Onderzoekingen over den tonus der willekeurige spieren

SPECIMEN PHYSIOLOGICUM

CONTINENS DISQUISITIONES

DE

TONO MUSCULORUM

VOLUNTATI SUBDITORUM.

SNELPERSDRUK VAN J. VAN BOEKHOVEN, TE UTRECHT.

SPECIMEN PHYSIOLOGICUM
CONTINENS DISQUISITIONES
DE

TONO MUSCULORUM VOLUNTATI SUBDITORUM,

QUOD,

ANNUENTE SUMMO NUMINE,

EX AUCTORITATE RECTORIS MAGNIFICI

GEORGII GUILIELMI VREEDE,

JUR. ROM. ET HOD. DOCT. ET PROF. ORD.,

NEC NON

AMPLISSIMI SENATUS ACADEMICI CONSENSU,

ET

NOBILISSIMAE FACULTATIS MEDICAE DECRETO,

Pro Gradu Doctoratus,

SUMMISQUE IN

MEDICINA HONORIBUS AC PRIVILEGIIS

IN ACADEMIA RHENO-TRAJECTINA

RITE ET LEGITIME CONSEQUENDIS,

PUBLICE DEFENDET

PAULUS QUIRINUS BRONDGEEST
Magnus.

A. D. XXX MENSIS MARTIS ANNI MDCCCLX, HORA I.

Trajecti ad Rhenum.
APUD W. F. DANNENFELSER,
MDCCCLX.

2

ONDERZOEKINGEN

OVER DEN

TONUS DER WILLEKEURIGE SPIEREN.

ONDERZOEKINGEN

OVER DEN

TONUS DER WILLEKEURIGE SPIEREN

DOOR

P. Q. BRONDGEEST.

Academisch proefschrift ter verkrijging van den graad van Doctor in de geneeskunde aan de Hoogeschool te Utrecht, 30 Maart 1860.

UTRECHT,
W. F. DANNENFELSER
1860.

AAN

MIJNE MOEDER.

VOORREDE.

Het is met een levendig gevoel van dankbaarheid jegens alle Hoogleeraren en Doctoren, wier onderwijs ik genoten heb, dat ik de Academie verlaat.

In het bijzonder breng ik U mijnen dank, Waarde Hoogleeraar DONDERS! *voor uw uitstekend onderwijs, voor uwe wenken en raadgevingen bij het vervaardigen mijner dissertatie, en bovenal voor de blijken van warme belangstelling en opregte vriendschap, die ik van U heb*

ondervonden en nooit op te hoogen prijs kan stellen. Mogt ik mij vleijen, daarop steeds aanspraak te kunnen maken!

U, mijne vrienden! roep ik vaarwel toe. Ik vertrouw, dat de vriendschap, die wij aan de Academie gesloten hebben, op hechte grondslagen rust, en dat zij ons in de toekomst niet minder genot en voldoening zal opleveren, dan in het verledene.

INLEIDING.

De vraag naar den aard en den duur der werking, die van de zenuwcentra uitgaat, is voor de physiologie van het hoogste gewigt. Mogt men eindelijk te weten komen, welke krachten hier huisvesten, of zij altijd werkzaam zijn of slechts bij tusschenpoozen, over een groot gedeelte der physiologie zou thans die sluijer niet uitgespreid zijn, waardoor het onderzoek steeds tracht heen te zien, en dezer wetenschap zou een meer positief karakter kunnen toegekend worden.

Wil men den aard der werking van de zenuwcentra leeren kennen, zoo staan er twee wegen open, die tot oplossing van het moeijelijke vraagstuk dan ook wezenlijk zijn ingeslagen. Vooreerst kan men, door op de zenuwcentra zelve te experimenteren,

de krachten, die hierin huisvesten, en de werking, die er van uitgaat, trachten na te vorschen. Deze wijze van onderzoek is echter daarom niet vruchtdragend geweest, omdat, met het ingrijpen op de zenuwcentra zelven, hunne werking gestoord wordt, en het éénige zekere resultaat, dat men langs deze wijze van onderzoek heeft verkregen, is, dat, als men ze vernietigt, hunne werking ophoudt. Eene tweede wijze, om tot de kennis van de werking der zenuwcentra te geraken, is, dat wij de werking dier organen nasporen, die onder den onmiddellijken invloed der zenuwcentra staan, en waarvan de werking, zoodra hun verband met de zenuwcentra is verbroken, ophoudt. Ook zal men uit de krachten, die men in sommige organen werkzaam vindt, en die, zoodra de zamenhang met de zenuwcentra is verbroken, verdwijnen, tot den aard der krachten, hier aanwezig, kunnen besluiten.

De organen, die direct door middel van de zenuwen onder den invloed der zenuwcentra staan en waarvan de toestanden voor hunne kennis van groot belang is, zijn de spieren. Uit hare werking heeft men kunnen afleiden, dat er een zenuwcentrum is, 'twelk de willekeurige beweging regelt, de hersenen; een ander, dat, van de hersenen gescheiden, onwillekeurig werkzaam is, het ruggemerg. Van het eerste gaan slechts onder den invloed van den wil, bij tusschenpoozen, die wer-

kingen uit, waardoor de spier in een' tijdelijken toestand van contractie wordt gebragt. Is dit nu ook het geval met het ruggemerg, of wel gaat hiervan eene onophoudelijke werking uit, zoodanig dat, wanneer de spier door den wil zich contraheert, er in de grijze stof van het ruggemerg slechts eene verhooging of eene wijziging van de alreeds bestaande werking optreedt? Is dit het geval, dan zullen ook de spieren, zonder den invloed van den wil, in een' toestand van aanhoudende matige contractie onder den invloed van het ruggemerg moeten verkeeren. Deze toestand van aanhoudende contractie is het, dien de nieuwere physiologie den tonus der willekeurige spieren heeft genoemd. Haar al of niet bestaan is dus van groot gewigt; want hiermede wordt de vraag beslist, of van de grijze stof van het ruggemerg eene aanhoudende werking uitgaat, en of, wanneer de wil eene spier doet contraheren, hierin eene geheele nieuwe of wel slechts eene verhooging van werking ontstaat.

Hoe zal men zich de werking voorstellen, die er in het ruggemerg plaats heeft, of wat kan men hieromtrent met waarschijnlijkheid besluiten? Het schijnt wel, dat eene verandering in den electro-motorischen toestand der zenuwcentra, de oorzaak is, waardoor de spieren, door tusschenkomst der zenuwen, in contractie worden gebragt. Dubois-Reymond heeft bewezen,

dat op het oogenblik, dat eene spier zich contraheert, er in den electrischen toestand der spier eene wijziging optreedt. Er ontstaan stroomen, tegengesteld in rigting aan die, welke in de spier vóór de contractie aanwezig waren. Neemt men nu in aanmerking, dat het doorleiden van eenen electrischen stroom van constante sterkte niet de spier doet contraheren, maar dat juist een stroom, waarvan de stroomsterkte telkens verandert, dit te weeg brengt, dat bij het openen en sluiten van den constanten stroom de spier zich contraheert, zoo wordt het vooreerst waarschijnlijk, dat het voornamelijk electrische werkingen zijn, die uit de zenuwcentra zich naar de spieren voortplanten, en dat deze electrische werkingen misschien wel telkens in sterkte afwisselen, maar desniettemin aanhoudend aanwezig zijn. De werking, die van de zenuwcentra uitgaat, bestaat dus waarschijnlijk in eene verandering der electrische werking, en deze verandering is het misschien, die, in mindere mate plaats hebbende, den tonus der spieren teweeg brengt.

Gaat men, ten opzigte van hare contractie-toestanden, de verschillende spieren na, dan blijkt, dat sommige in een' toestand verkeeren, die duidt op eene aanhoudende werkdadigheid van die zenuwcentra, waaruit de spieren hare zenuwen ontvangen. Het is thans voornamelijk door de onderzoekingen van HEIDENHAIN vastgesteld, dat

de sluitspieren in eenen toestand van aanhoudende contractie verkeeren, hetgeen wijst op eene aanhoudende werkzaamheid, van het onderste gedeelte van het ruggemerg uitgaande. Zoo zien wij ook, dat, onder den invloed van den n. vagus, de terughoudende (Hemmungs-)zenuw van het hart, er eene aanhoudende werking plaats heeft, die de contracties van de spieren van het hart regelt; want, snijdt men deze zenuw door, dan vermeerderen de contracties van het hart: dit duidt op eene aanhoudende werking van het verlengde merg, waaruit de n. vagus zijn' oorsprong neemt. Ook de van het sympathisch zenuwstelsel afhankelijke spier-contractie wijst ons op eene aanhoudende werkzaamheid van deze zenuwcentra. Het lumen der bloedvaten wordt door de werking der gladde spiervezels, die hare zenuwdraden van het sympathisch stelsel ontvangen, bepaald. Snijdt men de zenuwen van hare centra los, zoo ziet men, dat de slagaderen wijder worden: een bewijs, dat de spiercontractie heeft opgehouden. Door de onderzoekingen van PFLÜGER en anderen is bewezen, dat, even als de n. vagus de hartswerking regelt, zoo ook de beweging der darmen door de nervi splanchnici wordt beheerscht. Wij zien dus, dat van sommige gedeelten zoowel van het cerebro-spinaal als van het sympatisch zenuwstelsel eene aanhoudende werkdadigheid moet aangenomen worden. Natuurlijk rijst nu ook de vraag bij ons op, of de zenuw-

centra, waarmede de willekeurige spieren verbonden zijn, onafhankelijk van den wil, in een' toestand van aanhoudende werking verkeeren, die den staat van geringe contractie aan de spieren mededeelt, welke men tonus der willekeurige spieren noemt. De laatste onderzoekingen van HEIDENHAIN, AUERBACH en WUNDT hebben dit ontkend, en zoo neemt men thans aan, dat, wanneer de wil niet werkt, de willekeurige spieren in eenen gerelaxeerden toestand verkeeren. Hieruit moet men dus besluiten, dat in sommige gedeelten der zenuwcentra van het cerebro-spinaal zenuwstelsel eene aanhoudende werkzaamheid plaats heeft, dat andere gedeelten slechts werken op het oogenblik, dat door den wil deze werkzaamheid wordt opgewekt. Voordat dit gewigtig feit voor vast in de wetenschap wordt opgenomen, mag de kritiek niet achterblijven, en moet men langs eenen anderen experimenteelen weg beproeven, het verkregen resultaat te toetsen. Wij hebben getracht, een dergelijk onderzoek in het werk te stellen, hetgeen wij niet ongeschikt achten als onderwerp voor een academisch proefschrift.

Eene vraag, die natuurlijk met ons onderwerp in het naauwste verband staat, is die, of door de peripherische zenuwen een toestand van aanhoudende werkdadigheid van de zenuwcentra der willekeurige spieren wordt teweeg gebragt, die den tonus der willekeurige spieren veroorzaakt. Door prikkeling van ge-

voelszenuwen of van reflex-zenuwen (incident-zenuwen van MARSHALL HALL) wordt, zoo als wij weten, contractie der willekeurige spieren teweeg gebragt, en het is niet onmogelijk, dat door de aanhoudende verschillende prikkels, die de gevoelszenuwen ondervinden, de werking der grijze stof van het ruggemerg onophoudelijk zoodanig gewijzigd wordt, dat hiervan de tonus der willekeurige spieren afhangt. Dit vraagstuk scheen ons toe, noodwendig in ons onderzoek te moeten worden opgenomen. Mogten wij in den loop van onze onderzoekingen tot het resultaat geleid worden, dat er een tonus der willekeurige spieren bestaat, dan zal het laatstgenoemde onderzoek kunnen beslissen: of de tonus beschouwd moet worden, afhankelijk te zijn van de werkdadigheid der grijze stof zelve van het ruggemerg, dan wel, of hij het gevolg is van eene werking, van de gevoelszenuwen uitgaande, waardoor die der grijze stof eene zoodanige wijziging ondergaat, dat zij den tonus veroorzaakt.

Wij hebben onzen arbeid in vier hoofdstukken verdeeld.

In het eerste hoofdstuk hebben wij de verschillende beteekenissen nagegaan, die men aan het woord tonus heeft gehecht. Hoewel het historische reeds door HEIDENHAIN was gegeven, meenden wij, dat het, om een geheel te vormen, niet kon achterwege gelaten worden; wij hebben het zelfstandig, zoo kort mogelijk,

behandeld, en aan het einde van dit hoofdstuk de waarde der gronden nagegaan, die vroegere schrijvers tot het aannemen van een' tonus hebben geleid.

Het volgende hoofdstuk bevat eene uitvoerige beschrijving van de onderzoekingen, door HEIDENHAIN verrigt, met vermelding van die, door anderen in denzelfden zin gedaan, waarbij wij ook het resultaat zullen mededeelen van ons onderzoek hieromtrent, met eenige wijziging in het werk gesteld.

In het derde hoofdstuk deelen wij de wijze mede, waarop wij den tonus der willekeurige spieren hebben getracht te bewijzen.

Eindelijk bevat het vierde hoofdstuk onze onderzoekingen omtrent den invloed der gevoelszenuwen op den tonus der willekeurige spieren.

HOOFDSTUK I.

Wanneer men de beteekenis nagaat, in verschillende tijden aan het woord tonus gegeven, blijkt, dat men hieronder meestal hetzij eene aanhoudende werking heeft verstaan, die van een bepaald orgaan uitgaat, of wel een' blijvenden toestand, die van eene of van meerdere werkingen of bewegingen het gevolg is.

Zoo heeft men dan ook bij de spierwerking in de vroegste tijden van tonus en tonische beweging gewag gemaakt.

Reeds GALENUS 1) noemde het uitgestrekt houden van de hand eene tonische beweging, waaronder hij in het algemeen het blijven van een lid in een' bepaalden toestand, vooral onder den invloed van antagonistisch werkende spieren, verstond. Nu is het uitgestrekt houden van de hand geene beweging, maar GALENUS noemde het eene beweging, omdat hij zich voorstelde, dat het ontstond door eene snel afwisselende werking der exten-

1) περὶ μυῶν κινήσεως, I, 17.

soren en flexoren, waarbij hij aannam, dat de extensoren iets sterker werkten. Zoo is voor hem het gebogen zijn insgelijks eene tonische beweging, waarbij de flexoren sterker werken, zooals dit, volgens hem, duidelijk te zien is bij iemand, die een stukje geld of een steentje in de hand houdt: hier zijn, namelijk, de vingers aanhoudend gebogen. Hij vergelijkt hetgeen er bij eene tonische beweging plaats heeft met het trekken van twee personen in tegenovergestelde rigting aan een' steen, waarbij deze naar de zijde van den sterkste zal bewogen worden, echter niet zooveel als wanneer deze alleen aan den steen trok.

Behalve van tonische bewegingen spreekt GALENUS ook nog van tonus 1). Hij verstaat hieronder de spanning, aan de spieren onder den invloed van den wil medegedeeld. Het vermogen van willekeurige contractie van spieren, of liever het vermogen van ledematen, willekeurig zich te laten bewegen, was, volgens hem, uit de hersenen afkomstig en werd haar door de zenuwen medegedeeld. Waren de zenuwen vernietigd 2) of door ziekelijke gezwellen gedrukt, dan was, zooals hij had opgemerkt, de willekeurige beweging opgeheven.

In de spieren zelven vooronderstelde GALENUS de aanwezigheid eener kracht, die aanleiding zou geven tot het terugtrekken van de beide uiteinden eener doorgesneden spier, tot het verkorten eener spier, wanneer een der aanhechtingspunten wordt doorgesneden, in het algemeen tot die verschijnselen, die later aanleiding gegeven hebben tot het aannemen van tonus.

---

1) *l. c.* I, 1.
2) *l. c.* I, 1.

Deze kracht was in de spieren zelven gelegen: hij noemde ze σύμφυτος ἐνέργεια τοῖς μυσὶν 1).

De werking der sluitspieren houdt hij voor geheel willekeurig 2). Zelfs in den slaap, meent hij, zou de wil werkzaam zijn, en hij tracht dit door wijdloopige redeneringen te bewijzen.

De physiologische beschouwingen van GALENUS duurden eeuwen voort; zoo ook zijne beschouwingen over de physiologie der spierbeweging en over den tonus.

Eerst bij STAHL vinden wij uitvoerig in een' anderen zin over tonus gesproken.

Deze maakt in zijne geschriften telkens melding van motus tonici. Hij verstond hieronder alle onwillekeurige bewegingen, die in het organisme plaats hebben; zij staan, volgens hem, even als alle bewegingen onder den invloed van den levensgeest (*anima*) 3). De willekeurige beweging berustte op deze motus tonici en zij onderhielden in die deelen, die tot willekeurige beweging dienden, het leven, en weerden het bederf van hen af 4). Ook nam hij aan, dat zij alle afscheidingen en insgelijks den bloedsomloop regelden, welks rigting daarvan ook zou afhankelijk zijn, dat door hen de zamentrekking van de uitloozingsbuizen der klieren plaats had 5) en de huid, bij aanwending van koude vooral van vochtige koude, zamenkromp 6). Wij

---

1) l. c. I. 10.

2) l. c. II. 6, 7.

3) G. E. STAHL, *Medicinae dogmatico systematicae pars theoretica*. p. 325. HALLAE 1707.

4) G. E. STAHL, l. c. p. 306.

5) G. E. STAHL, *De Scriptis suis ad hunc diem schediasmatibus vindiciae quaedam et indicia* p. 47.

6) *Medic. Dogmat. etc.* p. 170.

zullen niet lang bij deze theoretische beschouwingen stilstaan en willen in het algemeen slechts aanmerken dat STAHL voornamelijk de tonische bewegingen in die deelen aannam, waarin thans het mikroskoop gladde spiervezels heeft aangetoond en die eene onwillekeurige beweging bezitten.

Meer dan STAHL verdient HALLER 1) wegens zijne vele onderzoekingen omtrent de spierbeweging onze aandacht.

Als algemeene eigenschap van alle organische weefsels neemt HALLER de elasticiteit aan, door hem *vis contractilis in universum* genoemd. Zij blijkt hieruit, dat, wanneer een weefsel wordt uitgerekt, op deze uitrekking eene terugtrekking of zamentrekking volgt, waarbij het weder tot zijne vorige lengte terugkeert.

Hij neemt buitendien nog drie soorten van zamentrekbaarheid der spieren aan.

Vooreerst de *contractio fibrae animalis mortuae*, bij het leven zoo wel als na den dood, zoo lang de weefsels nog een' zekeren graad van vochtigheid bezitten, aanwezig. Zij is de oorzaak, waardoor bij eene insnijding in de huid de randen der wond gapen, waardoor bij eene doorgesneden spier de beide doorgesneden einden zich terugtrekken, of bij lossnijding van een aanhechtingspunt de geheele spier zich terugtrekt. Ook de zamenschrompeling der weefsels, onder de inwerking van sterke zuren, en de zamentrekking der huid, onder den invloed der koude, schreef HALLER aan deze kracht toe. Hij vooronderstelt haar als altijd en in even sterke

---

1) *Elem physiol. auctore* A. VAN HALLER. Lausannae 1762. T. v. Lib. XI p. 440 et seq.

mate in de weefsels werkzaam, door dat de kleinste deeltjes der weefsels aanhoudend en zeer langzaam tot elkander naderen; men kan echter de verschijnsels, die ze te weeg brengt, niet altijd waarnemen, hetgeen hierin zijn' grond hebben zou, dat de krachten, in de weefsels aanwezig, dikwijls in tegengestelde rigting werken, waardoor zij elkander vernietigen.

Het blijkt dus, dat HALLER geheel verschillende verschijnselen door dezefde kracht trachtte te verklaren. Van de meeste der hier opgenoemde verschijnselen geeft de elasticiteit der weefsels rekenschap. HALLER zag dit niet in, en hierdoor kwam het, dat hij in de weefsels nog eene andere kracht aannam, wier wezen hem zelf duister was, en waardoor hij verhinderd werd de elasticiteit meer algemeen ter verklaring van eenige verschijnselen der spierbeweging toe te passen. Wij gelooven, dat HALLER hiertoe kwam door zijne voorstelling omtrent de elasticiteit, die niet altijd werkzaam zou zijn, maar alleen bij uitrekking zich zou openbaren.

De tweede bijzondere wijze van zamentrekking der spieren was gelegen in de *vis contractilis musculis insita*. Hij beschouwde haar als eene kracht, in de spiervezelen zelven gelegen en haar uitsluitend eigen, onafhankelijk van het zenuwstelsel: hij noemde ze irritabiliteit en beschouwde ze als kenmerkende eigenschap van de spier, hetgeen blijkt uit zijne woorden: *ut et omnis fibra musculosa sit irritabilis et contra, quod irritabile est, fibram musculosam pronunciare possis.* Zij zou niet altijd waar te nemen zijn bij eene ontbloote spier, maar altijd te voorschijn komen, wanneer eene spier, op welke wijze dan ook, geprikkeld wordt. Korten tijd na den dood bestaat zij niet meer, en in organen, zoo als

het hart en de ingewanden, die onder den invloed van zwakke prikkels, steeds in het organisme aanwezig, aanhoudend in beweging verkeeren, zou zij in hooge mate werkzaam zijn, in de overige minder. Deze geraken door sterke prikkels, hetzij van uitwendigen oorsprong, hetzij afkomstig uit de hersenen, in beweging, zoo als de willekeurige spieren.

Het is van belang, op te merken, dat HALLER ook deze kracht als aanhoudend werkzaam in de spieren beschouwde. Hij verklaart hierdoor de werking der antagonisten en hetgeen plaats heeft, wanneer één van deze is doorgesneden; insgelijks schrijft hij aan haar de werking der sluitspieren toe, die in een' aanhoudenden toestand van contractie verkeeren.

Het blijkt dus, dat HALLER wel eene aanhoudende werking der spieren aannam; doch hij meende, dat deze in de spieren zelven gelegen, en niet het gevolg was van eene aanhoudende werking, van de zenuwcentra uitgaande.

Ten derde, eindelijk nam HALLER eene *vis nervosa*, als oorzaak van zamentrekking der spieren, aan. Deze zou insgelijks alléén aan de spieren eigen zijn en met het leven verdwijnen; zij zou zich van de vorige hierin onderscheiden, dat zij niet onafgebroken werkt, dat zij geene kenmerkende eigenschap is der spier, als zoodanig; maar, uit de hersenen afkomstig, door de zenuwen aan de spier wordt medegedeeld, die hierdoor in contractie kan geraken. Zij werkt niet meer, als onze wil ophoudt te werken, onder wiens invloed zij staat. Zoodra zij niet meer werkt, zijn de spieren slap, en alle contractie is er uit verdwenen.

Hieruit blijkt dus ten duidelijkste, dat HALLER niet

op de gedachte kwam van eene aanhoudende contractie, van de zenuwcentra uitgaande.

Evenmin als HALLER, had BICHAT 1) het denkbeeld van eene aanhoudende zamentrekking der spieren onder den invloed van het zenuwstelsel. Hij nam, als wijze van zamentrekbaarheid der spieren, vooreerst eene *contractilité animale* aan, waaronder hij de zamentrekking van de spieren, onder den invloed van den wil, verstaat. De oorzaak hiervan zoekt BICHAT in de hersenen: zij houdt op, te bestaan, zoodra de spier met de zenuw niet meer verbonden is. Alleen bij de willekeurige spieren neemt hij haar aan, en zij beheerscht, volgens hem, de bewegingen, die bij het loopen, spreken enz. plaats hebben. De tweede wijze van zamentrekbaarheid, die met HALLERS irritabiliteit veel overeenkomst heeft, is, volgens BICHAT, de *contractilité organique*, eene eigenschap, in het orgaan zelf gelegen en onafhankelijk van den wil. Hij onderscheidt hiervan twee wijzigingen: 1°. de *contractilité organique sensible*, waarvan de bewegingen duidelijk zijn waar te nemen, zoo als die van het hart, die der ingewanden, der blaas, enz. In het algemeen treedt zij daar op, waar groote hoeveelheden dierlijke vloeistoffen in beweging gebragt worden; 2°. de *contractilité insensible ou tonicité*, welke slechts in graad van de vorige zou verschillen. De bewegingen, waartoe zij aanleiding geeft, zijn zoo gering, dat zij onmogelijk kunnen waargenomen worden. Overal is zij aanwezig, waar vloeistoffen in geringere hoeveelheid in fijn verdeelde vaten bewogen worden: zij komt

---

1) BICHAT, *Recherches physiologiques sur la vie et la mort.* 4ième éd. augmentée de notes par F. MAGENDIE, p. 137—186.

alzoo voor bij de beweging in de uitloozingsbuizen van klieren, in de lymphatische vaten, in het algemeen bij de bewegingen, die tot de voeding betrekking hebben. Zij herinnert aan de motus tonici, in den zin, zooals wij gezien hebben, door STAHL daaraan gehecht. De nieuwere physiologie heeft bewezen, dat vele der bewegingen, die BICHAT aan zijne tonicité toeschreef, in physische werking, zooals endosmose, haren grond hebben.

Hoewel BICHATS contractilité organique met HALLERS irritabiliteit vrij wel overeenkomt, bestaat er toch een groot onderscheid. HALLER beschouwde, zoo als wij gezien hebben, de irritalibiteit als eene eigenschap, alléén aan de spieren eigen, en als hare kenmerkende eigenschap; BICHAT daarentegen hield het er voor, dat alles wat leeft irritabiliteit bezit. Wel nam hij aan, dat de spieren die in hooger mate bezitten, doch hij kwam sterk tegen HALLERS denkbeeld op, dat zij uitsluitend aan de spieren zou eigen zijn. Niets, zegt hij, is onzekerder, dan de algemeen aangenomen regel, om uit de zamentrekking, die een weefsel ten gevolge van uitwendige prikkels ondergaat, te besluiten, dat het spierweefsel is; en hij, die ze slechts aan enkele organen toekent, begrijpt niet wat irritabiliteit is.

Als vierde oorzaak van de zamentrekbaarheid der spieren, neemt BICHAT de *contractilité de tissu ou contractilité par défaut d'extension* aan. Hij hield het er voor, dat alle deelen in een' matigen toestand van uitrekking, in een' staat van spanning, verkeeren: de spieren, die tot de beweging der ledematen dienen, door hare antagonisten, — de vaten, door de vochten, die er door heen stroomen, — de huid, op eene zekere oppervlakte van het ligchaam, door

de nabijliggende deelen — de wanden, eindelijk, der tandkassen, door de tanden, die er zich in bevinden. Worden de oorzaken dezer uitrekking weggenomen, dan trekken de deelen zich terug, en deze terugtrekking is het, die BICHAT aan de *contractilité de tissu* toeschrijft. Zoo trekken, wanneer eene spier wordt doorgesneden, de beide uiteinden zich terug; wordt een der antagonisten gekliefd, dan wordt het lid aanhoudend gebogen; snijdt men de huid in, dan gapen de randen; trekt men een' tand uit, dan valt de tandkas zamen.

Wij zien, dat BICHAT onder de *contractilité de tissu* slechts eene physische eigenschap der weefsels, de elasticiteit, verstond, niet noodzakelijk aan het leven verbonden en ook na den dood voortbestaande. Hij wendde de elasticiteit, in meer algemeenen zin, ter verklaring van de verschijnselen bij de spierbeweging aan, en trachtte er die verschijnselen mede op te helderen, die men later als grond van een' tonus, zoo als de nieuwere physiologie dien aanneemt, beschouwde. Intusschen is, gelijk wij zien zullen, de elasticiteit door anderen wederom juist in den zin van BICHAT ter verklaring van dezelfde verschijnsels gebruikt.

JOHANNES MÜLLER 1) was de eerste, die aan den tonus dat begrip hechtte, hetwelk na hem in de physiologie algemeen is aangenomen. Hij verstaat onder tonus den aanhoudenden matigen toestand van contractie der spieren, onder den invloed der zenuwcentra en onafhankelijk van den wil. Volgens hem zijn de spieren

1) *Lehrbuch der Physiologie* 1e Aufl. Coblenz 1837 B. I. S. 361. B. II. 39. 40. B. III. 79—82.

nimmer in eenen volkomen gerelaxeerden toestand, daar zij zelfs in den toestand van rust aanhoudend de werking der zenuwcentra ondervinden. Vooral bij de willekeurige spieren houdt, volgens hem, de zachte contractie der spiervezels nooit op: zelfs in den toestand van rust duurt zij, hoewel zwakker, voort. De gronden, door MÜLLER aangevoerd voor eene aanhoudende contractie der spieren, onder den invloed van het zenuwstelsel, zijn: de zachte bevende beweging bij bloot gelegde spieren, de scheefheid van het aangezigt en van de tong bij verlamming van de zenuw aan eene zijde, het terugtrekken van spieren, wanneer deze midden door worden gesneden, of wel als aan de eene zijde de aanhechtingspunten worden los gemaakt, de aanzienlijke, blijvend veranderde houding der ledematen, wanneer een der antagonisten wordt doorgesneden. Ook de aanhoudende werking der sphincteren voert J. MULLER als grond voor den tonus en de blijvende werking, van de zenuwcentra uitgaande, aan. Behalve dezen tonus neemt hij ook nog een' tonus der bloedvaten aan 1), op grond eener waarneming van SCHWANN, die onder het microscoop had gezien, dat de kleine arterien van het mesenterium der kikvorschen door koude zamenkrimpen en dunner worden. De oorzaak van dezen tonus weet J. MÜLLER niet met zekerheid aan te geven; hij houdt het voor mogelijk, dat de celweefselschede der vaten er de zitplaats van is. Zoo zien wij ook bij hem het begrip van tonus nog niet scherp begrensd, nog niet uitsluitend aan de spieren toegekend.

---

1) l. c. B. III. 30.

MARSHALL HALL 1) trachtte het bestaan van tonus, in den zin, dien JOHANNES MÜLLER er aan gegeven had, proefondervindelijk te bewijzen. Zijne proeven hadden zoowel betrekking tot den tonus der willekeurige spieren, als tot dien der sphincteren. Bij twee konijnen sneed hij den kop af, terwijl hij daarenboven bij het eene 't ruggemerg vernietigde. 't Bleek nu, dat bij dit konijn de ledematen geheel slap waren, terwijl die van het andere eene zekere mate van stevigheid en elasticiteit bezaten. Het gevondene onderscheid was aanmerkelijk. Bij eene schildpad sneed hij insgelijks den kop af, en nam waar, dat de ledematen en de staart een' aanmerkelijken graad van stevigheid en tonus bezaten: zij trokken zich terug, als men ze in eene andere houding wilde brengen en bewogen zich krachtig, wanneer ze op de eene of andere wijze geprikkeld werden. Nadat echter het ruggemerg voorzigtig uit de ruggemergsholte was verwijderd geworden, hielden al deze verschijnselen op: de ledematen waren geheel slap, hadden hun weêrstandsvermogen geheel verloren en reageerden niet meer op prikkels; de sphincter ani verloor zijn' cirkelvorm en zijn' zamengetrokken toestand, — werd slap en zonder vorm; de staart werd slap en bewoog zich niet meer bij prikkeling. Uit deze proeven besluit hij, dat tonus en reflex-beweging beide wijzigingen van dezelfde functies van 't ruggemerg zijn: wordt dit vernietigd, dan is van beide niets meer waar te nemen.

---

1) MARSHALL HALL. *Ueber die Krankheiten und Störungen des Nervensystems.* Aus dem Englischen von Dr. J BEHREND, Leipzig 1842. S. 87.

Ook HENLE 1) nam een' tonus aan, in den zin der beide vorige physiologen. Hij verstond hieronder den matigen graad van verkorting, die in den toestand van rust in de gezonde spier aanwezig is, zoolang deze door de zenuw met de zenuwcentra is verbonden. Hij wijst er op, hoe alles, wat de zenuw verandert, ook de spanning in de spier wijzigt; hieruit leidt hij af, dat de tonus eene maat voor de kracht van het zenuwstelsel is, en beroept zich hierbij op de waarnemingen, door V. HUMBOLDT, JOHANNES MÜLLER en VALENTIN gedaan, waaruit blijkt, dat alles, wat de zenuw prikkelt, de spier doet contraheren en haren spanningstoestand verandert. HENLE neemt geene zelfstandige contractiliteit der spieren aan. Alle contractie van spieren brengt hij tot de werking der zenuwcentra terug: hij zoekt ze, namelijk, in de grijze stof van het ruggemerg. Tot bewijs hiervan haalt hij aan, dat, als de zenuwen bij hare uittrede uit het ruggemerg worden doorgesneden, de spieren, die van deze zenuwen hare takken ontvangen, den tonus verliezen: zij worden geheel slap en door de werking der antagonisten overwonnen. Zoo hangt bij doorsnijding van den derden tak van 't vijfde paar de onderkaak naar beneden; na doorsnijding van den nervus facialis staat de mond scheef, en na doorsnijding van de zenuwen van het been wordt dit geheel verlamd nagesleept, hetgeen ook plaats heeft, wanneer het ruggemerg hoog wordt doorgesneden en onder de plaats van doorsnijding vernietigd. Zoo lang de zenuwen, hoewel van de

---

1) HENLE. *Allgemeine Anatomie* S 593, 594, 720, (727 - 731). *Rationelle Pathologie* B. I S 119 etc.

hersenen gescheiden, met de grijze stof van het ruggemerg verbonden zijn, zoo lang blijft ook de tonus bestaan. Deze dus is het, die de spieren in een' staat van geringe zamentrekking houdt, die den tonus der spieren teweeg brengt; en van haar gaat eene aanhoudende werking uit, zoodat de toestand van rust, waarin eene spier verkeert, slechts een schijnbare is. Even als de beweegzenuwen, zijn de gevoelszenuwen door de aanhoudende werking, die van het ruggemerg uitgaat, in eenen geringen staat van prikkeling; op gelijke wijze acht HENLE het denkvermogen, het vermogen, om geluiden waar te nemen, altijd werkzaam.

HENLE houdt den tonus voor verhooging vatbaar; door oefening en door prikkeling treedt, in plaats van den normalen aangeboren tonus, een hoogere in de plaats, die dan de gewone wordt. Hoe dit geschiedt, tracht HENLE graphisch voor te stellen.

Drukt men door de lijn *a b* (zie pl. II fig. 3) den aangeboren tonus uit, zoo zijn de gevolgen van eene prikkeling vooreerst opwekking (tot aan *c*), vervolgens terugkeer tot rust (*c d*) en daar beneden (*d e*), dan herstel en opklimming (tot *e f*), eindelijk volharding in dezen nieuw verkregen tonus (*f g*). Door deze voorstelling hoezeer alleen op theoretische beschouwingen gegrond, wordt van de resultaten van oefening rekenschap gegeven.

HENLE brengt den tonus der spieren, namelijk de aanhoudende contractie, waarin zij, ten gevolge der aanhoudende werking, van het ruggemerg uitgaande, verkeeren, op het geheele zenuwstelsel over. »*Ich will* »*den mittleren Grad der Thätigkeit in den Nerven während* »*der sogenannten Ruhe, den Tonus des Nervensystems nennen;*

»*dadurch dehne ich nur auf das gesammte System einen* »*Begriff aus, welche man indirect für einen Theil dessel-* »*ben, die Muskelnerven, angenommen hat.*" Hierin ligt de uitbreiding, door HENLE aan de tonus-leer gegeven.

Gaan wij thans over tot het vermelden van ED. WEBER's beschouwingen omtrent den tonus der spieren 1). Door vele waarnemingen gesteund, nam hij aan, dat alle verschijnselen, die zich bij de spierbeweging vertoonen, van de elasticiteit der spieren afhangen; deze elasticiteit wordt, volgens hem, door de werking der zenuwen gewijzigd, even als de warmte op die van verschillende stoffen invloed heeft. Hieruit volgt, dat hij de verschijnselen, welke men tot aan zijne onderzoekingen van den tonus der spieren afhankelijk had verklaard, als gevolgen der elasticiteit beschouwde. Hij neemt aan, dat bij het leven de spieren, in toestand van rust, haren natuurlijken vorm niet bezitten, maar uitgerekt zijn. Zij oefenen, volgens hem, even als uitgerekte snaren elastische krachten uit, en zoeken, even als deze, tot haren natuurlijken vorm terug te keeren.

De oorzaak, waardoor de spieren in een' gespannen toestand verblijven, en niet door de beweging der ledematen tot haren natuurlijken vorm terugkeeren, ligt in de werking der antagonisten, die ze in eene tegenovergestelde rigting zoekt te bewegen. Het terugtrekken van de Achiles-pees en andere verschijnselen, die men door den tonus had zoeken te verklaren,

---

1) ED. WEBER. Art. Muskelbewegung in R WAGNER's *Handwörterbuch der Physiologie* B III. Abth. II. S 105 u. f.

schrijft hij aan de elasticiteit toe en bewijst proefondervindelijk haren invloed, door een konijn in de vereischte houding te plaatsen, en, nadat de nervus ischiadicus is doorgesneden, de Achilles-pees te klieven. Hij zag, dat de beide doorgesneden einden der pees zich hierbij aanmerkelijk van elkander verwijderden, hetgeen hierin zijn' grond had, dat de spier thans haren natuurlijken vorm kon aannemen. Wij zien dus, dat WEBER de elasticiteit als de voornaamste kracht, bij de spierbeweging werkzaam, beschouwde; de tonus, in den zin, door J. MÜLLER en anderen daaraan gehecht, werd door WEBER ontkend, en van al de verschijnselen, door dezen aan eene aanhoudende contractie der spieren toegeschreven, meende WEBER den grond alléén in de elasticiteit te moeten zoeken. De overgang der spieren van den toestand van rust tot dien van contractie, die volgens hem, met eene vermindering van elasticiteit gepaard gaat, geschiedt door eene verandering van den aggregatie-toestand der spiervezels, onder den invloed van het zenuwstelsel.

Eindelijk VIRCHOW 1) heeft aan den tonus een bijzonder begrip gehecht, dat vooral in de Pathologie eene algemeene toepassing heeft gevonden. Hij verstaat hieronder de spanning, die te weeg gebragt wordt door de onderlinge aantrekking der atomen, afhankelijk van de voedingsverhouding van het deel zelf. Zij is eene blijvende en niet het gevolg van eene bijzondere prikkeling of opwekking. Tonus vindt men bij eene goede voeding der organen en weefsels, waar, ten gevolge van

---

1) *Archiv für pathol. Anat.* etc. B. VI S. 139.

de gelijke zamenstelling, de aantrekking hunner deeltjes, hunne cohaesie en dus ook hun weêrstand naar buiten het grootst is; atonie, waar, ten gevolge van voedingsstoornis, waardoor de zamenstelling der organen en weefsels ten gevolge van voeding met ongelijksoortige en verbruikte deeltjes niet overal dezelfde is, de inwendige aantrekking der deeltjes, de cohaesie, verminderd is. Atonie stelt VIRCHOW gelijk met zwakte (debilitas) bij eene contractiel weefsel; met een' toestand van verslapping, waar men met een elastisch weefsel te doen heeft. Hij verstaat hierdoor dus niets anders dan eene wijziging van den physischen toestand en de eigenschappen der deelen, ten gevolge van eene gewijzigde voeding. Tonus bestaat bij normale voeding; atonie wordt door slechte voeding teweeg gebragt.

Wij zijn alzoo aan het eind gekomen van de historische vermelding der begrippen, die men aan het woord tonus gehecht heeft. Men heeft kunnen opmerken, dat het begrip van aanhoudende contractie der spieren, onder den invloed van het zenuwstelsel, eerst later in de wetenschap is ingedrongen, terwijl men vroeger aan tonus geheel andere begrippen hechtte.

Gaat men de verschijnselen na, die tot het aannemen van een' tonus geleid hebben, zoo kan men ze tot twee soorten terugbrengen, namelijk die, welke aan het physiologisch experiment en die welke aan de pathologische waarneming zijn ontleend. Tot de eerste behooren de resultaten, die MARSHALL HALL bij zijne proeven verkreeg. Zoo als wij vermeld hebben, neemt hij vooreerst als grond voor het bestaan van den tonus aan, dat bij een konijn, welks ruggemerg vernietigd is, de ledematen

geheel slap zijn, terwijl, bijaldien het ruggemerg ongeschonden bestaat, de extremiteiten eene zekere stevigheid bezitten, en men eenigen weêrstand ontmoet, wanneer men den poot van eene gebogene in eene gestrekte houding zoekt te brengen.

Wij zelf hebben deze proeven herhaald, hoewel eenigzins gewijzigd. Het ruggemerg werd bij een konijn ter hoogte van de voorpooten, en aan de linkerzijde daarenboven de n. ischiadicus doorgesneden; de twee achterpooten werden daarop in eene gebogene houding gebragt. Trachtte men nu de pooten in eene gestrekte houding te brengen, dan ontmoette men bij den poot, die nog door de zenuw met het ruggemerg verbonden was, inderdaad een' veel grooteren weêrstand. — Deze verschijnselen bewijzen echter daarom niet afdoende het bestaan van tonus, omdat bij het aanraken reflexie kan opgewekt worden, waardoor de spieren zich kunnen contraheren en alzoo bij uitrekking een' zekeren weêrstand moeten bieden. Van dezelfde oorzaak kan het stijver zijn van den poot, terwijl hij op de tafel ligt, afhangen; hier zijn insgelijks oorzaken, die door reflexie dit kunnen te weeg brengen. Deze proeven van MARSHALL HALL bewijzen dus niet ten volle 't bestaan van tonus, van de zenuwcentra afhankelijk. Dezelfde aanmerking geldt omtrent zijne proeven met eene schildpad. Men kan hieruit geenszins afleiden, dat er van de zenuwcentra eene werking op de spieren uitgaat, waardoor deze in eenen toestand van matige contractie verkeeren; slechts dit blijkt er uit, dat, zoolang er nog gevoelszenuwen aanwezig zijn, deze bij prikkeling de spieren door reflexie kunnen doen contraheren. Al de verschijnselen, waarmede M. HALL 't bestaan van tonus tracht te staven,

bewijzen, streng genomen, slechts, dat, zoolang het ruggemerg nog bestaat, er reflexie-bewegingen kunnen opgewekt worden.

Evenmin wordt door het experiment, waarbij een' kikvorsch de kop is afgesneden en aan de eene zijde de nervus ischiadicus is doorgeknipt, — waarop dan het dier den eenen poot naar zich toetrekt en in eene gebogen houding aan het lijf gesloten houdt, terwijl de andere poot uitgestrekt blijft liggen, — het bestaan van tonus afdoende gestaafd. Dit geschiedt welligt alléén door reflexie; de gevoelszenuwen van den poot worden door het op tafel liggen geprikkeld; hierdoor zal hij teruggetrokken worden en zijne gewone houding aannemen.

Een ander verschijnsel, hetwelk vooral door J. MÜLLER als bewijs voor den tonus werd in 't midden gebragt, is het terugtrekken der beide uiteinden van eene doorgesneden spier en het terugtrekken der geheele spier, wanneer eene harer aanhechtingspunten wordt losgesneden. Is er een tonus aanwezig, dan zal, wanneer eene spier doorgesneden of losgemaakt wordt, zeker de terugtrekking plaats hebben; doch uit de terugtrekking mag men, omgekeerd, niet tot den tonus besluiten. WEBER schreef, zooals wij hierboven gezien hebben, dit verschijnsel aan de elasticiteit der spieren toe, hetgeen BICHAT van zijne *contractilité par défaut d'extension* had afgeleid, op grond van zijne proeven, en van hetgeen bij chirurgische operaties, bij 't doorsnijden der Achilles-pees, plaats heeft.

Teregt merkt HEIDENHAIN 1) op, dat deze proeven van

1) HEIDENHAIN, Historisches und Experimentelles über Muskeltonus. *Müllers Archiv.* 1856 S. 214.

WEBER de mogelijkheid niet uitsluiten, dat, als de spier door middel der zenuw nog met de zenuwcentra verbonden is, deze terugtrekking aanzienlijker zou zijn, ten gevolge van zekeren graad van contractie, van den tonus afhankelijk: het kan dus volstrekt niet als bewezen worden aangemerkt, dat het waargenomen verschijnsel alléén door de elasticiteit wordt voortgebragt. Om het regt te hebben, den tonus te ontkennen, had WEBER bovendien moeten aantoonen, dat de spier, bij doorsnijding der Achilles-pees, zich evenveel terugtrekt, wanneer zij nog met het ruggemerg door middel der zenuw verbonden is, als wanneer de zenuw is doorgesneden. Het bewijs hiervan is hij schuldig gebleven. In den laatsten tijd heeft SCHIFF 1) hieromtrent onderzoekingen in het werk gesteld. Bij kikvorschen, waarvan sommigen levend waren, anderen dood, anderen met rhodankalium vergiftigd (bij welke laatste de contractie bij prikkeling der zenuw zeer spoedig ophoudt, hetgeen bij deze proeven een zeer groot voordeel is), sneed hij den m. gastrocnemius door. Bij al deze dieren trokken de beide uiteinden der doorgesneden Achilles-pees zich gemiddeld evenveel terug. Hieruit meent hij te moeten afleiden, dat de elasticiteit de éénige oorzaak is van de hierboven genoemde verschijnselen. Wij houden het echter voor onmogelijk, de maat van deze terugtrekking juist te bepalen. Ook kan de contractie, ten gevolge van den tonus, zóó gering zijn, dat bij het meten op deze wijze haar invloed niet merkbaar wordt. Wij gelooven, dat dit verschijnsel nimmer over den tonus der willekeurige spieren zal kunnen beslissen.

---

1) SCHIFF, *Lehrbuch der Physiologie*, 1858 S. 32—34

Eveneens hebben sommigen de buiging of uitstrekking van een lid, wanneer een der antagonisten is doorgesneden, voor een bewijs van de aanwezigheid van den tonus willen doen gelden; anderen hebben dit verschijnsel ook weder alléén aan de elasticiteit toegeschreven. Het bewijst wederom noch vóór, noch tegen den tonus. Is er echter een tonus aanwezig, dan zal het plaats hebben, en om te bewijzen, dat het alléén door elasticiteit geschiedt, zoude men moeten aantoonen, dat de ledematen even sterk gebogen of uitgestrekt worden bij eene doode als bij eene levende spier, of bij eene spier, waar de zenuw nog met het ruggemerg verbonden is, als bij eene, waar zij doorgesneden is. Schiff beweert, dat deze contractie alléén geschiedt ten gevolge der pijn op het oogenblik der doorsnijding, die door reflexie eene contractie van de flexoren zal teweeg brengen terwijl de extensoren worden doorgesneden. Deze buiging zal derhalve eene blijvende zijn, daar de extensoren, doorgesneden zijnde, het lid niet meer in eene andere houding zullen kunnen brengen. Bij zoogdieren, die geaetheriseerd waren, alsmede bij kikvorschen, welker gevoelswortels voor het been waren doorgesneden, nam hij deze aanhoudende buiging niet waar.

Als bewijs voor eene, van de zenuwcentra uitgaande, aanhoudende werking, heeft men ook den zamengetrokken toestand der sluitspieren aangevoerd. Aangezien evenwel de tonus dezer spieren niet tot het onderwerp van dit proefschrift behoort, willen wij ons vergenoegen met hetgeen wij in de inleiding hieromtrent hebben medegedeeld. Hetzelfde geldt omtrent den invloed van den nervus vagus op de hartsbeweging, als bewijs voor den tonus.

De pathologische verschijnsels, als grond voor 't bestaan van tonus aangehaald, zijn voornamelijk de blijvende misstanden, die men na eenzijdige verlamming der antogonisten waarneemt. In 't bijzonder moeten hiertoe gebragt worden: de scheefheid van den mond, na eenzijdige verlamming van den nervus facialis en de scheefheid van de uitgestoken tong na hemiplegie, waarbij de punt der tong naar de gezonde zijde van het ligchaam is heengebogen.

Schijnbaar ligt in deze verschijnselen het bestaan van een' tonus der willekeurige spieren opgesloten. Bij nadere beschouwing blijkt evenwel, dat de bewijskracht onvoldoende is. Men neme in aanmerking, dat de afwijking naar de niet verlamde zijde aanvankelijk gering is en eerst langzamerhand toeneemt. Deze beginnende afwijking nu zou het gevolg kunnen zijn van eene vooraf plaats gehad hebbende zamentrekking, waarna de verlamde spieren, ook wanneer aan beide zijden de spanning gelijk werd, het evenwigt niet volkomen hadden kunnen herstellen. Eenige weêrstand toch is bij de vereischte wijziging in de onderlinge verhouding der deelen zeker te overwinnen; daartoe zou aan de verlamde zijde de spanning iets grooter moeten kunnen worden dan aan de andere zijde; en terwijl na den dood een met de hand scheef getrokken mond scheef zal blijven staan, hoezeer aan beide zijden de spanningen gelijk zijn, zoo zal dit ook meer of min bij het leven gelden, hoezeer de spanning aan beide zijden alsdan aanzienlijker is. Dat de afwijking na de eenzijdige verlamming allengs grooter wordt, kan geenszins bevreemden, wanneer men weet, dat in verlamde spieren na eenigen tijd voedings-

veranderingen worden waargenomen, die zich dan ook spoedig meer of minder zullen doen gelden. Zoo ziet men, dat de verschijnselen bij halfzijdige verlamming toch nog eene tamelijk voldoende verklaring zouden toelaten, wanneer de spieren geen' tonus bezaten. Zij kunnen dus niet strekken, om den tonus absoluut te bewijzen.

HOOFDSTUK II.

Om 't bestaan van tonus in den zin, door JOHANNES MÜLLER er aan gehecht, te bewijzen, hebben wij gezien, dat tot vóór weinige jaren alléèn door MARSHALL HALL regtstreeksche onderzoekingen waren in het werk gesteld, die daarenboven op geenen grooten graad van naauwkeurigheid konden aanspraak maken. Het is dan ook gebleken, dat die resultaten voor 't bestaan van tonus geene absolute bewijskracht bezaten. Eerst in den laatsten tijd onderzocht nu ook HEIDENHAIN 1) het vraagstuk proefondervindelijk, en wel door den elastischen toestand der spier vóór en na de doorsnijding der zenuw op naauwkeurige wijze te vergelijken.

Het denkbeeld, door HEIDENHAIN tot basis zijner onderzoekingen aangenomen, is, dat, indien de spieren, onder den invloed eener aanhoudende werking, van de zenuwcentra uitgaande, en haar door de zenuwen medegedeeld, in eenen toestand van matige

1) R. HEIDENHAIN. *Müllers Archiv.* 1856. S. 214.

contractie en spanning verkeeren, bij doorsnijding der beweegzenuw, deze contractie moet verdwijnen, de spanning verminderen, bijgevolg de spier langer worden. Om het al of niet verminderen der spanning na te gaan, stelde hij proeven in het werk op eene wijze, die haren grondslag vond in de volgende redenering. Wanneer, bij een levend dier, van eene spier de onderste aanhechting (die het meest van den romp verwijderd is) wordt losgemaakt, zonder kwetsing van vaten of zenuwen, terwijl de bovenste aanhechting onbewegelijk wordt bevestigd, wanneer men vervolgens de spier tot aan deze aanhechting geheel los praepareert, en het dier in zulk eene houding vastmaakt, dat de spier vertikaal hangt, terwijl aan hare onderste uiteinden een zeker gewigt wordt bevestigd, dan zal, volgens HEIDENHAIN, de spier eene uitrekking ondergaan, die zal ophouden, zoodra hare spanning eene grootte zal bereikt hebben, die beantwoordt aan de grootte van het gewigt. Deze spanning beschouwt hij eensdeels afhankelijk van en bepaald door de elasticiteit der weefsels, die de spier zamenstellen, andersdeels door den tonus der contractiele spiervezels, die van de beweegzenuw afhankelijk is. Wanneer nu de spier haar maximum van uitrekking bereikt heeft, dan heeft er evenwigt plaats tusschen de kracht, waarmede het gewigt de spier zoekt uit te rekken, en den tonus en de elasticiteit, waardoor zij zich zamentrekt. Hieruit volgt, dat de elastische spanning zooveel kleiner moet zijn dan de kracht, waarmede het gewigt de spier zoekt uit te rekken, als de kracht groot is, waarmede de tonus de spier zamentrekt. Wordt nu bij doorsnijding der zenuw de tonus vernietigd, dan wordt het evenwigt gestoord, de

uitrekkende kracht van het gewigt zal de overhand verkrijgen, en de spier zal langer worden. Bestaat er geen tonus, dan zal er, als de zenuw wordt doorgesneden, geen verbroken evenwigt bestaan en de spier dus zijne lengte behouden, daar zij door het gewigt zoo ver wordt uitgerekt, als aan hare elastische spanning, aan de eene, en aan de uitrekkende kracht van het gewigt, aan de andere zijde, beantwoordt.

Heidenhain merkt verder op, dat, indien er een tonus der spieren aanwezig is, de gang der uitrekking van eene spier, op het oogenblik, dat de zenuw wordt doorgesneden, geheel veranderen moet. Wanneer er geen tonus aanwezig is, zal de uitrekking plaats hebben even als bij eene spier, welker zenuw niet is doorgesneden. Wordt eene spier met een zeker gewigt belast, dan zal zij terstond tot eene bepaalde lengte worden uitgerekt en eerst langzamerhand eene iets verdere uitrekking ondergaan. De verlenging is voor gelijke tijden het grootst bij het begin der uitrekking, en zij vermindert later aanmerkelijk. De gang der uitrekking, naarmate er al of niet tonus aanwezig is, tracht heidenhain op de volgende wijze door eene graphische voorstelling duidelijk te maken. Men stelle zich voor (Pl. II, fig. 4), dat op de abscisse (O X) van een coördinatenstelsel de stukken O X^1, X^1 X^2, X^2 X^3, enz., die beantwoorden aan de eenheid van tijd, gedurende welke de uitrekking van eene spier telkens wordt waargenomen, zijn afgemeten; en insgelijks op de ordinate het stuk L y, zijnde de lengte der spier, bij het begin der waarneming.

Men trekke voorts door y eene lijn, evenwijdig aan de abscis, rigte in X^1, X^2, X^3, enz. coördinaten op, die de

lijn, evenwijdig door y getrokken, in y^1, y^2, y^3 enz. der ordinaten snijden, en mete op de stukken y^1 X^1, y^2 X^2 enz., van af y^1, y^2, enz., de grootte der verlenging af (y^1 l^1, y^2 l^2 enz.), die de spier in de tijdruimte O X′, O X^2, ondergaat. Vereenigt men nu de punten l^1, l^2, l^3, l^4, dan vormen zij eene kromme lijn, waarvan de convexiteit naar de abscis gekeerd is. Bestaat er nu bij deze spier een tonus, dat is eene aanhoudende contractie der spier, zoolang deze door de zenuw met het ruggemerg verbonden is, dan zal, bij het doorsnijden der zenuw, eene plotselijke verlenging plaats hebben, aanmerkelijk grooter, dan de geringe verlengingen, die het gevolg zijn van de bestendige uitrekking door het gewigt. Op de plaats, (in de figuur bij l^n), die beantwoordt aan het tijdstip, waarop de zenuw wordt doorgesneden, zal de kromme plotseling een groot eind naar de abscis dalen, zoodat zij in het tijdstip X^n X'^n, van l^n tot l'^n, zal zijn gedaald en hierdoor haren vroegeren gang zal hebben verloren.

De grootte dezer daling zal afhangen van de grootte der contractie, door den tonus teweeg gebragt en bij het doorsnijden der zenuw vernietigd. Is deze plotselinge daling voorbij, dan zal de verlenging, even als vroeger, weder regelmatig voortgaan en de lijn hare vorige gedaante herkrijgen. Daarentegen zal, zoo als natuurlijk is, bijaldien er geen tonus voorhanden is, door het doorsnijden van de zenuw de gelijkmatige gang van de kromme lijn niet veranderen.

Heidenhain, van bovenstaande redenering uitgaande, en geleid door de vermelde theoretische beschouwingen, stelde nu zijne proeven op de volgende wijze in het werk.

Hij bevestigde het bovenste aanhechtingspunt der spier op eene onbewegelijke wijze, — eene der voornaamste voorwaarden, waaraan moest worden voldaan, wilde men de uitrekking der spier door gewigten naauwkeurig meten. Bij verschillende dieren verschilde deze wijze van bevestiging, eveneens als de keuze der spieren. Wij zullen ze bij de vermelding der afzonderlijke proeven mededeelen; genoeg zij het, voor het oogenblik te doen opmerken, dat dit telkens volkomen gelukte. Eene tweede hoofdvoorwaarde was, dat de uitrekking der spier met de grootste naauwkeurigheid kon worden gemeten, zoodat eene zeer kleine verandering in lengte gemakkelijk was waar te nemen. HEIDENHAIN voldeed daaraan op de volgende wijze. Hij bevestigde aan het onderste uiteinde der spier, waarvan hij de verandering in lengte wilde waarnemen, door middel van een klemschroefje, een dun vertikaal stalen staafje, waaraan in het midden eene kleine verdeelde schaal bevestigd was, terwijl onder aan het uiteinde een klein schaaltje met de gewigten, die tot de uitrekking der spier moesten dienen, was opgehangen. De schaal was in millimeters verdeeld en elke millimeter wederom in vijfde gedeelten. Om nu de verlenging der spier naauwkeurig te kunnen meten, ging HEIDENHAIN op de volgende wijze te werk.

Hij nam, door middel van eenen verrekijker, op eenigen afstand geplaatst, de verdeelde schaal waar. Op eene bepaalde verdeeling der schaal rigtte hij nu den horizontalen draad van den kruisdraad, die zich in den verrekijker bevond. Zoodra de lengte der spier veranderde, kwam eene andere verdeeling der schaal in den kruisdraad. Op deze wijze kon hij eene veran-

dering in de lengte der spier bepalen, die slechts $^1/_{50}$ mm. bedroeg. Ten einde de slingeringen, die door de plotselinge zamentrekkingen der spier, bij het doorsnijden der zenuw of anderszins, zouden kunnen ontstaan, te voorkomen, werden onder aan het toestel een paar vleugels aangebragt. Hij bevestigde, namelijk, onder aan het stalen staafje een' koperen beugel, waarin de schaal, die met gewigten belast moest worden, opgehangen was, en onder aan dezen beugel, juist in de rigting der verlenging van het stalen staafje, werd een tweede, doch korter staafje bevestigd, waarin twee dunne glimmerplaatjes van regthoekigen vorm, waarvan de zijden 70 en 40 mm. lang waren, zoodanig werden bevestigd, dat zij met elkander een kruis vormden. Deze aldus gestelde glimmerplaatjes hingen in een glas met olijfolie gevuld, en hierdoor werd het slingeren van het meetwerktuig voorkomen.

Heidenhain deed zijne meeste proeven op kikvorschen, slechts enkele op konijnen. Bij den kikvorsch nam hij de spieren van het bovenbeen en wel den adductor magnus en semi-membranosus (Cuv.). Om deze spieren behoorlijk af te zonderen en haar bovenste aanhechtingspunt onbewegelijk te bevestigen, ging hij op de volgende wijze te werk.

Hij onderbond de aorta en legde den nervus ischiadicus aan de eene zijde bloot. Na blootlegging werd deze zenuw, om haar tegen de inwerking der lucht te beschutten, met spiermassa bedekt. Nadat aan dezelfde zijden de zoo even opgenoemde spieren voorzigtig gepraeparceerd waren, werd aan beide zijden het bovenbeen geëxarticuleerd en weggenomen, en dwars door de heupkom heen een driehoekige stalen priem gestoken,

welke bevestigd werd aan een vertikaal plankje, op zijne beurt door schroeven met een horizontaal plankje verbonden. In dit horizontale plankje, aan welks uiteinden zich twee gaten bevonden, pasten twee verticale staven, op eene plank bevestigd. Door schroeven kon het hieraan vast gemaakt worden, zoodat het geheel een vierkant raam vormde. De wijze, waarop de priem bevestigd was, was de volgende. Op het verticale plankje waren twee stukken koper bevestigd, op eenen afstand, die iets geringer was dan de lengte van den priem. In het eene van deze was een gat, waarin de punt van den priem rustte; het andere was ingesneden en hierin pastte het andere eind van den priem, dat door eene schroef kon vastgeklemd worden. Nadat de voorste extremiteiten van het dier aan het verticale plankje waren vastgemaakt, was het bovenste aanhechtingspunt der spieren, waarvan men de lengte wilde meten, onbewegelijk bevestigd. Aan het ondereinde had men het bovenste gedeelte der tibia laten zitten. Hieraan werd, door middel van een klemschroefje, de stalen staaf bevestigd, die de verdeelde schaal met de schaal voor de gewigten en het vleugeltoestel droeg, en die allen te zamen slechts 5 grammen wogen; dit gewigt werd als constant beschouwd en bij de opgave van de hoegrootheid der belasting niet in aanmerking genomen. Deelt HEIDENHAIN mede, dat hij het schaaltje, ter uitrekking van de spier, met vijf gram belastte, dan hing er aan de spier een gewigt van tien gram. Dit was het kleinste gewigt, waarmede hij op kikvorschen experimenteerde.

Het aflezen en het waarnemen der uitrekking geschiedden op de hierboven gemelde wijze. Nadat de

uitrekking door een bepaald gewigt was waargenomen en alleen de elastische nawerking haren invloed deed gelden, sneed hij plotseling de zenuw door en zag nu, of de gang der uitrekking veranderde. Uit zijne onderzoekingen leidde hij het resultaat af, dat de willekeurige spieren geen' tonus bezitten. Nergens vond HEIDENHAIN, bij het doorsnijden der zenuw, eene plotselinge blijvende verandering in de lengte der spier, hetgeen blijken moet uit de graphische voorstelling, die hij van den gang der uitrekking geeft.

De lijnen, die den gang der uitrekking voorstellen, toonen aan, dat, wanneer men den invloed der trekkingen, die bij het doorsnijden der zenuw en door andere oorzaken plaats hebben, niet in aanmerking neemt, nergens, bij het doorsnijden der zenuw, de kromme lijn eene plotselijke daling ondergaat. De gang van de uitrekking der spier bij het doorsnijden der zenuw komt dus niet overeen met de kromme lijn, Pl. II, fig. 4. I afgebeeld. De doorsnijding der zenuw zonder invloed op de verlenging zijnde, zoo zal men deze verlenging kunnen voorstellen door de kromme, die in deze figuur tot l^n is afgebeeld. Deze bezit het karakter der continuiteit, de kromme echter, zoo als zij verder in de figuur is afgebeeld, niet. — De kromme lijnen, door HEIDENHAIN gegeven, hebben geen aanhoudend regelmatig verloop; maar daarop zijn nu eens verkortingen, dan eens verlenging, ook op het oogenblik der zenuwdoorsnijding, waar te nemen. Deze zijn het gevolg van de trekking, die er bij de doorsnijding der zenuw plaats heeft, en die buitendien ook plaats vond, wanneer de kikvorschen poogden zich los te maken

HEIDENHAIN ging den invloed dezer trekkingen na,

en 't bleek, dat ná de trekkingen er dikwijls kleine zamentrekkingen der spieren achterblijven, die slechts langzamerhand verdwijnen. Na sterke trekkingen werd eene blijvende contractie door HEIDENHAIN dikwijls waargenomen. Door deze trekkingen werd de gang der kromme lijnen, zooals uit de bijgevoegde figuur (zie Pl. II, fig. 4. II) blijkt, wel eenigzins gestoord; deze gang is dus niet geheel gelijk aan dien der lijn tot l^{n}, Pl. II, fig. 4. I medegedeeld, hoezeer de aard van haren gang dezelfde blijft.

Op grond der resultaten, bij deze proeven op kikvorschen verkregen, besloot HEIDENHAIN, dat de willekeurige spieren geen' tonus bezitten. Hij meende echter ook bij homotherme dieren te moeten onderzoeken, of er tonus der willekeurige spieren bestaat, en durfde de resultaten, bij poikilothermen verkregen, niet op hen uitbreiden, daar hij meende, dat het bewijs van de afwezigheid van den tonus, bij de eerstgenoemde dieren, daarom niet geldig was voor de laatsgenoemde, omdat, wanneer bij kikvorschen de n. vagus doorgesneden wordt, de hartswerking niet vermeerdert, terwijl bij zoogdieren de frequentie der hartslagen aanmerkelijk toeneemt. Hij meende hieruit te mogen afleiden, dat bij de zoogdieren de n. vagus onafgebroken werkzaam is, bij de kikvorschen niet; en hij hield het er voor, dat dit met andere zenuwen insgelijks het geval kon zijn.

HEIDENHAIN stelde omtrent den tonus der willekeurige spieren van homotherme dieren op de volgende wijze proeven in het werk.

Een konijn werd met den buik op eene plank gelegd; de voorpooten werden hierop vastgebonden; aan beide

zijden werd tusschen het dijbeen en de spieren, aan zijne achterzijde gelegen, een breede linnen band gebragt en de dijbeenderen werden hiermede aan de plank stevig bevestigd. Hetzelfde geschiedde met de onderbeenderen. Hier werden tusschen de Achilles-pees en de beenderen van het onderbeen linnen banden gebragt en beiden hiermede zoo bevestigd, dat zij onder aan de plank kwamen. Deze plank werd door middel van schroeven verticaal op eene andere horizontale plank bevestigd en hieraan de voeten, onder een' regten hoek gebogen, vastgebonden; vervolgens met eene beentang het achterste gedeelte van het hielbeen losgeknipt, de Achilles-pees met dit stuk er aan, tot aan den gastrocnemius, die met huid bedekt bleef, losgepraepareerd, en aan het hielbeen, door middel van eene klemschroef het meettoestel met de schaal en de windvleugels vastgemaakt.

Nadat de nervus ischiadicus was blootgelegd, werden de proeven even als bij kikvorschen in het werk gesteld. Zij leidden tot dezelfde uitkomsten: de kromme lijnen, die HEIDENHAIN verkreeg, stelden een' regelmatigen gang der uitrekking voor. Hij besloot hieruit, dat, even als de willekeurige spieren der poikilothermen, zoo ook die der homothermen geen' tonus bezitten.

Het resultaat, door HEIDENHAIN verkregen, is door WUNDT bevestigd 1). Deze herhaalde de proeven van HEIDENHAIN op dezelfde spieren van den kikvorsch en deed zijne onderzoekingen in het algemeen op gelijke wijze. Slechts kleine wijzigingen ter verkrijging van naauw-

---

1) *Die Lehre von der Muskelbewegung von* Dr. W. WUNDT. Braunschweig, 1857. S. 44—57.

keuriger resultaten bragt hij aan. Hij nam de verdeeling der scala, niet, zoo als HEIDENHAIN, door een' verrekijker waar, maar door een microscoop, welks oculair met een micrometer voorzien was. Hierdoor werd hij in staat gesteld, eene verandering in de lengte der spier van $\frac{1}{50}$ mm. direct af te lezen en eene verandering van $\frac{1}{500}$ te schatten. Dit microscoop was aan de verticale staven, die het horizontale plankje droegen, waarop het dier op dezelfde wijze als HEIDENHAIN dit gedaan had, was bevestigd, door middel van eene klemschroef vastgemaakt.

Ook AUERBACH verkreeg bij zijne onderzoekingen, die op gelijke wijze in het werk werden gesteld, hetzelfde resultaat als HEIDENHAIN en WUNDT: dat er, namelijk, geen tonus der willekeurige spieren bestaat 1). Daarenboven ging hij den invloed van de peripherische zenuwen en van het bloed op den tonus na, door, behalve de arteries te onderbinden, bloedingen hieruit te doen plaats hebben, de dieren met chloroform, coneine, blaauwzuur, morphine te narkotiseren. Ook in dit opzigt gaven zijne proeven voor den tonus der willekeurige spieren negatieve resultaten. De gang van de elasticiteit der spieren werd hierdoor niet veranderd.

Wij hebben de onderzoekingen van HEIDENHAIN met uitvoerigheid vermeld, omdat zij het waren, die over den tonus eene beslissende uitspraak deden. Sedert de uitkomsten, door hem en door WUNDT en AUERBACH verkregen, wordt algemeen aangenomen, dat de willekeurige spieren geen' tonus bezitten, omdat het schijnt,

---

1) HENLE *und* MEISSNER. *Bericht über die Fortschritte der Anatomie und Physiologie im Jahre* 1857. S. 438.

dat zij, op eene onberispelijke wijze genomen, afdoende resultaten hebben gegeven. Gewigtig is deze uitspraak; want uit haar vloeit onmiddellijk voort, dat men geene aanhoudende werking der zenuwcentra op de willekeurige spieren kan aannemen. Slechts op het oogenblik, dat wij onze spier contraheren, zouden er in de zenuwcentra werkingen plaats hebben; in gerelaxeerden toestand, zou ook in de zenuwcentra alle werking ontbreken. Intusschen voor de zenuwcentra der sphincteren dwingen ons de onderzoekingen, het tegenovergestelde aan te nemen. Gedeeltelijk zouden dus de zenuwcentra in eenen staat van afgebroken, gedeeltelijk van aanhoudende werkzaamheid verkeeren.

Dit resultaat kan niet nalaten van bij dengene, die over dit onderwerp nadenkt, bevreemding op te wekken; en hij gevoelt zich gedrongen, de methodes en de wijzen van proefnemen, die den tonus der willekeurige spieren uit de wetenschap hebben doen verdwijnen, uit een kritisch oogpunt te beschouwen. Wij willen dit trachten te doen.

Vragen wij ons derhalve het eerst af, of het mogelijk is, om bij de wijze, waarop de laatstgenoemde onderzoekers arbeidden, eene plotselinge verandering bij het doorsnijden der zenuw, zoo als die volgens HEIDENHAIN moet plaats hebben, met zekerheid te kunnen bepalen. Wij gelooven dit niet. Er komen, bij deze wijze van waarnemen, zoo vele storende omstandigheden in het spel, dat, hoe naauwkeurig de wijze van waarnemen ook zij, hierdoor in den toestand der spier eene verandering kan worden te weeg gebragt, die het ophouden van de werking der zenuw belet waar te nemen.

De invloed, waaraan de spier en de zenuw onderworpen worden, is vooreerst de uitrekking door een vrij groot gewigt.

De geringste belasting, door HEIDENHAIN aangewend, bedroeg tien gram, vijf gram voor het apparaat en vijf gram, waarmede dit belast werd. Dat van WUNDT woog ongeveer 7 grammen; de minste belasting, die hij er op legde, bedroeg 2 grammen: er werd dus ongeveer 9 grammen aan gehangen. Deze uitrekking werd door HEIDENHAIN zoo lang voortgezet, totdat de spier verder zeer geringe verlenging ondervond en slechts elastische nawerking werd waargenomen. In dezen toestand werd de zenuw doorgesneden. WUNDT wacht met de doorsnijding zoo lang niet, maar laat die gedurende de eerste oogenblikken der uitrekking plaats hebben en ziet dan, of hierna de gang der uitrekking verandert.

Tegen de wijze, waarop HEIDENHAIN zijne proeven in het werk stelde en ook tegen die van WUNDT, hoewel in mindere mate, kan worden in het midden gebragt, dat de spier, door het aanhangen van het betrekkelijk vrij groote gewigt, vermoeid worden moest. Bij vermoeidheid, is de verkorting eener uitgerekte spier, onder den invloed van prikkeling harer zenuw, geringer. Is nu vermoeidheid ingetreden eener uitgerekte spier, die slechts onder den geringen invloed van tonische werking eenigzins zaamgetrokken is, dan zal het opheffen dier werking naauwelijks kunnen blijken op het oogenblik, dat men de zenuw doorsnijdt. Wij gelooven dus, dat het aanhangen van, en uitrekken door gewigten de contractie, door den tonus teweeggebragt, grootendeels kon hebben vernietigd.

Een tweede nadeelige invloed is het doorsnijden der zenuw.

Het doorsnijden der zenuw staat gelijk met het aanbrengen van eenen mechanischen prikkel. Op het oogenblik dus, dat men de gevolgen wil waarnemen van het ophouden van een' geringen aanhoudenden prikkel (den van het ruggemerg afhankelijken tonus), brengt men een' sterken nieuwen prikkel aan, die krachtige contractie opwekt en den physischen toestand der spier aanzienlijk zal veranderen, en juist over eene kleine verandering, die zich nu eerst secundair uiten kan, wenscht men te oordeelen.

Het storende der zamentrekking, die bij het doorsnijden der zenuw wordt waargenomen, is door WUNDT geenszins voorbijgezien. Als nawerking daarvan beschouwt hij eene geringe verkorting of verlenging, die zelden wordt gemist. Hij meent zich overtuigd te mogen houden, dat de gang der uitrekking, ten gevolge der doorsnijding, intusschen geene wezenlijke verandering heeft ondergaan. Maar hij vindt het toch niet onwenschelijk, die contractie bij de doorsnijding te voorkomen. Dit doel bereikte hij, door de zenuw der spier gedurende eenige minuten door den electrischen stroom te tetaniseren. Hierdoor werd de spier voldoende vermoeid, en bij doorsnijding der zenuw nam men geene trekking meer waar; door sterkere stroomen verkortte de spier zich nog aanmerkelijk, hetgeen bewijst, dat zij nog niet geheel uitgeput is. Bij de doorsnijding der zenuw had dan nu ook geene trekking plaats. Onbegrijpelijker wijze komt WUNDT hierdoor tot het besluit, dat de doorsnijding der zenuw op zich zelve van geen' invloed is op de mechanische eigen-

schappen der spier. Is het niet klaar, dat dit resultaat slechts betrekking heeft tot de vermoeide spier, geenszins tot de spier, die nog hare volkomene werkzaamheid bezit? De mechanische en physische eigenschappen der vermoeide en nog geheel onvermoeide spier zijn, zoo als bekend is, geheel verschillend. Het is dus door deze proeven volstrekt niet bewezen, dat de doorsnijding der zenuw geenen invloed hebben zou op de spier, die slechts een weinig uitgerekt werd en welker zenuw nog een' hoogen graad van prikkelbaarheid bezit. Juist door de onderzoekingen van WUNDT is 't gebleken, dat er na elke doorsnijding eene geringe verkorting of verlenging der spier plaats heeft, zoo als wij hierboven vermeld hebben. Wanneer bij eene getetaniseerde en vermoeide spier de doorsnijding der zenuw geen' invloed heeft op den gang van de uitrekking, zoo bewijst dit, naar ons inzien, nog weinig voor de nog niet vermoeide spier.

Een derde nadeel, aan de wijze van proefnemen door HEIDENHAIN en WUNDT gebezigd, verbonden, bestaat dáárin, dat men den toestand der spier, welker zenuw is doorgesneden, en van die, welke nog hiermede verbonden is, niet met elkander kan vergelijken. Slechts na elkander kan men deze toestanden nagaan. Voorzeker zoude de gelijktijdige waarneming een groot voordeel opleveren. Wij zullen later zien, hoe ons dit, bij eene andere wijze van proefnemen, gelukt is.

Wat voorts de bijzonderheden van 't proefnemen betreft, gelooven wij vooreerst, dat de keuze der spier niet gelukkig was. Het isoleren [zij gebruikten, zoo als gemeld is, den *m. semi-membranosus* en *adductor magnus* (CUVIER)], is zonder eene langdurige praeparatie

niet te volbrengen, waardoor het dier veel te lijden heeft; ook is het bijna onmogelijk, deze spieren te isoleren, zonder eenige van hare vezels door te snijden. Het geringe voordeel, door deze spiergroep opgeleverd, dat, namelijk, hare vezels parallel loopen, weegt niet op tegen de groote nadeelen, aan hare isolering verbonden.

Ten anderen, schijnt de wijze van bevestiging, waarbij het dier eene spies dwars door de heupkom gestoken wordt, minder doelmatig. Wel kan men hierdoor de spier onbewegelijk aan haar ophangpunt bevestigen, doch te gelijk doet het dier na de doorboring der heupkom vele trekkingen, die zeker de zuiverheid der waarneming verminderen. Eindelijk het onderbinden der slagaderen van het been, welks spieren men onderzoeken wil, het tijdelijk blootleggen der spier, het exarticuleren van het dijbeen, het wegnemen van het onderbeen, het exarticuleren van het geheele andere been, — dit alles maakt, dat de kikvorsch zich lang niet in een' normalen toestand bevindt.

De wijze, waarop HEIDENHAIN en WUNDT hunne proeven namen, levert dus verscheidene nadeelen op, die de bewijskracht hunner proeven verminderen.

Het was ons vermoeden, dat, indien men eenige dezer nadeelige omstandigheden kon buitensluiten, men welligt andere resultaten zoude verkrijgen. Wij besloten daarom, deze proeven, eenigzins gewijzigd, te herhalen.

De nadeelen, aan het arbeiden met den *m. adductor magnus* en *semi-membranosus* verbonden, konden wij door eene andere keuze van spieren voorkomen, waardoor ook de wijze van bevestiging van het bovenste aanhechtingspunt veranderd werd. Insgelijks vonden wij

een middel, om met kleine gewigten de uitrekking te bewerkstelligen.

Wat de keuze der spier betreft, gaven wij aan den m. gastrocnemius boven de door HEIDENHAIN en WUNDT gebezigde de voorkeur. Reeds SCHWANN gebruikte dien ter bepaling van de kracht van levende spieren. Men kan deze zonder eenig bloedverlies van de onderliggende deelen isoleren; geene onderbinding der vaten is noodig en het onderbeen behoeft niet geëxarticuleerd te worden; men kan ze verder tot aan den oorsprong vrijmaken, daar zij zich even boven den kniekuil aanhecht. De bevestiging van het dijbeen en hiermede van het bovenste aanhechtingspunt kon op de volgende wijze geschieden. Aan de buikzijde van het bovenbeen, waar het dijbeen slechts door eene dunne spierlaag bedekt is, werd op dit been eene insnijding in de spiermassa, ter hoogte van het bovenste derde gedeelte, gemaakt; vervolgens werd dit been geheel van de omringende spieren geïsoleerd en onder dit been de openslaande arm van een scharniertje of klemschroefje gebragt 1), die met den anderen uitgeholden arm een hol cilindertje vormde, wanneer de openslaande arm tegen den anderen gebragt werd. In dezen hollen cilinder kan dus het been gebragt worden, terwijl door eene schroef de twee armen, wanneer deze tegen elkander gelegen waren, bevestigd konden worden, zoodat zij niet weder van elkander weken. Het been, in dezen cilinder gebragt, werd nu op de volgende wijze bevestigd. In den niet openslaanden arm van het scharniertje bevond zich eene schroef, aan welker einde zich een klein getand, rond

1) Men vergelijke fig. 2 op pl. I.

plaatje bevond, waarvan de oppervlakte ruw gemaakt was. Het dijbeen werd nu onder dit schroefje gebragt, het schroefje zeer langzaam aangeschroefd, totdat het dijbeen tusschen dit schroefje en den binnenwand van den openslaanden arm vastgeklemd was.

Aan het klemschroefje was een vierkant stukje koper bevestigd, ter breedte van ongeveer 3 ctm., ter lengte van 3 ctm. en ter dikte van $1^1/_2$ mm., hetgeen geschoven werd tusschen twee krammen, op een afstand van $2^1/_2$ ctm. van elkander geplaatst, welke tot eene aanmerkelijke diepte in het horizontale stuk hout geslagen was, dat op de twee verticale staven van het instrument was bevestigd, waaraan de kikvorsch was vastgebonden.

Op deze wijze was het mogelijk, het dijbeen en dus het bovenste aanhechtingspunt van den M. Gastrocnemius onbewegelijk te bevestigen. Het klemschroefje ziet men Pl. I, fig. 2 in de natuurlijke grootte afgebeeld: *a* is de openslaande arm van het klemschroefje, *b* de vaste arm; bij *c* ziet men de schroef, waardoor beiden tegen elkander worden geschroefd en het geheele klemschroefje stevig wordt gesloten; bij *d* de schroef, die tegen het dijbeen wordt aangeschroefd, dat in de ruimte *e f* wordt gebragt, die door aanschroeven van de schroef *d*, nadat de beide armen tegen elkander geschroefd zijn, verkleind wordt; *g h* is het stukje koper, dat in de twee krammetjes past, die zich aan het horizontale stuk hout bevinden, dat aan de twee loodregte staven bevestigd is. Ten einde zich te overtuigen dat door dit klemschroefje het dijbeen onbewegelijk bevestigd kon worden, werd hieraan het nader te beschrijven meettoestel bevestigd en het schaaltje met

20—40 gram belast. Er was geene verlenging waar te nemen. Eerst, nadat een gewigt van 50 gram gedurende een half uur er aangehangen had, ontstond eene zeer geringe verlenging. Met zulk een groot gewigt werd echter gedurende de proeven het meettoestel nimmer belast, zoodat de bovengemelde wijze van bevestiging als volkomen aan het doel beantwoordende mag worden beschouwd.

Eene tweede verbetering, die het ons gelukte, aan te brengen, bestond in het opheffen van het gewigt van het meet-toestel, waaraan het schaaltje en de vleugels bevestigd waren. Het gewigt van dit toestel, hetwelk bij HEIDENHAIN 5, bij WUNDT 7 gram en bij het door ons gebezigde 10 gram bedroeg, maakte het onmogelijk, om, op de gewone wijs, de spier door kleinere gewigten uit te rekken. De wijze nu, waarop het gewigt van dit toestel weggenomen werd, was de volgende. Het geheele meet-toestel rustte op den langen arm van een' hefboom, die zijn steunpunt had op een scherp stalen mesje, 't welk bevestigd was aan een der verticale staven van het vierkant raam, dat den kikvorsch droeg; de korte arm van den hefboom, aan de andere zijde van het steunpunt gelegen, was voorzien met een verschuifbaar gewigtje, 't welk zoo gesteld kon worden, dat het evenwigt maakte met het meet-toestel; in dit geval stond het geheele hefboompje horizontaal en in dezen stand werd het gebruikt. Het geheele toestel bestond dus uit een weegschaaltje met ongelijke hefboomsarmen, dat in evenwigt werd gehouden door het meet-toestel aan de eene en het gewigtje aan de andere zijde. Werd nu het meet-toestel met één decigram belast, dan daalde het reeds aan-

merkelijk, — een bewijs, dat het balansje gevoelig was. Het meet-toestelletje, rustende op het balansje, werd aan de spier bevestigd, vervolgens werd het schaaltje van het eerstgenoemde met een klein gewigtje belast, het balansje daalde en de spier werd uitgerekt door slechts een klein gewigt.

Gaan wij thans over tot de beschrijving van de door ons op deze wijze verrigte proeven, waarvan het getal 46 bedraagt.

Het instrument, door ons gebruikt, was datgene wat WUNDT aanwendde, hoewel eenigzins gewijzigd; het is meet-toestel.
op Pl. I in fig. 1 afgebeeld en door den instrumentmaker OLLAND te *Utrecht* vervaardigd.

Het bestaat vooreerst uit een' toestel, om den kikvorsch te bevestigen en ten tweede uit het genoemde

Het bevestigingstoestel bestaat uit twee verticale holle koperen cylinders *A B* en A^1 B^1, die van onderen stevig in eene horizontale plank bevestigd zijn, welke laatste door drie stelschroeven horizontaal gesteld kan worden en hierdoor dus ook het geheele instrument. Aan hun boveneinde passen deze cylinders in de ronde openingen, die zich aan de uiteinden van een horizontaal stuk hout *C D* bevinden, hetwelk langs de cylinders kan heen en weder bewogen worden, en door middel van twee schroeven op verschillende hoogten kan worden bevestigd. Aan dit horizontaal gedeelte bevinden zich de twee krammen, waarin het koperen stukje (*g h* zie Pl. I, fig. 2) van het klemschroefje, ter bevestiging van het dijbeen, zeer naauwkeurig past; slechts de eene kram is in de figuur (bij *a*) zigtbaar, zijnde de andere door het dijbeen van het dier bedekt.

Aan dit horizontaal gedeelte is, door middel van twee schroeven, een verticaal plankje *E F* bevestigd, waarop de kikvorsch vastgebonden wordt.

Het meet-toestel bestaat uit een' draad van aluminium (*b c*), ter dikte van 1 mm., die van onderen (bij *c*) in een' beugel overgaat, waarin een schaaltje van koper door middel van platina-draden is opgehangen. Langs dezen draad is eene bewegelijke scala (*d e*), ter grootte van 4 ctm., bevestigd, die zoowel op en neder als links en regts kan verplaatst worden. De scala is in millimeters en elke millimeter in vijfde gedeelten verdeeld. Boven aan den draad is een klemschroefje (*f*) bevestigd, en hieronder bevindt zich een schaaltje (*g*) ter opvanging van bloed; onder aan den beugel, waarin zich de schaal ter belasting met de gewigten bevindt, is in het midden een koperen staafje bevestigd (bij *h*), waaraan wederom een vierkant stukje koper geschroefd is, hetwelk vier regthoekig op elkander geplaatste glimmerplaatjes draagt, die in olie dompelen en het slingeren van het meet-toestel voorkomen.

Het meet-toestel rust met het schaaltje, ter opvanging van bloed aanwezig, op den langen arm van het hefboompje *G H*, die vorksgewijze uitloopt. Het stalen mesje, waarop het hefboompje steunt, is aan den verticalen cylinder A^1 B^1 bevestigd. Het meet-toestel wordt door het gewigt, aan den korten arm van het hefboompje aanwezig, in evenwigt gehouden. Aan den anderen verticalen staaf A^1 B^1 is het microscoop bevestigd, dat gerigt wordt op de scala (*d e*) en in zijn oculair een micrometer bevat, waardoor men elke afdeeling van de scala, ter grootte van $^1/_5$ mm., nogmaals in vijfde gedeelten kan verdeelen, zoodat men eene verandering

in de lengte van de spier van $^1/_{25}$ mm. direct kan aflezen en eene zoodanige ten bedrage van $^1/_{100}$ mm. kan schatten.

De proef werd nu op de volgende wijze in het werk gesteld.

Bij een' kikvorsch werd het ruggemerg ter hoogte van het verlengde merg doorgesneden; het dijbeen werd in het klemschroefje bevestigd, waarbij de vaten en zenuwen, die aan de rugzijde verloopen, ongedeerd werden gelaten, daar men de insnijding aan de buikzijde maakte; vervolgens werd de n. ischiadicus hoog in het bekken, ter zijde van het os sacrum, blootgelegd, er een zijden draadje om gebragt en nu weder met spiermassa bedekt. Men isoleerde nu den m. gastrocnemius; dit geschiedde, door in de huid van den voetzool eene insnijding digt bij den hiel te maken en deze te vervolgen tot aan het uiteinde van de onderste helft der pees van den m. gastrocnemius; vervolgens werd met eene stompe bistouris onder de huid ingegaan, de spier van het celweefsel, dat deze, hetzij aan onderliggende spieren, hetzij aan de huid, bevestigde, tot aan haren oorsprong toe losgemaakt, en hierna de pees met het daarin bevatte sesambeentje zoo laag mogelijk, bij hare aanhechting aan den hiel, losgesneden. Vervolgens werd het koperen stuk van het klemschroefje, dat aan het dijbeen was gehecht, in de daartoe bevestigde krammetjes geschoven, het dier aan het verticale plankje bevestigd, en het meet-toestel door een klemschroefje aan de pees vastgemaakt. Ten einde te voorkomen, dat de voet tegen de pees of het meet-toestel aanhing, werd er een haakje, waaraan een zijden draad was bevestigd, in het weinig gevoelige zwemvlies ge-

slagen, en de voet hiermede voorzigtig van de pees verwijderd, zooals men in figuur 1 ziet afgebeeld. Het andere been werd op de horizontale plank gelegd en daaraan slechts los bevestigd en niet sterk gespannen, ten einde geene reflexie-verschijnselen te veroorzaken, hetgeen aanleiding geeft tot trekkingen, die de waarneming onzuiver maken.

Men belastte daarop het schaaltje met verschillende gewigten, waarvan het grootste vijf grammen bedroeg, en nam nu elke minuut of elke halve minuut de grootte der uitrekking waar, die de spier hierdoor ondervond. Nadat men den gang der uitrekking gedurende eenigen tijd had nagegaan, en het gebleken was, dat de spier zich niet meer verlengde en alléén de elastische nawerking haren invloed deed gelden, werd de zenuw, die reeds eenigen tijd was blootgelegd en waaronder een zijden draadje was gebragt, zeer langzaam en zachtkens naar voren getrokken, ten einde het ontstaan van trekkingen in de spier te voorkomen.

Hierop werd eene fijne zeer scherpe schaar onder de zenuw gebragt en deze zonder schudding doorgesneden. Gedurende deze bewerking bleef men den stand der scala door het microscoop waarnemen, ten einde zoowel den invloed van het naar voren trekken der zenuw als van hare doorsnijding op de elastische eigenschappen der spier te kunnen nagaan. Na de doorsnijding der zenuw bleef men nog gedurende eenige minuten waarnemen, of de gang der uitrekking veranderd was. Op het oogenblik der zenuw-doorsnijding, merkte men den nadeeligen invloed van de hierbij plaats hebbende trekking op de waarneming op. Hierdoor werd dikwijls de scala uit het brandpunt van het

objectief van het microscoop gerukt, en de verdeeling kon op dit oogenblik niet meer zuiver worden waargenomen. Zoodra de invloed der trekking opgehouden had, kon men de scala weder waarnemen. Uit den stand, dien zij, met betrekking tot de verdeeling van den oculair-micrometer, vóór en na de doorsnijding der zenuw, innam, kon men oordeelen, welke verandering er in de lengte der spier plaats had. Het resultaat onzer proeven was, dat de gang van de uitrekking der spier, vóór en na de doorsnijding der zenuw, volkomen dezelfde bleef. Bij de doorsnijding der zenuw werd altijd eene plotselinge contractie waargenomen, die negenendertig maal eene geringe tijdelijke verlenging, en zevenmaal een dergelijke verkorting ten gevolge had. Beiden waren van zeer korten duur. Eene blijvende verlenging werd slechts éénmaal na de doorsnijding der zenuw waargenomen. Echter bewijst dit enkele positieve resultaat, tegenover de vele negatieve, zeer weinig. Waarvan het afhing, is ons niet gebleken. Misschien was het wel 't gevolg van voorafgegane reflexie-werking, daar het dier met den anderen poot sterke bewegingen had gemaakt.

De hoegrootheid van het gewigt, dat aan de spieren gehangen werd, was niet altijd dezelfde. Somtijds werden de spieren met één gram, en dan met twee, vier of met vijf grammen belast, echter nimmer met meer. Ook het oogenblik, waarop de zenuw werd doorgesneden, was niet altijd hetzelfde. Bij eenige proeven hebben wij, terwijl de uitrekking ten gevolge van het gewigt nog voortging, reeds na de eerste of tweede minuut der belasting, de zenuw plotseling doorgesneden, en het bleek ons, dat ook hier wederom de gang der uit-

rekking niet veranderde, evenmin als wanneer men eene groote of kleine belasting aanwendde. Bij andere proeven werd echter zoo lang gewacht, tot er geene noemenswaardige uitrekking meer plaats had.

Wij willen hier den gang der uitrekking en den invloed der zenuwdoorsnijding van drie waarnemingen mededeelen.

In de eerste kolom is het gewigt (G), waarmede de spier belast werd, aangegeven, in de tweede de tijd, (T) in minuten uitgedrukt, waarop, na de belasting, werd waargenomen, in de derde de verlenging (+) of verkorting (—) in millimeters (MM), die de spier bij de uitrekking onderging.

I.

Lengte der spier (gastrocnemius) = 32,94 mm.

G.	T.	MM.
4 grammen	0	00
	1	+ 0,06
	2	+ 0,04
	3	+ 0,03
	4	+ 0,01
	5	+ 0,01
	6	+ 0,01
	10	+ 0,02
	12	+ 0,02
Doorsnijding, trekking.		
4 »	13	+ 0,04
	14	— 0,01
	15	— 0,01
	16	— 0,01
	17	0,00

II.

Lengte der spier (gastrocnemius) = 34,2 mm.

G.	T.	MM.	
2 grammen	0	00	
	2	+ 0,02	
	4	+ 0,02	
	5	+ 0,02	
	6	+ 0,02	
	7	+ 0,02	
	8	+ 0,02	
	12	+ 0,01	
Doorsnijding, trekking.			
2 »	13	— 0,04	
	14	+ 0,05	(vroegere lengte)
	15	— 0,01	

III.

G.	T.	MM.
5 grammen	0	00
	3	+ 0,06
	4	+ 0,04
	5	+ 0,03
	6	+ 0,03
	9	+ 0,04
	10	0,00
Doorsnijding, trekking.		
5 »	11	+ 0,04
	13	+ 0,05
	14	+ 0,03
	16	+ 0,03
	17	+ 0,01
	18	0,00
	19	+ 0,02

Men ziet, dat in de twee eerste der medegedeelde proeven, de doorsnijding der zenuw geene blijvende verlenging teweeg bragt en dat de gang der uitrekking hierdoor niet veranderd werd. In de eerste had eene oogenblikkelijke verlenging plaats; langzamerhand verkortte zich de spier weder en kreeg zij hare vroegere lengte terug. Bij de tweede had de doorsnijding eene oogenblikkelijke verkorting ten gevolge; de spier keerde echter weder tot hare vroegere lengte terug, en de gang der uitrekking werd weder dezelfde. In de derde ziet men, dat na de doorsnijding van de zenuw eene blijvende verlenging zich vertoonde, die echter slechts gering was, en dat na de doorsnijding der zenuw de uitrekking grooter was.

De resultaten, in de twee eerste der medegedeelde proeven verkregen, kwamen overeen met die, welke drie en veertig andere ons gaven, die op dezelfde wijze waren in het werk gesteld. De laatst vermelde is de éénige, die een ander resultaat opleverde. Deze onderzoekingen geven ons dus geen regt, te besluiten, dat er een tonus der willekeurige spieren bestaat.

HOOFDSTUK III.

Onze hoop, door het ontgaan van eenige nadeelige omstandigheden, die wij bij de proeven van HEIDENHAIN hadden gemeend, te ontdekken, afdoende resultaten te zullen verkrijgen, is, zooals in het vorige hoofdstuk is gebleken, niet vervuld geworden. De nadeelige invloed der zenuw-doorsnijding deed zich overal gevoelen, en het vraagstuk is, naar ons inzien, onbeslist gebleven.

Wij zagen derhalve naar eene andere methode van waarneming om, die, in beginsel met die van HEIDENHAIN overeenkomende, eenige der voornaamste nadeelen, aan zijne wijze van proefnemen verbonden, miste, namelijk: het moeten waarnemen onmiddellijk ná en gedurende de doorsnijding der zenuw, en de onmogelijkheid van te gelijkertijd den toestand waar te nemen zoowel van die spieren, die door de zenuw nog met het ruggemerg verbonden zijn, als van diegenen, welker zenuw is doorgesneden. Het gelukte ons eene zoodanige hoogst eenvoudige te vinden.

Zij bestaat hierin, dat men een' kikvorsch in de lucht

ophangt, na hem eenigen tijd te voren het ruggemerg nabij het verlengde merg en aan de eene zijde den n. ischiadicus te hebben doorgesneden. Neemt men vervolgens na eenigen tijd den stand der beide pooten waar, dan merkt men op, dat hij voor beide aanmerkelijk verschilt. Die, waarvan de zenuw is doorgesneden, hangt geheel slap; bij den anderen poot vertoont zich aan al de gewrichten eene zekere buiging, die ten duidelijkste op eene meerdere contractie der spieren wijst.

In beginsel komt deze wijze van onderzoek van 't vraagstuk overeen met die, in de vorige bladzijden vermeld. Hier, zoowel als daar, heeft men spieren, die door een bepaald gewigt worden uitgerekt. Dit gewigt is hier echter kleiner, en daarbij geen ander, dan dat van het deel, waarop de spier zich inhecht, bij gevolg, de natuurlijke last der spier, die zelve volstrekt ongedeerd blijft. Denken wij ons de spieren geheel onwerkzaam, dan moeten, onder den invloed der zwaartekracht, de pooten in uitgerekte houding slap nederhangen, waarbij zij, zooveel de vorm der gewrichten toelaat, tot de regte lijn zullen naderen. Daarvan nu zal de houding echter meer of minder kunnen afwijken, vooreerst, ten gevolge van de eenvoudige elastische spanning, aan elke levende spier eigen, zoolang zij op hare plaats van oorsprong en inhechting is bevestigd. Maar, in de tweede plaats, zal de houding eene andere kunnen zijn, wanneer de spieren, onder den invloed van het ruggemerg, in eene zekere mate van contractie verkeeren, zoo als de tonus-theorie vooronderstelt. Door vergelijking dus van de houding der pooten, terwijl slechts aan éene zijde de zenuw is doorgesneden, is men in staat, te

oordeelen, of de zenuw, zoolang zij de spier met het ruggemerg verbindt, den toestand der spieren wijzigt. In dit geval is, namelijk, een verschil in de houding der pooten te wachten, terwijl, bijaldien het ruggemerg geen' blijvenden invloed op de spieren heeft, het doorgesneden zijn der zenuw voor den toestand der spieren en voor de houding van den poot onverschillig moet blijven. — Het is gebleken, dat wel degelijk de invloed van het ruggemerg op de spieren zich blijvend doet gevoelen.

De wijze, waarop wij de meeste onzer proeven (zij waren 62 in getal) in het werk stelden, was de volgende. Bij een' kikvorsch werd het ruggemerg nabij het verlengde merg met eene zeer scherpe schaar doorgesneden; vervolgens werd het dier een paar minuten aan zich zelven overgelaten, waarin het gewoonlijk eene zittende houding nam. Nu werd aan beide zijden de nervus ischiadicus blootgelegd. Vervolgens werd hem een draad door den neus gehaald en hij, hieraan zwevende, in de lucht aan een haakje, op behoorlijke wijze bevestigd, opgehangen. Daarop werd aan de eene zijde (meest ter regterzijde) de n. ischiadicus doorgesneden en beide zenuwen werden nu wederom met spiermassa bedekt. In deze houding kan het dier uren lang worden waargenomen. In den beginne kwamen soms onregelmatigheden voor, doch weldra hadden beide pooten eene vaste houding aangenomen. Enkele malen ontstonden er na eenige minuten nog contracties aan de niet doorgesnedene zijde: in dit geval bleef het effect daarvan nog eenigen tijd voortbestaan. Na een half uur ongeveer nam men doorgaans de verschijnselen waar, zoo als die uit Pl. II, fig. 5 zijn af te leiden.

In deze figuur is een kikvorsch afgebeeld, bij wien het ruggemerg onder de armzenuwen is doorgesneden, ten einde, wanneer de armen worden aangeraakt, er geene contractie der pooten plaats hebbe. Het dier is aan de armen opgehangen, hetgeen bij onze eerste waarnemingen geschiedde; bij de verdere werd het ruggemerg ter hoogte van het verlengde merg doorgesneden en het dier aan een' zijden draad, door den neus gehaald, opgehangen. Aan de linker zijde is de nervus ischiadicus doorgesneden en het dier eenigen tijd hierna waargenomen en geteekend.

Het is hier duidelijk te zien, dat de regter poot eene meer gebogen houding heeft dan de linker; de lijn, die zich uitstrekt langs de binnenzijde van het dijbeen (*a b*), heeft aan dit been eene meer horizontale rigting dan aan het andere ($a\ b^1$), hetgeen aantoont, dat het dijbeen door de spieren, die van het bekken komen, meer gebogen is; in den kniekuil zelven vormen het bovenbeen en onderbeen een' hoek, die scherper is dan die, aan de andere zijde gevormd; het onderbeen aan de regter zijde nadert meer tot de lijn, die men zich kan denken, getrokken te zijn, midden tusschen de oogen en midden over de wervelkolom en verlengd tot aan de hoogte van den grooten teen.

Stelt men zich de lijnen aan de binnenzijde van het dijbeen en aan de binnenzijde van het onderbeen als regte lijnen voor, die elkander in den kniekuil snijden, dan ziet men, dat de hoek aan de regter zijde (*a b d*), door deze lijnen gevormd, kleiner is dan de hoek ($a\ b^1\ d^1$), aan de andere zijde door dezelfde lijnen gevormd; dit wordt voornamelijk teweeg gebragt door de mindere buiging van het onderbeen. De stand der voeten ver-

schilt aan beide pooten insgelijks; men ziet, dat het regter voetgewricht meer gebogen is dan het linker. De lijn, die aan de buitenzijde van den geheelen poot door de spieren van het boven- en onderbeen en den voet gevormd wordt, nadert aan de linkerzijde, waar namelijk de zenuw doorgesneden is, meer tot eene regte lijn dan aan de regter; de knie proëmineert aan de regter zijde meer, doordien het dijbeen en het onderbeen meer gebogen zijn. In het voetgewricht ziet men aan de regter zijde meerdere buiging.

De kromme lijn, die van de knie langs de buitenzijde van het onderbeen over den rug van den voet naar den grooten teen loopt, is in het voetgewricht van den regterpoot meer uitgehold dan in dat van den linkerpoot, waar hij bijna een regte lijn vormt. De teenen van den voet hangen, waar de zenuw is doorgesneden, lager, zoodanig, dat, indien men de uiteinden der beide derde teenen, zijnde de langste, door eene regte lijn vereenigt, deze geene volkomen horizontale lijn zal zijn: aan de zijde, waar de zenuw niet is doorgesneden, zal zij met de lijn, getrokken van den hiel naar het uiteinde van den derden teen, een' scherperen hoek maken dan aan de andere zijde. Het korter zijn van de teenen hangt af van het meer opgetrokken zijn van den geheelen poot en van de meerdere buiging van het voetgewricht.

Beschouwt men de lijnen, aan de binnenzijde van het bovenbeen, onderbeen en den voet van iederen poot gelegen, als regte lijnen, en neemt men ze tegelijk waar, dan vormen zij eene figuur, die den vorm heeft van eene antieke Romeinsche urne, die asymmetrisch is, en die als men zich de uiteinden van de groote teenen

door eene regte lijn vereenigd denkt, op een scheef voetstuk is geplaatst.

Uit deze waarneming blijkt dus, dat men aan den poot, waarvan de zenuw niet is doorgesneden, overal scherper hoeken, als een gevolg van het meerdere gebogen zijn der gewrichten, aantreft, hetgeen wederom het gevolg is van eene meerdere contractie der spieren. Waaraan deze contractie is toe te schrijven, zullen wij later zien.

In de aangehaalde figuur, zijn de verschijnselen zeer goed in het algemeen waar te nemen; de bijzondere verschijnselen zijn echter duidelijker op de volgende plaat (pl. III), waar men drie kikvorschen ziet afgebeeld, waarvan bij den eerste aan de eene zijde, bij den tweede aan beide zijden, en bij den derde nergens de n. ischiadicus is doorgesneden. In fig. 6, I is de kikvorsch afgebeeld, bij wien aan de regter zijde de n. ischiadicus is doorgesneden. Het dier is waargenomen $^3/_4$ uur, nadat de doorsnijding geschied is. Het verschil in den stand der pooten is hier grooter dan in de vorige afbeelding, doch het dier is ook later na de zenuwdoorsnijding geteekend. De linkerpoot is wederom meer opgetrokken dan de regter en in alle gewrichten meer gebogen; hij heeft niet zulk een slap aanzien als de regter. — Wat voorts de bijzondere verschijnselen betreft, zoo ziet men, dat het dijbeen meer opgetrokken is; hierdoor wijkt $a\ b^1$ minder van de horizontale af dan $a\ b$: de hoek in den kniekuil is, ten gevolge van het meerdere gebogen zijn van het kniegewricht en het meer opgetrokken zijn van het dijbeen, kleiner aan die zijde, waar de zenuw niet doorgesneden is, derhalve hoek $a\ b^1\ c^1$ kleiner dan

hoek *a b c;* de hiel (bij c^1) staat hooger dan bij *c*, ten gevolge van het meerdere opgetrokken zijn van den poot; het gewricht tusschen het onderbeen en den voet (bij e^1) en tusschen den voetwortel en de teenen (bij f^1) is meer gebogen, zoodat de lijn, getrokken van de helft van het onderbeen (g^1 e^1 f^1 d^1) naar den grootsten teen aan de linker zijde geene kromme lijn meer is, maar een' hoek (g^1 e^1 f^1) vormt, waarvan het eene been eerst bij f^1 in eene kromme lijn overgaat, terwijl aan de andere zijde deze lijn overal eene kromme lijn maakt tot aan *d* toe. De groote teen hangt aan den regter poot lager. De figuren, gevormd door de binnenlijnen van de twee dijbeenderen, die, van den hiel, naar het uiteinde van den grooten teen getrokken, en eindelijk door die, tusschen de uiteinden van de twee groote teenen, geeft hier wederom eene assymmetrische scheeve urne op een scheef voetstuk (Pl. III, fig. 6, II).

In fig. 7 ziet men een' kikvorsch, bij wien aan beide zijden de nervi ischiadici zijn doorgesneden, en die verder even als de vorige is behandeld. De stand der pooten is hier volkomen gelijk; de gewrichten zijn even sterk gebogen; de uiteinden der teenen, even als de hielen, komen op gelijke hoogte te staan. De figuur, gevormd door de binnenlijnen van het dijbeen, onderbeen tot aan den hiel, en van den hiel tot aan het uiteinde van den grootste teen is symmetrisch. Men kan ze vergelijken met eene symmetrische urne op een regt voetstuk. (Pl. III, fig. 7, II).

Hangt men den kikvorsch aan zijn' neus op, nadat hem het ruggemerg is doorgesneden en nergens de zenuwen zijn doorgeknipt, dan vindt men, dat alle gewrichten sterk en in gelijke mate gebogen zijn. In

fig. 8 ziet men een' kikvorsch, aldus behandeld, afgebeeld. Beide pooten zijn sterk opgetrokken, alle gewrichten bijna even sterk gebogen; zelfs het gewricht tusschen den tarsus en metatarsus is hier ook gebogen, — in het regterbeen iets meer dan in het linker (de kikvorsch is hier van de buikzijde geteekend), waardoor de groote teen hier ook iets hooger komt te staan. Een uur na de ophanging had dit plaats; na $1^1/_2$ uur stonden de teenen op gelijke hoogte. Waar dus geene zenuwen zijn doorgesneden, maar het ruggemerg van de hersenen is afgescheiden, ziet men eene sterke buiging der gewrichten; wanneer daarentegen de zenuwen zijn doorgesneden, ziet men geene buiging der gewrichten, zoo als uit de vorige proef is gebleken. De figuur, die hier door de reeds meermalen genoemde lijnen gevormd wordt, is eene symmetrische. Men kan ze vergelijken met eene regte urne (Pl. III, fig. 8, II) staande op een regt voetstuk, en met een' breeden deksel voorzien, minder hoog dan die in de vorige figuur is afgebeeld.

Bij onderbinding der zenuw aan de eene zijde neemt men hetzelfde verschil in den stand der pooten waar, als bij doorsnijding, en insgelijks, indien men slechts aan eene zijde eene insnijding maakt in de rugspieren tot blootlegging van de zenuw.

Gaan wij thans de oorzaak na, waaraan de afwijkende stand in de gewrichten van het been, welks spier-zenuwen zijn doorgesneden, is toe te schrijven. Het algemeene verschil bestaat daarin, dat aan den poot, welks zenuw niet is doorgesneden, de gewrichten meer gebogen, en aan dien, welks zenuw doorgesneden is, minder gebogen zijn. De stand der

gewrichten wordt grootendeels bepaald door de spieren. Waren deze afwezig, dan zouden de beenderen genoegzaam een' verticalen stand aannemen, onder den invloed der zwaartekracht: het geheele been zoude, afgezien van den invloed der banden en gewrichtsvlakten, eene bijna regte lijn vormen. Nu er echter spieren aanwezig zijn, van verschillende lengte en op verschillende wijze ingeplant, wier bundels ook eene verschillende rigting hebben, zullen zij het zijn, die den stand der beenderen bepalen. In de spieren dus is de oorzaak van de gebogene houding, die men aan de pooten van een' opgehangen kikvorsch waarneemt, gelegen; zij zijn het, die door haren toestand den vorm van den poot bepalen; alles wat haren vorm, hare aanhechting, haren physischen toestand wijzigt, zal ook den stand der gewrichten en dientengevolge van den poot veranderen. In beide pooten nu ziet men eene verschillende houding. Neemt men aan, dat aan beide pooten de spieren geheel gelijk zijn en op dezelfde wijze zijn ingeplant, dan zal men de oorzaak van het verschil aan het al of niet aanwezig zijn van eenen invloed, die den physischen toestand der spieren of wel hunnen vorm verandert, moeten toeschrijven. De spieren zijn in beide pooten, zoo als wij boven reeds aanmerkten, aan de elasticiteit en aan de werking der zwaartekracht onderworpen. Beiden zouden dus, onder den invloed van gelijk werkende krachten, gelijke lengte moeten hebben. Uit den stand der gewrichten blijkt echter, dat aan de eene zijde, waar de zenuw nog met het ruggemerg verbonden is, eene contractie der spieren aanwezig is; de éénige andere kracht, die hier werkzaam kan gedacht worden, is de werking der zenuwcentra; men is dus geregtigd,

aan haar deze contractie toe te schrijven. Deze contractie duurt, totdat de werking van de zenuw-centra vernietigd is; zij is eene aanhoudende. Er is dus een tonus der willekeurige spieren.

Naauwkeuriger nog kan men de krachten analyseren, die op de spieren inwerken, zoowel aan de zijde, waar de zenuw is doorgesneden, als aan die, waar de zenuw nog met het ruggemerg verbonden is. Aan beide zijden werkt de zwaartekracht. De spieren worden aan beide zijden door een zeer gering gewigt uitgerekt, de hooger gelegen spieren door een grooter gewigt dan de lagere, de spieren, die het dijbeen in beweging brengen, door een grooter gewigt dan die, welke het onderbeen bewegen, deze wederom door een grooter gewigt, dan die, welke den voet bewegen. Zij worden uitgerekt door het gewigt van al de ondergelegene deelen. Hoe lager men komt, hoe meer gewigt er dus aan eene spier hangt; hoe hooger de spieren gelegen zijn, des te meer zullen zij uitgerekt worden. Deze gewigten zijn zeer gering, en men heeft hier op eene zeer eenvoudige wijze de spieren onder dezelfde omstandigheden gebragt, als waarbij HEIDENHAIN, WUNDT en AUERBACH de spieren bij hunne proeven bragten, terwijl men het voordeel heeft, dat zij door zeer kleine gewigten uitgerekt worden.

Eene andere kracht, insgelijks bij de spieren van beide pooten werkzaam, is de elasticiteit. Zij is het voornamelijk, die den stand der ledematen, der gewrichten bepaalt. Dit blijkt hieruit, dat, als men de aanhechtingen der spieren doorsnijdt, de ledematen eenen geheelen anderen stand aannemen, dien namelijk, welken zij ten gevolge van de zwaartekracht verkrijgen. Door de elasticiteit der spieren worden de ledematen

in eene andere houding gebragt. Men kan die houding beschouwen als 't gevolg van de werking der elasticiteit der gezamenlijke spieren. Zou eene spier op zich zelve door hare elasticiteit het lid in eene zekere houding brengen, die invloed zal door de elasticiteit eener spier, in tegenovergestelde rigting werkzaam, tegengewerkt worden, en het lid zal eene houding aannemen, bepaald door de resultante der elasticiteit van beide spieren. De elasticiteit nu voor spieren van gelijke lengte en dikte is gelijk, doch die van breeden en korten vorm, welke meer spiervezels bevatten, zal grooter zijn, dan die der eerstgenoemde, en nu is het waarschijnlijk, dat daar, waar dikke en breede spieren als antagonisten tegenover lange, smalle en dunne werken, waar de middellijn der in dezelfde rigting werkende spiervezels eene geringere is, de eerste door hare elasticiteit de overhand zullen hebben en den vorm van het lid bepalen. Gaan wij nu de verschillende spieren aan de ledematen van een' kikvorsch na, dan zien wij, dat bij het dijbeen de buigers veel sterker zijn dan de uitstrekkers en in grooteren getale aanwezig; hetzelfde geldt van het onderbeen, waar ons de inplanting ook voordeeliger schijnt. Bij den voet gelooven wij, dat de gebogen stand ook na doorsnijding van de zenuw aan de grootere werking der flexoren boven die der extensoren moet worden toegeschreven, indien men namelijk let op de kleine, vrij breede spiertjes, die zich van het onderbeen naar den voetwortel begeven en die vooral ten gevolge van hunne aanhechting krachtig kunnen werken. Dat, in het algemeen, de afstand tusschen de plaats van inhechting der spier en de as van 't gewricht, benevens de hoek van inhech-

ting bij de bepaling der werking van de elasticiteit van iedere spier in aanmerking komen, behoeft naauwelijks te worden opgemerkt. Hoe het zij, de resulterende werking van de elasticiteit der gezamenlijke spieren wordt door de zwaartekracht tegengewerkt, en de resultante van deze twee krachten zal, ten slotte den stand der ledematen bepalen. De invloed der elasticiteit zal hierdoor echter zeer weinig verminderd worden, daar, zoo als wij vroeger deden opmerken, het gewigt, dat aan de spieren hangt, zeer gering is.

Daarom dan ook moet eene geringe tonische contractie der spieren zich bij deze wijze van proefneming, gemakkelijk te kennen geven.

De meerdere buiging aan de eene zijde is daarvan afhankelijk. Die contractie staat onder den invloed van het ruggemerg: waar de gemeenschap met het ruggemerg verbroken is, daar houdt deze meerdere buiging op. Aan de werking van het ruggemerg moet dus de contractie der spieren, die deze buiging te weeg brengen, worden toegeschreven. Dat deze buiging werkelijk een gevolg van contractie is, blijkt nader hieruit, dat, als men de zenuw doorsnijdt, zij zeer spoedig verdwijnt: de verkorte spier neemt haren verlengden vorm wederom aan. Dit geschiedt echter niet onmiddellijk na de doorsnijding; eenige minuten verloopen er, voordat alle buiging verdwenen is, hetgeen hierdoor veroorzaakt wordt, dat er op het oogenblik van doorsnijding een nieuwe prikkel wordt aangebragt, waardoor de spieren zich wederom zamentrekken, en eerst na eenigen tijd de invloed van deze contractie verdwenen is.

De buiging, die men aan de gewrichten waarneemt,

als gevolg eener blijvende contractie der spieren, onder den invloed van het ruggemerg, is na 12, somtijds na 24 en 36 uren nog waar te nemen, en na dien tijd ook kon men dikwijls nog, door den teen te knijpen, buigingen van het been doen plaats hebben. Bij groote kikvorschen of bij zoodanigen, die bij de bewerking veel bloed verloren hadden, was het verschijnsel korter waar te nemen: na vier of vijf uren was bij deze de stand der gewrichten van beide pooten gelijk. Dat de contractie eene geringe was, bleek hieruit, dat, door gewigten van 0,5, of 1 tot 2 gram, aan den poot, waarvan de zenuw niet was doorgesneden, te hangen, deze poot in den stand der gewrichten na korten tijd gelijk werd aan dien, welks zenuw was doorgesneden.

Wij hebben boven gewezen op de meerdere ontwikkeling der flexoren, in vergelijking met de extensoren, om eenigzins rekenschap te geven van de meerdere buiging der pooten, bij 't bestaan van tonus. De waarheid is echter, dat de eigenlijke grond, waarom er hier buiging en geene uitstrekking plaats heeft, evenzeer onbekend blijft, als waarom er bij strychnine-vergiftiging eene uitstrekking plaats heeft en geene buiging. Door bij een' kikvorsch eene strychnine-oplossing van $\frac{1}{1000}$ in het rectum te spuiten, terstond hierna hem aan de eene zijde de zenuw door te snijden en, zoodra zich vergiftigingsverschijnselen voordoen, hem op de gewone wijze in de lucht op te hangen, ziet men, dat er aan de leden van den poot, welks zenuw niet is doorgesneden, bij tusschenpoozing, eene sterke uitstrekking plaats heeft, zoodat alle buiging verdwijnt en de stand der gewrichten eene regte lijn vormt, terwijl de andere poot eene slappe houding heeft, zooals

die gewoonlijk na de zenuw-doorsnijding onder dezelfde omstandigheden plaats heeft. Men moet het dier niet veel strychnine geven, aangezien er anders, in plaats van eene uitstrekking, slechts tetanische krampen plaats hebben en het dier ook zeer spoedig sterft.

Indien de contractie, waarvan men de werking bij een' opgehangen kikvorsch waarneemt en die zich uit in eene meerdere buiging der gewrichten, het gevolg is van eene werking, uitgaande van het ruggemerg of liever van een' tonus der spieren, dan zal, wanneer men bij eenen poot een der antagonisten van een gewricht doorsnijdt, de stand van het gewricht eene meerdere verandering ondergaan, dan wanneer men denzelfden antagonist doorsnijdt bij een' poot, waarvan reeds de zenuw is doorgesneden.

In het eerste geval zal de veranderde stand het gevolg zijn van de werking der elasticiteit der nog met het gewricht verbonden spieren, vermeerderd met die van den tonus.

In het tweede geval zal de veranderde stand alléén het gevolg zijn van de werking der elasticiteit der niet doorgesneden spieren.

Het experiment bevestigt deze vooronderstelling. Wanneer men bij een' kikvorsch, waarvan de m. gastrocnemius nog door de zenuw met het ruggemerg verbonden is, dezen doorsnijdt, dan ziet men, dat de stand van den voet meer verandert, dan wanneer dit geschiedt bij een' kikvorsch, waarvan de zenuw reeds is doorgesneden. De stand van den voet, waaraan deze bewerking heeft plaats gehad, verschilt in het eerste geval meer met dien van den voet, waaraan

de m. gastrocnemius nog in zijn geheel is, dan in het tweede geval.

Snijdt men bij een' kikvorsch het ruggemerg door, en hangt men het dier eenigen tijd hierna op de gewone wijze op; snijdt men vervolgens, nadat men aan beide onderbeenen, ter hoogte van den hiel en de knie, eene insnijding heeft gemaakt, aan de linkerzijde de pees van den m. gastrocnemius door, dan zal men zien, dat de stand van den voet aanmerkelijk van dien, waaraan de m. gastrocnemius nog in zijn geheel is, verschilt. De linkervoet is meer naar buiten gedraaid; ook de hiel en de voetzool vertoonen zich meer, zoodat de laatste breeder schijnt dan aan de regterzijde; men krijgt eene breedere vlakte van de planta pedis in het gezigt, de geheele voetvlakte schijnt breeder, terwijl men aan den anderen voet meer de buitenvlakte te zien krijgt en niet de planta pedis. De voet schijnt hier aanmerkelijk smaller te zijn. Ook is bij den linkervoet de voetwortel en het gewricht tusschen onderbeen en voet meer gebogen.

Op plaat IV fig. 10 is een kikvorsch, die deze bewerking ondergaan heeft, afgebeeld.

De linkervoet (A) vertoont eene veel breedere vlakte dan de regtervoet (A^1), waarvan men meer de buitenzijde ziet; ook de middelvoet (B) van den linkerpoot is meer naar buiten gedraaid dan die van de regterpoot (B^1). Hij vertoont hierdoor eene breedere vlakte. Eindelijk ziet men den hiel (C) van den linkerpoot meer naar buiten gedraaid, dan dien van den regter (C^1): het verschil in den stand van beide voeten is aanmerkelijk.

Snijdt men bij een' kikvorsch aan de eene zijde den m. gastrocnemius door, nadat men hem aan beide zijden

den n. ischiadicus heeft doorgesneden, dan neemt men slechts een gering verschil tusschen den stand der beide voeten waar, gelijk blijkt uit de afbeelding op plaat IV fig. 9, waar een kikvorsch afgebeeld is, die, nadat hem het ruggemerg en de beide n. ischiadici waren doorgesneden, op de gewone wijze is opgehangen. Aan de regterzijde is eenigen tijd na de doorsnijding der zenuwen de m. gastrocnemius doorgesneden, terwijl aan beide zijden op dezelfde hoogte eene insnijding in de huid is gemaakt. Men ziet, dat de stand der beide pooten eenigzins verschilt, en dat de aard van het verschil dezelfde is als in de zoo even aangehaalde afbeelding. Het verschil is hier echter veel minder sterk. De regtervoet (A) is hier wederom meer naar buiten gekeerd, dan de linker (A^1); men ziet een grooter gedeelte van de plantair-zijde, zoodat de voet breeder schijnt; de voetwortel (B) en de hiel (O) zijn meer naar buiten gedraaid, dan die van de linkerzijde (B^1 en C^1); het gewricht tusschen onderbeen en voetwortel, en insgelijks dat tusschen voetwortel en teenen, zijn aan den linkerpoot meer gebogen. Werken dus de tonus en de elasticiteit, dan krijgt men een grooter verschil in stand, dan wanneer de elasticiteit alleen werkt; ware dit niet het geval, dan zoude er geen tonus aanwezig zijn. Thans zien wij hierin een nieuw bewijs van 't bestaan eener tonische zamentrekking.

De reden, waarom de voet naar buiten gewend wordt, ligt in de bijzondere werking der spieren. De m. gastrocnemius is niet alleen als extensor een antagonist van de flexoren, maar draait, door zijne uitbreiding in de fascia plantaris, ook den voet eenigzins naar binnen en is als zoodanig antagonist van de spieren, die den voet naar

buiten draaijen. Deze zullen derhalve, na doorsnijding van den m. gastrocnemius, den voet naar buiten draaijen, aangezien hare werking door die van den m. gastrocnemius, in tegenovergestelde rigting werkende, niet verminderd wordt.

Bij al de door ons verrigte proeven, wier getal twee en zestig was, hebben wij steeds, zoolang de zenuw nog met het ruggemerg was verbonden, verschijnselen waargenomen, die op eene aanhoudende contractie der spieren wijzen. Was de zenuw niet meer met het ruggemerg verbonden, dan verdween ook die toestand, die het gevolg is van eene aanhoudende contractie der spieren.

Er is dus een tonus der willekeurige spieren, dat wil zeggen: *er bestaat eene aanhoudende contractie der spieren, zoolang deze door middel van de zenuwen met het ruggemerg verbonden zijn, ten gevolge van de aanhoudende werking, die hiervan uitgaat. Zij bestaat onafhankelijk van de hersenen.*

HOOFDSTUK IV.

Wij hebben in 't vorige hoofdstuk getracht, aan te toonen, dat er eene contractie der willekeurige spieren bestaat, zoolang deze door de zenuw met het ruggemerg verbonden zijn. Wij moeten thans ten slotte nog nagaan, of eene zoodanige contractie het gevolg is van eene zelfstandige werkdadigheid van het ruggemerg, of wel, dat door de werking der gevoelszenuwen de werkdadigheid van het ruggemerg zoodanig gewijzigd wordt, dat hierdoor de matige, aanhoudende contractie ontstaat, die wij als tonus bepaald hebben, met andere woorden, of er een centrale tonus bestaat, dan wel een peripherische, die zijn ontstaan aan reflexie te danken heeft.

Ten einde dit te beslissen, is de gang der thans te beschrijven onderzoekingen de volgende geweest. Wij hebben nagegaan, of bij prikkeling van de peripherische zenuwen, zoo wel gevoels- als reflexie-zenuwen, de verschijnselen, waaruit wij tot het aannemen van den tonus besloten, in sterkte toenemen, of er eene meerdere blijvende buiging der gewrichten wordt

waargenomen aan den poot van een' kikvorsch, wiens gevoelszenuw geprikkeld wordt, terwijl de willekeurige door doorsnijding van het ruggemerg onmogelijk is gemaakt. Daarna hebben wij onderzocht, of, als de werking der gevoelszenuwen geheel is opgeheven, en deze, wanneer ze geprikkeld worden, dezen prikkel dus niet meer aan het ruggemerg kunnen mededeelen, hetgeen men kan te weeg brengen door de achterste wortels, die zich van het ruggemerg naar den n. ischiadicus begeven, door te snijden, de tonus-verschijnselen ook verdwijnen. Zijn zij na doorsnijding van de achterste wortels aanwezig, dan zal men eenen centralen tonus mogen aannemen; houdt het verschijnsel op, en wordt de stand van den poot gelijk aan dien, welks zenuw is gekliefd, dan zal men de oorzaak van den tonus in eene werking, uitgaande van de peripherische zenuwen, moeten zoeken.

Wat nu het eerste onderzoek aangaat, zoo is het ons uit een aantal proeven gebleken, dat prikkeling van peripherische zenuwen eene vermeerdering der contractie teweegbrengt, die men aan den poot van een' kikvorsch waarneemt, wanneer de spieren nog met het ruggemerg door de zenuw verbonden zijn, en het dier op de gewone wijze is opgehangen.

Wanneer men een' kikvorsch, na het ruggemerg hoog, en aan de eene zijde daarenboven den n. ischiadicus te hebben doorgesneden, in de lucht ophangt, dan neemt men de verschijnselen waar, waarop wij in het vorige hoofdstuk, als bewijzende den tonus der spieren, de aandacht gevestigd hebben. Knijpt men nu zachtjes den toon van den voet aan de zijde, waar de zenuw niet is doorgesneden, dan zal men zien, dat de gewrichten sterker

gebogen worden; deze buiging neemt hierna weder eenigzins af, en blijft daarna een' geruimen tijd (dikwijls een half uur) sterker aanwezig dan vóór het knijpen; hierna vermindert zij weder en de poot herkrijgt zijnen oorspronkelijken stand. Knijpt men den teen sterk, dan wordt de poot geheel opgetrokken en worden alle gewrichten zoo sterk gebogen en tegen het lijf opgetrokken, dat hij die houding verkrijgt, welke men bij een' zittenden kikvorsch waarneemt, waarbij de poot tegen het ligchaam aangesloten is. Op deze buiging volgt eene uitstrekking, waarbij de poot geheel regt is, en op deze somtijds wederom eene buiging als de eerste, of wel eene minder sterkere. Ontstaat er wederom eene buiging, dan volgt hierop nog eene uitstrekking, en dan eerst de minder sterke buiging. Het eindresultaat is, dat er nimmer eene uitstrekking overblijft, maar altijd eene sterkere buiging dan de oorspronkelijke, die een' aanmerkelijken tijd aanhoudt, om, ten slotte, in de buiging, die men als gewoon tonus-verschijnsel waarneemt, over te gaan.

Hetzelfde resultaat verkrijgt men, wanneer men den poot, die nog met het ruggemerg verbonden is, afwisselend in een medium brengt, waarvan de temperatuur eene verschillende is. Brengt men een' kikvorsch afwisselend met den poot, welks zenuw niet is doorgesneden, in water van 8° C en in water van 15° C, dan zal men, na dit eenige malen herhaald te hebben, reeds eene meerdere contractie waarnemen van de spieren, waarvan het gevolg eene meerdere buiging der gewrichten is. Brengt men hem eerst in water van 8° C en vervolgens van 25° C — 30° C, dan zal hij al de gewrichten sterk buigen en verkrijgt men dezelfde

verschijnsels, welke er door eene sterke knijping plaats hebben, — waarvan zoo even is melding gemaakt. Een zeer sterke aanhoudende prikkel brengt eene blijvende contractie teweeg, zoo als ons uit verschillende proeven is gebleken.

Raakt men de eene of andere plaats van den poot, hetzij dijbeen, onderbeen of voet, met sterk zwavelzuur aan, dan zullen er onregelmatige bewegingen plaats hebben, die schijnbaar ten doel hebben, het zwavelzuur af te vegen. De prikkel van het zwavelzuur zal echter bij deze bewegingen ook op andere gedeelten van het been overgebragt worden, en er zullen wederom verschillende bewegingen waargenomen worden. Ten slotte, zal er een blijvende toestand van contractie ontstaan, die dikwijls na vierentwintig uren nog is waar te nemen.

Tegen deze proef kan in het midden gebragt worden, dat de waargenomene aanhoudende contractie door zamenschrompeling van de spieren zou kunnen teweeg gebragt zijn; wij hebben daarom ook eenige proeven genomen, waarbij de peripherische zenuwen door verdund azijnzuur geprikkeld werden, waarvan wij er een willen mededeelen, die tevens ten bewijze zal strekken, dat het ons gelukte, de achterste wortels door te snijden zonder het ruggemerg te kwetsen, iets waarop wij zoo straks zullen terugkomen.

Een kikvorsch werd op de gewone wijze opgehangen, nadat hem aan de linkerzijde de achterste wortels, die van het ruggemerg zich naar den n. ischiadicus begeven, waren doorgesneden. Aan de regterzijde was deze zenuw in haar geheel gelaten. De linkerpoot hing geheel slap; de regterpoot was in de gewrichten meer gebogen en vertoonde het verschijnsel, dat voor ons als

beslissend voor den tonus der willekeurige spieren is aangenomen. Nadat aan de zijvlakte van den buik een weinig verdund azijnzuur was aangebragt en het dier dit met het regterbeen trachtte af te vegen, waarbij ook het linkerbeen gebogen en uitgestrekt werd, werd aan den plantairzijde van den regtervoet insgelijks een weinig azijnzuur gedaan. Men zag nu, dat het geheele linkerbeen opgetrokken werd en in alle gewrichten zoo sterk werd gebogen, dat het onderbeen, dijbeen en de voet geheel tegen elkander kwamen te liggen en dien stand aannamen, welken men bij een' zittenden kikvorsch waarneemt. Vijf minuten bleef de poot in deze houding, waarna zich de voet een weinig van het onderbeen verwijderde; het dijbeen en onderbeen bleven echter nog tegen elkander gesloten; na een half uur was de stand van het geheele been dezelfde. Na twee uur hadden het dijbeen en het onderbeen denzelfden stand; de voet was iets meer gezakt. Na twee en veertig uren waren het onderbeen en de voet gezakt; het heupgewricht was nog in denzelfden gebogen toestand. Na dit lange tijdsverloop was er derhalve nog contractie der spieren aanwezig. De andere voet was in stand niet veranderd. Uit deze proef mag men besluiten:

1°. dat bij aanhoudende prikkeling van de gevoelszenuwen er eene aanhoudende contractie bestaat;

2°. dat bij prikkeling van gevoelszenuwen aan de eene zijde de beweegzenuwen van de andere zijde in werking kunnen gebragt worden.

Vatten wij nu de resultaten der in dit hoofdstuk vermelde proeven zamen, dan blijkt, dat, waar de gevoelszenuwen, hetzij aanhoudend, hetzij slechts gedurende een' korten tijd; geprikkeld worden, de aan-

houdende contractie, die er reeds bestaat, wanneer de gevoelszenuwen van den poot van een' in de lucht hangenden kikvorsch niet geprikkeld worden, aanmerkelijk vermeerderd wordt. Neemt men echter in aanmerking, dat de gevoelszenuwen altijd aan den invloed van verschillende omstandigheden, ook wanneer het dier in de lucht is opgehangen, zijn blootgesteld, dan wordt het reeds waarschijnlijk, dat de aanhoudende contractie, de tonus der willekeurige spieren, hare oorzaak heeft in den invloed der peripherische zenuwen op de werking der grijze stof van het ruggemerg.

Wij zullen, om hierover te beslissen, moeten nagaan, of, als de werking der gevoelszenuwen onmogelijk gemaakt wordt, door hare verbinding van het ruggemerg te vernietigen, de verschijnselen, die wij als voor eenen tonus der willekeurige spieren bewijzende hebben aangenomen, blijven bestaan. Is dit het geval, blijft, wanneer de achterste wortels zijn doorgesneden, de matige contractie der spieren bestaan, dan zal de oorzaak hiervan in de voedingswerkdadigheid en de daarvan afhankelijke eigenschappen van het ruggemerg zelf moeten gezocht worden, en zal men haar niet als afhankelijk van eene altijd werkzame prikkeling der gevoelszenuwen kunnen opvatten.

Het is bekend, dat men door doorsnijding van de achterste wortels van het ruggemerg de van deze uitgaande reflexie-beweging onmogelijk maakt.

Na eenige oefening gelukte het bijna altijd, deze wortels zonder kwetsing der overige deelen van het ruggemerg los te maken. Wij hebben diegene, die tot den n. ischiadicus behooren, bij een twintigtal kikvorschen aan de eene zijde met gelukkig gevolg doorgesneden.

Daartoe werd de wervelkolom, te beginnen van het os sacrum tot aan de schouderbladeren, blootgelegd, door de huid in te snijden en de spiermassa tot daar, waar de bogen der wervels in de processus transversi overgaan, te verwijderen. Verder dan tot aan den oorsprong der processus transversi is het niet raadzaam, de spiermassa weg te nemen, aangezien het dan zeer gemakkelijk geschieden kan, dat, onder de verdere bewerking, de ingewanden, darmen en longen naar buiten puilen, hetgeen, bij het blootleggen van het ruggemerg, een zeer groot inconvenient oplevert. Vervolgens zaagt men aan beide zijden de bogen der ruggewervels op de zoo even vermelde grens, met een fijn scherp zaagje, bijna door, echter niet geheel en al, ten einde het ruggemerg niet te beleedigen. Vervolgens dringt men ter hoogte, waar men de wervelkolom wil beginnen te verwijderen, met een fijn schaartje tusschen twee wervels in, en knipt, terwijl men de punt altijd naar boven en ter zijde gerigt houdt, de nog niet geheel doorgezaagde ruggenwervels aan beide zijden door. Men kan op deze wijze de wervelkolom aan de rugzijde, zoo ver men wil, wegnemen, en te gelijk hiermede de pia mater en de witte stof, die bij den kikvorsch altijd in het ruggemergskanaal aanwezig is; neemt men ze niet te gelijk weg, dan kan men ze later met een fijn krom haakpincetje gemakkelijk verwijderen. Neemt men nu, hetgeen voor 't emmetropisch oog bij kleine dieren volstrekt noodig is, een zwakke positieve loupe, dan ziet men de achterste wortels van den n. ischiadicus duidelijk, en kan nu, door een zeer fijn scherp haakje er onder te brengen, ze gemakkelijk van het ruggemerg losmaken. Men kan ze nu met een fijn schaartje doorknippen;

soms evenwel scheuren zij, als het haakje er onder gebragt is, van zelf los. Wij hebben ze bij onze proeven altijd slechts aan eene zijde doorgesneden. Nadat dit geschied is, is de beweging van het dier gewoonlijk eenigzins gestoord; wij hebben ze dan ook in dezen toestand nimmer terstond voor onze proeven gebruikt, maar lieten ze, na de wond met spiermassa bedekt en de huid digtgenaaid te hebben, één of meer dagen onder eene klok, waar de lucht kon toetreden en die door middel van natte sponsen werd vochtig gehouden, aan zich zelven over. Na dezen tijd maakten zij weder sterke bewegingen. Prikkelde men ze in het rectum, dan trokken zij beide pooten bij het lijf en sprongen weg; hun sprong had echter altijd iets scheefs, waarschijnlijk omdat zij, ten gevolge van het afwezig zijn van de werking der gevoelszenuwen, bij het springen aan beide zijden geene gelijke kracht aanwendden.

Geen kikvorsch werd beschouwd als voor de proef geschikt, wanneer hij niet aan de volgende voorwaarden voldeed:

1°. Hij moest, wanneer de beenen uitgestrekt waren, bij prikkeling van het rectum of bij sterk knijpen van het been, welks achterste wortels niet waren doorgesneden, beide beenen naar het lijf toetrekken en nog springen.

2°. Wanneer beide beenen uitgestrekt op tafel lagen, moest het ongevoelige been, geknepen zijnde, onbewegelijk blijven, het andere bij zacht knijpen zich reeds terugtrekken.

3°. Wanneer men de teenen van de voorpooten kneep, moesten aan beide zijden de uitgestrekte beenen aan het lijf gesloten worden. Daarin lag het bewijs, dat

aan beide zijden de beweegwortels ongeschonden hunne functiën verrigtten.

Klieft men nu bij een' kikvorsch, wien de achterste wortels van het ruggemerg, voor zoo ver die zich naar den n. ischiadicus begeven, zijn doorgesneden, het ruggemerg ter hoogte van het verlengde merg, en hangt men hem vervolgens op de reeds meermalen vermelde wijze op, dan neemt men waar, dat de poot, welks achterste wortels zijn doorgesneden, geheel slap hangt, terwijl de andere, waarvan de achterste wortels nog met de zenuw verbonden zijn, meer opgetrokken is. Aan den eersten poot zijn alle gewrichten geheel slap, aan den tweeden hebben zij eenen eenigzins gebogen stand, die aan een' poot, waarvan de spieren nog met het ruggemerg verbonden zijn, altijd wordt waargenomen en die door ons als kenmerkend voor den tonus der willekeurige spieren is aangenomen. In dit geval verschilt dus de stand der pooten en zal de figuur, gevormd door de binnenlijnen van dijbeen, onderbeen en voet, wederom overeenkomst hebben met eene scheeve antieke urne, op een scheef voetstuk. Snijdt men nu aan die zijde, waar de achterste wortels niet zijn doorgesneden, den n. ischiadicus door, dan zal men waarnemen, dat de stand der pooten gelijk wordt, dat beide slap hangen en dat de gewrichten van beide pooten volstrekt niet gebogen zijn. In eene der door ons hieromtrent verrigte proeven was de poot, welks achterste wortels waren gekliefd, nog minder gebogen, dan die, waarvan de geheele zenuw was doorgesneden, hetgeen soms het gevolg was van eene voorafgegane uitstrekking soms plaats had, zonder dat de oorzaak er van bleek — welligt alléén, omdat het ruggemerg iets geleden had. In

de meeste gevallen echter hingen de pooten aan beide zijden even slap en waren de gewrichten een weinig gebogen. De figuur, welke bij een' kikvorsch, die op deze wijze behandeld was, door de binnenlijnen van de beide dijbeenderen, onderbeenen en voeten gevormd werd, was in de meeste gevallen eene die overkwam met eene symmetrische urne op een regt voetstuk.

Bij het einde van elke waarneming werd het ruggemerg galvanisch geprikkeld, waarbij wij ons overtuigden, dat aan den poot, waarvan de spieren nog door de voorste wortels met het ruggemerg verbonden waren, deze zich konden contraheren, terwijl aan de zijde, waar de zenuw doorgesneden was, geene contractie meer plaats had.

Men ziet op pl. V figuur 11 een' kikvorsch afgebeeld, bij wien aan de linkerzijde de achterste wortels van den n. ischiadicus zijn doorgesneden. De linkerpoot (*A*) hangt geheel slap, terwijl de regterpoot (*B*), waarvan de zenuw met het ruggemerg nog verbonden is, meer is opgetrokken. Het kniegewricht is aan deze zijde meer gebogen, ook het voetgewricht, — een bewijs, dat hier de spieren nog gecontraheerd zijn, terwijl zij aan de andere zijde als geheel gerelaxeerd moeten beschouwd worden. De knickuil staat aan de zijde, waar geene zenuwwortels zijn doorgesneden hooger; insgelijks de hiel. Ook is de teen hier iets korter.

Een andere kikvorsch is op Pl. V, fig. 12, afgebeeld. Aan de regterzijde is de n. ischiadicus doorgesneden, aan de linkerzijde slechts de achterste wortels. Men ziet, dat de linkerpoot (*A*) ongeveer denzelfden stand heeft als in de vorige figuur, terwijl de regterpoot (*B*) eene veel minder gebogen houding vertoont; ook zijn

de gewrichten slechts weinig gebogen en hangt de poot over het algemeen slapper, echter niet zoo slap als de linkerpoot, hetgeen waarschijnlijk hieraan moet worden toegeschreven, dat het dier korten tijd na de doorsnijding zijn' poot sterk uitstrekte. Het is niet waarschijnlijk, dat het ruggemerg hier geleden heeft, aangezien het dier na de proef met den poot nog sterke bewegingen maakte, wanneer men het in de teenen van den linker voorpoot kneep. In fig. 13 en 14 zijn twee kikvorschen afgebeeld, die dezelfde bewerking hebben ondergaan: bij den kikvorsch van fig. 13, waar aan dezelfde zijde als in de vorige figuur de achterste wortels zijn doorgesneden, hangt de linkerpoot *A* wederom slapper dan de regter *B*, waar alle gewrichten meer gebogen zijn; en in figuur 14, waar bij denzelfden kikvorsch aan de regterzijde de n. ischiadicus is doorgesneden, hangt de regterpoot *B* slapper dan in de vorige figuur en komt in stand en buiging der gewrichten met den linkerpoot *A* overeen. De vorm in figuur 14 door de lijnen aan de binnenzijde van het dijbeen, het onderbeen, en den voet omschreven, komt weder overeen met eene symmetrische antieke urne, op een regt voetstuk geplaatst.

Bij een twintigtal kikvorschen hebben wij met goed gevolg deze proeven in het werk gesteld, en slechts zelden is het ons voorgekomen, dat de poot, waarvan de achterste wortels waren doorgesneden, nog slapper hing en in zijne gewrichten minder gebogen was, dan die, waarvan de geheele zenuw was doorgesneden. Bij de overige proeven vonden wij, dat de stand en de buiging der gewrichten aan de pooten, waar de

achterste wortels, en aan die, waar de geheele zenuw was doorgesneden, overeenkwamen.

Hieruit kunnen wij met waarschijnlijkheid besluiten, dat de verschijnselen, die wij als beslissend voor een' tonus der willekeurige spieren hebben aangenomen, hunnen grond vinden in eene prikkeling, door de peripherische zenuwen aan het ruggemerg en van hier aan de centra van de beweegzenuwen der spieren medegedeeld. Er bestaat dus een reflex-tonus, dat wil zeggen een matige toestand van contractie der spieren, zonder dat onze wil er op werkt, onder den invloed van eene werking, uitgaande van het ruggemerg, welke werking in het ruggemerg wordt teweeg gebragt door den aanhoudenden toestand van prikkeling, waarin de gevoelszenuwen, ten gevolge van aanhoudend werkzame prikkels, zich bevinden.

Bestaat de buiging der gewrichten van den poot van een' opgehangen kikvorsch, zoo als uit bovenstaande proeven schijnt te blijken, slechts onder den invloed der gevoelszenuwen, dan zullen ook de overige verschijnsels, die als bewijs voor den tonus golden, bij doorsnijding van de achterste wortels moeten verdwijnen. Als zoodanig hebben wij vroeger vermeld, dat, bijaldien men den m. gastrocnemius digt bij zijne aanhechting aan den hiel afsnijdt, de stand van den voet een geheel andere wordt, naar mate, ten gevolge van doorsnijding der zenuwen, de gemeenschap met het ruggemerg al of niet afgebroken is. In het laatste geval zagen wij den voet veel sterker gebogen en naar buiten gewend, dan in het eerste.

Dit verschil verdwijnt nu werkelijk bij een' kikvorsch, wiens achterste wortels aan de eene zijde zijn doorgesneden, terwijl aan de andere zijde de zenuwen zijn

gekliefd. Indien men, namelijk, bij een' kikvorsch aan de eene zijde de achterste wortels van den n. ischiadicus en het ruggemerg digt bij het verlengde merg doorsnijdt, het dier eenigen tijd hierna ophangt en vervolgens den m. gastrocnemius aan die zijde losmaakt waar de achterste wortels zijn gekliefd, dan wordt de voet een weinig naar buiten gedraaid en het voetgewricht een weinig gebogen.

Vergelijkt men nu dezen stand van den voet met dien van een' kikvorsch, op dezelfde wijze opgehangen, wiens zenuwen aan beide zijden zijn doorgesneden en daarenboven de m. gastrocnemius aan eene zijde, kort boven den hiel, dan zal hetzelfde verschil in stand van de voeten worden waargenomen als bij de vorige proef, waar aan de eene zijde de zenuw nog door de voorste wortels met het ruggemerg in verbinding is gebleven.

In de beide gevallen neemt men slechts de werking van de elasticiteit waar, omdat, zoowel ten gevolge van de doorsnijding der gevoelswortels van den nervus ischiadicus, als ten gevolge van de doorsnijding dezer geheele zenuw, de contractie, afhankelijk van den tonus, vernietigd wordt.

Al de bovenstaande resultaten zijn bij koudbloedige dieren, bij wie de zenuwwerkdadigheid zeer lang werkzaam blijft, verkregen. Er zou derhalve nog kunnen worden in het midden gebragt, dat hiermede het bestaan van tonus bij warmbloedige dieren niet bewezen is. Daarom hebben wij ook eenige proeven bij deze laatsten in het werk gesteld, en daarbij

hebben wij nu gelijke uitkomst verkregen als bij koudbloedige dieren. Bij een konijn werd aan het regterbeen de nervus ischiadicus doorgesneden; vervolgens werd het verlengde merg afgestoken en het dier nu aan zijne ooren in de lucht opgehangen. De poot, waarvan de zenuw niet was doorgesneden, was naar buiten gedraaid, zoodat een groot gedeelte van de binnenzijde van den voet en het been zigtbaar werd. Dit verschijnsel wees op eene meerdere spierwerking aan deze zijde dan aan die, waar de zenuw was doorgesneden.

Ook bij verschillende vogels hebben wij proeven in het werk gesteld, namelijk bij duiven en sijsjes. Wanneer men deze dieren levend de veêren uitplukt, zoodat de vorm der vleugels in de verschillende gewrichten goed zigtbaar wordt, vervolgens aan de eene zijde de zenuwen, die de verschillende spieren der vleugels in beweging brengen, doorsnijdt, aan de andere zijde eene soortgelijke huidwond maakt, voorts het verlengde merg klieft en het dier aan zijne pooten in de lucht ophangt, dan zal men zien, dat aan die zijde, waar de zenuw niet is doorgesneden, de vleugel tegen het lijf aangesloten is, en de verschillende beenderen tegen elkander liggen of sterk gebogen zijn, zoodat de verschillende gewrichten scherpe hoeken met elkander maken. De andere vleugel is daarentegen geheel van het ligchaam verwijderd. Hij vormt hiermede een' regten hoek; evenzoo staan de overige gewrichten regthoekig op elkander. Het verschil in stand tusschen de beide vleugels is zeer groot. Dit verschijnsel zoowel als het vorige bij een konijn waargenomene blijven bij de intredende lijkverstijving

bestaan. Eerst als er ontbinding intreedt, vermindert het.

Tegen het verschil in stand, bij vogels waargenomen, kan worden in 't midden gebragt, dat dit het gevolg is van de hevige irritatie der gevoelszenuwen, door het plukken teweeggebragt, dat het alzoo slechts aan reflexie-werking is toe te schrijven. Geven wij dit toe, zoo leert dan toch, in elk geval, deze proef, dat na eene dergelijke prikkeling de zamengetrokken toestand der spier zeer lang aanhoudt.

BESLUIT.

Als resultaat van onze onderzoekingen meenen wij het volgende te mogen vaststellen:

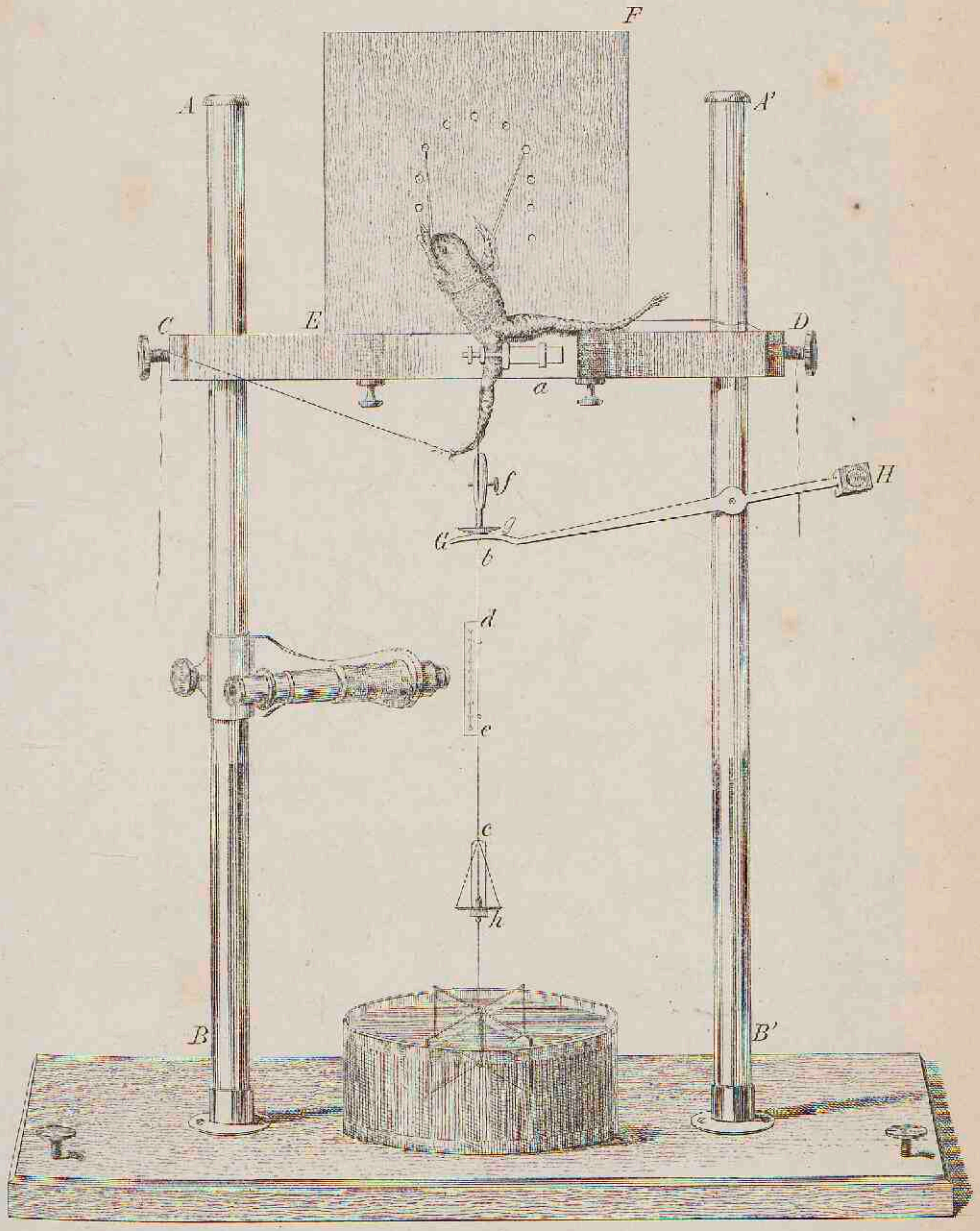
1°. Er bestaat een tonus der willekeurige spieren, dat wil zeggen, deze spieren verkeeren, buiten den invloed der hersenen, in eenen toestand van aanhoudende contractie, ten gevolge eener onafgebrokene werking, van de zenuwcentra uitgaande en van hier, door tusschenkomst der zenuwen, op de spieren overgeplant.

2°. Het bestaan van dezen tonus is ten naauwste verbonden aan den ongekrenkten toestand der gevoelszenuwen. Zoolang de gevoelszenuwen hare werking op het ruggemerg uitoefenen, wordt, eene werkdadigheid in de bewegingscentra (de grijze stof) onderhouden,

die de blijvende contractie, tonus genoemd, voortbrengt. De tonus der willekeurige spieren is dus een reflexie-tonus. Waar de mogelijkheid van reflexie-werking is opgeheven, waar de gevoelszenuwen zijn doorgesneden, is de tonus verdwenen.

PL. I.

Fig. 1.



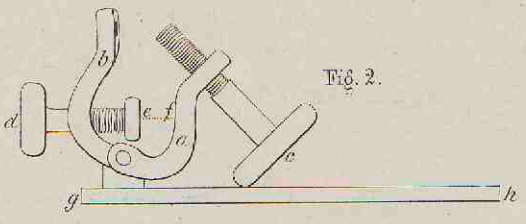
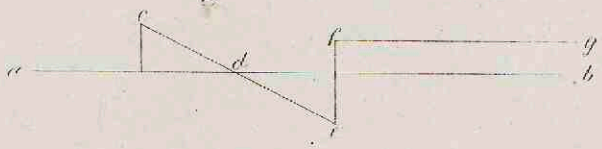


Fig. 2.

Fig. 3.



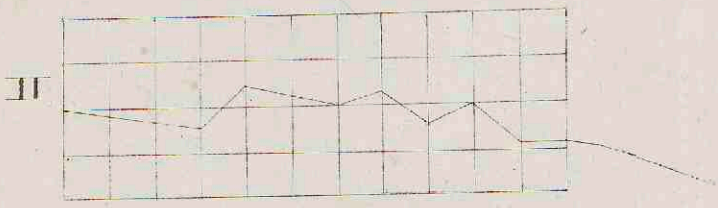


Fig. 4

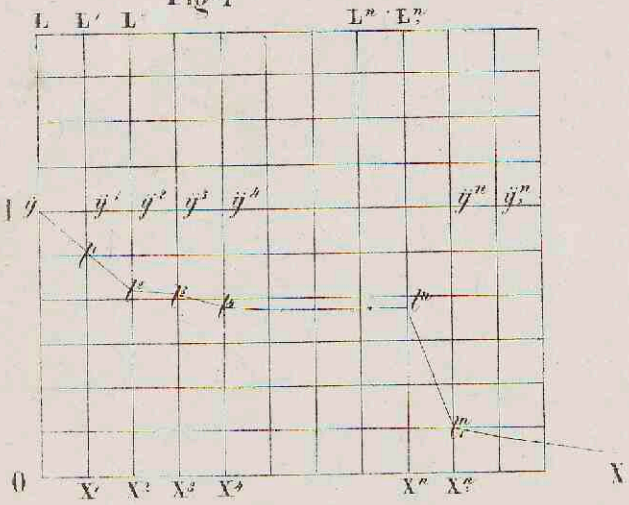
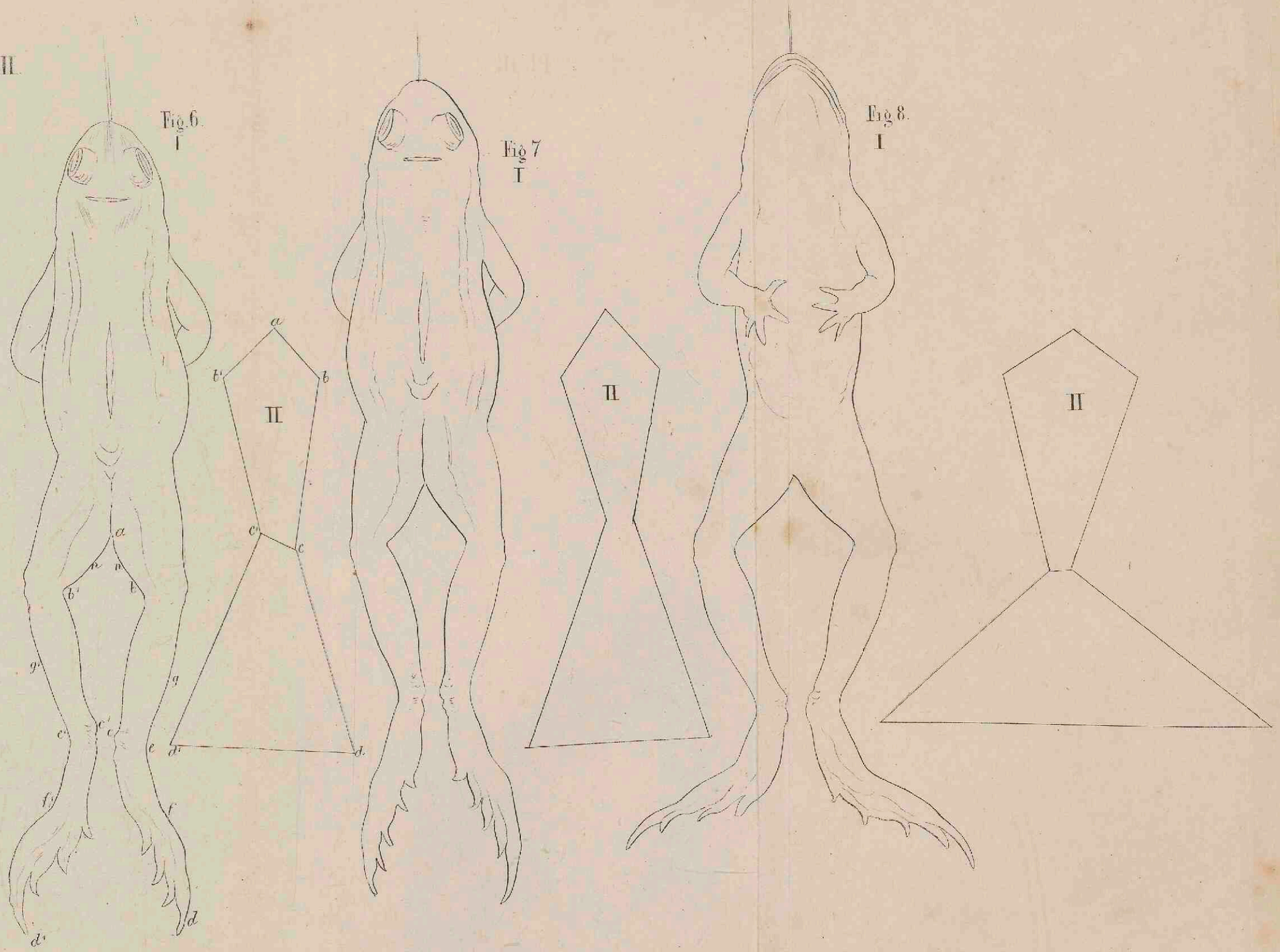


Fig. 5

PL. III.



PL. IV.

Fig. 9.

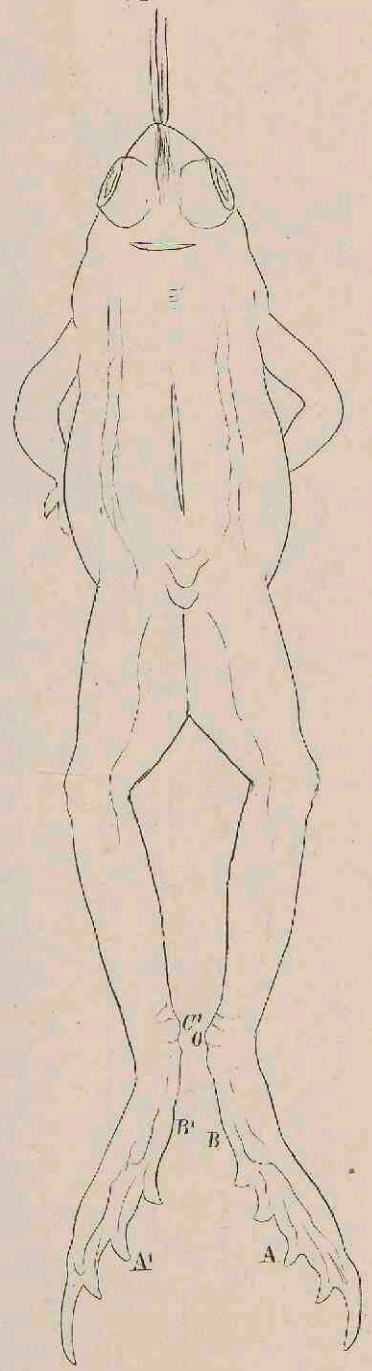
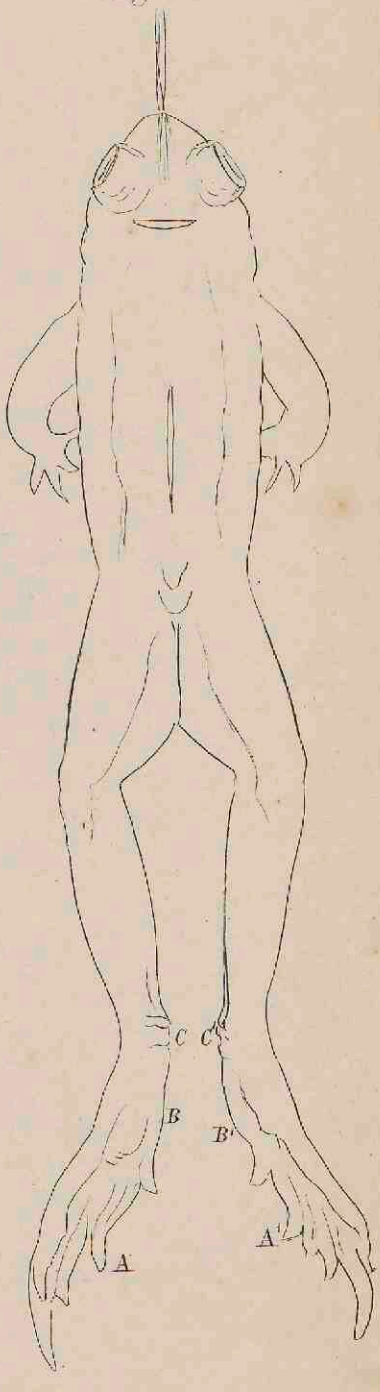
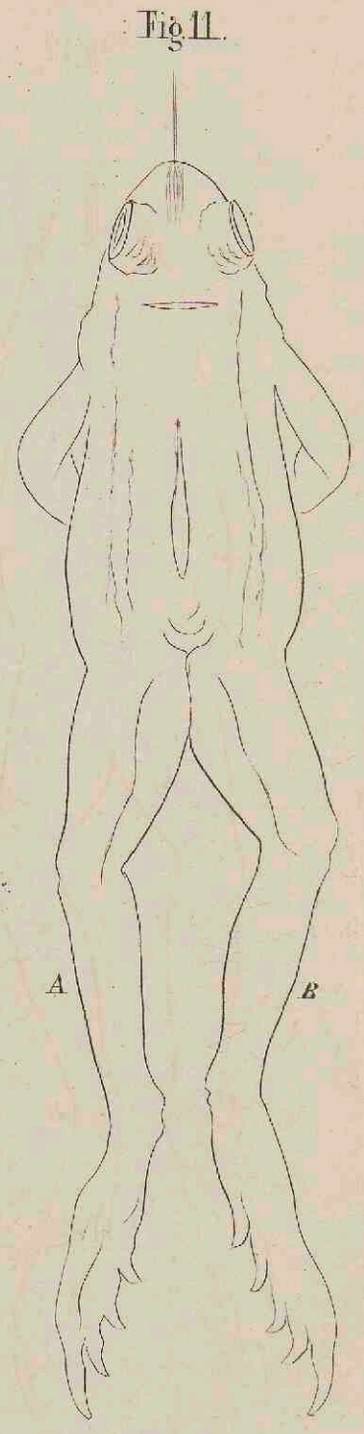
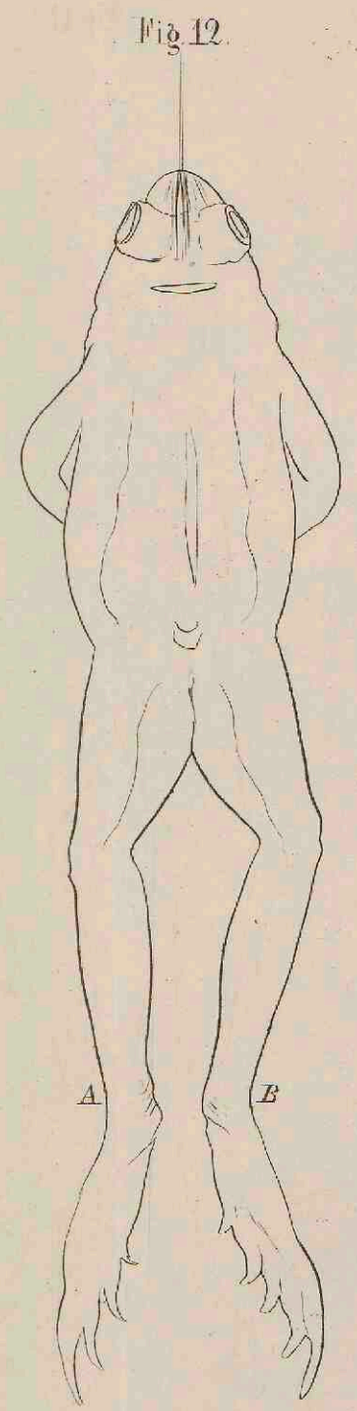


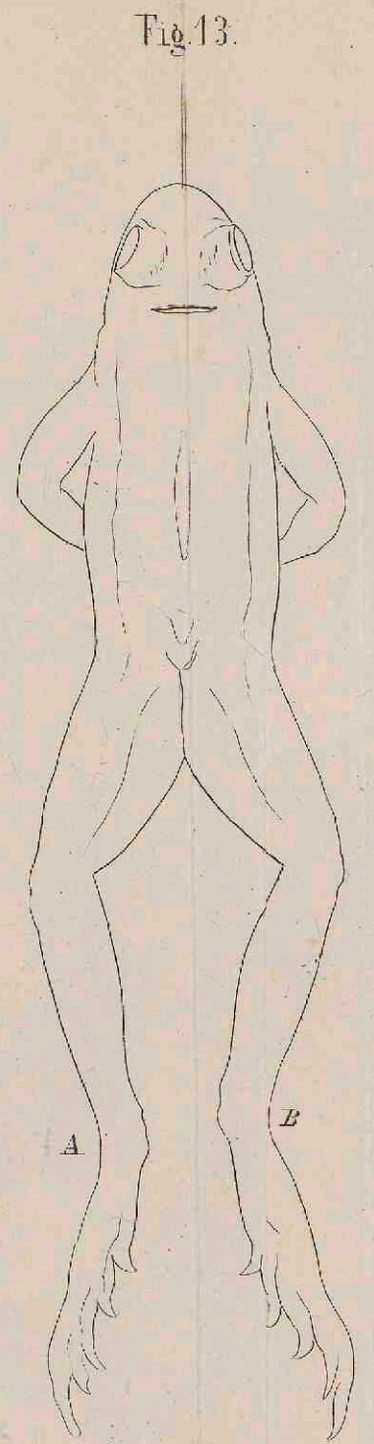
Fig. 10.

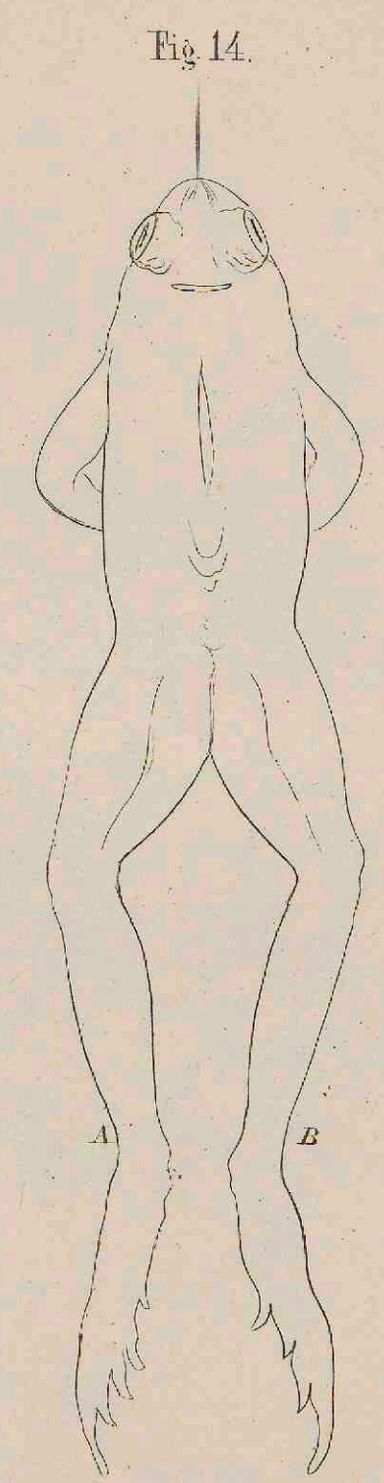


PL. V.









THESES.

I.

De veerkracht der getetaniseerde spier, die verhinderd is haren vorm te veranderen, verschilt niet van die der spier in rust.

II.

De neuro-musculaire en idio-musculaire contractie der spieren moeten niet beschouwd worden als twee verschillende wijzen van zamentrekking.

III.

De hoeveelheid dierlijke warmte, in het organisme ontwikkeld, is gelijk aan de som van het chemisch arbeidsvermogen der voedingsbeginsels en van de ingeademde zuurstof, verminderd met den mechanischen arbeid, naar buiten uitgeoefend, en met het chemische arbeidsvermogen, nog in de uitscheidingen aanwezig.

IV.

De oorzaak van de stolling des bloeds is gelegen in het ontwijken van ammoniac-verbindingen uit het bloed.

V.

De valvulae semilunares liggen, wanneer zij geopend zijn, met hare buitenvlakte nimmer tegen den wand der slagader aan.

VI.

Het is waarschijnlijk, dat de wil niet enkel in de hersenen huisvest.

VII.

Tuberculosis pulmonum begint als locaal ziekte proces, niet als gevolg eener dyscrasie.

VIII.

Tussis convulsiva is het gevolg van eene catarrhale aandoening van 't slijmvlies van den larynx.

IX.

Bij peritonitis is de toediening van morphine zeer aan te bevelen.

X.

De percussie is voor de diagnose van de ziekten der longen en hare bekleedselen van grootere waarde dan de auscultatie.

XI.

De aanwezigheid eener crusta inflammatoria, na aderlating bij ontstekingziekten, mag nimmer eene indicatie zijn tot herhaling der aderlating.

XII.

De bepaling van den graad der hypermetropie kan zonder mydriasis zelden naauwkeurig geschieden.

XIII.

Bij cataract-operatie, door extractie, moet de pupil eerst door indruppeling verwijd worden.

XIV.

Amputatie is te verkiezen boven de totale resectie van het kniegewricht.

XV.

Bij carcinoma der huid van het aangezigt zal men tot de exstirpatie van het gezwel moeten overgaan en door eene plastische operatie de misvorming moeten trachten te herstellen.

XVI.

Er bestaat geene dynamische werking der verloskundige tang.

XVII.

Wanneer bij een' partus, ten gevolge van sterk bloedverlies uit de baarmoeder, het leven bedreigd wordt, of wanneer er na het ophouden der bloeding eene levensgevaarlijke anaemie overblijft, moet men tot de transfusio sanguinis overgaan.