze niet zelden uitnemend door deze kunstgreep. Waar de hartslag nu het duidelijkst te voelen is, appliceren wij het luchtkussen 1). Op deze wijze krijgen wij vaak eene hartscurve, waarbij niet alleen in een plotseling stijgen het begin der contractie, maar, in de gelukkigste gevallen, ook in een plotseling dalen het einde der contractie voor iederen hartslag te zien is 2). De adembewegingen registreeren wij door den veerkrachtigen cilinder van Marey of door het luchtkussen, om den thorax bevestigd, welk laatste vooral bij konijnen en kleine honden de voorkeur verdient. — Aan den interrupteur van den electromagneet van den sledetoestel is een veertje bevestigd, hetwelk op het kymographion door zijne trillingen de sluitings- en openingslagen registreert. De eerste sluiting en de blijvende opening geschiedt door de wip of door het indompelen van de electrode in een kwikbak. — Een stemvork, die in de seconde een bepaald aantal trillingen maakt, dient als chronoscoop.

Om nu de tijden te bepalen, die aan de verschillende modificaties en phasen der hartsperioden en der ademhaling beantwoorden, moeten bij het begin van iederen omgang des cilinders de richtingslijnen getrokken worden, dat is: men laat de hefboomen van den schrijftoestel een boog beschrijven, waartoe zij zich als de stralen verhouden. Daardoor zijn wij in staat, later van ieder punt in

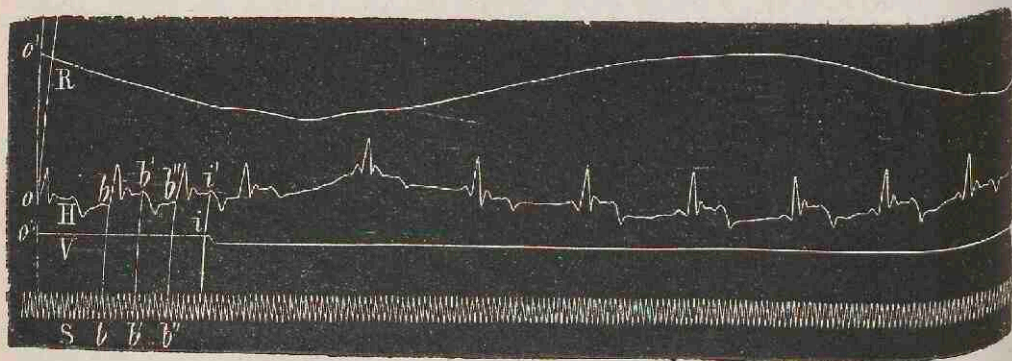
1) Over dit werktuig zie Donders: over de innervatie van het hart enz., in Ned. Archief voor Gen. en Natuurk. Deel III. bl. 449.

2) Pflüger registreerde de hartsbewegingen met behulp van den vleeschhaak, door den borstwand in het hart zelf gestoken Ludwig Hoffa, óf manometrisch in de carotis, óf door een min of meer gecompliceerden hefboomtoestel, rustende op het ontbloote hart.

de respectieve bewegingscurven de evenwijdige bogen naar de lijn der stemvorktrillingen te trekken, om op deze den duur, bijv. van iedere hartsperiode, van de systolen en diastolen, en van de adembewegingen uit te tellen. — Eveneens moeten wij, om den aan eene zekere phase eener hartsperiode of ademhaling beantwoordenden tijd der stroomsluiting of stroomopening te bepalen, vóór de cilinder in beweging komt, het veertje van den interrupteur neêrdrücken, waardoor wij ons uitgangspunt op de electrographische lijn krijgen. Wij meten nu nauwkeurig den afstand van dit uitgangspunt tot aan het begin of einde der trillingen van de stroombrekende veer op de electrographische lijn, en zetten dezen afstand af op de bewegingscurve, hierbij uitgaande van dat punt in den aan het begin van den omgang getrokken boog, waaruit de curve haar begin neemt. Om dit punt nu een cirkel beschrijvende en de curve aldus snijdende, hebben wij in het snijdingspunt de periode of de phaso der periode, waarin de prikkeling begint of eindigt: hoe nu de daaraan beantwoordende tijd ons gegeven wordt, behoeft geene verdere uiteenzetting.

Een en ander wordt toegelicht door onderstaande figuur.

Fig. 1.



H is de curve der hartslagen, R die der adembewegingen, S de trillingen eener stemvork, V de electrografische lijn; o, o', o'' op H, R en V zijn respectivelijk juist 10 centimeters verwijderd van de nulpunten, bij den aanvang der genoemde curven geplaatst, alvorens de cilinder in beweging kwam. De prikkeling begint bij i; de afstand o'' i nu overbrengende op H, vinden wij in i' het punt der curve H, waarop de prikkeling begon. De bogen b, b', b'' enz., uit H naar S getrokken, stellen ons in staat den duur van iedere systole en diastole af te lezen; eveneens kan men door een boog het begin van prikkeling op R vinden.

Het onderende van den doorgesneden nervus vagus werd altijd over een behoorlijke lengte geïsoleerd en lag in de lucht op de electroden, zoodat stroomlissen of unipolaire werking niet te vreezen waren. Meer dan eens overtuigden wij ons op directe wijze, dat zij ook werkelijk niet bestonden, en verbonden ook, op het voorbeeld van Engelmann en Place, de onderste electrode met de ijzeren gasleiding van het gebouw, wanneer wij sterke stroomen aanwendden.

Hiermede hebben wij de gevolgde methode van onderzoek in het algemeen beschreven. Sommige proeven eischten nog eene bijzondere inrichting, die wij bij de proeven zelve zullen vermelden.

Naar deze methode nu onderzoeken wij achtereenvolgens den invloed van:

- 1°. aanhoudende tetanische prikkeling van verschillende intensiteit.
- 2°. afgebroken tetanische prikkeling van verschillende intensiteit.
- 3°. tetanische prikkeling met inductie-slagen, allengs stijgende van onwerkzame tot groote intensiteit.

4. doorsnijding van één of van de beide nervi vagi, tijdens het registreeren verricht.

Bij deze volgorde komen doorgaans vraagstukken ten sprake, die door de resultaten, bij de voorafgaande proeven verkregen, werden aan de hand gedaan.

I.

Verschijselen, bij blijvende tetanische prikkeling waargenomen.

De proeven werden genomen op honden en konijnen. Bij honden zijn nervus vagus en sympathicus tot een stam vereenigd, en de experimenten zijn in zooverre minder zuiver, als de beide zenuwen dus altijd gelijktijdig geprikkeld werden.

Wij stellen ons voor, iedere proef afzonderlijk te beschrijven en op de resultaten te wijzen, die daaruit zijn af te leiden, om aan het einde der proeven een algemeen blik op die experimenten terug te werpen.

Experiment I. 23 Juli 1867. Een hond van matige grootte wordt te 2 uren 13' opgebonden; te 2 uren 20' was de nervus vagus geprepareerd.

Tot het registreeren der respiratie-beweging R (Pl. I. Fig. 1 en 2 i inspiratie, e exspiratie) is de pneumograaf op 't onderste gedeelte van den thorax geapliceerd. Het luchtkussen, in de hartstreek aangelegd, registreert de hartslagen H, die bij het dier scherp omschreven te voorschijn komen, zoodat begin van systole en diastole duidelijk te zien zijn; op een derde lijn V worden de trillingen der stroombrekende veer van den inductie-toestel geregistreerd, op een vierde S de stemvork-trillingen van 30 in de

seconde. Deze zijn op de figuur slechts bij den aanvang afgebeeld, en verder alléén geteld, om het resultaat als seconden 2, 3, 4 enz. op de lijn te plaatsen.

Iedere omgang van den cilinder registreert een afzonderlijke proef. Op ieder blad komen 6 tot 7 omgangen. Bij dit dier werden op 4 bladen 26 omgangen verkregen.

Blad I. Omgang 1. — 2 uur 30' (zie Plaat I. Fig. 1). Nadat bij stilstaan van den cilinder regelmatige gang van adembeweging en hartslagen is geconstateerd, wordt de cilinder in beweging gesteld. Een paar adembewegingen met toebehoorende hartslagen en stemvorktrillingen worden geregistreerd en daarop bij *s* de nervus vagus doorgesneden. Hierop volgen gedurende 12 sec. zeer onregelmatige adem- en hartsbewegingen, die echter reeds aan het einde van denzelfden omgang weer voor regelmatige plaats maken. — Van het begin en van 't einde van den omgang, zoover de curven het toelieten, hebben wij den duur van iedere hartsperiode uitgemeten en deze tijden als ordinaten op de abscisse *a a'* gebracht, onmiddellijk boven de geregistreerde curven. Op *a a'* staan de nummers der hartslagen onder streepjes, die aan het begin van iedere systole beantwoorden, en de ordinaten, tusschen twee contracties loodrecht op de abscisse getrokken, vertegenwoordigen het tijdsverloop van het begin eener contractie tot dat der volgende. Men ziet, dat tijdens het inademen de hartsperioden korter, tijdens het uitademen langer worden, zoowel vóór als na doorsnijding van den *n. vagus*.

Na de doorsnijding, wellicht voor een deel ten gevolge der onregelmatige bewegingen, zijn de perioden korter ($9\frac{1}{2}$ — $12\frac{1}{2}$ trilling) dan vóór de doorsnijding (14—19 trillingen).

Omgang 2. — 2 uur 37' (zie Plaat I. Fig. 2). De ademperioden zijn langer, de hartsperioden korter dan vóór de doorsnijding van den nervus vagus. De invloed der adembewegingen op den duur der hartsperioden is duidelijk te zien. Bij *p*, waar de geregistreerde trillingen der stroombrekende veer als verdikking der lijn zijn uitgedrukt, is de prikkeling begonnen met een oud sledetoestel van du Bois-Reymond, bij een rolafstand van 12 centim., met 2 Grovesche

elementen. — Een oogenblikkelijk effect is niet te zien; maar, terwijl de prikkeling aanhoudt, worden over den geheelen omgang de hartsperiodes allengs langer en langer, terwijl de invloed der adembewegingen onveranderd voortbestaat. De lengte der ordinaten van fig. 2 doet met een oogopslag de regelmatigheid herkennen, waarmede de invloed der gelijkmatig aanhoudende prikkeling stijgt. Opmerkelijk is het, dat de hartslagen gedurende de eerste adembewegingen na den aanvang der prikkeling een weinig versneld zijn.

Omgang 3. — 2 uur 41'. De prikkeling geschiedt op gelijke wijze met rolafstand = 10 centim. — Het onmiddellijk effect is verlenging der hartsperiode, reeds merkbaar in de pause, volgende op den eersten hartslag na de prikkeling. De vertragende werking blijft gedurende 7 seconden stijgende, vermindert dan een weinig, om later op nieuw toe te nemen. De invloed der vrij frequente adembewegingen op den duur der periodes blijft in de geheele curve zoo goed zichtbaar, alsof er geen prikkeling plaats had.

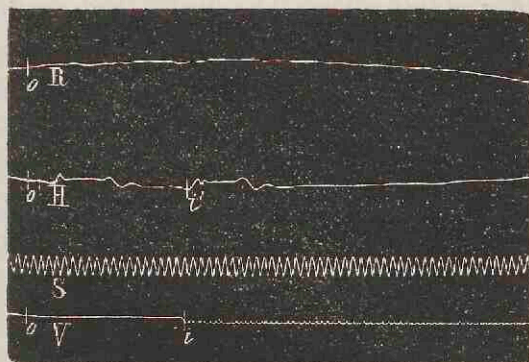
Omgang 4. — 2 uur 44'. Prikkeling op gelijke wijze met rolafstand = 8 centim. In plaat II fig. 3 beelden wij, met weglating der verkregene curven, alléén de ordinaten af, die den uitgetelden duur der hartsperiodes voorstellen. Na den eersten hartslag, volgende op het begin der prikkeling *p*, is de pause reeds iets verlengd. Het effect blijft stijgend gedurende den geheelen omgang, bij zeer vertraagde adembewegingen, waarvan de gewone invloed op den duur der hartsperiodes zich intusschen sterk doet gevoelen. Bij de adembeweging, aan de prikkeling voorafgaande, duurde de kortste hartsperiode 10,5, de langste 14,5 trilling; in de laatste adembeweging is de kortste periode 11,2 de langste 20,5 trilling.

Omgang 5. — 2 uur 47'. Prikkeling op dezelfde wijze, met rolafstand = 6 centim. Na het begin der prikkeling ziet men nog één hartslag, normaal invallende, gevolgd door stilstand.

Blad II. *Omgang 1.* — 2 uur 57'. Prikkeling op dezelfde wijze, met rolafstand = 5 centim. — 't Begin der prikkeling valt samen met 't begin eener systole, die op normale wijze afloopt (zie

fig. 2) en gevolgd wordt door eene pauze van 14 seconden, waarna de adembewegingen onregelmatig worden en het dier zich

Fig. 2.



beweegt. In de lange pauze komen twee kleine golfjes voor, die aan onvolkomene harts- (boezem-) contracties doen denken.

Omgang 2. — 2 uur 59'. Rolafstand = 4 centim. — Na de prikkeling loopt de spoedig intredende

systole regelmatig af, maar ontstaat kort na den aanvang der lange pauze, 12 à 13 trillingen na 't begin der prikkeling, een sterke, plotselinge (in 3 trillingen afloopende) daling en rijzing van de curve der hartsperiode, zwakker zichtbaar op hetzelfde moment in die der adembewegingen. Eerst eenige seconden na 't begin der prikkeling komen weder enkele hartslagen met lange pauzen voor.

Omgang 3. — 3 uur 4'. Rolafstand = 4 centim. — Vergelijk plaat II fig. 4. De prikkeling valt in juist 2 trillingen na 't begin eener systole. Deze systole wordt terstond gevolgd door een verlengde pauze, waarop een zeer zwakke contractie volgt, overeenkomende met de boezem-contractie der te voren geregistreerde systole. In elk der volgende contracties, die ook allen verlengde pauzen vertoonen, is de kamer-contractie weer duidelijk te zien.

De ordinaten der figuur geven een duidelijk overzicht over den duur der perioden, waarop de invloed der eenigszins onregelmatige adembewegingen minder duidelijk is uitgedrukt. Aan het einde der curve schijnt het effect der prikkeling reeds af te nemen. De vorm der hartscurve is scherp geteekend en vertoont duidelijk het einde van iedere systole. Dit stelt ons in staat ook den duur van iedere systole te bepalen, die door punten in de ordinaten is aangegeven: hieruit blijkt, dat, bij aanzienlijke verlenging der

periode, de verlenging der systole twijfelachtig, althans zeer gering is.

Omgang 4. — 3 uur 8'. Rolafstand = 4 centim. — De prikkeling valt in 3.5 trillingen na 't begin der kamer-contractie; de systole loopt regelmatig af; maar, evenals in omgang 2, ontstaat 11 trillingen na 't begin der prikkeling een plotseling dalen en rijzen in de curve der harts- en ademperioden; na eene pauze van 35 trillingen volgen nu regelmatige hartslagen met lange pauzen: de duur der perioden staat tot dien vóór de prikkeling = 3: 2, aan het einde der curve nog een weinig toenemende. Een invloed der lange oppervlakkige adembewegingen op den duur der perioden is nauwelijks te constateeren.

Omgang 5. — 3 uur 12'. Rolafstand = 3 centim. — De prikkeling valt 5 trillingen na 't begin der kamersystole in, en, evenals in omgang 4 volgt, ruim 10 trillingen na 't begin der prikkeling, op nieuw een plotseling dalen en rijzen in de curven H en R. De eerste pauze houdt 45 trillingen aan, waarin zeker geen systole der kamer voorkomt, en wordt gevolgd door regelmatige contracties, welker perioden-duur tot dien vóór de prikkeling staat = 3: 2.

Omgang 6. — 3 uur 15'. Rolafstand = 2 centim. — Het effect is in allen deele gelijk aan dat der beide vorige curven. De vertraging der perioden na de eerste lange pauze, waarin de beschreven schok valt, is intusschen nog iets grooter. 't Begin der prikkeling valt juist zamen met 't begin der kamercontractie, en de schok in H en R komt alweder 10 a 11 trillingen na 't begin der periode, zoodat die schok in geen verband staat met de hartsperioden. De adembewegingen zijn sterker uitgedrukt en regelmatiger dan in de beide vorige curven, en haar effect is, hoezeer vrij zwak, toch onmiskenbaar aanwezig.

Blad III. *Omgang 1.* — 3 uur 23'. Rolafstand = 1 centim. De prikkel valt in even vóór de boezemsystole: de geheele systole loopt geregeld af maar wordt terstond door eene pauze van dubbelen duur gevolgd. Na nog twee hartslagen met genoegzaam gelijke pauzen geraakt het dier in hevige beweging, waarop na 5

seconden evenwel weder regelmatige adembewegingen en hartsperioden volgen, wier duur tot dien der perioden vóór de irritatie staat = 5:3.

Omgang 2. — 3 uur 26'. Rolafstand = 0. In den gang der hartsperioden wordt geen verandering gezien, en de invloed der regelmatig zich voortzettende adembewegingen is even duidelijk alsof de prikkeling ontbrak. Wij mogen dus aannemen, dat de zenuw niet behoorlijk op de electroden lag. Opmerkelijk is het, dat 11 à 12 trillingen na 't begin der prikkeling het snelle dalen en rijzen op H en R, vroeger beschreven, ook hier gezien wordt: daaruit schijnt te blijken, dat die schok niet van vagus-prikkeling afhangt. De schok, bestaande uit daling en rijzing, duurt ook hier slechts 3 trillingen.

Omgang 3. — 3 uur 30'. Rolafstand = 1 centim.

Omgang 4. — 3 uur 32'. » 2.

Omgang 5. — 3 uur 34'. » 3.

Omgang 6. — 3 uur 36'. » 4.

In al deze omgangen ontstaat de lange pauze onmiddellijk na de systole, volgende op de prikkeling, en de hartslagen gaan verder met ongeveer de helft verlengde pauze tot 't einde der omgangen voort, terwijl hier en daar de gewone invloed der adembewegingen onmiskenbaar is. De meermalen beschreven schok is aanwezig in omgang 3 en 5, ontbreekt in omgang 4 en 6. De curven zijn inderdaad allen modellen van juistheid en scherpte, zoodat niet alleen de duur van alle perioden, maar ook van iedere systole nauwkeurig kon worden uitgemeten en op de wijze, als fig. 4 op plaat II aantoont, in ordinaten gebracht. Deze leeren op nieuw, dat de duur der systole bij verlenging der perioden nagenoeg dezelfde blijft: zijn ze gemiddeld bij lange perioden iets langer, er bestaat volstrekt geen evenredigheid. Op sommige plaatsen schijnt de phase der adembeweging niet zonder invloed op den duur der systole: deze stijgt, namelijk, bij de inademing, om bij de uitademing weer af te nemen. Zeer duidelijk komt die invloed te voorschijn in omgang 4, als fig. 3 (zie volg. bladz.) hier afgebeeld.

Blad IV. *Omgang 1.* — 3 uur 41'. Rolafstand = 5 centim.

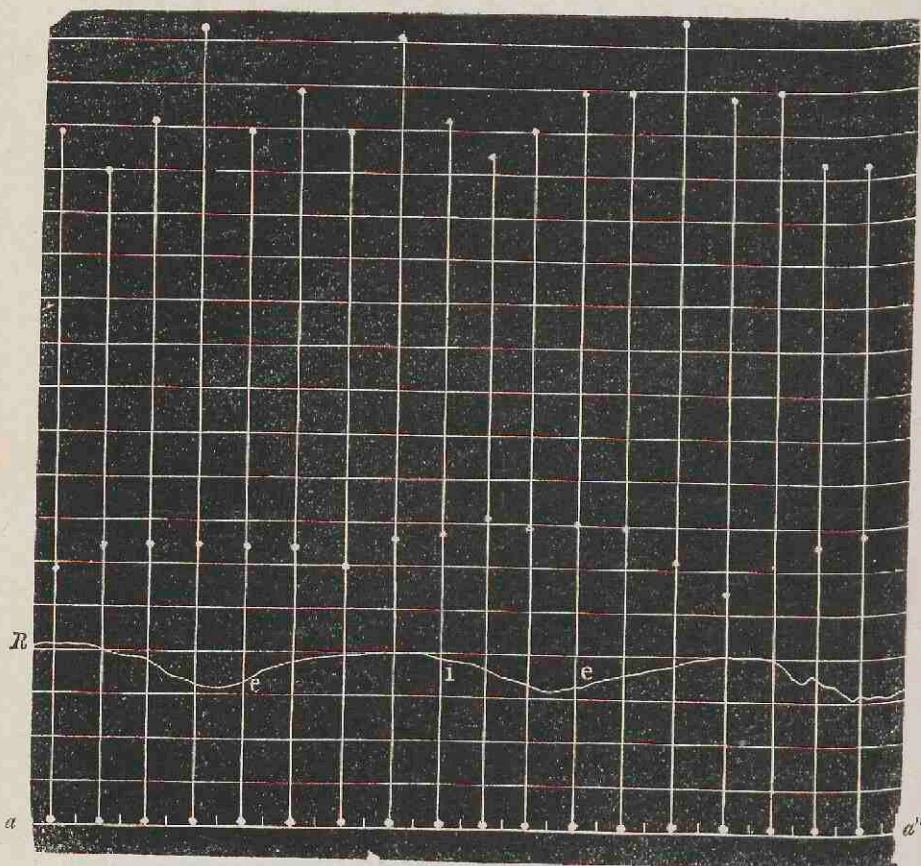
Omgang 2. — 3 uur 43'. Rolafstand = 6 centim.

Omgang 3. — 3 uur 47'. Rolafstand = 7 centim.

Omgang 4. — 3 uur 50'. Rolafstand 8.

De curven van al deze omgangen zijn weder even volkomen en vertoonen dezelfde overeenstemming als die van het vorige blad. Altijd is de pause na de eerste systole, volgende op de prikkeling,

Fig. 3.



weder het meest verlengd en die systole met hare pause bedroeg, in omgang 1. 2, 3 en 4, resp. 22,4 — 22,5 — 22,3 — 20,5 trillingen, voorafgegaan door perioden van resp. 14,4, — 12,7, — 12,5 en 9,7 trillingen. De verlenging der perioden duurt, bij voortgezette prikkeling, met geringe vermindering verder voort tot aan het einde der omgangen, d. i. ongeveer 20 seconden.

Omgang 5. — 3 uur 53'. Rolafstand = 9 centim. Hiervan geldt

in allen deele hetzelfde, wat van de vorige omgangen gezegd is, met dit onderscheid, dat de tweede periode na de prikkeling den langsten duur heeft, namelijk van 23,5 trillingen, zijnde de eerste na de prikkeling van 20 trillingen en de aan de prikkeling voorafgaande van 12 trillingen. Zeer duidelijk komt hier ook tijdens de langere perioden de invloed der adembewegingen te voorschijn, die trouwens ook in de vorige omgangen niet geheel ontbrak.

Omgang 6. — 3 uur 55'. Rolafstand = 10 centim. — De vertraging der perioden bereikt hier haar maximum niet terstond na de prikkeling. De periode, waarin de prikkeling valt, heeft 8,5, en de daarop volgenden duren 12,5, — 15,5, — 16,8, — 16,2, om later bij de tweede en derde uitademingsphase 18,8 en 18,2 trillingen te bereiken en bij de twee volgende weder eenigszins te dalen.

Omgang 7. — 3 uur 57'. Rolafstand = 11 centim. — Deze vertoont eene langzame maar aanhoudende stijging van den duur der perioden, behoudens den invloed der adembewegingen, tot aan 't einde van den omgang.

Het experiment wordt gestaakt. De hond is na deze lange reeks van proeven volkomen welvarend.

Men zal hebben opgemerkt, dat de gezamenlijke omgangen bij prikkeling met een rolafstand, afnemende van 12 centim. tot 0 en van hier weder stijgende tot 11 centim., genomen zijn. In 't algemeen nu beantwoorden de curven van gelijken rolafstand der dalende en der stijgende reeks tamelijk goed aan elkander. Bepaaldelijk ten opzichte van den invloed der prikkeling op de vertraging der hartsperioden, is de overeenstemming grooter dan zich bij de vermoeienis na herhaalde prikkeling der zenuw liet verwachten. De adembewegingen zijn intusschen aan het einde van het experiment veel trager geworden, terwijl de hartsperioden, buiten den tijd van prikkeling, van gelijken duur zijn als bij den aanvang.

De geheele proef kenmerkt zich door juistheid en

regelmatigheid van gang: al de curven zijn met eene precisie geschreven, die wij slechts zelden bereikten 1), en het dier hield zich volkomen rustig. Zoo alléén was het mogelijk, in den tijd van 1 uur 42' op vier bladen 26 proeven te nemen, die, op één na, allen als volkomen gelukt te beschouwen zijn. Het experiment op dezen hond levert ons dan ook al dadelijk eenige resultaten, omtrent welker juistheid twijfel niet mogelijk is. Zij zijn hoofdzakelijk de volgende:

1. Bij tamelijk sterke prikkeling ontstaat terstond vertraging der hartswerking. Valt de prikkel in kort vóór eene systole, dan loopt deze nog regelmatig af, maar wordt gevolgd door een zeer lange pauze. Valt de prikkel in gedurende eene systole, dan kan ook deze reeds door een verlengde pauze gevolgd worden. Spoedig bereiken de pauzen haar maximum en geven bij matige prikkeling niet zelden een tijd lang bijna gelijkelijk verlengde perioden, die echter aan het einde van den omgang, terwijl de prikkeling gelijkmatig wordt voortgezet, reeds weder iets korter worden. Dikwijls schijnen de hartslagen der lange perioden krachtiger. Eenmaal werd, terwijl de prikkeling in de systole viel, na eene verlengde pauze eene onvolkomene contractie (van den boezem) gezien. Binnen $1\frac{1}{2}$ minuut na het ophouden der prikkeling hebben de hartslagen hunne vorige frequentie hekregen: dit bleek bij den aanvang van iederen nieuwen omgang.

2. Bij zwakke prikkeling is de vertragende werking gedurende den geheelen omgang (alvast 20 seconden) stijgende en wel, zooals plaat I fig. 2 en plaat II fig. 3 aantoonen, met

1) De afbeeldingen zijn, tot ons leedwezen, ver beneden de origineelen gebleven, vooral ten opzichte van den duur der systole, die bij kleine afwijking van de verkregene curve niet meer zoo goed te beoordeelen is.

groote regelmatigheid. Het effect der zwakke prikkeling is in de eerstvolgende hartsperioden niet of nauwelijks te zien. Eenmaal zagen wij zelfs aanvankelijk eene geringe versnelling, in zooverre, dat de perioden tijdens de uitademing minder verlengd werden als in de aan de prikkeling voorafgaande adembeweging. De invloed der adembewegingen, ook wanneer deze tijdens de prikkeling in duur gewijzigd worden, geeft zich met de grootste duidelijkheid te kennen, somtijds sterker nog dan vóór de prikkeling (vergel. plaat II fig. 3, waar de verlenging der perioden tijdens het uitademen toeneemt, om bij het inademen weer af te nemen): in de meeste gevallen echter worden de kortste perioden, tot eene adembeweging behorende, het meest, de langste het minst verlengd.

3. De verlenging der perioden hangt bijna uitsluitend af van de verlenging der pauze. Gemiddeld duren echter bij lange perioden, zooals Professor Donders 1) reeds had opgemerkt, de contracties ook iets langer. Eveneens schijnen bij de inademing de contracties iets langer aan te houden (vergelijk fig. 3 op bladzijde 14). Place 2) heeft gevonden, dat het maximum van contractie eener spier zich des te langer na de irritatie laat wachten, hoe groeter de belasting is: de negatieve drukking op het hart bij de inspiratie zou als verhoogde belasting kunnen werken en het later afloopen der contractie veroorzaken.

Experiment II. Op een volwassen hond van middelbare grootte werden de beide nervi vagi gepraepareerd. Aanvankelijk werd één

1) Archief voor natuur- en geneeskunde. D. III. bl. 452.

2) Over de contractiegolf der willekeurige spieren. Zie onderzoekingen, gedaan in het [physiol. laboratorium. Utrecht. I. bl. 124.

doorgesneden en het peripherische einde geprikkeld; later werd de prikkeling voortgezet, nadat de tweede nervus vagus was doorgesneden. Evenals in Experiment I, werden de adembewegingen met den pneumograaf, de hartsperioden met het luchtkussen, de prikkeling met het stroombrekende veertje van den inductietoestel en de tijd met een stemvork (van 30 trillingen = 1 sec.) geregistreerd.

Blad I. Omgang 1. — 7 uur 19'. Gewone hartslag en adembeweging, waarbij de toenemende duur der perioden tijdens het uitademen, de afnemende tijdens het inademen met groote regelmatigheid wordt opgemerkt.

Omgang 2. Linker vagus wordt doorgesneden: het dier maakt onregelmatige bewegingen en de registreerende hefboompjes der hart- en adembewegingen raken met elkander in de war.

Omgang 3. — 7 uur 36'. Peripherisch stuk van linker nervus vagus geprikkeld met 64 inductie-slagen in de secunde; slede-apparaat, met modificatie van Helmholtz, twee oude elementen van Grove, rolafstand = 10 centim.: er is nauwelijks effect te zien; aan het einde van den omgang worden de adembewegingen kleiner en korter van duur, waarbij ook minder verlenging der hartsperioden tijdens het uitademen.

Omgang 4. — Rolafstand = 7 centim. — Bij het begin der prikkeling krijgt het dier een sterken schok, en glijdt de zenuw van de electroden.

Omgang 5 geschiedt op gelijke wijze. De prikkeling volgt $3\frac{1}{2}$ trilling na het begin, $2\frac{1}{2}$ trilling vóór het einde eener systole, en de hierop volgende pause houdt aan tot nabij het einde van den omgang zonder eenige nieuwe contracties, waarop het dier begint te schreeuwen, en de daaraan verbonden onregelmatige bewegingen met twijfelachtige hartslagen worden geregistreerd.

Blad II. Omgang 1. Zonder prikkeling, overeenkomstig met omgang 1 van blad I, waar de zenuw nog niet was doorgesneden: de ademperioden eer iets korter dan langer, de hartsperioden van genoegzaam gelijken duur als in genoemden omgang.

Omgang 2. Rolafstand = 8 centim. — De prikkeling valt in

tijdens eene pause; de volgende systole verloopt op gewone wijze, maar gaat over in eene pause van vele seconden.

Omgang 3 is verloren geraakt.

Omgang 4. Rolafstand = 8 centim. — De eerste systole na 't begin der contractie wordt gevolgd door eene lange pause, zoodat de periode (voorafgegaan door eene van 8 trillingen) 25 trillingen duurt, en zoo volgen er nog zes van bijna gelijken duur, namelijk 23,6 — 23,2 — 22,4 — 21,5 — 20,5 — allen met krachtigere contracties dan die vóór de prikkeling. Na de laatste contractie komt eene aanhoudende pause, waarin kleine golfjes hier en daar eene lichte boezem-contractie schijnen aan te duiden.

Omgang 5.—8 uur 11'. Rolafstand = 12 centim. — Na de prikkeling blijven de hartsperioden gedurende drie adembewegingen onveranderd, alleen de invloed der adembewegingen wat minder te zien; bij de twee laatste adembewegingen, die als zoodanig niet van de vorigen verschillen, is daarentegen de invloed buitengewoon sterk en worden bij het uitademen de perioden langer dan vóór de prikkeling, terwijl die in de voorafgaande adembewegingen iets korter waren.

Omgang 6. Rolafstand = 10 centim. — Effect der prikkeling niet met zekerheid te constateeren.

Blad III. *Omgang 1.* — 8 uur 31'. — In het midden van den omgang wordt de rechter nervus vagus doorgesneden, waarop diepe, onregelmatige adembewegingen ontstaan (het dier schreeuwt), en de hartslagen slechts tijdens het uitademen goed te zien zijn. Zooveel blijkt, dat zij in dezen omgang allengs in frequentie toenemen: vóór de doorsnijding zijn zij van 9 tot 10 trillingen, drie seconden daarna 8,1 tot 8,3 —, twee seconden later 7,5 tot 7,9 —, na nog twee seconden 7,2 tot 7,3 — en 5 seconden later 6,3 tot 6,7.

Omgang 2. — 8 uur 34'. Geen prikkeling. De adembewegingen hebben de dubbele lengte, en vertoonen geen invloed hoege-naamd op den duur der hartsperioden, die meestal 8,4 tot 8,6 trillingen bedraagt, als minimum 8,1, als maximum 9, zonder verband tot de adembewegingen.

Omgang 3. — 8 uur 36'. Rolafstand = 10 centim. — Na 't begin der prikkeling komt ééne regelmatige systole, gevolgd door eene pause van verscheidene seconden. Daarna worden de adembewegingen onregelmatig, en het effect is niet verder te zien.

Omgang 4. — 8 uur 36'. Rolafstand = 10,5. centim. — Evenals in omgang 3, volgt na de eerste contractie op de prikkeling eene zeer lange pause, waarna het dier schokken krijgt en de zenuw van de electroden afglijdt.

Omgang 5. Rolafstand = 1 centim. — De prikkeling valt in op het midden eener systole, en deze wordt onmiddellijk door eene lange diastole gevolgd, die eerst door hevige bewegingen, waarbij de zenuw van de electroden glijdt, eenige seconden later wordt afgebroken. Aan het einde van den omgang zijn de perioden nu bijzonder kort.

De resultaten van dit experiment komen in het algemeen overeen met die van het vorige. Duidelijker komt echter hier aan den dag:

1°. dat na lange pausen de hartslagen krachtiger kunnen zijn, zoo als reeds Ludwig en Hoffa gevonden hadden.

2°. dat in de lange pausen niet zelden contracties van den boezem voorkomen, zonder op de kamer over te gaan.

3°. dat na doorsnijding van den tweeden nervus vagus, nadat te voren reeds de eerste is doorgesneden, de hartsperioden eenige seconden lang korter en korter worden, en vervolgens weder langer, zonder evenwel den oorspronkelijken duur te bereiken.

4°. dat na doorsnijding der beide nervi vagi de invloed der adembewegingen op den duur der hartsperioden geheel is opgeheven, zooals reeds door Ludwig en Einbrodt gevonden was.

Wij vinden hier voorts bij zwakke prikkeling van het peripherisch einde van den nervus vagus eene sterker vertraging der hartsperioden, nadat ook de tweede nervus

vagus is doorgesneden. Nader onderzoek moet leeren, of die uitkomst regel, dan wel in dit experiment aan bijzondere onbekende omstandigheden toe te schrijven is.

Experiment III. Op een hond, door inspuiting van vinum opii in de vena saphena genarcotiseerd, worden proeven genomen als in experiment I en II. Het registreeren der hartslagen levert bezwaar op, en in de meeste curven, op verschillende bladen verkregen, zijn ze althans tijdens het inademen niet duidelijk genoeg te zien. Wij vermelden daarom slechts de resultaten van die curven, welke met zekerheid waren af te lezen. De inductie-toestel werd weder met twee Grove'sche elementen gebruikt, evenwel zonder de modificatie van Helmholtz.

Eén nervus vagus is doorgesneden; zijn peripherisch einde wordt geprikkeld bij een rolafstand van 10 centim.; de prikkeling valt in bij den aanvang eener systole: de volgende periode is verlengd van 7 op 12 trillingen en op den geheelen omvang blijft de verlenging vrij gelijkmatig bestaan, wisselende de duur slechts tusschen 12,2 tot 14 trillingen.

Rolafstand = 8 centim. (vergel. plaat II. fig. 5). De prikkeling valt in op het midden eener systole. Na de eerst volgende is de pause aanzienlijk verlengd: vóór de prikkeling duren de perioden van 6,8 tot 7,1 trillingen, na de prikkeling achtereenvolgens 49,5, — 37, — 30,5, — 54, — 50,5, — 78, — 63, — 69, — en 46 trillingen; de hartstooten dezer langere perioden zijn buitengewoon sterk. Opmerkelijk is het verband, waarin deze lange hartsperioden staan tot de ademperioden. Aanvankelijk heeft men twee hartsperioden in eene ademperiode, een krachtige bij het begin der inademing, een zwakke aan het einde der inademing, en dan volgen vijf ademperioden, die ieder slechts ééne contractie van het hart vertoonen, en wel vóór het einde der inademing. Bij de drie laatste adembewegingen, zijn de hartslagen twijfelachtig.

Rolafstand = 6 centim. De prikkeling valt in juist bij den aanvang der systole: deze loopt regelmatig af en wordt gevolgd door

eene pause tot aan het einde van den omgang; volkomene hartcontracties althans komen hierop zeker niet voor.

Rolafstand = 4 centim. — Al weder stilstand na de systole, volgende op de prikkeling. Er volgen vier zeer lange ademperiodes, waarvan de tweede en derde in den loop der inademing ieder één hartscontractie vertoonen.

Rolafstand = 2 centim. — De prikkeling valt in het midden der systole. Hierop volgt nog eene krachtige contractie en daarop stilstand tot aan het einde van den omgang. De tweede en derde adomperiode heeft echter ééne contractie, ongeveer in het midden der inademing.

Blad IV. De tweede nervus vagus wordt doorgesneden. Prikkeling bij rolafstand = 16 centim. — De hartsperioden zijn allen genoegzaam van gelijken duur, $6\frac{1}{2}$ tot 7 trillingen, geheel onafhankelijk van de adembewegingen, en behouden onveranderd dien duur ook na prikkeling bij 14 centim. rolafstand. In een volgenden omgang is prikkeling met rolafstand = 14 centim. ook genoegzaam zonder invloed.

Rolafstand = 12 centim. geeft aan de perioden eene dubbele lengte, daarop stilstand, gevolgd door onregelmatige adembewegingen met nog langere perioden.

Prikkeling bij rolafstand van 6 centim. brengt een langen stilstand voort: op den geheelen omgang zijn, na de prikkeling, nog slechts drie contracties van het hart te zien, zonder eenig verband tot de adembewegingen.

Dit experiment levert in het algemeen dezelfde uitkomsten als de beide vorigen. Wij constateeren dus:

1°. Dat het narcotiseeren, door inspuiting van vinum opii in het aderlijk bloed, den invloed van vagus-prikkeling op de hartsperioden niet wezenlijk verandert: wij vinden, namelijk, dat ook hier op de eerste contractie na de prikkeling reeds eene verlengde pause volgt.

2°. Schijnt ook deze proef wel te pleiten voor de

meening, dat prikkeling meer invloed heeft, nadat ook de tweede nervus vagus is doorgesneden: althans is de invloed eener prikkeling bij 12 centim. rolafstand bijzonder groot, in vergelijking met het effect, vóór de doorsnijding van den tweeden nervus vagus verkregen.

3°. De verlengde perioden met krachtige hartslagen vertoonen bij blijvende prikkeling dikwijls eene groote regelmatigheid.

4°. De door prikkeling verlengde hartperioden sluiten zich soms aan de ademperioden, zoodat aan ieder van deze, gedurende eenigen tijd, eerst een of twee hartperioden blijven beantwoorden. De hartslag vertoont zich dan vóór het einde van iedere inademing (vergelijk plaat II fig. 5), evenals het bij de associatie van vagus-prikkeling met inademing door Professor Donders 1) gevonden is. Het verschijnsel heeft plaats, terwijl slechts één der nervi vagi is doorgesneden en de geassocieerde werking dus niet is uitgesloten.

De vraag, hoeveel tijd er verloopt, eer de prikkeling op eenigerlei wijze haren invloed op de hartswerking doet gelden, behandelen wij later afzonderlijk in het volgende hoofdstuk, daarbij gebruik makende van deze en andere experimenten. Wij hebben het daarom niet noodig geacht, bij ieder experiment die verhouding zoo nauwkeurig aan te geven, als ze door meting gevonden was.

Experiment IV. Bij een konijn wordt de nervus vagus geprepareerd. In den eersten omgang worden alleen de hartslagen met het luchtkussen en de trillingen van de stemvork als chro-

1) Zie dit Archief. D. III. bl. 455 e. v.

noscoop geregistreerd. In de curve der hartsperioden is die der adembewegingen duidelijk te zien, en daarbij blijkt, dat de invloed der ademhalingsphase op den duur der hartsperioden bij het konijn zeer gering is. Op den geheelen omgang vinden wij als maximum 7, als minimum 5,7 trilling, en bijna allen zijn van 6 tot 6,5.

Hetzelfde geldt van het begin van den tweeden omgang: de duur der perioden is van 6,1 tot 6,8. Nu wordt de nervus vagus doorgesneden, en hierop volgt, reeds na de eerste systole, eene vertraging, die, aanvankelijk het grootst, allengs afneemt, maar eerst na 7 seconden volkomen verdwenen is. De 4 perioden, vóór de doorsnijding zijn van 6,2, — 6,4, — 6,1, — 6,5 trillingen, en onmiddellijk na de doorsnijding hebben de perioden achtereenvolgens: 7, — 9,9, — 8,5, — 7,7, — 8,1, — 8,2, — 8, — 8, — 8, — 7,7, enz. —, om in de tweede helft van den omgang weer den oorspronkelijken duur te bereiken. — In de volgende omgangen wordt het peripherische einde van den doorgesneden nervus vagus weder op de gewone wijze geprikkeld met een sledetoestel van du Bois-Reymond, in werking gebracht door 2 Grove'sche cellen, zonder de modificatie van Helmholtz, met betrekkelijk langzame beweging der stroombrekende veer, waarvan de schommelingen werden geregistreerd en = 24 in de secunde gevonden. De prikkeling geschiedde in onderscheidene omgangen bij eenen rolafstand van 8, 7, 6, 6, 5 en 4 centimeters. In het algemeen was het effect bij deze verschillende graden van prikkeling gelijk. Na de prikkeling, wanneer deze ook niet lang na den aanvang eener systole begon, kwam altijd nog eene periode van normalen duur voor, behalve bij rolafstand 4, waarbij de prikkeling begon na 't begin eener systole en de pause der volgende periode reeds aanzienlijk verlengd was. Vrij regelmatig hield in alle omgangen de verlenging der perioden stand tot aan het einde van den omgang. Een groot of regelmatig verschil was in den vertragenden invloed niet op te merken: vóór de prikkeling verschilde de duur der perioden van 6,5 tot 6,9, na de prikkeling bedroeg ze:

Bij rolafstand	8	gemiddeld	11,7	trillingen.
»	»	7	»	14,7
»	»	6	»	13,4
»	»	6'	»	13,7
»	»	5	»	15,0
»	»	4	»	14,8

Bij rolafstand 7 en 4 is de vertragende invloed der prikkeling een tijd lang stijgend, daarna dalend. In de overige wordt in de tweede periode reeds het maximum der vertraging bereikt en neemt deze naar het einde van den omgang een weinig af. Het schijnt overbodig, de lange rijen van gemetene perioden ten bewijze hiervan mede te deelen.

Uit deze proef blijkt:

1°. dat in de curve der hartslagen de adembewegingen dikwijls voldoende te zien zijn;

2°. dat bij het konijn de ademhalingsphasen weinig invloed hebben op den duur der hartsperioden;

3°. dat het doorsnijden van den nervus vagus een prikkeling is, die gedurende verscheidene secunden de hartsperioden kan verlengen;

4°. dat het effect der prikkeling, zelfs wanneer deze vrij hevig is, zich soms eerst na den tweede hartslag laat gevoelen, echter niet meer bij de sterkste hier voorkomende prikkeling, bij rolafstand = 4 centim.;

5°. dat het effect van vrij sterke prikkeling spoedig zijn maximum bereikt, om allengs te dalen, maar dat enkele malen het maximum der vertraging toch eerst na 6 of 8 perioden verkregen wordt.

Experiment V. Bij een konijn is de thorax geopend en wordt kunstmatige ademhaling onderhouden. Nadat de invloed der adembewegingen op de hartsperioden bij toenemende dyspnoea

vóór en na de doorsnijding der beide nervi vagi was onderzocht 1), is het dier nog in voldoende toestand gebleven en kan zelfs een zeer lang aanhoudende apnoea verkregen worden. In dien toestand wordt nu het peripherische stuk van den nervus vagus geprikkeld, terwijl de hartslagen met het luchtkussen, rustende onmiddellijk op het hartzakje, worden opgeschreven. In drie omgangen worden nu op deze wijze de schoonste en regelmatigste curven verkregen.

Omgang 1. De hartsperioden zijn van gelijken duur, zoowel gedurende de apnoea als bij het begin der looze adombewegingen, zooals op de vorige omgangen ook reeds gebleken was: op den geheelen omgang bedroeg het minimum 10,9, het maximum 11,4 trillingen. Eerst bij zeer hevige dyspnoea worden de perioden regelmatig langer en langer, maar bereiken toch als maximum slechts 13,3 trillingen, totdat zij bij stormachtige bewegingen niet verder te registreren zijn. In den omgang, dien wij hier te beschrijven hebben, zijn ze vóór de prikkeling 10,9 tot 11,5 trillingen. Na de prikkeling, die kort na eene systole invalt, is de pause na de eerste systole reeds aanzienlijk verlengd en bereikt 42,4 trillingen. Na drie compleete hartslagen, met nagenoeg even lange pausen als de vorige, volgt op iedere compleete systole eene contractie van den boezem alléén, en de perioden zijn daarmede op eenmaal korter geworden en vrij gelijk, bedragende op den geheelen omgang het minimum 24,3, het maximum 30,1 trillingen. De perioden met compleete contractie en die met contractie van boezem alléén hebben gelijken duur. Tegen het einde van den omgang ontstaan looze adembewegingen, die op de hartsperioden geen invloed hebben hoegenaamd.

Omgang 2. De eerste systole na de prikkeling heeft reeds eene verlengde pause. Hierop volgt eene boezemcontractie, en nu volgen compleete contracties en boezemcontracties onregelmatig op elkander, om eerst bij het midden van den omgang re-

1) Proef van Prof. Donders. Nederlandsch Archief. D. III. bl. 482.

gelmatig met elkander af te wisselen, waarop ook de looze adembewegingen geen invloed hebben.

Omgang 3. (Zie Pl. III, fig. 6.) De vorige omgangen waren steeds ten einde, alvorens uit de apnoea zich sterke dyspnoea ontwikkeld had. Om nu den invloed van sterke dyspnoea waar te nemen, wordt voor dezen omgang de draaiing van den cilinder vertraagd. Na de prikkeling is de eerst volgende periode reeds verlengd en volgt het eerst eene boezem-contractie, daarop eene compleete contractie, en zoo volgen nu bij stijgende dyspnoea, met krachtige looze adembewegingen, 56 perioden, allen van bijna volkomen gelijken duur, waarin telkens compleete contracties en boezem-contracties op de regelmatigste wijze met elkander alterneeren. Eindelijk bij sterke bewegingen van het dier verlaat de zenuw de elektroden, en men ziet de hartsperioden nu allengs weder korter en korter worden, allen met volkomene contracties van boezem en kamer.

Deze proef is in meer dan een opzicht merkwaardig.

Zij leert ons:

1°. dat, terwijl na doorsnijding der beide nervi vagi en opening van den thorax, de hartsperioden, zoowel bij de sterkste dyspnoea, met de krachtigste looze adembewegingen en geheel donkere kleur van het hart, als in den toestand van apnoea, regelmatig voortgaan (met nauwelijks merkbare vertraging in de dyspnoea), de invloed van prikkeling van het peripherisch einde van den nervus vagus in beide gevallen volkomen dezelfde is en zich van den invloed der prikkeling bij niet geopenden thorax en natuurlijke ademhaling alléén onderscheidt door eene volkomene, onafgebrokene regelmatigheid, die wij aan het uitsluiten ook van den directen invloed der adembewegingen meenen te mogen toeschrijven.

2° dat het sterk vermoeide hart bij prikkeling van den nervus vagus dikwijls onvolkomene contracties vertoont, soms regelmatig alterneerende met volkomene: die on-

volkomene contracties, zich bepalende tot de boezems, zijn bij geopenden thorax niet slechts te registreeren, maar ook te zien en voelen. Bij voortdurende dyspnoea zijn zij de laatste bewegingsverschijnselen van het stervende hart 1).

Boven zagen wij, dat na doorsnijding van den tweeden nervus vagus de vertragende invloed eener prikkeling van bepaalde intensiteit, voortgezet op de eerst doorgesnedenene, zich sterker deed gevoelen. Hoofdzakelijk, om hieromtrent meer zekerheid te verkrijgen, werden de volgende experimenten genomen.

Experiment VI. Konijn. Beide nervi vagi gëpraepareerd. Prikkeling met twee nieuwe Grovesche elementen, bij een nieuw sledetoestel; modificatie van Helmholtz; de onderste electrode met de metalen gasleiding van het gebouw verbonden; stemvork 15 trillingen in de seconde. Het luchtkussen in de hartstreek registreert zeer nauwkeurig de hartslagen, een tweede, hoog op den buik, de adembewegingen.

Blad 1. Omgang 1. De zenuw wordt doorgesneden. Effect niet met volkomen zekerheid te zien.

Omgang 2. Prikkeling bij rolafstand = 15 centim — Van den beginne af allengsche verlenging der hartsperioden, met groote regelmatigheid.

In **Omgang 3, 4, 5, 6, 7** wordt geprikkeld respectievelijk bij 14, 13, 15, 17, 18 centim. rolafstand. Ook hierbij is stijgende invloed op de hartsvertraging tijdens de prikkeling, die tot het einde van iederen omgang wordt voortgezet, waar te nemen. De

1) Vergelijk Donders. Over de innervatie van het hart enz. in Nederlandsche archief voor genees- en natuurkunde. Deel III. bl. 459.

duur van 5 hartsperioden wordt over de geheele lengte van de omgangen uitgeteld en de uitkomsten vereenigd in onderstaande tabel.

Duur van iedere 5 hartsperioden, met invallende prikkeling, bij

Rolafstand, in ctm.	15	14	13	15	17	18	18
Omgang	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Vóór de prikkeling	16,0	16,0	16,0	15,8	?	16,7	15,6
	16,8	16,3	16,8	16,5	16,7	16,7	16,5
	16,3	16,2	16,7	16,7	16,9	16,7	?
Ná de prikkeling	18,2	20,8	26,8	22,0	20,2	17,0	16,9
	22,0	26,0	34,8	24,2	24,6	17,9	16,6
	23,6	29,4	35,2	31,0	26,1	17,8	17,2
	24,0	32,0	37,8	34,1	29,3	17,7	17,3
	25,6	32,8	37,5	34,2	32,8	17,9	*17,2
	26,4			34,8	3,18	18,2	17,9
	27,0						18,1
							17,8
							17,7

Hieruit blijkt, dat de prikkeling stijgende vertraging geeft, die meestal aan het einde van den omgang haar maximum nog niet bereikt heeft. Die vertraging neemt toe bij vermindering van den rolafstand. Maar bovendien ziet men, dat bij het terugkomen op den oorspronkelijken rolafstand van 15 centim. de invloed grooter is dan oorspronkelijk, en zelfs bij 17 centim rolafstand den aanvankelijk bij 15 verkregen nog overtreft, eindelijk bij 18 rolafstand gering, maar toch onmiskenbaar aanwezig is. Op omgang 8 wordt weder bij 18 centim. rolafstand geprikkeld en tijdens de prikkeling de tweede nervus vagus doorgesneden. Het resultaat is onder VIII van bovenstaande tabel opgenomen. Bij * wordt de tweede vagus doorgesneden: de vertraging wordt wel iets grooter, maar toch te weinig, om het resultaat als afdoende te beschouwen, te minder, omdat de doorsnijding zelve als vertragende prikkel werkzaam kon zijn.

Blad II bevat 7 omgangen, waarvan de resultaten in de volgende tabel zijn opgenomen.

Duur van iedere 5 hartsperioden, met invallende prikkeling bij

Rolafstand in cm.	18	17	18	19	20	20	19
Omgang	I	II	III	IV	V	VI	VII
Vóór de prikkeling	16,6	16,9	16,4	16,2	16,5	16,7	16,7
	16,8	17,0	16,3	16,4	16,7	16,9	16,5
	17,3	17,0	16,4	16,6	16,9	16,0	16,5
Ná de prikkeling	17,0	23,0	23,8	21,0	16,9	16,6	16,9
	17,2	33,0	35,0	24,8	17,0	16,5	17,0
	17,0	36,1	36,5	23,2	16,8	16,9	16,6
	17,2	36,9	36,1	24,7	16,7	16,7	17,4
	17,6	37,5	37,1	26,3	16,2	16,9	17,2
	18,0			30,0	16,6	16,8	17,8
	17,7			33,7	16,7	16,7	17,3
	18,3				16,8	16,3	17,0
	23,9				16,8	16,6	17,2

Blijkbaar is de vertragende werking bij 18 centim. rolafstand in omgang 1 en vooral in omgang 3 veel grooter dan op het vorige blad; zelfs bij rolafstand 19 in omgang 4 is de vertraging zeer aanzienlijk. Bij prikkeling met 20 centim. rolafstand is geen effect te constateeren, en eene nieuwe prikkeling bij 19 centim. rolafstand heeft nu ook slechts een zeer gering effect.

Deze proef is merkwaardig genoeg door de regelmatigheid vooral, waarmede de invloed eener zwakke prikkeling stijgt. Bij oppervlakkige beschouwing zoude men ook hierin het bewijs meenen te vinden, dat de invloed eener zwakke prikkeling na doorsnijding van den tweeden nervus vagus verhoogd is; blijkbaar toch is op blad II de vertragende werking bij rolafstand = 18 en zelfs = 19 centimeters grooter dan op blad I bij 18 en voor een deel bij 17 centimeters rolafstand, terwijl die bij 17 op blad II zelfs gelijk staat met de vertraging, bij rolafstand 14 en 13 centimeters op blad I verkregen. En toch zijn wij in het onzekere. Klaarblijkelijk treedt een andere factor in het spel. Von Bezold en Engelmann hebben

gevonden, dat door zwak tetaniseeren de prikkelbaarheid van spierzenuwen toeneemt, zoodat een aanvankelijk onwerkzame rolafstand bij voortgezet tetaniseeren nu ook contractie voortbrengt. Die toenemende prikkelbaarheid komt nu in deze proeven ook ten duidelijkste te voorschijn. Zoo vinden wij het effect bij 15 ctm. rolafstand op omgang 4 van blad I veel sterker dan op omgang 1, toen nog niet bij 14 en 13 ctm. rolafstand geprikkeld was, en op hetzelfde blad vinden wij ten slotte het effect eener prikkeling bij 17 ctm. rolafstand grooter dan aanvankelijk bij 15. Daarom is het de vraag, of ook de grootere invloed der prikkeling, in het algemeen op blad II te vinden, wel het gevolg is van de doorsnijding van den tweeden nervus vagus: immers de invloed van voorafgegane prikkeling komt hier klaar aan den dag in het grooter effect bij rolafstand 18 ctm. in omgang 3 dan in omgang 1; eveneens in het grooter effect, met rolafstand 19 ctm. verkregen in omgang 4, dan in omgang 7, toen de zenuw tijdens de onwerkzame prikkeling met 20 ctm. rolafstand in omgang 5 en 6 reeds weder van haar verhoogde irritabiliteit kon hebben verloren. Zelfs wanneer het doorsnijden van den tweeden nervus vagus tijdens de prikkeling terstond een gevoelig effect had vertoond, zoude het pleit nog onbeslist gebleven zijn, nademaal de doorsnijding zelve, zooals wij in experiment 4, bl. 23, gezien hebben, tijdelijk eene vrij aanzienlijke vertraging kan voortbrengen.

Eindelijk merken wij hier op, dat de stijgende invloed eener aanhoudende tetanische prikkeling, in de vorige experimenten zoowel als in het hier medegedeelde gezien, wel voor een deel het gevolg kan zijn van tijdens de prikkeling toenemende irritabiliteit der zenuw, hoezeer andere feiten (bepaaldelijk de nawerking) bewijzen, dat

het effect eener zachte prikkeling in de gauglia kan worden geaccumuleerd.

Er werd nog eene proef genomen, op gelijke wijze als de bovenstaande, waarbij evenwel niet dezelfde regelmaat werd in acht genomen. Wij willen de resultaten hiervan nog in 't kort mededeelen.

Experiment VIII.

Blad I. In omgang 1 wordt een der nervi vagi doorgesneden waarbij de ademprioden verlengd worden van 21,5 op 27 trillingen, maar geen duidelijke invloed op den duur der hartsperioden gezien wordt. In de volgende omgangen wordt geprikkeld bij rolafstand 15, — 13, — 11, — 18, — en 17 ctm.: bij rolafstand = 13 ctm. vindt men een regelmatig toenemende vertraging, waarbij de perioden van 3 tot 10 trillingen stijgen; bij omgang 11 valt de prikkel in juist vóór den aanvang eener systole, die terstond door eene pauze van 25 trillingen wordt gevolgd, en na eene nieuwe systole vinden wij bijna volkomen stilstand. In de overige omgangen is geen effect te bespeuren hoegenaamd.

Op **Blad II.** geschiedt de prikkeling in de achtereenvolgende omgangen bij rolafstand = 18, — 18, — 17, — 17, — 18, — 19, — 18, — 17 ctm.

In *omgang* 1 en 2 nauwelijks effect te zien (vóór de prikkeling 7 perioden = 24,5 — ná de prikkeling = 25,5 trillingen).

In *omgang* 3 en 4 is in de eerste 3 perioden de vertraging stijgende, om later over den geheelen omgang nagenoeg gelijk te blijven, hebbende de perioden regelmatig 3,5 trillingen.

In *omgang* 5, evenals in omgang 1 en 2, bij rolafstand = 18 ctm. genomen, is de duur van 7 perioden vóór de prikkeling 24,7 — ná de prikkeling al aanstonds 26, om allengs tot 27,1 te stijgen, en dus meer dan in omgang 1 en 2.

Ook in omgang 6, hozeer bij 19 ctm. rolafstand, wordt eene stijging van 24,5 tot 26,7 waargenomen.

Op *omgang* 7 zien wij bij 18 ctm. rolafstand de vertraging alweder toegenomen, en wel van 24,7 tot 30,9. Daarentegen is in

omgang 8, bij 17 ctm. rolafstand, het effect geringer dan in *omgang* 3 en 4, bij gelijken rolafstand genomen.

Blad III. De hartsperioden zijn inmiddels iets trager geworden, namelijk 7 perioden = 26,1 tot 27,1 trillingen.

Tijdens den 1^{sten} *omgang* wordt de tweede nervus vagus doorgesneden, hetgeen al spoedig eene geringe versnelling ten gevolge heeft tot 7 perioden = 24 à 25 trillingen.

In de volgende *omgangen* 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 wordt met regelmatig afnemenden rolafstand van 24 tot 16 ctm. de laatst doorgesneden zenuw geprikkeld. Alle curven zijn op de meest volkomene wijze geregistreerd, maar effect der prikkeling is niet te herkennen.

Op **Blad IV** wordt aanvankelijk de eerst doorgesneden zenuw geprikkeld, en wel in 3 *omgangen*, bij 16, 14 en 19 ctm. rolafstand. Hier nu is een rolafstand van 16 ctm., die zonder effect bleef op de laatst doorgesneden zenuw, onmiskenbaar werkzaam: voor 7 perioden is de duur, vóór de prikkeling = 24,5, bij de prikkeling terstond = 26,5 en allengs stijgende tot 29,3. — Bij 14 centim. rolafstand is de periode, met welker systole het begin der irritatie samenviel, reeds aanzienlijk verlengd, en wel van 3,5 tot 7,7 trillingen, en bijna regelmatig worden de perioden nu nog langer en langer, zoodat de laatste van den *omgang* 12,5 trillingen bedraagt. De daarop volgende prikkeling, bij rolafstand = 19 ctm., blijft zonder effect. — Nu wordt op nieuw de laatst doorgesneden zenuw in 5 *omgangen* geïrriteerd met rolafstand = 15, 16, 17, 18 en 19 ctm., en blijktbaar is de irritabiliteit dezer zenuw hieronder toegenomen: — bij 16 ctm. rolafstand, is, namelijk, het effect nu reeds aanzienlijk stijgende, van 24 tot 37 trillingen; zelfs bij 17 ctm. rolafstand stijgt de duur van 7 perioden van 24,6 tot 32,6 trillingen; bij 18 ctm. rolafstand, van 24,6 tot 25,2; bij 19 ctm. rolafstand, ook nog van 24,5 tot 25,2.

Dit experiment draagt er niet toe bij, om ons meer zekerheid te geven aangaande den invloed van doorsnijding van den tweeden nervus vagus.

Wij vinden, namelijk, de effecten der prikkeling van de eerst doorgesneden zenuw, bij 16, 14 en 19 ctm. rolafstand, op blad IV niet grooter, dan zich uit de effecten, vóór de doorsnijding van den tweeden nervus vagus op blad II verkregen, liet verwachten; en blijkbaar heeft prikkeling der tweede doorgesneden zenuw (vergel. blad III), minder effect dan die der eerst doorgesnedene, toen de tweede nog ongedeerd was.

De toenemende prikkelbaarheid, ten gevolge van het tetaniseeren, wordt daarentegen wel bevestigd door den gelijkmatig stijgenden invloed in 4 omgangen, bij 18 ctm. rolafstand op blad II voorkomende: dat in den laatsten omgang, bij rolafstand = 17 ctm., het effect zoo gering is, kan dit resultaat niet weerleggen, daar toch enkele malen het een of ander bij een proef is verwaarloosd geworden Zoo vinden wij verder een belangrijk effect op blad IV: de laatst doorgesneden zenuw werd bij 15 ctm. rolafstand geprikkeld, en de hierop volgende prikkelingen bij 16 en 17 ctm. rolafstand, die op blad III geheel zonder effect gebleven waren, vertoonen nu een vrij belangrijken invloed. — Of intusschen, kort na de doorsnijding, de irritabiliteit ook zonder prikkel allengs stijgende is, is moeilijk uit onze waarnemingen af te leiden: werkelijk pleit daarvoor het sterker effect, dat ons omgang 3 van blad II oplevert bij 17 ctm. rolafstand, die aan het einde van blad I zoo goed als onwerkzaam gebleven was, terwijl inmiddels nog alleen bij 18 ctm. rolafstand, hetgeen de irritabiliteit wel nauwelijks verhoogden kon, geprikkeld was.

Wij hebben nog een experiment genomen op een hond,

dat wij hier niet nader zullen beschrijven, alléén opmerkende, dat we het maximum rolafstand, waarbij vertraging merkbaar werd, bepaalden, de tweede zenuw nu doorsneden en onderzochten, of dezelfde rolafstand nu terstond meer vertraging gaf; — maar dit werd niet gevonden.

Zooveel over het laatste experiment.

Aan het slot van dit hoofdstuk willen wij trachten de verkregene resultaten kort te formuleeren.

Het tetaniseeren van het peripherisch einde van den nervus vagus geeft vertraging der hartsperioden, schier uitsluitend zichtbaar in verlenging der pausen, — bij *zwakke* stroomen allengs stijgende, bij den hond, met behoud, soms zelfs met versterking van den invloed der ademhalingsphasen op den duur der perioden, — bij *sterke* stroomen zich openbarende in onmiddellijk sterke vertraging, bij voortgezette prikkeling nu allengs afnemende, — bij *matige* stroomen spoedig het vertragingsmaximum bereikende en daarop een tijd lang regelmatig stand houdende; — het regelmatigst te voorschijn komende, na doorsnijding der beide nervi vagi, regelmatigiger nog bij geopenden thorax, en wel op gelijke wijze in den toestand van apnoea als in dien van gewone adembehoefte en van dyspnoea. — Het eerste effect der prikkeling is verlenging eener pauze, na onveranderden alloop der contractie, vóór of gedurende welke de prikkeling begon. Bij uitzondering brengt zeer zwakke prikkeling bij honden, waar de nn. vagus en sympathicus vereenigd zijn, tijdens de eerste adembeweging na 't begin der prikkeling, eenige verkorting der perioden voort, in zoover als tijdens het uitademen de perioden nu minder vertraagd worden dan vóór de prikkeling. Bij konijnen wordt dit nimmer gezien; wij zagen het ook niet bij honden nadat de beide nervi vagi waren doorgesneden.

De kracht der hartslagen kan tijdens de prikkeling verhoogd en verminderd zijn; bij *zwakke* prikkeling is geen invloed hierop te herkennen; bij *matige* komen, met regelmatig verlengde perioden, vaak krachtigere hartslagen voor; bij *sterke* ziet men in de lange pausen soms de aanduiding van zwakke contracties 1), waarschijnlijk alléén van de boezems, zooals bij geopenden thorax, in het vermoeide hart, bij matige prikkeling met zekerheid geconstateerd worden, soms regelmatig alterneerende met volkomene contracties.

In sommige gevallen wordt, na doorsnijding van den tweeden nervus vagus van gelijke prikkeling meer invloed gezien dan te voren. Twijfelachtig is het echter gebleven, of dit grooter effect, zooals Ludwig en Hoffa aannemen, met die doorsnijding in verband staat. Zeker is het, dat, evenals bij spierzenuwen (v. Bezold en Engelmann), licht tetaniseeren de prikkelbaarheid van den nervus vagus verhoogt. De aan het afsterven eigene wijziging der irritabiliteit kan bovendien nog in het spel zijn. Een en ander maakt de beslissing omtrent den invloed der doorsnijding van den tweeden n. vagus moeielijk.

II.

Verschijnselen bij afgebrokene tetanische prikkeling van verschillende intensiteit. Duur der latente werking.

Een der belangrijkste vragen, de vertragende werking van den nervus vagus betreffende, is de duur der latente werking, dat is de vraag, hoeveel tijd er verloopt, eer de prikkeling der zenuw zich in de vertraging der pause

1) Verg. Pflüger. l. c. p. 30 seqq.

openbaart. Die tijd was tot dusver niet nauwkeurig bepaald. De ontdekker der vertragende werking 1) deelt ons mede, dat „das Herz nach ein Paar Pulsationen „völlig stillstand.“ Op een andere plaats: „Entweder ver- „langsamte sich der Puls des Herzens vom Momente des „Galvanisirens an, oder das Herz stand nach einigen „sehr langsamen Schlägen still, oder es stand nicht „selten fast augenblicklich still.“ Zijne experimenten op zoogdieren vermeldende, schrijft hij: „Beim Galvanisiren „wurden die Schläge des Ventrikels sogleich auf die „Hälfte heruntergebracht.“ Ludwig en Hoffa 2) zeggen in 't algemeen: „Reizt man die nervi vagi oberhalb „ihres Eintrittes in das Herz, so geräth unter allen Um- „ständen letzteres sogleich in den Zustand der Diastole.“ En sprekende over dieren, bij welke beide nn. vagi zijn doorgesneden, beweren zij: „Bei ihnen werden, *im Moment* „der beginnenden Einwirkung der electricischen Schläge, „die unmittelbar vorher sehr rasch auf einanderfolgenden „Systolen durch eine lange Diastole unterbrochen.“

Pflüger 3) alléén trachtte het eerste effect der prikkeling nauwkeurig te leeren kennen. Hij begreep, dat, om aan de beweringen van Schiff en Moleschott voor goed een einde te maken, „*die allerersten Veränderungen* des Pulsschlages“ nauwkeurig moesten worden bestudeerd. Hij paste hierop de graphische methode toe, en hij komt tot het besluit: „dass diejenige Reizung, welche „die Pulsfrequenz verlangsamt, sich an dem Herzen zeit-

1) Wagner's Handwörterbuch. B. III. Artikel Muskelbewegung.

2) Zeitschrift für rationelle Medizin. B. IX.

3) Untersuchungen aus dem physiologischen Laboratorium zu Bonn. 1863. S. 26 u. f.

„lich zuerst durch kein anderes Sympton als durch die „Verlängerung der Diastole manifestirt.“ Dit besluit is, zoo als in het vorig hoofdstuk ons gebleken is, volkomen juist. Hij vindt echter ook, dat, zelfs bij zeer sterke stroomen, „Zwei Wellengipfel den Beginn der Reizung „nachfolgen.“ Hij voegt er bij: „Es ist keine Spur einer „Beeinflussung dieser letzten Contractionen. Diese That- „sache,“ zoo gaat de scherpzinnige schrijver voort, „ist „auffallend. Wenn man überzeugt ist, dass der vagus „nicht direct die Substanz des Herzens beeinflusst, son- „dern nur die motorischen Centralapparaten desselben, „so begreift es sich wohl, dass, wenn man den Vagus in „dem Stadium der latenten Reizung des Herzmuskels erregt, „die nachfolgende Zuckung nicht mehr ausbleibt. Es würde „plausibel sein, wenn der Reiz, der in der Diastole be- „ginnt, den nächsten Schlag nicht mehr aufzuheben ver- „möchte.“

Wat Pflüger „plausibel” achtte, is in 't algemeen inderdaad waarheid. Pflüger vermoedde ze zoo zeer, dat hij in de verwonding van het hart door den spierhaak, die zijn registreerend hefboomstelsel in beweging moest brengen, de oorzaak zocht der onverwachte uitkomst, en, zich van alle bespiegelingen onthoudende, zelfs den weg aanwees, om tot meerdere zekerheid te geraken. Wij vermoeden intusschen, dat niet de lichte verwonding van de punt van het hart, maar de onvolkomenheid der registreer-werktuigen, die Pflüger ten dienste stonden, de oorzaak is der anomale uitkomst. In de eerste proeven, namelijk, van Prof. Donders, werd door den borstwand heen een naald in het hart gestoken (waarvan, naar wij meenen, Rudolph Wagner het voorbeeld gaf), en aan die naald werd een draad bevestigd, die, loopende over een katrol, een licht, veerkrach-

tig gespannen hefboompje in beweging bracht, dat de hartslagen en tevens de adembewegingen op den cilinder van het kymographion registreerde. Deze methode was in het physiologisch laboratorium alhier reeds vroeger in de proeven van Dr. Brondgeest aangewend. Op zijne lessen verbond nu Prof. Donders hiermede de trillingen eener stemvork en die van het stroombrekende veertje, en het bleek toen onmiddellijk, dat de eerste contractie na de prikkeling reeds door eene lange pause gevolgd werd: dezelfde uitkomst dus als in de latere proeven, hoezeer het hart verwond was. Ook werd bij applicatie van het luchtkussen op het ontbloote hart geen ander resultaat verkregen.

Deze proeven waren het uitgangspunt onzer onderzoekingen. Het was Marey gelukt, met den stethoscoop van König de hartslagen bij den mensch te registreeren. Met het vereenvoudigde luchtkussen en de schrijftoestellen van den cardiograaf, werd door Prof. Donders hetzelfde verkregen bij honden en konijnen. Het was dus mogelijk, zonder eenige verwonding, bij deze dieren den invloed van vagus-prikkeling te onderzoeken, en op deze wijze experimenteerende, had men uitzicht, den duur der latente werking boven alle bedenking te kunnen vaststellen. Het onderzoek van Pflüger ging uit op het bewijs, dat aan de vertragende werking geene versnelling voorafging, en dat bewijs werd door hem ten volle geleverd. Wij meenden met de juiste vaststelling van den duur der latente werking en met het registreeren van het geheele proces, in zijne verschillende phasen, eenige voor de theorie „der Hemmung” niet onwezenlijke feiten te zullen aan het licht brengen.

Den duur der latente werking van den geprikkelden nervus vagus in absolute tijden te bepalen, had eenig

bezwaar. Zooveel was al dadelijk uit onze proeven gevolgd, dat de eerste wijziging zich altijd door verlenging eener pause te kennen geeft. De contractie, die aan de verlengde pause voorafgaat, verloopt, zooals ook Pflüger reeds had doen opmerken, geheel normaal. Hieruit volgt, dat, wanneer de werking ophoudt latent te zijn bij het begin eener systole, de werking toch eerst manifest wordt op het oogenblik, dat de volgende contractie zou moeten beginnen, maar — uitblijft. Wij zijn dus in het onzekere, wáár de werking zich begon te doen gelden, — en zie daar de moeielijkheid. Prof. Donders verklaarde ons nu, hoe het doel zou te bereiken zijn, door bij iedere prikkeling de minimale en maximale grens der latente werking te bepalen. De *minimale grens* ligt bij den aanvang der systole, wanneer deze na het begin der prikkeling invalt, — met andere woorden: het is mogelijk, dat de werking zich juist zou geopenbaard hebben, toen de contractie begon, om zich nu verder aan de werking van den nervus vagus niet te storen. Valt de prikkeling in na den aanvang eener systole, die door eene verlengde pause gevolgd wordt, dan is de minimale grens = 0. De *maximale grens* ligt altijd daar, waar, buiten prikkeling, de volgende contractie in de nu verlengde pause zoude zijn begonnen. Voor eene enkele waarneming nu blijft tusschen minimale en maximale grens eene vrij groote speelruimte over, en zij leert dus niet, wat wij verlangen te weten. Maar, terwijl de prikkel in iedere phase der hartsperiode kan invallen, is te voorzien, dat het maximum, dat de minimale grens, en het minimum, dat de maximale bereikt, in een der vele waarnemingen, den waren duur der latente werking zal uitdrukken. De toetssteen zal deze wezen, dat het maximum der minimale grens en het minimum der

maximale worden gevonden bijna aan elkander gelijk te zijn.

Wij hebben nu overal, waar het aan het begin der prikkeling corresponderende punt op de curve der hartsperioden volkomen nauwkeurig bekend was en de aanvangspunten der contracties op diezelfde curve scherp te bepalen waren, naar de gezegde methode de minimale en maximale grens bepaald. In onderstaande tabel laten wij nu vooreerst de uitkomsten volgen, bij sommige der in het eerste hoofdstuk beschrevene experimenten, op die wijze verkregen, om daaraan vervolgens nog de uitkomsten toe te voegen van eenige experimenten van intermitterende prikkeling, die met het bepaalde doel, om den duur der latente werking, onder verschillende omstandigheden, nader te leeren kennen, werden genomen.

Duur der latente werking, in trillingen van 30 in 1".

Volgnummer.	Rolafstand.	Minimale grens.	Maximale grens.	Verlenging der		Aanmerkingen.	
				1 ^{ste} per.	2 ^{de} per.		
I. Hond	1	6	9,3	24,6	stilstand		De tweede vagus is niet doorgesneden.
	2	4	0	10,0	6,0	10,8	
	3	1	2,2	14,7	9,6	7,5	
	4	2	10,6	24,6	6,5	6,0	
	5	4	5,0	14,5	12,7	11,3	
	6	6	2,6	15,5	9,5	7,0	
	7	7	4,7	17,7	9,0	7,0	
	8	8	8,3	18,1	10,8	8,0	
	9	10	3,0	11,5	4,0	6,8	
II. Hond	1	10,5	5,8	13,8	120,0	32	Beide vagi zijn doorgesneden.
	2	10	4,1	12,1	56,0	71	
	3	7	0	9,5	97,0		
III. Hond	1	0	4,3	11,1	stilstand		De tweede n. vagus is niet doorgesneden.
	2	2	5,9	12,9	38,0	stilst.	
	3	4	3,0	10,0	132,0	64,0	
	4	6	0,8	7,6	stilstand		
	5	8	5,7	12,7	42,5		
	6	10	8,0	15,0	5,0	6,0	
	7	8	1,0	8,0	56		
						Beide vagi zijn doorgesneden.	

De uitkomsten, in vorenstaande tabel vereenigd, zijn zeer bevredigend. Wij vinden, namelijk,

Honden.	Maximum der minimale grens.	Minimum der maximale grens.	Normale hartsperioden.
I.	10,6	10,0	12 tot 16
II.	5,8	9,5	10 — 14
III.	8,0	8,0	6,8 — 7

Hiermede is wel uitgemaakt, dat, bij tamelijk sterke prikkeling, de duur der latente werking bij den hond verschilt van 8,0 tot 10,6 trillingen, dat is, van 0.266 tot 0,353 secunde. Bij hond II hebben wij, wel is waar, een minimum verkregen, dat niet binnen de genoemde grenzen valt, maar klaarblijkelijk was het aantal waarnemingen te gering, om te mogen verwachten, dat het maximum der minimale grens zou zijn bereikt. Wij vinden bij hond I het maximum der minimale grens grooter dan het minimum der maximale. Natuurlijk is dit onbestaanbaar in een en dezelfde waarneming; maar het bewijst juist, dat de duur der latente werking bij hetzelfde dier niet volkomen constant is. Wij hebben zelfs recht, aan te nemen, dat de grenzen verder uiteenliggen dan tusschen 10 en 10,6 trillingen. Om de uiterste grenzen te vinden, zoude een zeer groot aantal waarnemingen noodig zijn: in deze zou moeten voorkomen, dat bij een der kortste latente werkingen het kleinste maximum, bij een der langste latente werkingen juist het grootste minimum kon worden afgelezen; en deze voorwaarde is alléén vervuld bij het samentreffen eener bijzonder korte en eener bijzonder lange latente werking, met respectievelijk gevorderde fasen der hartsperioden bij het invallen der prikkeling, — waarbij men toch nog zou kunnen vragen, of niet de duur der latente werking in die gevallen door die phase zelve gewijzigd werd. Bovendien zoude onder een zeer groot

aantal waarnemingen de toestand der zenuw en die van het gangliënstelsel van het hart kunnen gewijzigd worden. Wij kunnen dus niet anders, dan de speelruimte tusschen het minimum der maximale en maximum der minimale grens, waar ze elkander overschrijden, in het midden eener iets grootere ons onbekende speelruimte plaatsen; waar beide aan elkander gelijk zijn, zoo als in III, dezen duur ongeveer als eenen gemiddelden beschouwen; en waar, zooals in II, het maximum der minimale het minimum der maximale nog niet bereikt, besluiten, dat het aantal waarnemingen nog te gering was.

Wij gaan nu over tot de waarnemingen over konijnen. Zij gelden experiment IV en VI, in hoofdstuk I beschreven.

Volgnummer.	Rolafstand.	Minimale grens.	Maximale grens.	Verlenging		Aanmerkingen.	
				1 ^{ste} per.	2 ^{de} per.		
IV konijn	1	4	5,1	11,1	3,9	De tweede n. vagus is niet doorgesneden	
	2	5	9,0	15,0	6,0		12,3
	3	6	8,8	15,3	3,5		8,9
	4	6	6,1	12,5	0,3		5,0
	5	7	6,1	12,0	0,7		5,3
	6	8	7,6	14,1	0,8		6,5
VI konijn	1	14	9,4	16,0	0,4	3,0	De tweede n. vagus is niet doorgesneden.
	2	13	3,2	10,2	0,4	3,2	
	3	15	3,6	8,4	1,8	1,4	
	4	17	7,0	13,8	0,4	1,4	
	5	17	5,8	12,6	0,2	3,2	Beide nn. vagi zijn doorgesneden.
	6	18	6,4	17,6	0,6	0,4	
	7	19	3,4	9,8	0,8	0,8	

Wij vinden hier voor de latente werking genoegzaam gelijken duur als bij den hond.

Konijn.	Maximum der minimale grens.	Minimum der maximale grens	Normal: hartsperioden.
IV	9,	11,	6,6
VI	9,4	8,4	6,8

In experiment IV hebben zich het maximum der minimale grens en het minimum der maximale nog niet

overkruist, hetgeen bij een grooter aantal waarnemingen zeker zou geschied zijn. In VI geschiedde de prikkeling bij zeer grooten rolafstand, en het effect was aanvankelijk zeer klein, om eerst bij voortgezette prikkeling zijn maximum te bereiken. Daarom moest zeer nauwkeurig worden gemeten, om zeker te zijn, welke periode de eerst verlengde was: die verlenging was, zooals uit de tabel blijkt, met slechts ééne uitzondering altijd beneden 1 trilling en daalde soms tot 0.2 trilling. Bij zoo nauwkeurige bepaling scheen nu intusschen ook te blijken, dat bij zwakke prikkeling de latente werking niet merkbaar langer is dan bij sterke prikkeling.

Om een grooter aantal waarnemingen over den duur van latente werking bij hetzelfde dier te verkrijgen, werd op een en denzelfden omgang het tetaniseeren meermalen voor een oogenblik herhaald, om telkens voor eenige seconden te worden afgebroken.

Zoo werden vooreerst de onderstaande uitkomsten verkregen bij een konijn, dat een bijzonder sterke hartscurve registreerde (proef van Dr. Engelmann).

Volgnummer.	Rolafstand.	Minimale grens.	Maximale grens.	Verlenging. der 1 ^{ste} per.	Aanmerkingen.
VIII Konijn					
1	6	5,4	13,8	7,1	30 trillingen
2	"	0	7,2	11,2	= 1".
3	"	0	7,0	1,3	Nervus vagus en
4	"	0	7,9	9,7	n. depressor
5	"	3,9	12,4	7,8	doorgesneden.
6	"	6,9	15,5	7,5	Normale harts-
7	"	1,0	9,5	6,5	periode = 8
8	"	0	7,8	1,0	tot 8,4tr.
9	"	3,0	10,0	6,2	

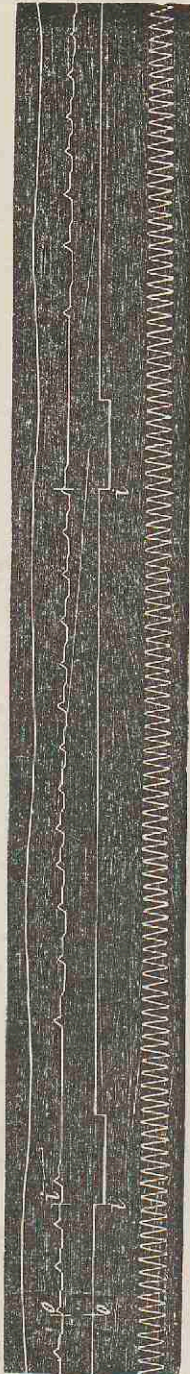
Terwijl het maximum der minimale grens = 6,9 genoegzaam overeenkomt met het minimum der maximale = 7, mogen wij aannemen, dat hiermede de gemiddelde, tusschen welke maximum en minimum der latente werkingen schommelen, ongeveer gevonden is.

Op gelijke wijze werd bij herhaling voor een oogenblik getetaniseerd bij een konijn IX, met geopenden thorax en luchtkussen op het hart, zoowel bij het onderhouden der kunstmatige ademhaling als bij apnoea, bij het nalaten der kunstmatige ademhaling stijgende tot dyspnoea. Te voren was bij dit dier reeds het centraal-einde van den nervus vagus geprikkeld (proef van prof. Donders).

Volgnummer.	Rolafstand.	Minimale grens.	Maximale grens.	Verlenging der 1ste per.	Aanmerkingen.
IX Konijn.					
1	16	5,2	11,2	4,7	De thorax is geopend.
2	"	2,0	8,0	7,2	
3	"	5,6	11,6	6,9	Beide vaei zijn doorgesneden.
4	"	1,0	7,0	3,5	
5	"	2,7	8,7	4,1	30 trillingen in 1"
6	onbekend	5,5	11,0	2,8	
7	"	5,3	11,3	3,2	
8	"	4,0	10,0	3,8	
9	"	6,1	12,1	4,0	
10	"	5,8	11,8	4,2	
11	"	4,7	10,6	4,1	
12	"	4,5	10,5	4,1	
13	"	1,5	7,5	4,0	

De uitkomst verschilt onder deze omstandigheden niet van die der vorige proeven, Het maximum der minimale grens is = 6,1, het minimum der maximale = 7 trillingen, die bij een grooter aantal waarnemingen elkander zeker zouden overschreden hebben, maar dicht genoeg bijeenliggen, om den duur der latente werking eenigzins te laten beoordeelen.

Eindelijk namen wij een proef van gelijken aard, om, zoo mogelijk, door een groot aantal waarnemingen op hetzelfde dier, deels, ons nader te vergewissen, in hoever de kracht der prikkeling toch invloed hebben mocht op den duur der latente werking, deels, om de grenzen, binnen welke die duur schommelt, volkomener te kennen, deels eindelijk om de hoeveelheid van vertraging en den duur der nawerking te bepalen: — allen zijn opgenomen



R H V S
der hartslagen

in de tabel, behoorende tot het experiment, dat wij nu nader gaan beschrijven.

X. KONIJN. De twee eerste bladen dienen, om het effect van doorsnijding van den eersten en vervolgens van den tweeden nervus vagus bij aanhoudende spiraalswijze beweging van den cilinder te registreeren. Hierop komen wij in hoofdstuk IV nader terug.

Blad III. De cilinder wordt nu op de gewone wijze gebruikt met circulaire omgangen en eene kleine pauze van 1 à $1\frac{1}{2}$ minuut na elken omgang. Behalve de harts- en ademperioden en de stemvorktrillingen wordt nu ook de trillende veer van den inductie-toestel geregistreerd. Het is weer het gewone slede-apparaat van du Bois-Reymond, met de modificatie van Helmholtz en 2 Grove'sche cellen voor den primairen stroom. Hiermede wordt nu niet continuëel geprikkeld, maar, in perioden van 4 seconden, telkens slechts $\frac{1}{2}$ seconde. Dit geschiedde met betrekkelijk groote regelmatigheid met behulp van den metronoom van Maelzl. Aan beide zijden van den slinger was, namelijk, een ijzerdraad aangebracht, die aan eene zijde bij het uitslaan van den slinger gedurende $\frac{1}{2}$ seconde in kwikzilver gedompeld bleef en daarbij den primairen stroom sloot. Terwijl de halve schommeling bijna twee seconden duurde, geschiedde de indompeling slechts éénmaal in bijna 4 seconden. Gedurende het indompelen nu begint terstond de trilling der stroombrekende veer en maakt in de halve seconde ongeveer 36 slagen. Op deze wijze verkregen wij op iederen omgang 6 maal eene prikkeling van $\frac{1}{2}$ seconde, en konden telkens het effect der prikkeling in de vertraging waarnemen. In nevenstaande figuur 4 zijn twee

perioden van prikkeling V en haar effect op de hartsperioden H, tegelijk met de ademcurve R en de stemvork S afgebeeld (Blad III, rolafstand 7). In de achtereenvolgende omgangen geschiedde de prikkeling bij den rolafstand van 13, van 12, van 10, van 8, van 7, van 6, van 5, van 4, van 3, van 2; en op een volgend

Blad IV bij dien van 2, van 3, van 4, van 5, van 6, van 7, van 8, van 10 en van 11 ctm. Op iederen omgang werd voor drie prikkelingen de invloed nauwkeurig uitgemeten door bepaling van den duur van iedere hartsperiode en van den tijd, die er verliep, eer de invloed van iedere prikkeling zich openbaarde.

De uitkomsten vindt men vereenigd in onderstaande tabel.

Volgnummer.	Rolafstand.	Minimale grens.	Maximale grens.	Verlenging der pauze van Periode			Som der verlen- gingen.	Uitblijven der eerste systole na de prikk.	Duur der nawerking, meestal over 2 à 3 perioden.	
				1	2	3.				
Blad I.										
1	13	2,0	8,6	0,8	7,8	5,4		3,1	26,0	
2	13	4,0	10,6	3,4	7,2	6,6	41,4	1,2	28,0	= 7,8
3	13	1,0	7,6	1,6	12,0	2,6		9,6	18,8	
4	12	5,0	11,6	14,4	2,8	"		10,8	20,0	
5	12	5,6	12,2	12,2	2,2	"	42,2	9,8	18,2	" 57,4
6	12	2,4	9,2	9,6	1,0	"		10,4	19,2	
7	10	2,6	8,8	19,0	3,2	2,6		14,6	33,2	
8	10	0	4,8	0,8	17,8	3,6	69,2	14,4	32,4	" 91,6
9	10	4,2	11,0	18,0	3,0	1,2		16,0	26,0	
10	8	6,0	12,0	20,8	9,6	0,0		17,8	33,6	
11	8	3,0	9,6	21,0	3,4	2,0	82,4	15,2	35,8	" 95,4
12	8	0,6	7,4	19,4	4,2			15,0	26,0	
13	7	6,2	12,2	20,8	9,4			18,0	33,6	
14	7	0	5,2	23,6	4,8		91,0	15,0	36,4	" 100,8
15	7	1,2	8,0	25,6	6,8			17,2	30,8	
16	6	1,6	7,8	22,4	6,4			16,0	28,6	
17	6	2,4	8,8	20,6	4,4	1,4	78,4	15,2	42,0	" 104,2
18	6	2,8	9,6	19,4	3,0	1,2		15,8	33,6	
19	5	0,4	6,6	23,4	7,0			17,0	30,0	
20	5	2,0	8,4	16,2	3,4		67,4	13,6	23,8	" 77,6
21	5	6,2	12,8	15,4	2,0			16,8	23,8	
22	4	0	6,2	15,6	3,2			15,8	25,6	
23	4	5,0	11,2	13,4	47,4		56,0	14,0	25,0	" 74,8
24	4	0	6,6	14,4	5,0			13,6	24,2	
25	3	5,4	11,6	16,0	2,0			16,0	25,4	
26	3	2,0	8,4	19,6	1,6		50,4	15,4	25,0	" 77,2
27	3	5,8	12,2	6,8	4,8			7,8	16,8	
28	2	6,4	12,6	17,2	1,2			16,6	24,0	
29	2	7,0	13,2	15,8	1,6		51,8	16,0	24,0	" 70,8
30	2	2,0	8,6	6,8	8,2	1,0		16,0	22,8	

Volg- nummer.	Rol- afstand.	Minimale grens.	Maximale grens.	Verlenging der pauze van Periode			Som der verlen- gingen.	Uitblijven der eerste systole na de prikk.	Duur der nawerking meestal over perioden.	2 3 3
				1	2	3.				
Blad II.										
31	2	6,0	12,2	27,8	3,6	4,0	95,4	16,8	44,6	125,8
32	2	1,4	7,8	26,0	4,2	1,4		20,0	38,4	
33	2	6,2	13,0	21,0	7,4			21,8	42,8	
34	3	5,1	11,6	3,0	5,8	1,4	39,2	1,4	20,8	61,6
35	3	6,6	12,8	5,8	6,4	1,8		3,2	24,4	
36	3	4,0	10,4	7,4	5,6	1,0		4,2	16,4	
37	4	3,0	9,4	18,6	4,4		63,0	16,2	27,4	76,8
38	4	3,8	10,4	18,6	2,4	1,6		16,6	25,4	
39	4	4,6	11,4	14,2	3,2			14,6	24,0	
40	5	4,0	10,2	16,8	4,0		39,6	16,0	26,0	63,4
41	5	2,0	8,4	1,0	5,2	1,6		0,0	19,2	
42	5	3,4	10,0	9,0	2,0			5,2	18,2	
43	6	6,0	12,2	15,0	2,2		40,2	16,2	24,8	64,4
44	6	0	6,4	1,8	7,6	1,6		13,2	22,4	
45	6	0,8	7,2	2,2	8,8	1,0		1,8	17,2	
46	7	3,0	9,2	4,6	8,4	1,0	37,6	3,0	24,6	69,4
47	7	2,2	8,6	17,2	1,6			17,8	25,4	
48	7	2,4	9,0	2,6	2,2			3,0	19,4	
49	10	2,0	8,2	0,6	2,0	1,2	18,0	5,8		
50	10	3,2	9,4	2,4	12,6					

Maximum der
minimale grens = 7

Minimum der
maximale grens = 4,8

De normale hartsperiode
bedraagt = 6,2 tot 6,6 trillingen.

Bij deze tabel moeten wij eenige oogenblikken stil-
staan. Vooreerst, afgezien van het verschil van rolafstand,
constateeren wij, dat het minimum der maximale grens
op 4,8 trillingen gedaald, het maximum der minimale grens
tot 7 trillingen gestegen is. Bij dit konijn, waarbij de
grenzen wel nagenoeg zullen bereikt zijn, schommelt dus
de duur der latente werking tusschen 4,8 en 7 trillingen,
d. i. tusschen 0,160 en 0,233 sec. Een invloed van de
kracht der prikkeling op dien duur komt niet aan den
dag (vergelijk kolom III en IV). Trouwens, zooals uit
kolom II volgt, zijn bij elken rolafstand slechts voor 3
waarnemingen de minimale en maximale grens uitgeteld,
en daarmede zijn de uitersten zeker te weinig bereikt,
om een geringen invloed der stroomsterkte op de latente
werking te doen aan het licht treden 1). Het effect

1) Om over het effect der stroomsterkte op den duur der la-

eener prikkeling van 0,5" strekt zich slechts over drie perioden duidelijk uit; de volgende 6 of 8 perioden ver-
toonen dan nog eene gemiddelde verlenging van 0.1 tril-
ling. De tabel nu leert, dat de som der verlengingen van
de drie eerste perioden met de kracht der prikkeling
stijgt: in de 8^{ste} kolom zien wij die stijging regelmatig
van 13 tot 17 ctm. rolafstand, om van daar tot op 2
ctm. rolafstand weer allengs af te nemen. Maar dezelfde
tabel leert ons, dat dit afnemen slechts aan vermoeidheid
der zenuw is toe te schrijven: immers bij de eerste prik-
keling, na het opspannen van blad II, dat eene rust der
zenuw van eenige minuten gevorderd had, is de som der
verlengingen het grootst van alle waarnemingen, bijna
het dubbele van hetgeen insgelijks bij 2 ctm. rolafstand
in de laatste waarneming op blad I gevonden was. En
dit betreft niet slechts de som, maar het allermeeest de
1^{ste} waarneming (N°. 31), terwijl de twee volgende
(N°. 32 en 33) reeds eenige sporen van vermoeidheid
dragen. Die vermoeidheid komt nu verder zeer kennelijk
aan den dag in de volgende prikkeling (N°. 34, 35 en
36), bij 3 ctm. rolafstand; en heeft zich nu inmiddels,
tijdens deze zwakkere prikkeling, de zenuw weer een
weinig hersteld, dan is bij de volgende prikkeling, bij
4 ctm. rolafstand, het effect reeds weder toegenomen. —
Het moment, waarop de prikkeling van 1/2 seconde eindigt,
valt bijna altijd in de pause van de eerste, een enkele maal
in die van de tweede door de prikkeling verlengde pe-

tente werking zeker te oordeelen, zouden wij op hetzelfde dier
eerst een groot aantal waarnemingen bij geringe stroomsterkte,
bijv. bij 13 ctm. rolafstand, moeten nemen en deze door een
groot aantal met sterkere stroomen (bij 8 of 7 ctm. rolafstand)
moeten laten volgen.

riode. Na het ophouden blijft de eerste contractie nog korter of langer uit: den duur van dit uitblijven nu vinden wij genoteerd in kolom IX, en blijkbaar, hoezeer met eenige wel verklaarbare onregelmatigheid, namen die tijden toe van rolafstand 13 tot 7, om van hier tot rolafstand 2 veeleer iets af te nemen. Wij vinden hier dus een overeenkomst met het effect der prikkeling op de som der verlengingen, die zich ook nog dáárin vertoont, dat het uitblijven der systole bij de eerste waarnemingen op blad II langer duurt dan bij eenige andere. — Eindelijk hebben wij onderzocht (kolom x), hoelang na het ophouden der prikkeling het duurt, eer het effect tot een zeker minimum (0,2 trilling) is teruggebracht. De uitkomsten strooken weer met de vorige bepalingen: van rolafstand 13 tot en met 6 wordt de duur der nawerking grooter en grooter, om dan weder af te nemen, — blijkbaar door uitputting, want ook op de eerste waarneming van blad II komt als nawerking de langste duur voor van het geheele experiment.

Werpen wij een blik terug op de resultaten, in dit hoofdstuk verkregen, zoo blijken deze zeer voldoende te zijn. Bij de 3 honden, die wij voor onze experimenten gebruikten, duurt de latente werking van 8 tot 10,6 trillingen, d. i. van 0,266 tot 0,353", dus van ruim $\frac{1}{4}$ tot ruim $\frac{1}{3}$ secunde.

Bij 2 konijnen, die tot experimenten werden gebruikt (IV en VI), bleek de latente werking met die van den hond overeen te komen: de verkregen uitersten zijn van 8,4 tot 11 trillingen = 0,280 tot 0,366 secunde.

In de twee volgende proeven bij konijnen werd op denzelfden omgang meer dan eens geprikkeld, en hier worden iets lagere waarden gevonden, namelijk 6,1 tot 7 trillingen.

gen, d. i. 0,203 tot 0,233 secunde. Eindelijk, in de laatste proef (konijn X) vinden wij slechts 4,8 tot 7 trillingen, d. i. 0,160 tot 0,233. — Hier hadden echter de prikkelingen met nog kortere tusschenruimten plaats, en het is niet onwaarschijnlijk, dat de toestand der ganglia, die, blijkens de nageblevene geringe vertraging, bij iedere nieuwe prikkeling nog niet de normale geworden was, op deze verkorting van den duur der latente werking invloed heeft.

De duur der hartsperioden schijnt genoegzaam zonder invloed te zijn op den duur der latente werking. Dit blijkt reeds uit de 3 experimenten op honden (bl. 42) en vooral uit vergelijking der experimenten op konijnen (IV en VI) met die op honden: bij honden duurt de hartsperiode bijna tweemaal zoo lang, en de duur der latente werking levert geen verschil op. Onderstaande tabel geeft daarvan een overzicht.

Hond.	Latente werking. trillingen.		Hartsperiode. trillingen.		Aanmerkingen.
I.	10,6	10	12 tot 16		
II.	5,8	9,5	10	14	
III.	8	8	6,8	7	
Konijn.					
IV.	9	11	6,8		
VI.	9,4	8,4	6,8		
VIII.	6,9	7	8	8,4	Prikkeling met korte tusschenpoozen.
IX.	6,1	7	6	6,5	Thorax geopend.
X.	7	4,8	6,2	6,6	Zeer korte prikkelingen.

De invloed van de kracht der prikkeling op den duur der latente werking is niet duidelijk gebleken. Wij hebben echter vroeger gezien, dat bij zwakke prikkeling het vertragend effect schier onmerkbaar begint en zeer lang stijgende blijft. Het kan dus niet anders, of het begin der zichtbare werking moet bij zeer zwakke prikkeling wel iets langer verborgen blijven. Zooveel is intusschen

gebleken, dat men, door een matigen prikkel tot een maximum te versterken, de duur der latente werking zeker slechts zeer weinig kan verkorten.

III.

Verschijselen bij tetanische prikkeling met inductieslagen, allengs stijgende van onwerkzame tot groote intensiteit.

Boven zagen wij, dat, naar het beweren van Moleschott en Schiff, prikkeling van den n. vagus met zeer zwakke stroomen eene versnelling van den rhythmus van het hart zou te weeg brengen. De uitkomsten eener lange reeks van proefnemingen werden geleverd door Hufschmid en Moleschott, en de laatste zag daarin het bewijs, dat de n. vagus de beweeg-zenuw zou zijn van het hart. Daargelaten, of de geringe versnelling der hartsperioden, indien zij bewezen ware, recht zou geven, den vagus met een beweegzenuw op eene lijn te stellen, kunnen wij ook het onmiddellijke resultaat der proefnemingen niet als juist beschouwen. Von Bezold en Pflüger kwamen reeds tot resultaten, lijnrecht aan die van Moleschott tegenovergesteld. De eerste prikkelde bij rolafstanden, dalende van 500 tot 80 mm., met en zonder inlassching van het rheochord, en de uitkomst formuleert hij in deze woorden: „dass der electrisch erregte n. vagus die Herzschläge nicht zu beschleunigen vermag, mag die Erregung auch durch alle nur möglichen Stromstärken bewirkt werden.” Pflüger liet de secundaire spiraal allengs tot de primaire naderen en constateerde: „dass, während die Stärke der Inductionsströme von 0 aus anschwillt bis zu derjenigen Grösse, welchen die Frequenz herabsetzt,

keine kurze Periode existirt, in welcher jene momentan vermehrt wäre." Hij liet vervolgens in drie experimenten den secundairen rol gedurende 1 minuut naderen tot den primairen, en wel in het 1^{ste} experiment van 48 tot 33 centim., in het 2^{de} van 33 tot 18 centim., in het 3^{de} van 18 tot 5 centim., en eindelijk gedurende 1 minuut den secundairen rol slechts 1 centim. tot den primairen naderen, beginnende met groote rolafstanden, van 80, 45 centim. enz., en tot in de kleinste bijzonderheden de voorschriften van Moleschott volgende. Waar nu eenige werking te constateeren was, vond hij nimmer versnelling, altijd vertraging. Bij al deze proeven werden de hartslagen in perioden van eenige seconden geteld. Nauwkeuriger en zekerder moest nog de uitkomst wezen, wanneer de hartslagen geregistreerd werden en de duur van iedere periode uitgesteld, terwijl daarenboven de allengsche verschuiving van den secundairen rol gedurende de proef was opgeteekend. Wij vonden ons te meer genoopt, de proeven op deze wijze te bewerkstellingen, omdat wij, althans bij den hond, wanneer slechts één vagus was doorgetneden, bij eene zeer zwakke prikkeling aanvankelijk eene kleine versnelling hadden opgemerkt, in zoverre, als gedurende het uitademen de perioden minder vertraagd werden dan vóór de prikkeling.

Experiment XI. Konijn.

Om den invloed van stijgende prikkeling te onderzoeken, gebruiken wij den cilinder dalcnde gedurende de proef, zoodat er zonder eenige tusschenpoozen acht spiraaltoeren beschreven worden. Inmiddels nadert de secundaire rol allengs tot den primairen, om er ten slotte over heen te schuiven. Den regelmatigen gang van den secundairen rol verkregen wij, door dezen te verbinden met het koord van het kymographion, dat, over een katrol loopende, het drijvende gewicht draagt. Terwijl het gewicht

zakkende was en de cilinder om zijn as draaide, werd dus de secundaire rol langzaam naar den primairen en over den primairen rol heen bewogen. Zoodra nu de werking ons voldoende voorkwam, werd het verband van de beide uiteinden der secundaire spiraal met de zenuw plotseling afgebroken, en, om de nawerking te zien, het registreeren van hart- en ademperioden en van de stemvorktrillingen tot aan het einde van den cilinder voortgezet. — Aan het einde der proef werd, door omdraaiing van den cilinder in tegengestelde richting, het gewicht weder opgewonden, bij elken stand waarvan de secundaire rol dezelfde plaats als vroeger onder het dalen innam: en zoo konden nu op den cilinder de rolafstanden, waarbij te voren de prikkeling had plaats gehad, met juistheid genoteerd worden.

Nadat het lampenzwart met vernis-houdenden alkohol bevestigd was, werd de duur van al de hartsperioden vóór, tijdens en ná de prikkeling uitgeteld. Wij laten hieronder een tabel volgen, waarop de duur van 5 hartsperioden in trillingen van 15 in de secunde voor het geheele blad is aangegeven, aanvankelijk voor 5 perioden, en, van de 256^{ste} periode af, voor iedere periode afzonderlijk.

Perioden van 5 hartslagen; duur in trillingen van 15 in de secunde.

Vóór de prikkeling.

sec.	trillingen.	sec.	trillingen.
10	14,7	5	14,5
9	14,4	4	14,7
8	14,8	3	14,7
7	14,7	2	14,7
6	14,9	1	14,8

Na het begin der prikkeling.

sec.	Rolafstand.	trillingen.	sec.	Rolafstand.	trillingen.
0	35		7		15,0
1		14,9	8	32	15,0
2		15,0	9		14,9
3	34	14,9	10		14,9
4		14,6	11	31	15,0
5	33	15,1	12		14,8
6		15,0	13		15,0

sec.	Rolafstand.	trillingen	sec.	Rolafstand.	trillingen.
14	30	14,9			Duur v.
15		14,8			1 hartsp.
16		15,1			3,1
17	29	14,9			3,0
18		14,7			3,0
19		15,0	55		3,2
20	28	15,2			3,1
21		15,1			<hr/> 15,4
22	27	15,2			3,0
23		15,0			3,1
24	26	14,8			3,4
25		14,8			3,3
26		14,8	55		3,2
27	25	15,0			<hr/> 16,0
28		15,0		14	3,2
29	24	15,0			3,2
30		15,0			3,4
31		15,1			3,2
32	23	15,0	57		3,1
33		14,9			<hr/> 16,1
34		14,9			3,3
35	22	14,8			3,3
36		15,0			3,2
37	21	15,0	58		3,1
38		14,7			3,2
39	20	15,0			<hr/> 16,1
40		15,1			3,2
41		15,0			3,4
42	19	14,9			3,3
43		14,9	59	13	3,6
44		14,8			3,3
45	18	14,8			<hr/> 16,8
46		14,9			3,6
47		15,0			3,6
48	17	14,9	60		3,6
49		14,9			4,5
50		Duur v. 15,0			3,8
51	16	1 hartsp. 15,0			<hr/> 19,1
		3,0	61		3,8
		3,1			3,8
		3,1			3,8
52		3,0			3,8
		3,2	62	12	6,7
		<hr/> 15,4			<hr/> 21,9
		2,9			7,0
		3,1			6,1
	15	3,2	63		5,0
		2,9			5,2
53		3,2	64		6,9
		<hr/> 15,3			<hr/> 30,2
		3,1			4,9
		3,0	65	11	4,3
		3,1			9,0
		3,0	66		9,0
54		3,0			8,5
		<hr/> 15,2			<hr/> 35,7

sec.	Rolafstand.	trillingen.	sec.	Rolafstand.	trillingen.
		Duur v. 1 hartsp.			Duur v. 1 hartsp.
67		9,0	74	8	11,0
		9,8	75		10,6
68	10	8,5			13,6
69		9,2	76		11,9
70		10,8	77	7	13,5
		<hr/>			<hr/>
		47,3	78		60,6
		8,6			10,4
71	9	15,4		6,7	9,0
72		12,4			
		13,4			
73		10,2			
		<hr/>			
		60,0			

De prikkeling wordt gestaakt.
Na het einde der prikkeling.

sec.	trillingen.	sec.	trillingen.
	Duur v. 1 hartsp.		
	5,0	7	14,7
	3,5	8	14,6
	3,5	9	14,6
1	4,0	10	14,6
	3,9	11	14,6
	<hr/>	12	14,5
	19,9	13	14,7
	3,9	14	15,0
2	3,7	15	14,7
	3,5	16	14,7
	3,6	17	14,7
	3,5	18	14,6
	<hr/>	19	14,8
	18,2	20	15,2
	3,6	21	14,8
	3,4	22	14,8
3	3,4	23	15,1
	3,5	24	15,4
	3,3	25	15,1
	<hr/>	26	14,9
	17,2	27	15,0
	3,4	28	14,9
	3,3	29	15,0
4	3,3	30	15,3
	3,7	31	15,2
	3,3	32	15,1
	<hr/>	33	14,9
	17,0	34	15,1
	3,2	35	15,4
5	3,0	36	?
	3,0	37	?
	3,1	38	?
	2,9	39	?
	<hr/>	40	15,0
	15,2	41	15,1
6	3,0	42	15,4
	3,0	43	15,5
	3,0	44	15,4
	2,8		
	2,9		
	<hr/>		
	14,7		

sec.	trillingen.	sec.	trillingen.
45	15,8	52	15,2
46	15,9	53	15,4
47	15,3	54	15,2
48	15,7	55	15,3
49	15,8	56	15,5
50	15,5	57	15,8
51	15,4		

Hieruit bleek nu met schier ideale nauwkeurigheid, dat zeer zwakke prikkeling onwerkzaam blijft; dat eerst bij den rolafstand van 14 cem. het effect der prikkeling begon, en wel onmiddellijk met verlenging der perioden die tot 12 centim. rolafstand slechts weinig steeg, na 12 sterk stijgende werd, bij 9 het maximum bereikte, en bij 8 en 7 op gelijke hoogte stand hield. Hier werd de prikkeling gestaakt, en daarop verminderde het effect zeer snel, vervolgens langzaam, om zich in deze proef na 6 seconden te verliezen. Van de 6^{de} tot 24^{ste} sec. blijft nu de duur der perioden dezelfde als vóór de prikkeling, om van hier tot aan het einde der proef, 57 sec. na het ophouden der prikkeling, weer een weinig toe te nemen.

Dezelfde proef hebben wij op een ander konijn verricht, op volkomen gelijke wijze, en wel achtereenvolgens op drie bladen.

Experiment XII. Blad I. (Verg. Plaat III, fig. 7). De nervus vagus is reeds doorgesneden, voordat het registreren begint. Nadat één omgang verkregen is, begint de prikkeling bij een rolafstand van 3,46 centim. en wordt voortgezet tot rolafstand 6,2 centim. — Alle hartslagen zijn afzonderlijk uitgeteld. Vóór de prikkeling bedragen zij, onder den invloed der respiratie, van 3,2 tot 3,7 gemiddeld 3,49 trillingen.

Van 34—30 centim. rolafstand	3,59
„ 30—25 „ „	3,6
„ 25—20 „ „	3,62
„ 20—17 „ „	3,64
„ 17—15 „ „	3,59
„ 15—14 „ „	3,66
„ 14—13 „ „	3,62
„ 13—12 „ „	3,58
„ 12—11 „ „	3,49

Van 11 centim. rolafstand af duren de hartslagen achtereenvolgens 3,4 — 3,7 — 3,5 — 3,6 — 3,5 — 4 — 4,1 — 4 — 4,5 — 4,4 — (bij rolafstand 10) 4,4 — 4,3 — 4,4 — 4,4 — 4,5 — 7,7 — 8,6 — (bij rolafstand 9) 8,2 — 22,0 — (bij rolafstand 8) 38,3 — 22,4 — (bij rolafstand 7 prikkeling gestaakt): 6,3 — 4,3 — 4,2 — 4,2 — 4 — 4 — 4 — 4,8 — 4,9 — 4,7 — 4,7 — 4,6 — 4,4 — 4,4 — 4,5 — 4,5 — 5 — ; van nu af aan blijven 40 slagen tusschen 4 en 4,8 — en de daarop volgende 40 slagen tusschen 3,6 en 4,0 trillingen. De vertragende werking is dus hier 30 secunden na het ophouden der prikkeling nog niet geheel opgehouden.

Blad II. Vóór de prikkeling. Duur van 5 hartperioden.

		trillingen.	
		16,5	
		17,1	
		17,0	
Begin der prikkeling.			
Rolafstand.	trillingen.	Rolafstand.	trillingen.
32	17,0		Duur v.
31 en 30	17,1		1 hartsp.
26,5	17,0	12	8,2
25	17,4		9,0
23	17,3		8,4
21	17,3		8,3
19	17,3		7,8
16	17,1		— 41,7
	Duur v.		8,4
	1 hartsp.	11	11,5
	3,5		8,6
	3,5		7,0
14	3,4		7,0
	3,5		— 42,5
	3,4		7,7
	— 17,3		7,8
	3,5	10	8,5
	3,5		10,9
13	3,6		9,9
	4,2		— 44,3
	4,6	Prikkeling gestaakt bij	
	— 19,4	9,5	
	4,4		
	4,3		
	4,7		
	5,0		
	7,1		
	— 25,5		

	trillingen.	seconden.	trillingen.
	Duur v.	4	19,7
	1 hartsp.	5 à 6	19,5
		7	19,0
Daaraan beantwoor-	9,3	8	18,1
dende hartsperioden		9	18,3
Na het einde der		10	17,7
prikkeling:		11 à 12	17,5
secunden.		13	17,4
1	5,5	14	17,3
	5,0	15	17,0
	4,8	20	16,5
2	4,3	25	16,8
	— 28,9	28	17,8
	4,1	30	17,4
	3,7	31	17,5
3	3,9	32	17,2
	7,0		
	— 19,4		

Blad III. Wij vinden hier, nadat 4 à 5 minuten met het klaar maken van een nieuwen rol verlopen zijn:

Vóór de prikkeling. Duur van 5 hartsperioden.

trillingen.	trillingen.
16,7	15,8
16,2	16,1
15,9	16,4
15,6	16,1
15,3	16,0

Begin der prikkeling.

Rolafstand.	trillingen.	Rolafstand.	trillingen
35	16,0		3,2
32	16,0		3,3
30	16,0	11,3	3,3
25	15,9		3,8
20	16,0		3,9
18	15,9		— 17,5
16	15,8		4,5
15	16,3		4,6
14	16,0	11	5,2
13	16,2		8,3
12	16,3		8,6
	Duur v.		— 31,2
	1 hartsp.		8,4
	3,2		8,8
	3,1		7,3
11,5	3,1	10	9,8
	3,1		24,8
	3,4		— 59,1
	— 15,9	Prikkeling gestaakt bij	
		9	23,5

Na de prikkeling.

secunden.	trillingen.	secunden.	trillingen.
	Duur v. 1 hartsp.		Duur v. 1 hartsp.
	7,0		3,9
	3,8		3,9
	4,0	10 à 11	3,8
	3,6		3,9
1,5	3,2		3,9
	—		—
2 à 3	21,6		19,4
	17,5		3,9
	3,8		3,9
	3,7	12	3,7
	3,9		3,8
4	4,0		3,4
	4,4		—
	—		18,7
	19,8		3,6
	4		3,6
	4,1	13	3,6
5 à 6	4		3,5
	4		3,4
	4		—
	—		17,7
	24,1		3,5
	3,8		3,5
	4	14	3,2
6 à 7	4		3,4
	3,8		3,3
	3,9		—
	—		16,9
	19,5	15	16,3
	4	16	15,9
	3,8	17	15,8
8	4	18	15,3
	4	20	15,2
	3,9	25	15,5
	—	26	15,2
	19,7	27	15,3
	3,6	28	15,2
	4,0	29	15,2
9	3,8	30	15,1
	4,0		
	4,0		
	—		
	19,4		

De uitkomsten zijn op deze 3 bladen, wat de hoofzaak betreft, onderling gelijk en overeenkomstig ook met die der vorige proef.

De volgende tabel geeft eene overzicht van het begin der werking, den duur der werkzame prikkeling en van de nawerking.

	Werking bij rolafstand.	Prikkeling opgehouden bij rolafstand.	Nawerking.
Experiment XII.			
Blad I.	11,5	7	meer dan 30 seconden.
„ II.	13 langzaam stijgend.	9,5	14 „
„ III.	11	9	14 „
Experiment XI.			
Blad I.	14 langzaam stijgend.	6,7	57 „

Hieruit volgt:

1. dat de werking zich somtijds reeds bij een rolafstand van 14 centim. vertoonen kan, soms ook eerst bij 11 centim. gezien wordt. In het laatste geval stijgt ze zeer snel, in het eerste langzaam, zoodat de rolafstand, waarbij een aanzienlijke vertraging wordt opgemerkt, toch telkens ongeveer dezelfde is.
2. dat, wanneer lang en sterk geprikkeld is, eene geringe nawerking zich langen tijd doet gevoelen. Reeds vroeger hadden wij opgemerkt, dat, bij prikkeling met onveranderden rolafstand, de nawerking (binnen zekere grenzen) des te langer duurt, hoe langer de prikkeling had aangehouden. Bij de telkens herhaalde, korte tetanische prikkeling, met tusschenpoozen, was in den tweeden slag na de prikkeling het effect doorgaans reeds zoo goed als verdwenen. In de bovenstaande proeven hebben wij opgemerkt (Exper. XI en blad II van Exper. XII), dat kort na het staken der prikkeling de vertraging kan verminderen of zelfs geheel verdwijnen, om later weder toe te nemen.

Uit deze proeven is nu wel ontegenzeggelijk gebleken, dat onder langzaam stijgende prikkeling bij het konijn volstrekt geen moment van versnelling der hartsperioden voorkomt. Wij achtten het wenschelijk, dezelfde proef ook

op honden te verrichten, waar de nervus vagus en n. sympathicus gelijktijdig geprikkeld worden. Daarom werd dan ook een experiment op een hond genomen, hetwelk wij in het kort nog hier beschrijven.

Experiment XIII. Hond. Een vagus werd doorgesneden en volkomen op dezelfde wijze als in Experiment XI en XII geprikkeld. De invloed der adembaling doet zich gedurende de geheele proef gelden, en de adembeweging maakt de curve der hartslagen gedurende de inademing onduidelijk. Intusschen constateeren wij met zekerheid de feiten, in onderstaande tabel genoteerd:

Vóór de prikkeling.	Rolafstand.	Duur der hartsperioden trillingen.	
		4,5 tot 7,2	
Begin der prikkeling	28	5,1 — 7,4	
	27	6,8 — 7,1	
	26	5,9 — 6,6	
	25 en 24	4,8 — 6,1	
	23 en 22	4,3 — 6,6	
	20 en 19	4,6 — 6,9	
	16 en 14	4,8 — 6,6	
	12	4,6 — 6,4	
	11	5,0 — 7,3	
	10	6,3 — 7,1	
	9	8,2	
			9,8
			9,5
		11,5	
	8	12,4	

Hier volgt eene langere pause, met aanduiding van zwakke contracties; — aan het einde van deze pause maakt het dier hevige bewegingen, en de zenuw glijdt van de electrode.

Na de prikkeling. secunden.	Duur der harts- perioden.	Na de prikkeling. secunden.	Duur der harts- perioden.
1	3,9 — 4,7	18	4,7 — 4,8
3	4,3 — 4,9	22	5,0 — 5,4
5	4,5	24	5,2 — 5,4
8	5,2 — 5,1	26	4,9 — 5,0
10	5,5 — 5,6	34—38	4,4 — 5,4
12	4,7 — 5,2	40—42	4,4 — 5,2
14	4,2 — 4,8	46—48	5,1 — 6,0
16	4,9 — 5,3		

De resultaten van dit experiment komen dus in 't algemeen overeen met die der proeven op konijnen. Eerst

bij een rolafstand van 9 centim. treffen wij invloed der prikkeling aan, en wel een vertraging, die schier van hartslag tot hartslag zich duidelijker doet gevoelen, zoolang de zenuw op de electroden rust. Dat de nawerking der prikkeling hier zoo onmiddellijk verdwijnt, en dat wij, bij vergelijking der hartsfrequentie ongeveer 40" na het einde der prikkeling met die vóór de prikkeling, gene aanzienlijk grooter vinden, meenen wij te moeten toeschrijven aan de hevige bewegingen van het onrustige dier. Uit de proef blijkt intusschen, dat de eerste werking van vagus-prikkeling ook bij den hond vertraging is, terwijl voorts in beide diersoorten de eerste invloed zich bij dezelfde intensiteit van den stroom doet gelden. — Wij zouden het wenschelijk achten, een grooter aantal experimenten op honden te verrichten en daarbij de beide vagi te doorsnijden, ten einde den invloed der ademhaling uit te sluiten; maar hiertoe ontbrak ons de tijd.

IV.

Verschijselen, waargenomen bij doorsnijding van den nervus vagus.

Op de voorafgaande bladzijden zal men in de beschrijving der experimenten meermalen hebben opgemerkt, dat na de doorsnijding van den n. vagus de hartsfrequentie gewijzigd werd. Zoo hebben wij in experiment I gezien, dat de hartsperioden, omstreeks 12 sec. na de doorsnijding, toen de ingetreden rust van het dier een duidelijk registreeren toeliet, onder zeer ongelijkmatige ademhaling, aanzienlijk korter geworden waren dan vóór de doorsnijding. (verg. bladzijde 9). Eveneens zien wij op het eerste blad van experiment II, na de doorsnijding van den linker

vagus, in de twee eerste secunden de frequentie duidelijk toenemen: vóór de doorsnijding bedragen de perioden van 11,4 tot 14,8 trillingen, in de 2^{de} secunde vinden wij eene periode van 7,7 trillingen, terwijl het maximum 11,2 trillingen bedraagt. De bewegingen van het dier maakte echter iedere verdere registratie op dezen omgang onmogelijk (zie bl. 18), zoodat wij over het verloop van den invloed gedurende de meeste volgende secunden niet oordeelen kunnen. Op het eerste blad van hetzelfde experiment wordt in den eersten omgang de regter vagus doorgesneden: de adembewegingen worden onmiddellijk diep en onregelmatig, en de hartsfrequentie neemt gedurende 12 sec. regelmatig toe, terwijl de invloed der ademhaling verdwenen is (zie bl. 19). De allereerste invloed kon echter wegens de beweging van het dier niet waargenomen worden; eerst 3 secunden na de doorsnijding constateeren wij de verkorting der perioden.

Deze vermeerdering der hartsfrequentie na de doorsnijding van één of van beide nervi vagi is sedert lang bekend, en diegene onzer experimenten, waarop wij hier gewezen hebben, zouden ons kunnen nopen, met von Bezold te zeggen: „Die Erhöhung der Pulzfrequenz geschieht bei Hunden unmittelbar nach der Durchschneidung des Vagus;” want, waar wij verandering konden ontdekken, constateerden wij het toenemen der frequentie. Maar, zooals wij vermeldden, waren bij onze experimenten de honden te onrustig, om door onze registreermethode den allereersten invloed van de doorsnijding op voldoende wijze te bestudeeren, terwijl de hevige bewegingen en de pogingen van het dier, om vrij te komen, den invloed zonder twijfel compliceerden. Voorts werd niet slechts de n. vagus, maar tevens de n. sympathicus doorgesneden. Zeker is het, dat meerdere experimenten op konijnen, waarbij het nauw-

keurig registreeren van den allereersten invloed der doorsnijding van den in zijn eigene scheede alléén verloopende n. vagus geen bezwaar opleverde, ons geleerd hebben, dat de doorsnijding niet „unmittelbar” de frequentie verhoogt, maar in *de eerste plaats* een vertraging der hartsbeweging veroorzaakt. — Zoo vinden wij in experiment IV de 2^{de}, maar vooral de 3^{de} hartsperiode na de doorsnijding van één n. vagus aanzienlijk verlengd, en wel 3.4 trillingen. Gedurende ruim 7 seconden na de doorsnijding zijn de perioden in 't algemeen nog langer dan vóór de doorsnijding, om eerst na het verloop van 8 tot 9 seconden een gemiddelden duur, gelijk aan dien vóór de doorsnijding, te bereiken; daarna vertoonen zich eenige kortere perioden. Dit blijkt uit de volgende tabel:

Vóór de doorsnijding is de duur van 5 hartslagen	=	32,1	trill.
Onmiddellijk na de doorsnijding	»	=	39,7 »
In de 3 ^{de} sec.	»	»	= 40,3 »
» 4 »	»	»	= 34,9 »
» 5 »	»	»	= 35,3 »
» 7 »	»	»	= 35,0 »
» 8 »	»	»	= 33,6 »
» 9 »	»	»	= 32,5 »
» 10 »	»	»	= 31,5 »
» 11 »	»	»	= 32,6 »
» 12 »	»	»	= 31,4 »
» 13 »	»	»	= 31,9 »
» 14 »	»	»	= 32,4 »
» 15 en 16 »	»	»	= 32,0 »

In experiment IX vinden wij een overeenkomstige verandering in den duur der hartsperioden, na de doorsnijding van den n. vagus. De op de doorsnijding onmiddellijk volgende 3 perioden zijn aanmerkelijk verlengd: de 1^{ste} per. 2, de 2^{de} 1,5, de 3^{de} per. 0,5 trillingen. Daarop volgen de perioden elkander met haast onveranderden duur: de invloed der ademhaling is buitengesloten,

want de thorax is geopend en kunstmatige respiratie is onderhouden. Berekenen wij den duur van iedere 5 perioden voor den geheelen omgang, zoo verkrijgen wij de volgende tabel:

Vóór de doorsnijding is de duur van 5 perioden	=	26,2	trill.
Onmiddellijk na de doorsnijding	»	=	30,6 »
3 sec.	»	=	27,0 »
5 »	»	=	27,0 »
9 »	»	=	27,0 »
16 »	»	=	26,7 »
20 »	»	=	26,5 »
22 »	»	=	27,2 »
24 »	»	=	27,2 »

Dat de onmiddellijke invloed van de doorsnijding van den n. vagus zich in deze experimenten als een tijdelijke vertraging openbaart, is dus niet te ontkennen. De beide experimenten komen dáárin met elkander overeen, dat de vertraging onmiddellijk na de doorsnijding haar maximum bereikt, om dan af te nemen; maar in het eerste verliest zich deze invloed na 8 of 9 seconden, om voor eene versnelling der hartsfrequentie plaats te maken; in het tweede komt die versnelling niet te voorschijn. Wij achtten het belangrijk, den invloed en de samenwerking der vagus-doorsnijding, bij een overigens normaal dier, nauwkeurig en in 't bijzonder na te gaan en verichtten te dien einde het volgende experiment.

Experiment X. (verg. blz. 46 het einde van dit experiment).

Blad I. Wij gebruiken hierbij den cilinder als in experim. XI, tijdens het ronddraaien langzaam dalende, zoodat wij 9 spiraaltoeren verkrijgen achter elkander, zonder eenige interruptie.

Na het praepareeren der beide nervi vagi wordt een luchtkussen in de hartstreek en een ander hoog op den buik geplaatst, het eerste, om de hartslagen, het tweede, om de adembewegingen te registreeren. De stemvork van 15 trillingen in de seconde blijft tot aan het einde van het blad goed zichtbaar.

Bij den aanvang der proef vertoonen de hartslagen eene groote gelijkmatigheid van duur. Onmiddellijk na de doorsnijding van den éénen n. vagus worden de perioden aanzienlijk langer en bereiken het maximum tusschen 8 en 9 seconden na de doorsnijding. Van hier worden zij nu vrij regelmatig weder korter en korter, maar hebben toch ook na 69 seconden nog niet de aanvankelijke frequentie herkregeu. Onderstaande tabel levert hiervan het bewijs.

Duur van iedere 5 hartsperioden vóór en ná doorsnijding van den éénen en later van den tweeden nervus vagus.

20—15	sec. vóór de doorsn. is de duur van 5 perioden	= 16,4 trill.
15—10	» » » » »	= 16,4 »
10—5	» » » » »	= 16,6 »
4	» » » » »	= 16,6 »
3	» » » » »	= 16,6 »
2	» » » » »	= 16,6 »
1	» » » » »	= 16,4 »

Doorsnijding van één nervus vagus:

1	sec. na doorsn. van één n. vag., duur van 5 per.	= 20,5 »
2	» » » » »	= 20,6 »
3 — 4	» » » » »	= 21,9 »
5 — 6	» » » » »	= 22,2 »
7	» » » » »	= 23,3 »
8 — 9	» » » » »	= 23,9 »
10—11	» » » » »	= 23,8 »
12	» » » » »	= 23,1 »
13	» » » » »	= 22,4 »
14—15	» » » » »	= 22,2 »
16—17	» » » » »	= 20,7 »
18	» » » » »	= 20,9 »
19—20	» » » » »	= 22,0 »
21—22	» » » » »	= 19,5 »
23	» » » » »	= 18,5 »
24	» » » » »	= 17,8 »
25—26	» » » » »	= 17,5 »
26—27	» » » » »	= 17,9 »
28	» » » » »	= 17,8 »
29	» » » » »	= 17,9 »
30—31	» » » » »	= 17,7 »
32	» » » » »	= 18,2 »
33	» » » » »	= 17,6 »

	34	sec. na doorsn. van één n. vag. duur van 5 per.	= 17,6	trill.
35—36	»	»	= 17,7	»
37	»	»	= 17,8	»
38	»	»	= 17,7	»
39	»	»	= 17,8	»
40	»	»	= 18,2	»
41	»	»	= 17,9	»
42	»	»	= 17,8	»
43	»	»	= 18,0	»
44—45	»	»	= 18,0	»
46	»	»	= 17,8	»
47	»	»	= 17,9	»
48—49	»	»	= 17,6	»
50	»	»	= 17,8	»
51	»	»	= 17,8	»
52	»	»	= 17,8	»
53—54	»	»	= 17,8	»
55	»	»	= 18,0	»
56	»	»	= 18,0	»
57	»	»	= 17,9	»
58—59	»	»	= 18,1	»
59—60	»	»	= 18,2	»
61	»	»	= 18,0	»
62	»	»	= 18,4	»
63—64	»	»	= 17,9	»
65	»	»	= 18,1	»
66—67	»	»	= 18,4	»
68	»	»	= 18,0	»
69	»	»	= 18,1	»

Terwijl een nieuwe rol wordt klaar gemaakt, neemt de frequentie der hartslagen toe, en wij vinden op

Blad II. ocnige minuten later en

	20	sec. vóór de doorsnijding van den tweeden		
		nervus vagus den duur van 5 perioden	= 15	trill.
15	»	»	= 15	»
15—10	»	»	= 15,2	»
10—5	»	»	= 15,4	»
4	»	»	= 15,2	»
3	»	»	= 15,1	»
2	»	»	= 15,4	»
1	»	»	= 15,2	»

welke frequentie die vóór de eerste doorsnijding reeds overtreft.

Nu wordt gedurende den gang van den cilinder, op gelijke wijze als op blad I, de tweede n. vagus doorgesneden, en wij vinden:

	1	seconde	daarna	de	duur	van	5	perioden	= 15,8	trill.
	2	»	»	»	»	»	»	»	= 15,5	»
3	—	4	»	»	»	»	»	»	= 15,8	»
		5	»	»	»	»	»	»	= 15,6	»
		6	»	»	»	»	»	»	= 15,8	»
		7	»	»	»	»	»	»	= 16,0	»
		8	»	»	»	»	»	»	= 16,2	»
		9	»	»	»	»	»	»	= 16,5	»
	10—	11	»	»	»	»	»	»	= 16,1	»
	11—	12	»	»	»	»	»	»	= 16,1	»
		13	»	»	»	»	»	»	= 16,2	»
		14	»	»	»	»	»	»	= 16,4	»
		15	»	»	»	»	»	»	= 16,4	»
		16	»	»	»	»	»	»	= 15,7	»
		17	»	»	»	»	»	»	= 16,5	»
		18	»	»	»	»	»	»	= 16,6	»
		19	»	»	»	»	»	»	= 16,2	»
		20	»	»	»	»	»	»	= 16,6	»
		21	»	»	»	»	»	»	= 16,4	»
	22—	23	»	»	»	»	»	»	= 16,6	»
		24	»	»	»	»	»	»	= 16,4	»

De cilinder houdt hier op een spiraal te beschrijven. De volgende omgangen worden op de gewone wijze genomen. Een omgang wordt afgelegd in omstreeks 22 seconden. Nog vier omgangen worden geregistreerd.

En wij vinden circa

	50	sec.	na	de	doorsnijding	van	den	tweeden	nervus		
					vagus	den	duur	van	5	perioden	
										= 15,1	trill.
	72	»	»	»	»	»	»	»	»	= 15,0	»
	100	»	»	»	»	»	»	»	»	= 15,0	»
	120	»	»	»	»	»	»	»	»	= 15,0	»

De nitkomsten van deze tabel zijn afdoende. Zo zijn verkregen met de grootste zekerheid. De geheele proef kenmerkte zich door regelmaat van gang. Iedere hartslag werd duidelijk geregistreerd, nauwkeurig uitgeteld.

1. Vinden wij eene bevestiging van hetgeen onze vroegere experimenten op konijnen leerden: de eerste

- werking der vagus-doorsnijding is vertraging, en deze wordt gevolgd door versnelling der hartsbewegingen.
2. Deze vertraging strekt zich uit over meerdere seconden en bereikt vrij spoedig zijn maximum; zij kan betrekkelijk langen tijd blijven bestaan, om soms eerst na het verloop van eenige minuten te verdwijnen en voor eene versnelling te wijken.
 3. Deze verschijnselen herhalen zich met groote regelmatigheid bij doorsnijding van den tweeden n. vagus.

Wij besluiten dus, dat doorsnijding van één of van beide nn. vagi niet onmiddellijk de hartsbewegingen versnelt, maar in de eerste plaats als prikkel werkt, te vergelijken met een galvanischen van matige intensiteit, maar van eenigen duur.

Dr. Engelmann maakte ons opmerkzaam, dat het gebruik eener minder scherpe schaar, waarbij de zenuw werd gekneusd, wel de oorzaak kon wezen van de duidelijke en aanhoudende vertraging, die in de proeven van von Bezold werd gemist. Wij ontkennen dit niet, te minder, wijl de verkregene vertraging niet geheel constant is, en willen onze uitkomsten dan ook alléén doen gelden als bewijs, dat eene werkzame mechanische prikkeling onmiddellijk vertraging der hartsperioden voortbrengt.

Ons eindbesluit kan kort zijn. Overbodig toch schijnt het, hier terug te komen op een tal van bijzondere resultaten, die wij verkregen. Drie feiten beheerschen onze kennis van den invloed der zwerfende zenuw op de hartsbeweging. Deze zijn:

1. Het eerste effect van prikkeling is vertraging der perioden, door verlenging der pauzen;

2. Dit effect treedt eerst in werking na eene latente periode, meestal van $\frac{1}{2}$ tot $\frac{1}{3}$, gemiddeld ongeveer $\frac{1}{4}$ secunde.
3. De contractie, waarop de eerste verlengde pause volgt, is in vorm, kracht en duur gelijk aan de voorafgaanden.

In deze feiten ligt opgesloten:

1. De n. vagus vertraagt den rhythmus van het hart door verlenging van de pauzen zijner perioden.
2. De vertraging geschiedt door tusschenkomst der motorische ganglia van het hart.
3. De n. vagus werkt alléén op het ganglion of de ganglia, van welke de eerste aanstoot tot contractie uitgaat.

Om meer dan eene reden schijnt het niet geraden, over den grond en het wezen der vertragende werking uit te weiden. Er worden in 't physiologisch laboratorium alhier verschillende punten nog nader onderzocht, zooals de invloed van het openen en sluiten van den constanten stroom, die van een enkelen inductieslag, de verschijnselen van prikkeling en van doorsnijding van den n. sympathicus, alsmede van den n. depressor, — alles naar de methoden, bij onze proeven gevolgd. Ik kan hier reeds mededeelen, dat een enkele inductie-slag, op de beide doorgesneden nervi vagi werkende, een duidelijke vertraging geven kan, zich uitstreckende over drie perioden, en dat zich hierbij de latente, de stijgende en de dalende werking in de ganglia, als gevolg van een enkelen inductie-slag, scherp laat bepalen en in curve brengen. Zoolang echter deze en andere verschijnselen niet nauwkeurig zijn onderzocht, schijnt het beter, zich van hypothesen en omtrent het ingewikkeld proces der „Hemmung” te onthouden.

Verklaring der Platen.

In al de figuren van Plaat I, II en III is

H de curve der hartswerking;

R die der adembeweging, i inspiratie, e exspiratie;

S de trillingen eener stemvork: op pl. I en II zijn slechts de secunden aangegeven, naar de trillingen uitgeteld; op pl. III fig. 7 en 8 staat voor iedere trilling van 15 in 1" een punt op de lijn S.

V de trillingen der stroombrekende veer, in de oorspronkelijke lijnen afzonderlijk scherp te herkennen, hier slechts als verdikking der lijn aangegeven; *i* aanvang der irritatie.

a a' Abscisse, welker ordinaten den duur der hartsperioden, in trillingen van 30 in 1", uitdrukken.

PLAAT I.

Fig. 1. Hond van Exper. I. Blad I, eerste omgang (bl. 9). Één n. vagus gepraepareerd, bij S doorgesneden: hierop ontstaan onregelmatige bewegingen.

De onderste helft der figuur bevat de verkregene curven. De bovenste helft geeft den uitgetelden duur der hartsperioden, tusschen de aanvangspunten van iedere twee contracties 1 en 2, — 2 en 3, — 3 en 4, enz., als ordinaten op de abscisse *a a'* gebracht.

Fig. 2. Id. Id. Tweede omgang (bl. 9). Zeer zwakke prikkeling (twee Grovc'sche cellen, 12 ctm. rolafstand): na voorbijgaande geringe versnelling, tot aan het einde der curve langzaam stijgende vertraging der hartsperioden, zeer goed te zien aan de ordinaten in de bovenste helft der figuur. Invloed der adembeweging tijdens de prikkeling voortdurende.

Fig. 1.

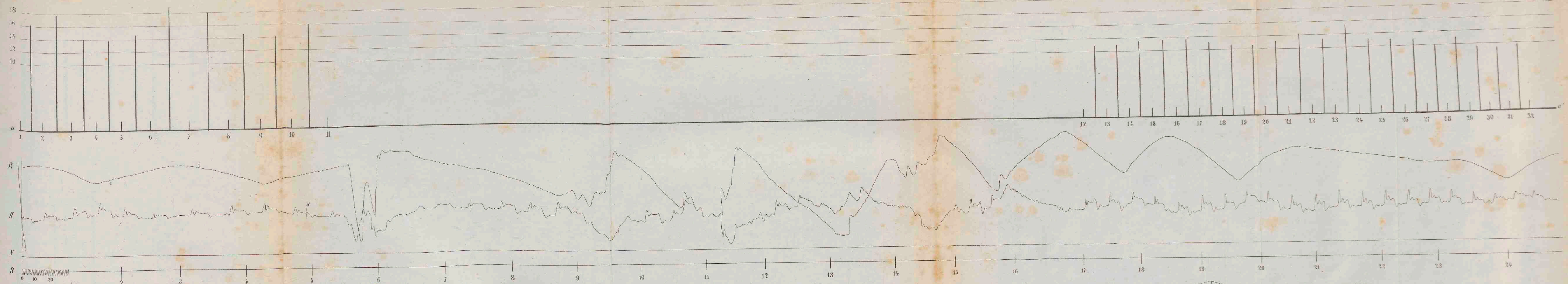


Fig. 2.

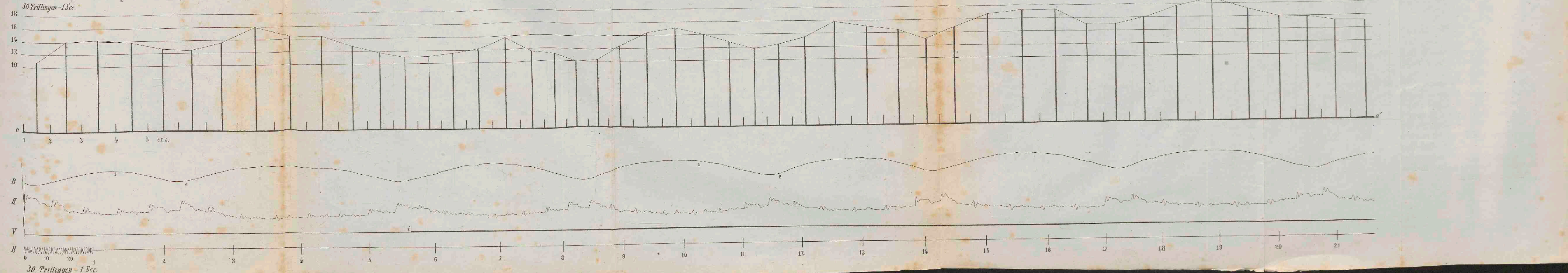


Fig. 3.

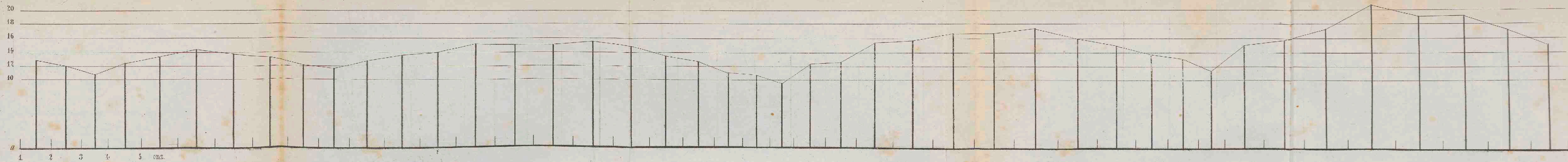


Fig. 4.

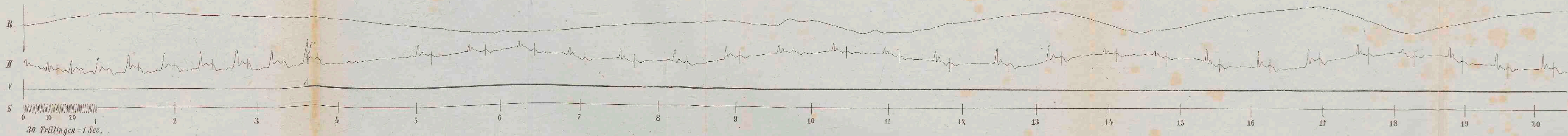
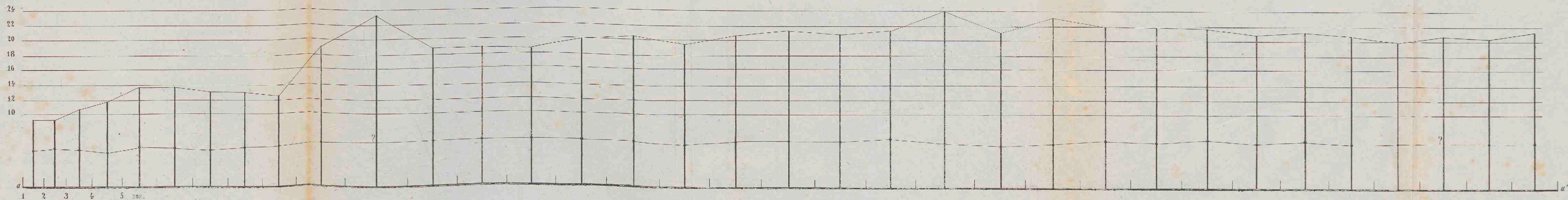
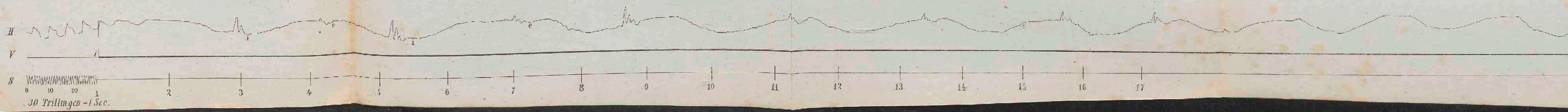
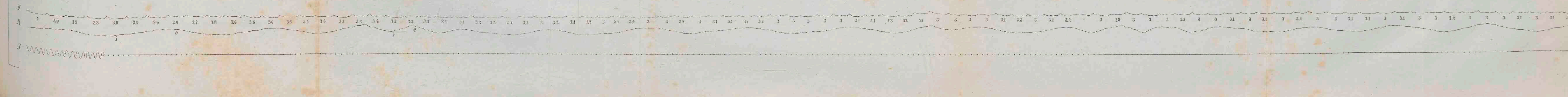
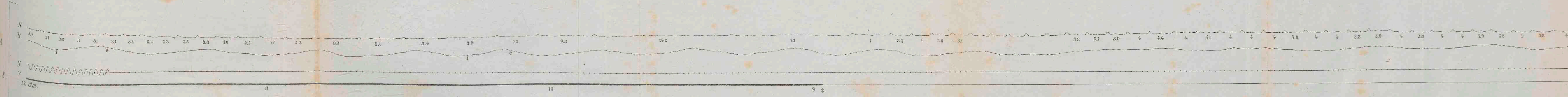
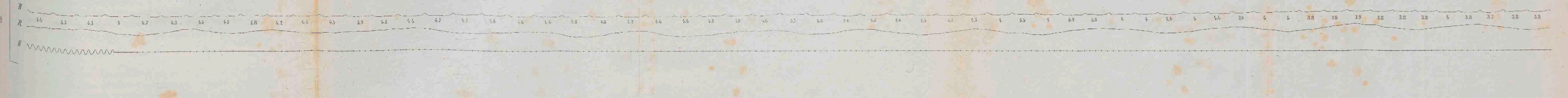
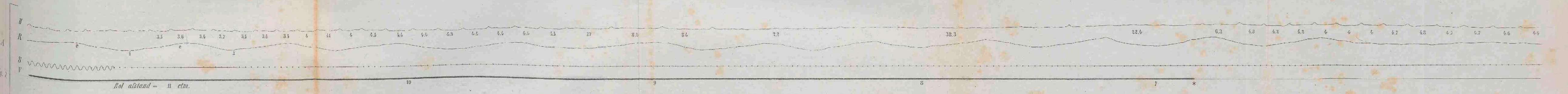
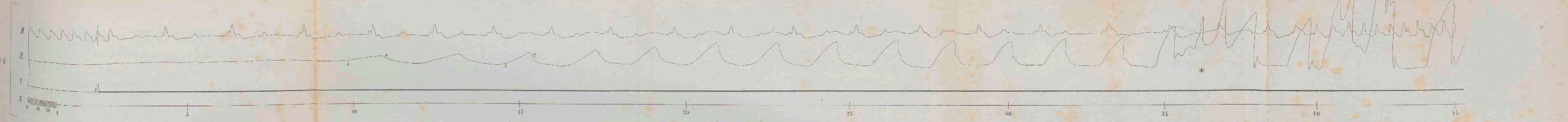


Fig. 5.





PLAAT II.

Fig. 3. Abscisse en ordinaten, door uittelling der curven bij den hond van Exp. I. Blad I, vierde omgang, verkregen (bl. 10). Prikkeling bij 8 centim. rolafstand. Men herkent regelmatig stijgende verlenging der hartsperioden, van 't begin tot het einde des prikkeling, met versterkten invloed der verlengde adembewegingen.

Fig. 4. Voortzetting van Exp. I. Blad. II, derden omgang (bl. 11). Sterke prikkeling, bij 4 centim. rolafstand. Het onderste gedeelte der figuur geeft de afbeelding der verkregene curven. In het bovenste gedeelte zijn de ordinaten de tijden van duur der hartsperioden, tot aan de punten (van de abscisse af gerekend) zijn ze die der systolen. — Het vertragend effect der prikkeling bereikt schier onmiddellijk zijn maximum, om tegen het einde van den omgang reeds iets te verminderen. De invloed der adembewegingen minder duidelijk. — De eerste contractie na de prikkeling is een onvolkomene: zij is echter als periode in de ordinaten opgenomen.

Fig. 5. Hond van Exp. III (bl. 21), door vinum opii genarcotiseerd; één nervus doorgesneden en 't peripherisch einde geprikkeld bij i op 8 ctm. rolafstand. De adembeweging niet afzonderlijk geregistreerd, maar voldoende zichtbaar in H, met luchtkussen verkregen. Opmerkelijk is het verband tusschen adembewegingen en hartslagen, tijdens de prikkeling.

PLAAT III.

Fig. 6. Konijn van Experiment V, omgang 3 (bl. 27). — Thorax geopend. Kunstmatige ademhaling onderhouden tot aan 't begin van den omgang. Langzame draaiing van den cilinder. Aanvankelijk apnoea (onder welke de prikkeling bij i reeds wordt begonnen), overgaande in looze adembewegingen, ten slotte met dyspnoea; bij * verlaat de zenuw de elektroden, wegens sterke bewegingen van het dier. — Opmerkelijk is het alterneeren van compleete contracties en boezem-contracties, begonnen reeds vóór de adembewegingen, en bij de adembewegingen zich aan den rhytmus van deze aansluitende (verg. Donders. Innervatie van het hart. Ned. Archief v. Natuur- en Geneeskunde III).

Fig. 7. Konijn van Experiment XII. Twee spiraalswijs voortgaande omgangen A en B van blad I (verg. bl. 57). Allengs stijgende prikkeling door regelmatige voortbeweging van den secundairen rol, verkregen door dezen met het zakkend gewicht van het kymo-

graphion over een katrol te verbinden. Onder H is de duur van iedere periode in trillingen van 15 in 1" genoteerd, gelijk ze op S als punten zijn opgenomen: bij rolafstand = 11 ctm. (zie A) is die duur nog gelijk aan dien bij den aanvang der proef. Tusschen 11 en 10 ctm. komt de vertragende werking aan den dag. Bij * (ongeveer 7 ctm. rolafstand) wordt de prikkeling gestaakt, waarop de perioden weder korter worden, maar toch op den onmiddellijk zich aansluitenden omgang B de oorspronkelijke frequentie nog niet bereiken. (De graveur heeft niet juist copieerd. De vorm der curve H is op het oorspronkelijke meer kenmerkend, en de lengten der perioden heeft hij niet geheel nauwkeurig teruggegeven: men vertrouwe de onderstaande getallen meer.)

Fig. 8. Konijn van Experiment XII. Twee onmiddellijk aan elkander sluitende omgangen van blad III (bl. 58), als A en B afgebeeld. De letters en cijfers beteekenen hetzelfde als in fig. 7.

Aan het einde van den omgang is de oorspronkelijke frequentie der hartslagen weder bereikt.

De respiratie-curven zijn fig. 7 en 8 goed overgebracht.

STELLINGEN.

I.

Zeer ten onrechte heeft men de verhoogde polsfrequentie in het eerste stadium van meningitis toegeschreven aan prikkeling van den n. vagus.

II.

De prikkeling van klierzenuwen veroorzaakt scheikundige omzetting en vorming van nieuwe cellen.

III.

Bij kinderen met myopie is het aangewezen, des nachts een matig drukverband aan te leggen.

IV.

Bij het opereeren van cataract, is, waar de punctie niet mocht aangewezen zijn, aan de lineair-extractie de voorkeur te geven.

V.

De arts is in zijn recht, indien hij, bij het bepalen der refractie, van atropine gebruikt maakt.

VI.

De hedendaagsche vrees voor aderlating is gevaarlijk en moet uit de therapie verdwijnen.

VII.

De hartshypertrophie bij morbus Brightii is een gevolg van verhoogden arbeid van het hart bij plethora serosa.

VIII.

In koortsachtige ziekten, waar de temperatuur eene bedenkelijke hoogte bereikt, is het onverantwoordelijk, niet altijd de werking van chinine te beproeven.

IX.

In de chirurgische therapie verdient het carbolzuur als antisepticum de meest uitgebreide toepassing.

X.

Bestaat er sedert 2 maal 24 uren gangraena, dan is bij gecompliceerde beenbreuken de amputatie geïndiceerd.

XI.

If the spine, when the patient lies down, resumes in any appreciable degree its normal shape — i. e. if the curve diminishes even in a small degree, — that curvature is curable.

Barwell.

XII.

Het toedienen van arsenicum bij psoriasis is af te keuren.

XIII.

Zoolang de vochtblaas niet geborsten is, late men zich door zwakte der weeën niet verleiden tot het toedienen van coccolica of tot het overgaan tot eene artificiële verlossing.

XIV.

Kinderen van scrophuleuse ouders moeten vroegtijdig onder geneeskundig toezicht komen, al zijn zij schijnbaar gezond.

XV.

Van de meeste geniën der fraaie letteren en kunsten geldt de definitie van Moreau: „le génie est une neurose.”

XVI.

Heeft de philosophie (Descartes) de middelen tot volmaking van het menschengeslacht met recht van de geneeskunde verwacht, de geneeskunde moet heden deze middelen zoeken in de leer van Darwin.