



De invloed der respiratie-fasen op den duur der harts- perioden

<https://hdl.handle.net/1874/275989>

III 3
DE INVLOED

DER

RESPIRATIE-PHASEN

OP DEN DUUR DER

HARTS-PERIODEN.

ACADEMISCH PROEFSCHRIFT

NA MACHTIGING VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS

D^r. W. KOSTER,

GEWOON HOOGLEERAAR IN DE GENEESKUNDE,

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

Op Vrijdag den 28sten Juni 1867, des namiddags ten 1 ure.

IN HET OPENBAAR TE VERDEDIGEN

DOOR

ARIE TERNÉ VAN DER HEUL.

Geboren te Zelhem (Gelderland).



Ter Stoomdrukkerij van
P. W. VAN DE WEIJER.

1867.

REPERTORIUM PHASEN

PARTE-TERCERA

ACADEMIA PHASEN

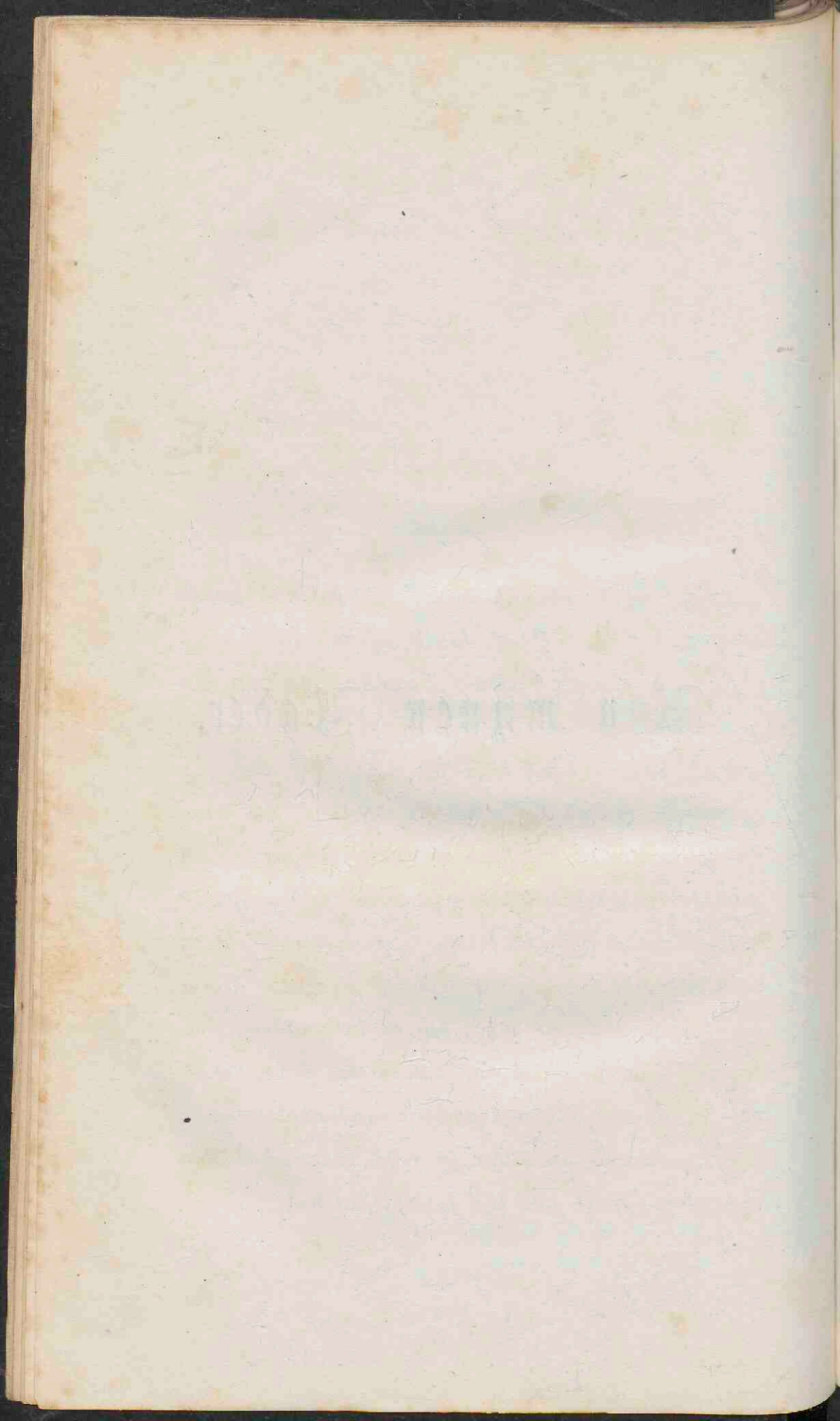
D. W. KOTZ

SOCIETAS PHASEN

PHASEN

PHASEN

Van mijnen Vader.



Terwijl mij betrekkelijk weinig tijd tot het bewerken eener dissertatie overbleef, heb ik mij tot mijnen hooggeachten Promotor, Professor Donders, gewend, met het verzoek, mij een onderwerp van niet te ruimen omvang aan de hand te willen doen. Hij sloeg mij voor, den invloed der respiratie-phasen op den duur der hartsperioden graphisch te onderzoeken, naar eene methode, onlangs door hem aangewend. Gaarne heb ik mijne krachten daaraan beproefd. Onder zijne welwillende medewerking en ondersteuning, waarvoor ik hem ten hoogste dankbaar blijf, heb ik het onderzoek volbracht. Gaarne zou ik nog den invloed der willekeurige en automatische wijzigingen der ademhaling op de polsfrequentie breedvoeriger in mijn onderzoek hebben opgenomen; maar mijn tijd gedoogde dit niet.

Ten slotte betuig ik U, hooggeleerde en zeer geleerde Heeren, zoowel van de Utrechtsche Academie als van het Amsterdamsche Atheneum, mijnen oprechten dank voor het onderwijs, van U genoten. Ook aan U, Dr. Engelmann, zij mijne erkentelijkheid gebracht voor de hulp, mij bij het verrichten der proeven steeds bereidwillig verleend.

Onze arbeid zal hoofdzakelijk uit drie deelen bestaan, handelende :

- I. Over het registreeren der ademhalingsbewegingen ;
- II. Over het registreeren der polsbewegingen ;
- III. Over den invloed der ademhalingsphasen op den pols, meer bepaaldelijk op den duur der hartsperioden.

I.

HET REGISTREEREN DER ADEMHALINGS-BEWEGINGEN.

A. *Onderzoekingen van anderen.*

Om het verloop eener ademhalingsbeweging te leeren kennen, moet men de graphische methode aanwenden. Daartoe zijn verschillende wegen ingeslagen. Sibson ¹⁾ onderzocht met een bijzonder werktuig, *thoracometer* genoemd, de bewegings-hoeveelheid der sagittale middellijn

¹⁾ Medico-chirurgical Transactions. Vol. XXXI. p. 353.

van borst en buik. De bewegingen werden echter slechts aan den wijzer eener wijzerplaat medegedeeld, waarop ze nauwkeurig konden worden afgelezen, maar werden niet geregistreerd. Valentin ¹⁾ paste het eigenlijke registreren toe. Daarbij werden niet de ademhalingsbewegingen als zoodanig opgeschreven, maar wel de afwisselende spanning der ademhalingslucht. Dit geschiedde, door zijdelings in de luchtpijp een manometer te brengen, waarin zich een drijver bevond, die de bewegingen van het kwikzilver op het kymographion opteekende. Hetzelfde had ook Prof. Donders verricht bij zijne onderzoekingen over de druktingsverhoudingen bij de ademhaling.

De ademhalingsbewegingen zelve leerde Vierordt registreren. Kort nadat hij met een sphygmograaf den slagaderlijken pols bij den mensch gedurende het leven had doen opschrijven, deed hij hetzelfde voor de ademhalingsbewegingen, wat voor deze voorzeker gemakkelijker te verwezenlijken was. Wij vinden die onderzoekingen door K. Vierordt en G. Ludwig uitvoerig medegedeeld in het Archiv für physiologische Heilkunde, Jahrgang XIV. S. 253.

Zij bedienden zich van een eenvoudigen hefboom, die niet nader beschreven wordt. De onderzochte persoon lag op den rug met het bovenligchaam iets hooger. De korte arm van den hefboom, 260 mm. lang, rustte op

¹⁾ Grundriss der Physiologie, 1845. S. 211.

de huid van den buik in de linea alba, een weinig onder den navel, terwijl zijn lange arm, van 360 mm., de bewegingen met een penseel op het kymographion noteerde: de bewegingen werden dus 1.4 maal vergroot.

Uit de waarnemingen wordt afgeleid, dat de exspiratie langer duurt dan de inspiratie: de inspiratie = 10 aangenomen, was de exspiratie, de pauze daaronder begrepen, = 24.1, = 20.5, = 19.1, = 14.1.

Deze verhouding noemt Vierordt de *celeriteit* der respiratie, die dus blijkt zeer verschillend te zijn.

Tusschen in- en exspiratie vond hij slechts zelden eene pauze, die na de exspiratie alléén bij frequente ademhaling zou ontbreken en ongeveer een vijfde van den duur innemen. Vierordt en G. Ludwig meenen, dat de luchtverplaatsingen voortdurend aan de bewegingen van den buikwand geëvenredigd zijn, hetgeen zeker slechts binnen zekere grenzen gelden kan ¹⁾.

Nog in datzelfde jaar deed Liebmann, onder de leiding van Vierordt, een nader onderzoek omtrent de ademhalings-bewegingen bij dieren. Hij bezigde twee honden en twee konijnen, en onderzocht de ademhaling in normalen toestand bij verschillende ligging en voorts in den toestand van dyspnoe, van aether-narcose, van chloroform-narcose, en na doorsnijding der nn. vagi. De resultaten zijn in een tabel vereenigd en laten zich

¹⁾ Verg. Donders. Physiologie des Menschen. 2^{te} Aufl. 1859. B. II. S. 402.

moeielijk in weinig woorden samenvatten. Terwijl wij ons meer bijzonder met de ademhalings-bewegingen bij den mensch bezig houden, gaan wij ze met stilzwijgen voorbij, alléén nog opmerkende, dat de hefboom-toestel, daarbij op het voorbeeld van Vierordt gebruikt, ook hier niet nader beschreven wordt.

Met een woord maken wij hier nog gewag van het onderzoek der adembewegingen bij hersendrukking, drie jaren later door Friedreich Hegelmeijer almede in het laboratorium van Tübingen verricht. Hij kwam tot het resultaat, dat de expiratie-bewegingen, evenals de ademhalings-bewegingen in haar geheel, bij hersendrukking minder frequent en gelijkmatiger van duur zijn, dat daarentegen de duur der inspiraties daarbij ongelijker en de celeriteit dus zeer uiteenlopend is. — Reeds vroeger had Vierordt ¹⁾ den invloed der ademhaling op den pols onderzocht, maar, zooals wij zien zullen, de ademhaling daarbij nog niet geregistreerd.

Bij het onderzoek naar den invloed van prikkeling van den n. vagus op de ademhaling, heeft men ook op verschillende wijzen getracht de bewegingen zichtbaar te maken. Zoo bragt H. Snellen, nog student zijnde, in het oude laboratorium alhier, eene lange naald in het diaphragma, door den buikwand ingestoken, waarvan Rosenthal ²⁾

¹⁾ De Lehre vom Arterienpuls. Braunschweig. 1855. S. 201.

²⁾ Die Athembewegungen und ihre Beziehungen zum N. vagus. Berlin 1862.

getuigt, dat zij het voordeel biedt, van het dier zeer weinig te verwonden. Rosenthal zelf wendde voor demonstratie nog eene andere methode aan. Hij bracht, namelijk, een caoutchouc-zakje, met glazen buis en caoutchouc-buis voorzien, in de buikholte tusschen lever en diaphragma, en verbond hieraan eene fijne glazen buis. Was de geheele ruimte nu met een gekleurd vocht gevuld, dan kon men de bewegingen der in- en exspiratie in de buis herhaald zien. — Naar deze beide methoden kan men de bewegingen tevens gemakkelijk registreeren. Aan de in het diaphragma gestoken naald behoeft men slechts een draad te bevestigen, die, over een katrol loopende, een door een zwakke vederteruggehouden hefboompje opheft, dat met zijn uiteinde de bewegingen op een draaienden cylinder opteekent (Bron d g e e s t.) En om de op het caoutchouc-zakje uitgeoefend drukking zichtbaar te maken, behoeft men de buis slechts met het schrijftoestel van den cardiograaf te verbinden. Zeer nauwkeurig worden dan de drukingsveranderingen in de buikholte door het hefboompje van dien schrijf-toestel geregistreerd. Rosenthal schijnt dit te hebben voorbijgezien. Het komt mij althans voor, dat met het samengestelde werktuig, door hem geconstrueerd en onder den naam van *phrenograaf* beschreven, geene betere resultaten te verkrijgen zijn.

Aan Marey, die den sphygmograaf tot een even nauwkeurig als practisch bruikbaar werktuig wist te verheffen, hebben wij ook een voortreffelijke methode

tot het registreeren der ademhalings-bewegingen te danken, door hem *pneumographie* genaamd.

Zijn pneumograaf bestaat uit een *veerkrachtigen cylinder*, aan weerszijde door een metalen plaatje gesloten, elk plaatje voorzien met een haak, waaraan een band bevestigd wordt, die om de borst wordt toegebonden. Bij de inademing wordt die cylinder dus uitgerekt, om zich bij de uitademing weer te verkorten. Aan de eene zijde gaat nu verder van de holte van den cylinder een klein buisje uit, dat men door middel van een caoutchouc-buis met den bekenden schrijftoestel van den cardiograaf verbindt. De veerkrachtige cylinder bestaat uit eene lange spiraalsgewijs gewonden veer, door een koker van dun caoutchouc bekleed. De werking van het werktuig begrijpt zich nu van zelf. Bij de inademing, wanneer de ruimte van den veerkrachtigen cylinder toeneemt, wordt in den geheelen toestel de lucht verdund; en het hefboompje van den schrijftoestel moet bijgevolg dalen, om bij de daaropvolgende uitademing, terwijl de cylinder tot zijne vorige lengte terugkeert, weder te rijzen. — Aldus vinden wij den pneumograaf beschreven in het journal de l'anatomie et de la physiologie de l'homme et des animaux, in het Nummer van April 1865.

Een eerste voordeel van Marey's methode is, dat het onderzoek in iedere houding van het lichaam kan geschieden. Voorts heeft het werktuig eene groote mate van gevoeligheid en werkt zeer nauwkeurig. Marey vond

gelijke curven bij applicatie op de borst en op den buik: alleen vond hij de uitslagen bij applicatie op den buik iets sterker. Hij onderzocht verder, in hoever de bewegingscurven aan de verplaatste luchthoeveelheden beantwoorden. Te dien einde liet hij in- en uitademen in een groot reservoir van ongeveer 200 cub. decimeters inhoud, voorzien met twee openingen: aan de eene bevindt zich de mond; de andere, die veel kleiner is, communiceert met een schrijftoestel van den cardiograaf. Hij verkreeg aldus curven, geheel overeenkomstig met die der ademhalingsbewegingen, en trekt hieruit het besluit, dat de curven dezer laatsten de verplaatste luchthoeveelheden voldoende uitdrukken. Boven zagen wij, dat ook Vierordt tot hetzelfde besluit gekomen was, en konden ons niet onthouden omtrent de volkomen juistheid daarvan eenigen twijfel te opperen. Voor gewone ademhalingsbewegingen zullen evenwel de beide curven niet veel van elkander afwijken, en wij willen dus wel toegeven, dat de graphische methode binnen die grenzen, bij zekere omzichtigheid, kan worden aangewend tot bepaling der in- en uitgeademde lucht volumina, zooals door Marey wordt aangenomen.

Wat de curven betreft, wordt zoowel na de uitademing als na de inademing de pauze door Marey ontkend. De verhouding van den duur der in- en uitademing vindt Marey, evenals Vierordt, zeer verschillend. Bij de grootste celeriteit staan de gemiddelden voor

eene geheele minuut = 87:213; bij de geringste celeriteit = 148:152, gemiddeld voor eene reeks van proeven op 15 personen = 114:186, voor eene tweede reeks = 131:169. Daarentegen vindt hij veel meer gelijkheid dan Vierordt voor eene reeks van respiraties van dezelfde persoon, achtereenvolgens geregistreerd. — Marey onderzocht verder den invloed van vernauwing der luchtwegen, waarbij hij een kleiner aantal diepere ademhalingen en minder celeriteit aantrof; bij belemmering der respiratie vond hij de hartslagen frequenter.

B. *Eigen onderzoek.*

In de eerste plaats hebben wij de *methode van Marey* gebezigd. Omtrent de methode zelve viel weinig te onderzoeken. Wij hebben echter willen nagaan, in hoever de bewegingen van het hefboompje van den schrijftoestel geëvenredigd waren aan de uitrekking en inkrimping van den daarmede verbonden cylinder. Te dien einde werd de met een gewicht van 130 grammes gespannen cylinder verder uitgerekt door draaiing eener schroef van 0.725 mm. draad en bij iedere omdraaiing de stand van het hefboompje bepaald.

Aldus vonden wij:

I.	II.	III.	IV.
Schroefgang.	Rijzing van hefboompe.	Uittrekkende gewichten, in grammen.	Spanning der lucht, in mm. water.
0	0	130	— 0
1	11 mm.	192	— 6
2	22.7	254	— 11
3	33.6	317	— 17
4	40.2	384	— 26
5	58.1	540	— 35

In de derde kolom vindt men de gewichten opgeteekend, waardoor bij eene tweede bepaling gelijke uitrekking van den elastischen cylinder verkregen werd. In de vierde eindelijk is de spanning der lucht in den toestel aangegeven, zooals die werd gevonden bij verbinding van een manometer met de ruimte van den schrijftoestel, bij de corresponderende standen van het hefboompe. Deze bepalingen hebben natuurlijk geene absolute waarde. De ruimte van den cylinder, in verhouding tot de ruimte van den geheelen toestel, bepaalt den invloed der betrekkelijke uitrekking, en de meerdere of mindere weerstand van het met het hefboompe belaste elastische vlies der trommel van den cardiograaf is beslissend voor de spanning der lucht bij de verschillende standen van het hefboompe. De getallen geven evenwel eene voorstelling van de verhouding, waaronder wij onze proeven deden. Wat de nauwkeurigheid aangaat, waarmede de schrijftoestel van den cardiograaf registreert, deze is onlangs door

Prof. Donders ¹⁾ onderzocht, en voor niet al te snelle bewegingen alleszins voldoende bevonden. Zeker laat deze voor het registreeren der langzame respiratie van den mensch, bij het in acht nemen der aanbevolen voorzorgen, niets te wenschen over.

Het werktuig van Marey bleek nog aan eene onvolkomenheid te lijden. De cylinder wordt namelijk niet in de richting zijner as uitgerekt, en het gevolg hiervan is, dat de tegen de borst gekeerde vlakke van den cylinder onveranderd blijft en alléén de van de borst afgewende vlakke langer en korter wordt, terwijl de sluitende plaatjes aan de uiteinden eene divergeerende richting aannemen. Marey heeft daarom eene, voor zoover wij weten, nog niet beschreven wijziging aan zijn werktuig gebracht, en had de vriendelijkheid, daarvan een exemplaar aan het physiologisch laboratorium te zenden, zoodat ik gelegenheid had het te onderzoeken.

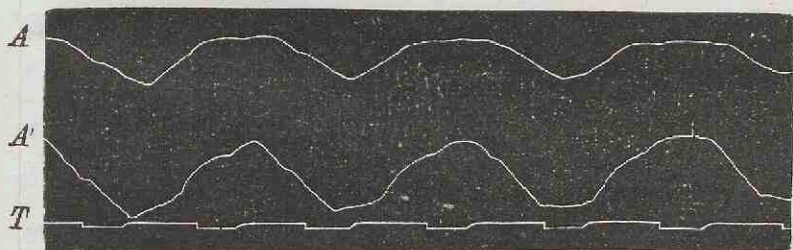
De veerkrachtige cylinder is daarbij uitgespannen tusschen twee horizontale staafjes, loodrecht staande op een langer staafje, dat dwars op de borst gelegd wordt. Midden tusschen de inhechting der beide korte staafjes, kan het langere in een scharnier doorbuigen, zoodat de twee korte naar voren divergeeren en de daartusschen uitgespannen elastische cylinder wordt uitgerekt. Aan de beide

¹⁾ Nederlandsch Archief voor Natuur- en Geneeskunde. D. III, 1^e stuk. 1867.

einden van het lange staafje worden nu de banden bevestigd, die om de borst worden geslagen en aan de voorzijde weder vastgemaakt. Zoodoende werken de banden direct op dit staafje en behoeven niet om de borstkas te verschuiven. Men begrijpt, dat op deze wijze schier alleen door vergrooting der sagittale middellijn van borst of buik het staafje gebogen en de elastische cylinder in de richting zijner as uitgerekt wordt. Die uitrekking is bij gelijke buiging des te sterker, hoe meer naar voren de elastische cylinder tusschen de twee divergeerende staafjes is uitgespannen: men kan dus door verschuiving der ringen, waarin de haakjes worden gehecht, de werking op den elastischen cylinder, en hiermede de gevoeligheid van het werktuig, regelen.

Wij hebben nu door middel van een elastischen cylinder, onmiddellijk om de borst gebonden, en van een' tweeden, met het beschreven scharnier-toestel voorzien,

Fig. 1.



met twee schrijftoestellen de bewegingen van den thorax tegelijk doen opschrijven. Fig. 1 geeft een voorbeeld van de aldus verkregen curven. A stelt de ademhalingsbeweging voor bij directe applicatie van den elastischen

cylinder; A' bij applicatie met den scharniertoestel; T is de tijd, waarbij de afstand van iedere daling der lijn tot de volgende daling = 2 secunden is. Bij vergelijking van A en A' springt terstond in het oog, dat op A' meer bijzonderheden zijn geregistreerd. Dit verschil is slechts ten deele afhankelijk van de plaats van aanwending op den thorax en van den schrijftoestel. Wij hebben, namelijk, bij onveranderde plaatsing der elastische cylinders, de schrijftoestellen verwisseld, en verder de cylinders verplaatst, zonder verandering der schrijftoestellen, en telkens hetzelfde verschil in meerderen of minderen graad teruggevonden. Alleen registreert de laatst ontvangen cylinder ook op zich zelve nauwkeuriger dan de eerste, die zonder scharnier-toestel was afgeleverd. Verder hebben wij op te merken, dat, om groote uitslagen te krijgen, de cylinder, zonder scharnier-toestel, stevig om de borst moet geboden worden, waardoor de ademhaling wel eenige belemmering ondervindt.

Wij zullen later zien, dat de bijzonderheden in A' met de hartslagen in verband staan.

In beide curven vertegenwoordigt het dalende gedeelte der lijn de inademing, het rijzende de uitademing. Is het om niets anders te doen, dan om de ademhalingsbewegingen te kennen, dan is het verkieslijk, eene plaats op te zoeken, waar het effect der hartslagen zich minder afteekent, bijv. de regio umbilicalis, misschien ook, een minder gevoelig toestel te gebruiken. Immers het punt

van dalen en rijzen der lijn is in A in het algemeen nog juister en zekerder te bepalen dan in A': de fijnere bijkomende golven van A' zijn daarbij storend.

Eene *tweede* door ons aangewende *methode* is eenvoudiger nog dan de beschrevene. Men heeft daarbij geen elastischen cylinder noodig, maar alléén den schrijftoestel van den cardiograaf en den cylinder, waarop hij registreert. Met den schrijftoestel communiceert een caoutchouc-buis. Brengt men aan deze een kleinen trechter en houdt men dien voor neus en mond, terwijl men ademt, dan ziet men het hefboompje van den schrijftoestel bij de inademing regelmatig dalen, bij de uitademing rijzen. Deze methode is in het physiologische laboratorinn alhier reeds vroeger aangewend, om bij prikkeling van den n. vagus, bij het registreeren der bewegingen van fontanellen, enz., tevens den rhythmus der ademhaling op te teekenen: de trechter wordt dan eenvoudig voor neus en mond van het dier neêrgelegd. Klaarblijkelijk neemt men hiermede iets anders waar dan met den pneumograaf van Marey. Marey's werktuig leert ons de bewegingen van den thorax kennen, het hier gebruikte de spanning der lucht, zoo als die bij den rhythmus der ademhaling gewijzigd wordt: het zou dus meer dan dat van Marey den naam van pneumograaf verdienen. Deze methode nu hebben wij ook op de ademhaling van den mensch aangewend.

Zij is voor velerlei wijzigingen vatbaar.

Vooreerst kan men een kleinen trechter, aan de caoutchoucuis van den schrijftoestel bevestigd, eenvoudig *voor den mond* houden. Men ademt dan door den mond, maar tevens door den neus. Het is ons namelijk gebleken, dat, wanneer men iemand zegt, door den mond te ademen, hij niet gewoon is, den neus daarbij af te sluiten. Aan het ademhalingsgeruisch zelf kan men hooren, of de neus is afgesloten: het geruisch krijgt dan het karakter eener vocaal, meestal van a, en men behoeft ook slechts bij het willekeurig ademen een fluisterend vocaal-geruisch voort te brengen, om onmiddellijk, als onwillekeurig, den neus af te sluiten. Blijft de weg naar den neus geopend, zoo als men natuurlijk ademt, dan heeft het ademhalingsgeruisch in de mondholte een onbestemd karakter. Wil men bij ademhaling langs de mondholte met afsluiting van den neus registreeren, dan doet men beter, den neus door een klem te sluiten dan met vocaal-geruisch te ademen, hetgeen lichtelijk iets gedwongens krijgt.

Ten tweede kan men den schrijftoestel *met den neus* verbinden, en wel op verschillende wijzen. Men kan, namelijk, de veerkrachtige buis met een dop voorzien, die om den neus past, of wel in het eene neusgat de elastische buis met een doorboorden stop bevestigen, terwijl gelijktijdig door den mond en het andere neusgat geademd wordt. Eindelijk kan men den mond hierbij gesloten houden en slechts door het eene neusgat ademen.

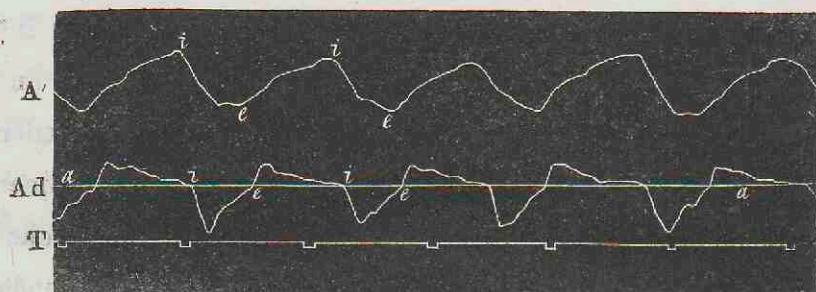
Voldoende curven nu verkrijgt men met den trechter voor den mond, terwijl men door mond en neus ademt, en evenzeer met den dop om den neus of een stop in het eene neusgat bij ademing door den mond. Bij ademen door een enkel neusgat en een stop in het andere, wordt bij vele menschen de ademhaling minder zuiver en vrij, en worden de uitslagen te groot. Meer voldoende is het resultaat, wanneer een *dun* caoutchouc-buisje in het eene neusgat wordt gebracht en zoodoende bij sluiting van den mond nog door beide kan geademd worden.

Van al de hier aangegevene methoden hebben wij talrijke curven gemaakt, bij verschillende personen. Het zal echter voldoende zijn, hiervan enkele op te nemen, — in verband met de gelijktijdig naar de methode van Marey verkregene, opdat de uitkomsten van beide methoden onmiddellijk met elkander zouden kunnen worden vergeleken.

In fig. 2 en 3 is A' door den cylinder met het scharnier-toestel verkregen; Ad (fig. 2) is de curve der ademhalingsdrukking met mondtrechter, bij ademhaling door neus en mond verkregen. A'd (fig. 3) de ademhalingsdrukking bij een stop in het ééne neusgat en ademen door het andere en den mond; T is weder de tijd, in perioden van 2 seconden afgebeeld. In A' is het begin der inspiratie *i* en van expiratie *e*, wegens de kleine van het hart afhankelijke bewegingen, die de curven van iedere

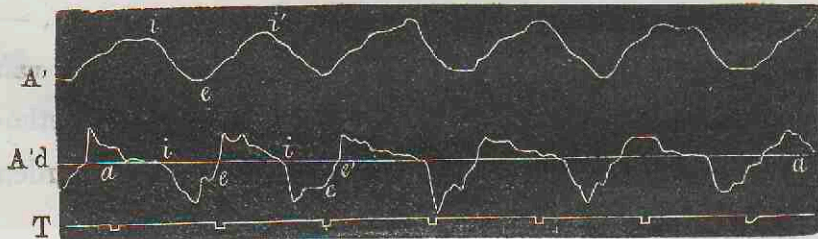
periode ook eenigszins verschillend maken, niet volkomen zeker te zien. Scherper en in allen deele belangrijker

Fig. 2.



is Ad van fig. 2. Hier beginnen inspiratie en expiratie in *i* en *e*, juist op de lijn *a a*, die als abscisse de curve snijdt. Deze abscisse is getrokken buiten den invloed der

Fig. 3.



respiratie, dus bij 0 drukking. Zoolang de curve boven deze abscisse is, duurt de uitademing voort en is de drukking positief, d. i. van *e* tot *i*; zoolang ze onder de abscisse is, duurt de inademing en is de drukking negatief. Uit het snelle dalen der lijn bij *i* en het snelle stijgen bij *e* blijkt, dat zoowel de negatieve als de positieve drukking spoedig haar maximum bereiken, van waar zij naar de abscisse respectievelijk weder rijzen en dalen, om deze te bereiken, wanneer de drukking weder

o is, dat is onmiddellijk vóór den aanvang der inspiratie en der exspiratie.

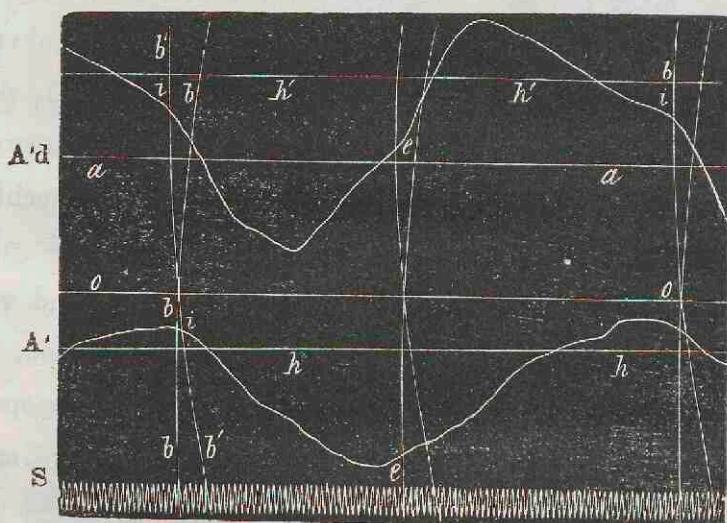
Niet altijd echter vangen in- en uitademing zoo volkomen op de abscisse aan. In fig. 3 bijv. is de aanvang der inspiratie in het algemeen scherp te zien op de abscisse, maar ten aanzien der exspiratie zou men kunnen twifelen, of men ze in e of in e' zoeken moet. Voor een deel ontstaat die onzekerheid wel uit de complicatie der bijkomende polsgolven, die zich ook bij het registreeren der luchtdrukking laten gevoelen; voor een deel echter kan ook de oorzaak liggen in den schrijftoestel, die niet geheel zonder wrijving werkt en daarom den stand van o drukking niet zoo onmiddellijk juist zal aannemen.

Uit de curven leert men verder, dat de negatieve spanning, bij inademing, de positieve bij uitademing vrij aanzienlijk overtreft.

A' en Ad alsmede A' en $A'd$ zijn geheel in overeenstemming met elkander. Men ziet, namelijk, dat in A' de inspiratie eene naar boven holle, de exspiratie ook weldra eene holle curve geeft, waaruit blijkt, dat de eerste reeds bij den aanvang, de laatste ook al spoedig met de grootste sneltheid plaats grijpt, en zoo bereiken de positieve en negatieve drukking in Ad en vooral in $A'd$ schier aanstonds hun maximum, om, in overeenstemming met de verlangzaamde beweging, weder af te nemen en aan het einde zoowel van in- als van uitademing de abscissen van o drukking te bereiken.

Wij laten hier nog eene figuur volgen, die, wegens de grootere uitslagen, geschikt is, aan te toonen, hoe wij de corresponderende punten der twee gelijktijdig geregistreerde curven gevonden hebben. In deze figuur 4 heb-

Fig. 4.



ben A', A'd en *aa* weder dezelfde beteekenis als in fig. 3. In S vindt men de golven eener stemvork van 3.6 trillingen in de secunde, die hier de plaats der dubbele seconden van fig. 3 innemen. De stemvork konden wij hier gebruiken, omdat wij den cylinder sneller lieten draaien. Grootere uitslagen van Ad verkrijgt men door wijziging van den schrijftoestel, door, namelijk, het hefboompje dichter bij de as op de kam der trommel te doen rusten, — van A' daarenboven, door de ringen, waaraan de haken van den veerkrachtigen cylinder bevestigd zijn, meer naar voren te verschuiven (vergelijk blz. 12). In A' is

het begin van inspiratie i altijd duidelijk te zien, het begin van exspiratie e daarentegen minder scherp. Omgekeerd is in $A'd$ de aanvang der exspiratie e doorgaans scherp genoeg te zien, in Ad daarentegen twijfelachtig. Nu is bij den aanvang der curve met elk der beide schrijftoestellen: terwijl de cylinder in rust was, een boog getrokken, en waar de beide bogen elkander overkruisen, de abscis oo . Wil men nu het corresponderende (isochrone) punt van de curve A' op de andere $A'd$ vinden, zoo trekt men door het punt een boog bb door oo , met een straal, gelijk aan de lengte van het schrijvende hefboompje, en trekt door hetzelfde punt van oo een tweeden boog $b'b'$, loopende door de andere curve Ad . De middelpunten, waaruit men deze bogen trekt, moeten ter hoogte der assen van de beide hefboompjes gelegen zijn, het eene op de lijn $h'h'$ het andere op hh . Zoo blijkt, dat de punten i en i alsmede e en e van A' en Ad isochroon zijn.

In betrekking tot Ad valt hier verder op te merken, dat de positieve uitademingsdrukking zeker niet kleiner, misschien grooter is dan de negatieve inademingsdrukking, en dat de inademing telkens begint, vóór nog de abscisse van o drukking is bereikt.

Zulke verschillen zijn deels van het individu, deels van kleine modificatien der methode afhankelijk.

Wij hebben verder slechts weinig toe te voegen. *Het algemeene resultaat is, dat, zoo als ook Marey verklaarde, eene eigenlijke pauze, een volkomen stilstand, nergens wordt*

gezien. Tegen het einde geschiedt de uitademing wel hoogst langzaam, maar schier altijd ziet men de lijn nog stijgen, of vrij plotseling de inspiratie invalt, schier onmiddellijk met haar maximum van snelheid. Na de inspiratie kan volstrekt van geen pauze sprake zijn: zij gaat schier ongemerkt in de uitademing over, die even langzaam begint, als de inademing eindigt. De celeriteit loopt te veel uiteen om groote waarde te kunnen hechten aan talrijke bepalingen, waartoe overigens curven als fig. 2, waar in- en uitademing telkens op de abscisse beginnen, zich zeer gemakkelijk leenen. Het zou nog wel der moeite waard zijn, onder verschillende omstandigheden, na rust en na inspanning, bij slapen en bij waken, bij ledige en gevulde maag, enz., die celeriteit, te gelijk met de grootte van in- en uitademing, door pneumographie te bepalen. Dit lag voor het oogenblik buiten ons doel.

II.

HET REGISTREEREN VAN DEN POLS.

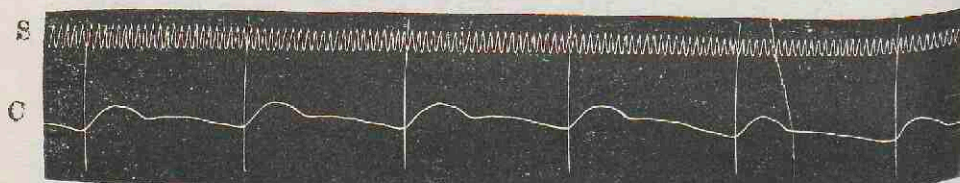
Om den invloed der ademhalingsphasen op den duur der hartsperioden te leeren kennen, wordt met die bewegingen tevens de hartslag of wel de pols geregistreerd. Den hartslag te registreeren heeft eenige zwaarigheid. Vooreerst is het bij vele personen moeilijk, ook naar de beste methoden, den aanvang of een corres-

pondeerend deel eener reeks van hartstooten bij de verschillende phasen der ademhaling stellig te herkennen. Ten anderen beperkt ons het aanleggen van den stethoscoop in de keuze der plaats voor den pneumograaf. Gemakkelijk nu zouden wij met den sphygmograaf den pols der art. radialis kunnen opschrijven; doch de sphygmograaf is weinig geschikt, om de curve op den cylinder van het kymographion te schrijven, en terwijl voor de ademhalingsbewegingen de schrijftoestel van den cardiograaf wordt gebezigd, is het verkieslijk, een gelijken toestel, die ook gelijke vertraging geeft, voor den pols aan te wenden. Het groote voordeel der trommels en schrijftoestellen van den cardiograaf is, zooals men weet, dat men daarmede zoo gemakkelijk verschillende bewegingen gelijktijdig onder elkander kan doen opschrijven. Het meest geschikt nu vonden wij de arteria carotis. Zij teekent haren pols voldoende op bij applicatie van den stethoscoop van König, op gelijke wijze als de hartstoot door Marey verkregen werd. Maar volkomener curven nog verkrijgt men bij de toepassing eener wijziging der oorspronkelijke methode van Bouisson. Men neme een horologie-glas, doorbore het in het midden, bevestigte met gesmolten gutta percha in de opening een glazen buisje, sla hieromheen een caoutchouc-buis, die naar den schrijftoestel van den cardiograaf geleidt, en kleve over den geheelen rand van het horologie-glas een buigzamen caoutchouc-zoom, die bij zachte drukking op de

huid goed afsluit. Drukt men nu dat horologie-glas ter zijde tegen het onderste gedeelte van den larynx of de luchtpijp, dan worden de slagen der carotis geregistreerd, zooals onderstaande figuren 5 en 6 aangeven.

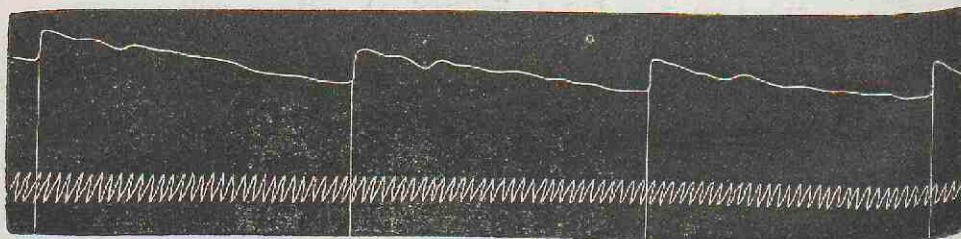
Op zich zelve zijn deze curven, die altijd een duidelijk dirotisme (fig. 5), soms een tricrotisme (fig. 6) vertoonen, belangrijk genoeg. Maar voor ons doel hebben wij slechts te doen opmerken, dat de aanvang van iederen polsslag scherp te herkennen is. Dit immers is voldoende,

Fig. 5.



om den duur van iedere hartsperiode nauwkeurig te meten, en dus te zien, of de phasen eener ademhaling daarop invloed hebben.

Fig. 6.



Enkele malen hebben wij, in weerwil der bovengenoemde bezwaren, ook den hartslag doen opschrijven. Wij zullen later zien, dat het a priori niet onverschillig kon worden gedacht, of men de art. carotis dan wel den

den hartslag registreert: met den hartslag registreert men den aanvang der samentrekking, met de carotis de aankomst der bloedgolf, en het was de vraag, of bij de verschillende phasen eener ademhaling de valvulae semilunares even lang na het begin der samentrekking geopend worden.

III.

INVLOED DER ADEMHALINGS-PHASEN OP DEN DUUR DER PERIODEN VAN HET HART.

A. *Methoden en resultaten van anderen.*

De invloed der ademhaling op den pols is veelvuldig onderzocht. Dat onderzoek geldt echter vooral de gevolgen van diepe in- en uitademing en van verhoogde drukking. Zoo had Joh. Müller ¹⁾ bij zich zelve waargenomen, dat bij eene diepe aangehoudene inspiratie de pols geheel verdwijnt, hetgeen hij later ²⁾ aan drukking der art. subclavia door de opgestegene eerste rib toeschreef. Terzelfder plaatse uitte Frey het vermoeden, dat hierbij directe zenuwinvloed op het hart in het spel is.

Intusschen had Prof. Donders ³⁾ aangetoond, dat

¹⁾ Handbuch der Physiologie. B. 1 S. 198.

²⁾ Archiv f. Anat. etc. 1845 S. 222.

³⁾ Nederl. Lancet D. V. bl. 354.

zoowel bij verminderde als vermeerderde ademhalingsdrukking de werking van het hart belemmerd is, en Weber vond, dat door sterke uitademingsdrukking het hart geheel tot stilstand kan worden gebragt. Tevens ontkende Weber den invloed van verminderde drukking, ook bij diepe lang voortgezette inademing; maar die invloed was door Prof. Donders, naar wiens opmerking de sterk uitgezette longen een gedeelte der luchtdrukking torschen reeds in vele gevallen ontwijfelbaar bewezen, en Marey ¹⁾ beeldt eene polscurve van Chauveau af, waarbij, onder den invloed eener diepe inademing, de pols plotseling ophoudt, als door prikkeling van den n. vagus. Veel minder nauwkeurig is de invloed der normale ademhaling, in hare verschillende phasen, waarmede wij ons hoofdzakelijk zullen bezig houden, tot dus verre onderzocht. In zijn belangrijk artikel over pneumographie wijdt Marey een paragraaf aan het „Rapport de fréquence des battements du coeur avec la respiration”; maar hierin wordt alleen het verband tusschen de frequentie der ademhaling en der hartslagen, — niet de invloed der verschillende phasen, nagegaan. Vroeger had hij daarentegen dien invloed met den sphygmograaf onderzocht, en ook werkelijk, althans bij tamelijk diepe in- en exspiratie en bij belemmering in den doorgang der lucht, een invloed herkend. Of de gang van den sphygmograaf echter

¹⁾ Physiologie médicale de la circulation du sang. Paris 1865. p. 231.

regelmatig genoeg is, om daarmede ook den invloed eener normale ademhaling te constateeren, moeten wij betwijfelen. — Ook de methoden, door Vierordt aangewend ¹⁾ zijn zeker niet boven bedenking verheven. Hij voorzag, den cylinder van een zeker aantal lijnen, op gelijke afstanden van elkander, en maakte, bij het draaien van den cylinder, voor elken doorgang van het penseel tusschen twee lijnen eene ademhaling. Zoo was de rhytmus willekeurig en dus zeker niet ongedwongen. Om den invloed sterker te doen uitkomen, ademde hij ook opzettelijk sterker in en uit. Vierordt erkent te dezer plaatse, dat het wenschelijk zou geweest zijn, met de polsslagen tevens de vrije ademhaling te registreeren, en geeft zijn leedwezen te kennen, dat dit niet geschied was. Intusschen onthoudt hij ons de door hem verkregen resultaten niet. Vooreerst vond hij den inspiratie-pols iets langer dan den expiratie-pols in de verhouding van 1000:987. Bij snelle ademtochten verdwijnt dit verschil bijna geheel en vond hij ook wel het tegengestelde; bij langzame kwam het duidelijker te voorschijn, en wel in de verhouding van 100:98. Het verschil zou bestaan tusschen de eerste helften der in- en expiratie: tusschen de tweede helft der inspiratie en de eerste der expiratie zou geen verschil in den duur

¹⁾ Die Lehre vom Arterienpuls 1845. s. 190.

van den pols voorkomen. Bij de onvolkomenheid van den sphygmograaf van Vierordt, moet het moeielijk geweest zijn, zoo kleine verschillen met zekerheid vast te stellen. In elk geval strekt het onderzoek zich niet over de normale vrije ademhaling uit. Vierordt herinnert ons echter nog, dat Ludwig met den haemodynamometer bij honden den expiratie-pols dikwijls veel korter vond dan den inspiratiepols, en voegt daarbij, dat hij zelf curven verkregen heeft, die nog grootere afwijkingen vertoonen dan de door Ludwig gevondene.

Men ziet uit dit alles, dat de methoden gebrekkig, het onderzoek schraal en de uitkomsten onzeker gebleven zijn. — Wat de overige eigenschappen van den pols betreft, schijnen mij de daarvan gevonden wijzigingen, onder den invloed der ademhaling, zeker niet meer vertrouwen te verdienen dan die der frequentie. Dit geldt vooral de celeriteit, die Vierordt met zijn werktuig van groote inertie niet vinden kon, en de grootte der polsslagen, waarvoor ook de sphygmograaf van Marey niet beslissend is. Alléén is het bekend, en wel door onderzoekingen met den haemodynamometer, dat de bloedsdrukking in de slagaderen bij de uitademing toeneemt, bij de inademing afneemt. De sphygmograaf geeft ook te dien aanzien zeer onzekere uitkomsten, en bij sterke in- en uitademing, bij ademhalingsdrukking, bij hoest en in het algemeen bij inspanning, beproefde Prof. Donders te vergeefs de wijzigingen in de grootte van den pols en de bloeds-

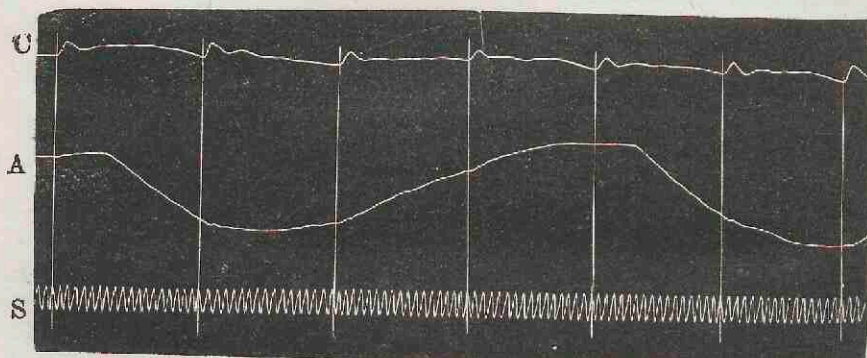
drukking in de slagaderen met den sphygmograaf te bepalen: altijd deelde zich daarbij de geforceerde spierwerking meer of minder aan de spieren van den arm, en zoodoende aan de veer van den sphygmograaf mede, en wel in die mate, dat men over het aandeel der slagader in de gewijzigde curve niet kon oordeelen. Dit heeft ons ten aanzien der door Marey voor die gevallen met den sphygmograaf verkregen curven zeer sceptisch gemaakt. Wegens de onzekerheid der resultaten, ook bij het gebruik van den cardiograaf, hebben wij ons bij ons onderzoek hoofdzakelijk bepaald tot den duur der hartsperioden, die men met voldoende nauwkeurigheid op de curven kan aflezen.

B. *Eigen onderzoek.*

Om den duur der hartsperioden, in verband met de phasen van iedere ademhaling, te leeren kennen, hebben wij de methode gebezigd, die Vierordt als wenschelijk had erkend, en die Marey had in praktijk gebracht, zonder ze aan het vraagpunt, dat wij ons stelden, dienstbaar te maken. Wij bezigden, namelijk, twee schrijftoestellen van den cardiograaf en registreerden daarmede gelijktijdig, juist boven elkander, de ademhalingsbewegingen, naar een der vermelde methoden, en de polsslagen der art. carotis of de hartslagen. Naar goedvinden wijzigden wij de snelheid van den draaienden cylinder en namen voor iedere

proef eene geheele wenteling. Aangezien de beweging gedurende eene wenteling niet gelijkmatig genoeg was, om den duur van iedere periode uit hare lengte op de curve eenvoudig af te leiden, lieten wij te gelijkertijd een stemvork van 34.6 trillingen in de secunde zijne golven opschrijven. Wij verkregen zodoende figuren als de onderstaande fig. 7: C is de curve der art. carotis, A die der ademhaling, S die van den stemvork.

Fig. 7.



Om nu den invloed der ademhaling op den duur der perioden te leeren kennen, werden rechte lijnen (zoo noodig ook bogen) neêrgelaten uit de punten van stijging van C op S, en het aantal trillingen in tienden eener trilling, dat is in 356sten van secunden afgelezen. De aldus verkregen tijden voor iederen polsslag werden nu, als zoovele ordinaten, op een abscis getrokken (zie plaat I, fig. 1, t_1 , t_2 , en t_3 , en volgende figuren.) Zoo vertegenwoordigt de lijn Pd den duur der op elkander volgende hartsperioden, welke duur uit het aantal trillingen, vóór de lijn op de plaat aangegeven, kan worden afgelezen. Onder de

curve Bd werd vervolgens de den pols vergezellende ademhalingscurve A eenvoudig gecopiëerd. De ademhalingscurve werd zoo getrokken, dat de ordinaten van den polsduur (plaat I fig. 1, t_1 , t_2 , t_3 enz.) aan het midden van den tijd tusschen twee polsslagen op de ademhalingscurve beantwoordden. Op A zijn dus 1, 2, 3, enz. de momenten der polsslagen, en t_1 is het tijdsverloop tusschen polsslag 1 en 2, t_2 tusschen polsslag 2 en 3, t_3 tusschen polsslag 3 en 4.

Een enkele blik op plaat I doet nu het verband tusschen de phasen der ademhaling en den duur der hartspierperioden uitkomen. De beide curven stijgen en dalen namelijk ongeveer gelijktijdig. Dit leert ons, dat in het algemeen bij het begin der inademing de polsslag het langst, bij het begin der uitademing het kortst duurt. Het regelmatigst zijn fig. 2 en 3, van mij zelven afkomstig. Telkens valt hier de langste polsduur l , l' , l'' bij het begin der inademing, en de kortste k k' bij het begin der uitademing. Er komen evenwel nog onregelmatigheden voor. Zoo zou in fig. 2, k^o de kortste moeten zijn en niet k' , waardoor ook de onregelmatigheid in de curve Pd zou wegvallen. — Minder regelmatig is fig. 1, van Dr. E. afkomstig. Blijkbaar staat die onregelmatigheid echter in verband met het ongelijk ademen. Intusschen vallen l , l' en l'' altijd nog in het begin der inademing en liggen k , k' , k'' en k''' in de uitademingsphase. — Fig. 4, van Prof. D. afkomstig, onderscheidt zich daar-

door, dat 1, 1' en 1'', die zich op A respectievelijk tusschen 3 en 4, tusschen 8 en 9 en tusschen 13 en 14 uitstrekken, allen reeds vóór de inademing liggen, en hetzelfde gold van eenige andere figuren, van Prof. D. afkomstig.

Het verschil in duur der polsslagen, voor dezelfde persoon in dezelfde reeks, is vrij aanzienlijk.

Wij vinden voor de gewone ademhaling, in trillingen:

	Maximum.	Minimum.	Verschll.	Verhouding. 100:
Fig. 1,	27.7	23.2	4.5	119.4
" 2,	28.9	24.8	4.1	116.5
" 3,	27.	24.	3.	112.5
" 4,	35.9	32.6	3.3	110.1

Voor de verschillende fasen eener enkele ademhaling werden minder groote, doch nog altijd vrij aanzienlijke verschillen tusschen de corresponderende hartslagen gevonden.

Gemiddeld vonden wij voor de respiratie-perioden eener zelfde serie:

	Maximum.	Minimum.	Verschil.	Verhouding 100:
bij Prof. D.	34.75	32.85	1.90	105.8
" Dr. E.	26.76	24.72	2.04	108.2
" mij zelven	28.36	25.7	2.66	110.3
	26.4	23.2	3.2	113.8

Wij moeten echter opmerken, dat de verschillen hier wel iets grooter zijn dan bij sommige andere personen, waarvan wij ook de curven genomen en uitgeteld hebben.

Reeds vóór wij onze onderzoekingen begonnen, waren

door Prof. Donders curven gemaakt van het hart van het konijn, en wel door middel eener in het hart gestoken naald, waaraan een draad was bevestigd, die, over een katrol loopende, een licht veeren hefboomje deed op en neêr gaan. In de curve der hartslagen was tevens die der ademhaling te zien. Wij constateerden op deze curve eenen zeer geringen, maar toch ontwijfelbaren invloed der ademhaling op den duur der hartsperioden, die bij de inademing iets langer waren dan bij de uitademing. Op den hond hoopten wij door applicatie van den pneumograaf en van den cardiograaf hartslagen en ademhaling beide te registreeren; maar onze pogingen mislukten, zoowel op het gebondene als op het vrij staande dier misschien wegens groote onhandelbaarheid: gebrek aan tijd verbood ons deze proeven langer voort te zetten.

Uit het medegedeelde volgt ontwijfelbaar, dat de phasen der gewone ademhaling den duur der hartsperioden bij den mensch reeds wijzigen. Zijn er andere bronnen van onregelmatigheid in het spel, dan kan bij de beschouwing der getallen, die men bij het uittellen der trillingen voor iedere periode verkregen heeft, die invloed nog verborgen blijven; maar de twijfel wijkt, zoodra wij die getallen tot ordinaten maken van eene curve en dan de ademhalingcurve er onder plaatsen, zooals op plaat I geschied is.

Op onderscheidene plaatsen, onder anderen bij Vierordt en Marey, vindt men vermeld, dat de invloed der ademhaling, nauwlijks merkbaar in den normalen

toestand, bij diepere en minder frequente ademtochten, duidelijker te voorschijn komt. Wij hebben hierover slechts weinig proeven genomen. Eene enkele curve, bij het ademen van Prof. D. verkregen, deelen wij mede op plaat II, fig. 5. Opmerkelijk is het, dat hier de gang van den duur der hartsperioden eene dubbele kromming vertoont tegenover één ademtocht, en dat de langste periode reeds bij de uitademing voorkomt, om bij het begin der inademing door eene betrekkelijk kleine verlenging van duur gevolgd te worden. Wij hebben van zoodanige verschuiving der langste en kortste perioden bij diepe in- en uitademing meer voorbeelden gezien, durven echter niet beweren, dat dit regel is.

Ofschoon het niet in onze bedoeling lag, ook voor de willekeurige wijzigingen der ademhaling den invloed op den polsduur te onderzoeken, hebben wij in 8 gevallen na een paar gewone ademtochten zeer diep en aanhoudend laten in- of uitademen, en de in- of uitademing 15 of 20 polsslagen laten aanhouden. Het resultaat was 7malen hetzelfde: bij de sterke inademing ontstond aanvankelijk eene aanzienlijke vertraging der hartslagen, om echter onder het aanhouden al weder voor kortere perioden plaats te maken, terwijl voor diepe en aanhoudende uitademing in allen deele het tegengestelde werd gevonden. Eénmaal echter gaf ook eene diepe uitademing vertraging.

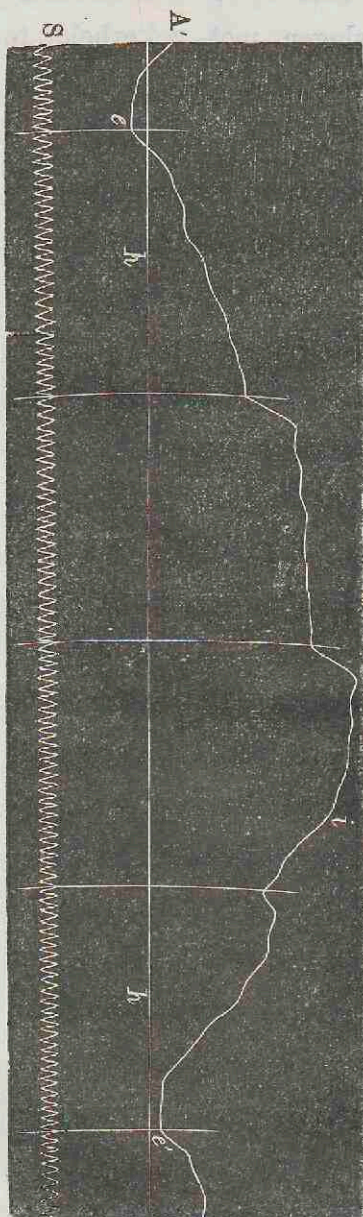
Wij zouden gaarne de diepe uit- en inademing met de vergezellende positieve en negatieve drukking tot in het

uiterste gedreven en onderzocht hebben, in hoever daarbij de hartslagen geheel tot stilstand worden gebracht. Maar het bleek onmogelijk te zijn, alsdan hetzij van het hart, hetzij van de art. carotis de slagen met zekerheid te registreeren: — de door ons gebezigde methoden zijn voor dat doel niet aanwendbaar.

Lang was het bekend, dat men bij het registreeren der hartslagen, hetzij onmiddellijk van het hart, hetzij van de slagaderen, in het op- en neergaan der totale lijnen met hare kleine golven tevens den rhythmus der respiratie verkrijgt. Wij hebben nu gevonden, dat men, omgekeerd, in de curve der ademhalingsbewegingen, onder zekere omstandigheden ook de polsslagen duidelijk ziet. Het verschijnsel was Marey niet geheel ontgaan, en men vindt het meer of minder in fig. 13 op bladz. 41 zijner verhandeling over pneumographie aangeduid. Hij bepaalt zich tot de opmerking: „dans la figure 13 on remarque „des dentelures nombreuses, surtout pendant la période „d'expiration. Des saccades de la courbe sont produites „par l'ébranlement que les battements du coeur amènent „dans les parois du thorax et de l'abdomen,” — woorden, die men in eene noot vindt toegevoegd. Wij hebben het verschijnsel in sommige gevallen zoo sterk uitgedrukt gevonden, dat het geheel overbodig scheen, den pols afzonderlijk te registreeren. Fig. 8 geeft hiervan een voorbeeld: zij stelt eene enkele ademhaling voor; bij e en e' begint de exspiratie, bij i de inspiratie. Zooals

men ziet, beantwoorden aan deze ademhaling 4 pols-
slagen.

Fig. 8.

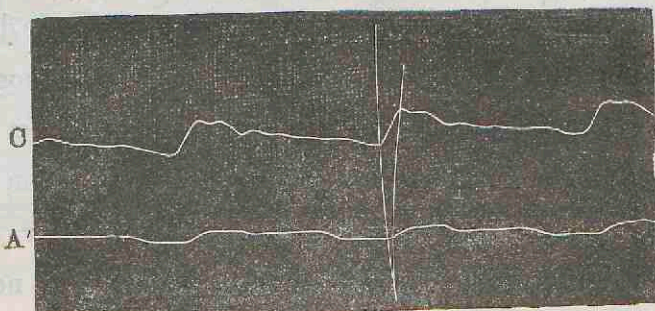


Vooreerst hebben wij nu onderzocht, op welke gedeelten van borst en buik het verschijnsel zich het duidelijkst vertoont. Daarbij is gebleken, dat de uitgebreidheid der ademhalingsbewegingen, bij den man, van boven tot in de hartstreek een weinig toeneemt, vervolgens wel iets vermindert, om toch een weinig boven den navel de grootste excursies te hebben, die lager aan den buik weer allengs kleiner en boven de regio pubis schier onzichtbaar worden. Boven aan de borst nu wordt in deze curve de hartswerking reeds herkend; maar het sterkst komt zij uit in de hartstreek, om in de meeste gevallen aan den buik weer te verdwijnen.

In den regel begint de polsbeweging der respiratie-curve met eene vrij snelle rijzing, enkele malen met eene daling, waarna dikwijls nauwelijks rijzing te zien is. Begint de polscurve met eene daling, dan valt deze juist vóór de contractie van het hart, op het oogenblik dus, dat

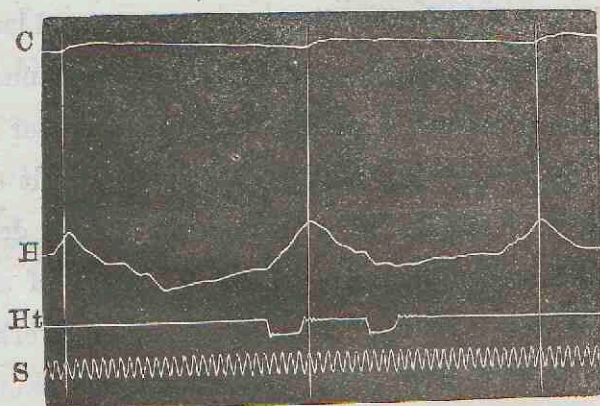
de grootste hoeveelheid bloed in den thorax voorhanden is. Het begin eener rijzing valt daarentegen volkomen samen met den slag der art. carotis (fig. 9), die op hare beurt

Fig. 9.



samenvalt met het maximum van rijzing bij den harts-
slag (verg. fig. 10 H). Kort voor dit maximum hebben zich de
valvulae semilunares geopend en treedt de bloedgolf in

Fig. 10.

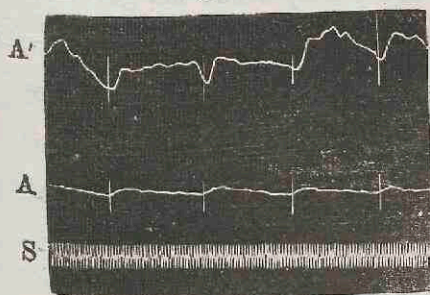


de art. aorta, om al zeer spoedig de art. carotis te be-
reiken, welker slag nu met het maximum der harts-
werking samenvalt. Het stijgen nu der lijn is verminde-
ring van den omvang der borstkas. De hypothese, dat
het uittreden eener bloedgolf uit de borst, zonder even

snelle aanvulling door aderlijk bloed, tot die stijging aanleiding geeft, ligt voor de hand. Bevestigd wordt deze hypothese, door het telkens gebleken stellige feit, dat de verheffing niet coincideert met den hartsslag, die ongeveer $\frac{1}{12}$ secunde vroeger invalt, zoodat de directe inwerking van het hart is uitgesloten: fig. 9 moge dit verzinnelijken. — Is de hypothese juist, dan moet het effect der hartslagen niet slechts bij applicatie van den elastischen cylinder om den thorax, maar evenzeer in de luchtsdrukking langs neus of mond zijn waar te nemen. En werkelijk is ook dit het geval. De oorzaak hiervan ligt echter niet in den neus of in den mond; want sluit men, door een vocaal fluisterend voort te brengen of door een mondstelling, om de letter p uit te spreken, den neus van de longen af, dan verdwijnt het verschijnsel langs den neus, — zooals het langs den mond verdwijnt, wanneer men de glottis sluit of een mondstelling aanneemt voor het uitspreken der letter k. De polsbeweging wordt dus uit de luchtwegen aan de lucht in den neus en in den mond medegedeeld. Het was nu verder de vraag, of aan het rijzen der curve, bij applicatie op den thorax verkregen, het dalen der curve in de ademhalingsdrukking zou beantwoorden. Men had recht dit te onderstellen. Immers, indien de thorax, bij het uitreden der bloedgolf uit zijne holte, een weinig inzinkt, en daardoor de curve plaatselijk doet rijzen, zou tevens de lucht een weinig opgezogen en dus langs neus en mond eene daling gere-

gistreerd moeten worden. En toch is dit niet het geval. Wel ontstaat de rijzing, in de thorax-curve ongeveer $\frac{1}{2}$,

Fig. 11.



secunde vroeger, zooals op fig. 11, die bij ingehouden adem verkregen werd, te zien is; maar een dalen juist tegenover het rijzen, zooals wij hadden gemeend te mogen verwachten, bestaat

niet. Hierdoor is onze hypothese zeer waggelend geworden, en wij achten een nader onderzoek der quaestie noodzakelijk.

Nu de invloed van de phasen der ademhaling op den duur der vergezellende hartsperioden buiten twijfel is gesteld, hebben wij te vragen naar de oorzaak van dit verschijnsel. Verschillende hypothesen kunnen hieromtrent worden geopperd. Vooreerst komt de drukking, waaronder het hart bij in- en uitademing staat, in aanmerking. Op dit verschil van drukking, en meer nog op datgene wat van de meer of minder uitgezette longen afhankelijk is, heeft Prof. Donders vóór vele jaren opmerkzaam gemaakt, en hij was geneigd eene door positieve drukking belemmerde uitzetting en eene door negatieve drukking belemmerde samentrekking als den grond van stoornis der hartswerking op te vatten. Thans echter ziet hij meer bezwaar in deze direct mechanische

verklaring. Ook voor den door ons gevonden invloed van het normale ademen schijnt ze hem minder aanneemelijk. Vooreerst is de duur der hartsperiode het grootst, vóór nog de negatieve drukking op het hart haar maximum heeft bereikt; en ten anderen, kan men die negatieve drukking toch niet anders opvatten dan als een grooteren last, dien het hart zou hebben te overwinnen, waaruit niet wel een later begin der hartswerking, maar alleen een langere duur zou te wachten zijn, alvorens de kracht van het hart toereikend ware om de valvulae semilunares te openen. Maar ook hierop heeft, zooals nauwkeurige metingen van het tijdsverloop tusschen den aanvang van de geregistreerde hartstooten en van den pols der art. carotis op talrijke curven ons geleerd hebben, de adembalingsphase geen invloed. Wij hebben die tijdsverschillen, alsmede de hoogst geringe afwijkingen tusschen de toppen der hartstooten en den aanvang der carotis-slagen, in curven gebracht, op gelijke wijze als den duur der hartsperioden op plaat I en plaat II, en de adembalingscurve mede daaronder geteekend, waarbij het verband, indien het bestond, stellig zou zijn te voorschijn gekomen; maar er bleek niets van hoegenaamd.

Eene tweede verklaringwijze zou in den meer of minder ruimen en gemakkelijken toevoer van bloed naar het hart, en dus middellijk in de drukkingverhouding binnen den thorax buiten de longen, kunnen gevonden worden. Deze toevoer is zeker niet zonder invloed; maar

de wijze van werking is zoo gecompliceerd en de toevoer én uit de longen én van buiten de borstkas, bij de verschillende phasen der ademhaling is zoo moeilijk te berekenen, dat wij van eene nadere toetsing dier hypothesen moeten afzien.

Een derde hypothese onderstelt eene onmiddellijke tuschenkomst van het zenuwstelsel. Hierbij wordt het mechanisme nog veel gecompliceerder. Vooreerst weten wij, dat centrale prikkeling van den n. vagus de perioden verlengt, en het mag thans wel bewezen heeten, dat ook uit het centraal-zenuwstelsel vezelen voortkomen, wier prikkeling deels direct, deels indirect, als vasomotorische zenuwen, den duur der hartsperioden verkorten. Beide kunnen hierbij in het spel zijn. Daarenboven kan in synergie der innervatie van het hart en de ademhalingsbewegingen een grond gelegen zijn, of wel het mechanisme der ademhaling wijzigt alléén het bloedgehalte der medulla oblongata¹⁾, waardoor de ademhaling indirect op de innervatie van het hart zou kunnen werken. Voor het eerste pleit, dat, bij geopende bostkas, zoolang de kunstmatige ademhaling wordt voortgezet, de hartslagen regelmatig volgen; maar bij het ophouden der kunstmatige ademhaling, reeds na eenige seconden, juist wanneer zich automatische ademhalingsbewegingen ontwikkelen, zeer vertraagd worden, niettegen-

¹⁾ Vergelijk Einbrodt. Ueber den Einfluss der Athembewegungen auf Herzschlag und Blutdruck. S. 19. Wiin 1860.

staande de ademhaligsbewegingen bij geopende borstkas op de dilatatie der longen niets vermogen en ook in de circulatie geene wijziging kunnen brengen. Voor de laatste opvatting zou daarentegen pleiten, dat ook willekeurig gewijzigde ademhaling haren invloed op den duur der hartsperioden doet gelden, waarbij dan trouwens de gewijzigde bloedstoevoer de hoofdrol zou kunnen spelen. — Wij zien, dat, hoe eenvoudig het verschijnsel zij, de verklaring een nog onopgelost problema blijven moet. Op de proeven tot verklaring wezen wij alleen, omdat zij misschien het uitgangspunt tot nader onderzoek worden kunnen.

Ten slotte zij het ons geoorloofd, nog op twee punten opmerkzaam te maken.

Het eerste betreft de toepassing der aangewende methode ter demonstratie van het mechanisme van sommige spraakklanken. Wij hebben boven reeds enkele malen gebruik gemaakt van de uitspraak van sommige klanken, om zodoende de glottis en den weg naar neus- en mondholte bij de proeven geopend of gesloten te hebben. Als contrôle voor de afsluiting, bijv. van den neus, dient de schrijftoestel van den cardiograaf. Deze nu is zoo gevoelig, dat men bij de verbinding van het werktuig met den neus, onder het spreken, telkens aan de rijzing van het herboompje zien kan, of de weg tot de neusholte is geopend geworden. Het blijkt daarbij, dat zulks alleen plaats

heeft bij het uitspreken der resonanten m, n, ng, en tevens, dat door de neusholte mede wordt ingeademd. Het is inderdaad belangrijk en belooft nog wel eenige toepassing, bij het spreken de curven langs den neus op te schrijven, waarbij iedere inademing en de uitspraak van iederen resonant met de vergezellende uitademingsdrukking geregistreerd wordt. Bij de vocalen is de neus volkomen afgesloten, en blijft ook gesloten, wanneer men het voornemen heeft een resonant te doen volgen, tot de resonant zelve daar is; bij de uitspraak van het Fransch daarentegen is de neus terstond een weinig open, wanneer de vocaal gehoord wordt, waarop een resonant volgen moet. In gevallen van paraese van het zacht verhemelte, zooals na angina diphtherina niet zelden wordt waargenomen, kan men met dit werktuig onderzoeken, of en bij welke vocalen de neus wordt afgesloten, en niet slechts hooren maar ook zien, in hoeverre de zachte slagconsonanten voor resonanten plaats maken.

Eindelijk eigent zich de methode tot het onderzoek der beweging van het zachte gehemelte, die naar de methode, door Debrou voor de beweging bij het slikken aangewend, door Czermack voor de vocalen is onderzocht. Men moet hierbij een doorboorden stop in het ééne neusgat steken en het andere sluiten. Bij het rijzen van het den neus afsluitend gehemelte moet dan de spanning der lucht in de neusholte stijgen en zich in de beweging van het hefboompje te kennen geven. Bij eenige voorloopige onderzoekingen,

werd niet altijd hetzelfde resultaat verkregen, en wij onthouden ons daarom van de mededeeling: waarschijnlijk zal prof. Donders later daarop wel terugkomen.

Het tweede punt geldt een pathologisch geval. Het ligt kennelijk in de bedoeling van Marey, de pneumographie in de pathologie in te voeren, zooals met de sphygmographie reeds geschied is: het geval, dat wij wenschten mede te deelen, geldt in zekeren zin veeleer een pathologischen invloed der ademhalingsphasen op den duur der hartsperioden. Deze kwam voor bij eene jonge dame, onder behandeling voor hevige kramp van den musculus orbicularis, gepaard met lichtschuwheid. Doch deze kramp is het meest in het oogloopend verschijnsel eener algemeene neurose, en werd voorafgegaan door hevige spinaalpijnen. Prof. Donders merkte bij haar een zeer onregelmatigen pols op, dien men pulsus intermittens zou willen noemen. Het kwam hem voor, dat de ademhaling hierop niet zonder invloed was, en wij registreerden daarom de respiratiebewegingen tegelijk met den pols der art. carotis. Toen dit geschiedde, was de irregulariteit voor den tastenden vinger grootendeels verdwenen en had niet meer het karakter van intermissie. Intusschen kwamen nog eenige zeer lange perioden voor, zooals op fig. 6 en 7, plaat II te zien is. In het algemeen blijkt hier weder de invloed der ademhaling, en duidelijk ziet men, dat de langste hartsperiode in den regel bij den aanvang der inademing, de kortste in het verloop der uitademing ligt. Onder

de hartsperioden, die gemiddeld slechts 18 tot 20 trillingen duurden, komt er nu in figuur 6 eene voor van 28, in fig. 7 eene van 27: zoo groote verlenging wordt inderdaad als intermissie gevoeld. Opmerkelijk is het nu, dat deze lange perioden aan dezelfde phasen der ademhaling beantwoorden, waarin gewoonlijk de periode iets langer is. Die in fig. 7 komt misschien iets te vroeg, maar die in fig. 6 ligt juist op de gewone plaats bij den aanvang der inspiratie. De afwijking op fig. 7 is niet zeldzaam, ook voor de gewone verlenging der perioden, zooals bijv. 1 in fig. 6 aantoont. De ademhaling vertoont tegenover de buitengewone lange hartsperioden niets ongewoons. Willekeurige diepe in- en uitademing, die wij deze patiente lieten bewerkstelligen, gaven ook tot groote schommelingen van den duur der hartsperioden aanleiding, waarbij in den regel aan het einde der diepe exspiratie of den aanvang der diepe inspiratie de langste perioden voorkwamen. Wij hebben eenige dagen later het onderzoek op dezelfde patiente herhaald en daarbij geheel overeenkomstige resultaten verkregen.

Een paar dagen voor het eerste onderzoek was bij deze patiente hypodermatisch murias morphii aangewend. Aanvankelijk achtten wij het mogelijk, dat de onregelmatigheid van den pols hiermede in verband moest worden gebracht. Toen echter 10 à 12 dagen later, terwijl inmiddels geen morphium was aangewend, het verschijnsel onveranderd gebleven was, bleek de onderstelling ongegrond te

zijn geweest. Bovendien hebben wij bij eene soortgelijke patiente den duur der hartsperioden, tegelijk met de ademhaling, geregistreerd, én onmiddellijk voor de hypodermatische aanwending van morphine en slechts 25 minuten daarna, eenmaal, terwijl zij op den stoel in slaap viel, maar ten aanzien van den invloed der respiratie op de hartsperioden niets bijzonders opgemerkt.

De medegedeelde waarneming komt ons belangrijk voor: het verband der zoogenoemde intermissie tot eene bepaalde phase der ademhaling verplaatst den grond van den invloed met groote waarschijnlijkheid in de medulla oblongata, en zet aan de hypothese, dat de genoemde invloed, ook in normalen toestand, van de medulla oblongata uitgaat, groote waarschijnlijkheid bij. Het is de vraag, of in gevallen, waarbij de oorzaak der intermissie in hartsgebreken te zoeken is, wel evenzeer de invloed der respiratie zou te constateeren zijn. In het medegedeelde geval ligt zeker wel een wenk, om niet alleen de pneumographie, maar deze ook in verband met de hartsperioden, in de pathologie in te voeren.

STELLINGEN.

I.

Lijders aan Morbus Brightii zende men naar warme landen.

II.

Het aanwenden van ijs wordt in de chirurgie veel te weinig toegepast.

III.

Indien de aanvallen van febris intermittens niet wijken bij het gebruik van sulphas chinicus basicus, zoo dienen tinctura acida aromatica toe.

IV.

De aanwending van den écraseur van Chassaignas bij amputatio penis is te verwerpen.

V.

Bij etterachtige leverontsteking diene men geen calomel toe.

VI.

Het toedienen van alcohol, om eene daling der temperatuur teweeg te brengen, verdient afkeuring.

VII.

Zelfstandige ervaring aan het ziekbed is de zekerste bron van kennis voor den medicus.

VIII.

Bij chlorose is zorg voor goede voeding meestal niet voldoende, — ook martialia worden tot herstel gevorderd.

IX.

Uit de plaats, waar de hartstoonen der vrucht gehoord worden, is niet op te maken, of het hoofd, dan wel het bekken-uiteinde der vrucht voor ligt.

X.

Bij typhus, met een gewoon verloop, onthoude men zich van eene ingrijpende behandeling.

XI.

Tot cauterisatie in de keel bediene men zich niet van nitras argenticus in substantie.

XII.

Aan de pneumographie mag men op pathologisch gebied een groote toekomst voorspellen.

XIII.

Het is niet juist, de verdeeling van den inhoud van het bevruchte ei klieving van den dojer te noemen.



Fig. 1.

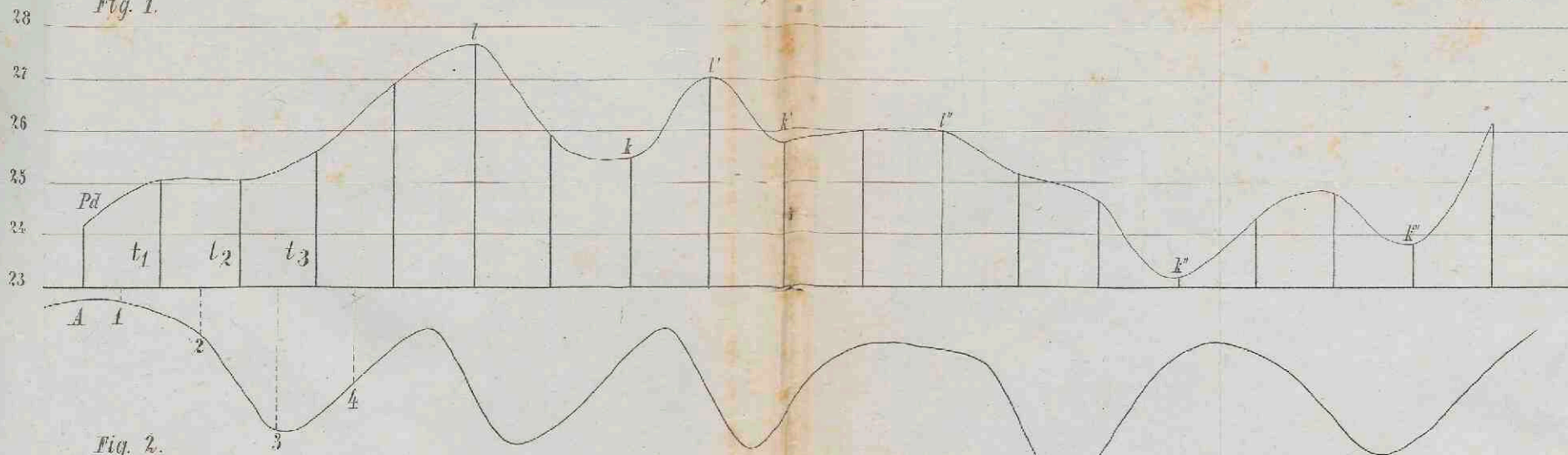


Fig. 2.

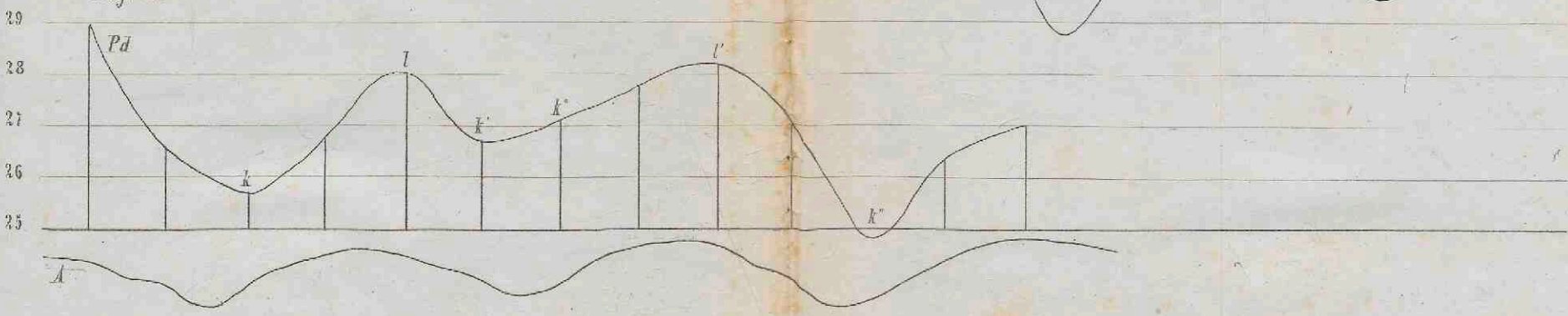


Fig. 3.

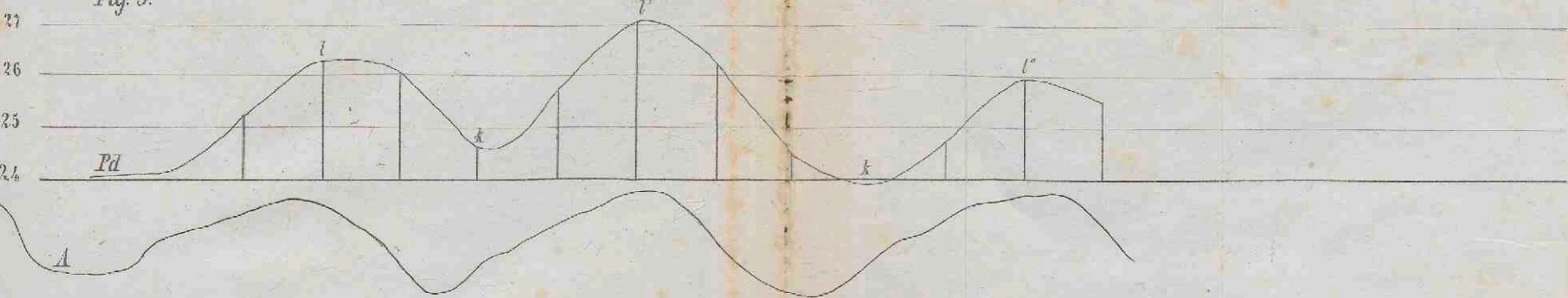


Fig. 4.

