

---

DISSERTATIO PHYSIOLOGICA

INAUGURALIS,

DE

INVENTO GALVANI,

VULGO

ANIMALIUM ELECTRICITATE

DICTO.

---







DISSERTATIO PHYSIOLOGICA  
INAUGURALIS,  
DE  
INVENTO GALVANI,  
VULGO  
ANIMALIUM ELECTRICITATE  
DICTO.

QUAM,

ANNUENTE SUMMO NUMINE,

Ex Auctoritate Reverendi admodum Viri,

D. GEORGII BAIRD, S. S. T. P.  
*ACADEMIAE EDINBURGENAE PRAEFECTI;*

NECNON

Amplissimi SENATUS ACADEMICI Consensu,

Et Nobilissimae FACULTATIS MEDICAE Decreto;

PRO GRADU DOCTORIS,

SUMMISQUE IN MEDICINA HONORIBUS AC PRIVILEGIIS  
RITE ET LEGITIME CONSEQUENDIS;

ERUDITORUM EXAMINI SUBJICIT

FRANCISCUS BARKER,

A. B. T. C. D.

HIBERNUS;

SOC. REG. MED. EDIN. SOC.

AD DIEM 12 SEPTEMBERIS, HORA LOCOQUE SOLITIS.

---

EDINBURGI:

CUM PRIVILEGIO.

APUD ROBERTUM ALLAN.

---

M,DCC,XCV.



350357

DISSEMINATION OF  
MATERIALS  
IN THE  
W H I T E 2 1 G R E E

APPROPRIATE  
MATERIALS

THE  
MATERIALS  
MATERIALS

THE  
MATERIALS

THE  
MATERIALS



THE  
MATERIALS

THE  
MATERIALS

THE  
MATERIALS



WHITLEY STOKES,

M. D. F. T. C. D. &c.

S.

*TIBI qui me semper consiliis amicis iuvasti sequens  
opusculum sacrum esse volo. Hoc quanquam nihil ad-  
jicere potest laudibus, doctrinae tuae et virtuti debitis,  
saltem me tibi devinctum esse studiis et amicitia testa-  
bitur.*















DISSERTATIO PHYSIOLOGICA

INAUGURALIS,

DE

INVENTO GALVANI,

VULGO

ANIMALIUM ELECTRICITATE

DICTO.

---

AUCTORE, F. BARKER.

---

**L**EGES Quibus contractiones musculorum in animantibus parent, attentionem vindicant, harum enim vel imperfecta cognitio arti medicæ haud parvo auxilio foret. Hac mente mecum statui; pauca de hætenus dicto *Animalium Electrici-*



*tate* scribere ; sperans si pleraque de hac re jam cognita colligerem, ita ad causam ejus cognoscendam viam faciliorem strui posse.

Miram hancce metallorum vim casu detexit D. GALVANI, qui dum in Rana quædam experiebatur, haud procul a *machina electrica* qua amici aliquot sese oblectabant, animal convelli observabat, quoties eliciebatur igniculus si eodem tempore scalpellum nervo admotum esset ; contractionesque ex electricitate gigni pro comperto habuit ex eo quod corpus electricitati impervium membro appositum motum nullum ciebat : membris fortius convulsis quoties inter terram et animalis pedes operum quæ electricitatem ducunt nexus fiebat. Easdem contractiones excitari posse ratus est, si musculis scalpellum apponeretur, rem autem aliter se habere experimento invenit.

Miri hi effectus D. GALVANI ad nova exquirenda impulere, eventûque fausto electricitas enim cœli ad contractiones hæc sciendas quantum polle-

bat



bat observans novam hancce naturæ legem ei invenire accidit, scilicet contractiones excitari quoties frustula diversorum metallorum se mutuo et animal tangebant, et hoc semper fieri qualiscunque esset cœli tempestas. Pluribus metallis adhibitis idem semper evenit dummodo duo generis diversi animal admovebantur ; compertum autem fuit variare contractionum vim fortioresque has a quibusdam quam ab aliis metallis excitari.

Ex eo quod hæ nullo modo a corporibus electricitati imperviis cieri potuerunt, existimavit GALVANI propriam esse quandam in animalibus electricitatem, ejusque speciem unam musculos, alteram nervos tenere, donec a corpore electricitati pervio connectuntur, cujus opè ut in Phialâ Lugdunensi Electricitas transmittatur. Rem ita se habere judicavit, ex eo quod animal convelli videbatur quoties ejusdem metalli extremitas altera musculum, altera vero laminam metallicam nervo circumvolutam tangebatur.



## DE INVENTO

Hac sententiâ susceptâ multa experimenta ad eam stabiliendam excogitata fecit, et perperam fecum statuit, se ex iis colligere posse convulsiones nullas esse quando metalla musculos solos contingebant, et experiri quænam acciderent quando eadem nervis applicata fuêre, aliis partibus intactis, omnino prætermisit.

Post GALVANI his experimentis prosequendis sedulo incubuit D. VALLI, qui pariter ratus est fluidum electricum idem quod nerveum esse, sed variatâ paululum sententiâ, electricitatem enim nervis tantum propriam esse existimavit, quoniam contractiones excitari posse invenit metalla musculis externis admovendo, nervorum trunco intacto, quod nervos quidem ubique sparsos afficere potuit electricitatem vero a nervi trunco in musculum transmittere nequibat. Censuit quoque Valli, experimenta minus accuratè fuisse a GALVANI instituta quibus probare conatus est nervorum electricitatem esse *Positivam*, is enim ad intimam admisionem  
fibrarum



librarum nervorum et muscutorum non satis attendit.

Quoniam utraque opinio multis premitur difficultatibus, et quoniam de natura harum contractionum multum disputatur, quo melius quomodo fiunt intelligatur,

I. Pauca experientia ex quibus mira vis metallorum clarius appareat exponam,

II. Hanc cum electricitate conferam,

III. An idem sit fluidum electricum et nerveum exquiram,

IV. Causam contractionum exponere conabor.

I: Memoravi supra, contractiones fieri posse in rana ope duorum metallorum se mutuo et animal tangentium, sed quo melius hæc explicentur, quædam experientia narrabo ex quibus colligi quoque



que possit, quænam in his experimentis necessaria sunt.

1. Expt<sup>m</sup>.—Zinci frustulum et argenti (solidum tantum magnitudine æquans) equi recens mortui nervorum plexum axillarem contingebant, et ita disposita simul ac se mutuo tangebant, equi pes adeo agitabatur, et ita valide convellebatur, ut motus ejus homo totâ vi vix cohibere potuit \*.

2. Idem expertum est in crure humano, a corpore recens sejuncto. Parique successu in diversis animalium generibus experimenta his similia facta sunt †. Insectorum capitibus ademptis crura miro modo flecti et contorqueri videbantur, et metallorum ope D. VOLTA dicit se cicadæ mortuæ cantum excitasse:

Sensibus.

\* Valli on Electricity.

† Exceptis Lumbrico Limace, &c. hæc autem animalia neque ab electricitate stimulari possunt.



Sensibus nostris quoque hi effectus hoc modo percipi possunt.

Expt<sup>m</sup>.—Frustrulis zinci et argenti altero supra linguam, altero infra eam positis, tangentibus illis, illico sensus acris cujusdam linguâ et quibusdam vix tolerabilis percipitur. Sensum quoque nunc alcalinum nunc acidum, prout hoc vel illud metallum supra linguam disponatur, oriri dicitur \*.

II. Effectus hosce ad vim electricitatis, quâ potentio-  
torem stimulum non cognoscimus, in promptu erat  
referre,

\* Nuper inventum est metallum unum carboni conjunctum sufficere. — “ Lorsque on placoit une portion du cœur d’un poulet, sur un charbon, (le charbon etant preferable a tous les metaux d’apres les experiences de M. Volta) et qu’on placoit une autre portion sur un carton recouvert d’étain, et touchant avec le carton recouvert d’étain le charbon, le cœur se contractoit a diverses reprises et d’une maniere forte et convulsive.” V. Journal de Physique, 1793, p 238. — Experimenta cum carbone ipse sæpe repetitus sum, et omnia quæ cum Zinco et argento adhuc facta sunt, valere quoque cum Zinco et carbone inveni.



referre, an jure postea dicam vi electricitatis ipsius ad has ciendas perpenfâ.

1. De electricitatis cœli viribus antea leviter mentionem feci quantum pollet in animantibus a D. GALVANI expertum est ope corporis electricitati pervii inter quod et animal more usitato apparatus a metallo neto nexus fiebat; nam, his ita se habentibus, quoties singuli tonitruum fragores e-debantur, convellebatur animal: Immo idem evenit quando densa accedebat nubes. Electricitatem tunc admodum raram esse necesse est, at talem ad contractiones in ranis vivis ciendas sufficere compertum est, quæ mortuis ægrius aut a vi electricâ aut metallicâ commoventur, et hoc fieri potest ope phialæ Lugdunensis mediocris magnitudinis in qua vis electrica ita debilis est ut ne quidem ab *Electrometro* D. CAVALLO deprehendi potest. Sed electricitatem in quantitate multo minore sufficere inveniebatur quod experimentum sequens melius monstrabit\*.

Expt<sup>m</sup>.

\* V. Volta Ph. Transact. 1793.



Expt<sup>m</sup>.—Nervo sciatico Ranæ paulum supra introitus in firmum locum forcipe incluso, et supra corpus electricitati non pervium posito, nummoque nervi parti superiori a forcipe lineas aliquot distante adhibito : si jam Phialæ Lugdunensis tunica externa forcipem, hamusque ejus nummum tangerent, contractiones illico validæ concitatae sunt, licet electricitatis quantitas adeo exigua fuerit, ut ne quidem ab electrometro a D. BENNET, e tenuissimâ auri bracteâ factò detegi possit, et non nisi a VOLTÆ *Densatore* manifesta facta esset. Electricitatem penninutam esse necesse est quam Electrometer D. BENNET detegere nequit, nam ab hoc electricitas orta a pulveris cretæ nube facile procul manifesta redditur. Inventum est quoque a succussibus levibus membra excitari posse quando ab ictibus validis exhaustio semper accidit, eâdem ratione qua in animantibus vivis à mediocri stimulo vita sustentatur, sed nimio admoto defectio virium musculorum subito accedit quandoque etiam mors sequitur.



II. His electricitatis effectibus cum illis quæ a metallis oriuntur collatis, tanta inter eos similitudo apparet ut causam esse utrisque eandem dubitare non possumus et hanc opinionem confirmant experimenta sequentia.

1. Expt<sup>m</sup>.—\* Ranæ spina infra vertebra[m] quintam † secta fuit, et artus inferiores cum nervis sciaticis, spinæque parte eâ unde oriuntur integri servati sunt, partibus reliquis pelvis et trunci femotis. Spinâ jam super Zincum a *non electricis* sejunctum positâ omnibus etiam vitro superimpositis, si frustulum auri neti nervum et musculos et eodem tempore zincum tangat crura convelluntur, hoc tamen non fit si charta sicca quanquam tenuis auro et nervis interponatur, at contractiones renovantur, quamprimum humescatur

\* V. Dr. Monro's Observations on the Nervous System.

† Spinam sectam fuisse infra vertebra[m] quintam necesse est, crura enim posteriora non convelluntur si metalla parti Spinæ superini admota sint.



humescatur charta \*. Et chartam electricitati fere imperviam esse, per aquam autem facile transire electricitatem bene cognitum est. Experimento quoque sequenti probatur vim metallicam per aquam facile transmitti.

2. Expt<sup>m</sup>.—Zinci Laminâ densâ vasi aquæ impleto immerfâ, et in hoc prope Zincum, Ranæ Spinæ parte inferiore et cruribus posterioribus, corpore ad Pelvim transverse secto præter nervos sciaticos, his ita dispositis si pars Zinci aquæ superstantis a metallo diversi generis tangatur contractio crurum nulla est, at Zinco et aquâ a metallo simul tactis illico crura convelluntur †. In hoc experimento

B 2

igitur

\* Ad hæc experimenta facienda Ranæ aliis animalibus anteponuntur quia in harum membris vis vitæ diu persistat. Irritabilitatemque non solum a cerebro sed etiam a nervis diuvari censet D. Monro, quia post capita obtruncata stimulo admoto convelluntur membra etiamque per aliquot dies: Hæc opinio verisimilior videbitur si nobiscum reputemus Ganglia quodam modo cerebri officio fungi, et hæc in Ranis permagna esse.

† V. Dr Monro's Experiments on the Nervous System.



igitur aqua metallis et animali interposita fuit. Experimentum hocce votis respondet si carbone et zinco uteremur \*.

3. Quoniam vis metallica per quædam corpora multo facilius quam per alia transit, operæ pretium erit ordinem citare quâ quædam aliis præstant quo melius cum electricitate conferatur †.

Primum locum obtinere dicitur,

PLATINA DUCTILIS,	STANNUM,
DEIN ARGENTUM,	PLUMBUM,
AURUM,	FERRUM,
HYDRARGYRUM,	CORPUS HUMANUM,
CUPRUM,	AQUA SALSÀ,
Æs,	AQUA PURA.

Secundum ordinem fere eandem hæc corpora ad electricitatem ipsam transmittendam alia aliis aptio-

ra

\* V. Supra, p. 7.

† V. Cavallo's Treatise on Electricity.

ra sunt. Si ordines inter se aliquantum discrepent, levis momenti est quoniam in differentiis tam parvis æstimandis facile error obrepere potest, et cum experimenta hæc non satis sæpe repetita sint, mirum potius videri debet ordines in tantum congruere.

Per hominum quorundam quam per aliorum corpora hanc vim melius transmitti dixit VALLI sed minus recte forsan, quo puriores enim sunt manus eo facilius permeare hanc vim compertum est, manibus quoque prius aqua madefactis aut aqua falsa lavatis facile pertransire inventum est non omnino autem quando unguine aut sudore obducti sint.

Carbo ligni quoque electricitati impervius quando scilicet calori non sat intenso subjectus est a quibusdam vi metallicæ impervium esse dicitur aliis asserentibus tam facile quam metallum ipsum pervium esse. Humiditas fortasse quam carbo ita fortiter



titer attrahit per eam aliquando electricitatem ducit.

4. Corpora quæ electricitatem non ducunt neque huic vi pervia inveniuntur. Glaciem perfectè avidam vis neutra, liquefactâ autem superficie, utraque pertransit. Præterea multa alia corpora electricitati impervia inveniuntur, scilicet, Vitrum, Cera, Gossipium, Charta, Aër, &c. quæ omnia hanc vim transmittere non possunt.

His effectibus inter se collatis, corpora quæ vim electricam atque metallicam ducunt, ita apte congruere apparet ut ne vix quidem dubitare possimus, quin has contractiones non minus electricitati tribuendas esse quam illæ quæ evenire solent quando corpus vi electricâ præditum animali admoveatur.

1. A nullo stimulo nobis cognito tam facile commovetur animal quam electricitate, quod a supra dicto experimento a VOLTA factò inferre licet, et  
pariter

pariter a vi metallica facile concitari posse animal, concludere possumus ex eo quod D. FOWLER qui multa hujusmodi experimenta fecit, metallorum ope melius quam ullo alio modo *irritabilitatem* fere extinctam detegi posse censet \*.

2. Ex supra dictis igitur patet vim metallicam per corpora electricitati pervia facile transire, corpora autem electricitati impervia vel ægre transmittentia (ut accidit quando tali corpus electricitatis per exiguæ cœnsui obstat) hanc non permeare.

3. In his experimentis SCINTILLA electricitatis comes ob quantitatem exiguam non observatur, sed neque electricitas ista minima quæ Phialæ Lugdunensi explosæ inhæret scintillam ostendit in qua tamen vis electrica *Densatoris* ope detegi potest.

4. Sed vim attrahentem et repellentem quod attinet quæ electricitatis index est, eamque semper commutare arbitratur de hoc, quando ostendere conabor

\* V. Dr. Monro's Experiments on Nervous System.



bor talem vim severa existere postea dicam, sed quæ adhuc memorata sunt fatis ut opinor monstrant vim metallicam eandem esse ac electricam.

Contra hanc opinionem affirmant quidam hanc vim contra nervorum cursum seu cerebrum versus aut medullam spinalem vix transmitti: rem vero aliter se habere ab experimento sequente fatis probatum videtur:

1. \* Expt<sup>m</sup>.—Quatuor ranarum ita dissectarum ut crura femoribus, femora spinæ segmento nervis tantum annectarentur, membra ita supra vitriem linea recte disposita sunt, ut pes alterius pedem tangeret. Pedum extremorum alter manu experientis sinistrâ, alter zinci laminâ sustentati sunt: his ita dispositis, si ille zincum tangat frustulo auri manu dextro prehenso, muscoli femorum lumborum et crurum omnium convellebantur.

2. Idem fit hoc modo.—Si portiones supradic-  
tæ

\* V. Dr. Monro's Experiments on the Nervous System.

tæ ita disponantur ut spinæ duarum quæ in medio sunt sibi invicem, harum vero pedes extremarum pedibus sint contigui, si quis tum dextrâ prehensens spinam unius portionum extremarum, finistrâ aurum zinco alteri portioni subiecto admoveat, illico omnium crura convelluntur. Cursus ejus igitur et electricitatis nullo modo diversi esse videntur.

Nunc quædam experimenta in corpore humano facta proferam, ex quibus patebit effectus vis metallici, iis quæ ab electricitate oriuntur haud absimiles esse.—Experimentum antea citavi in quo sensus acidi cujusdam, contactu metallorum linguâ percipitur, et idem fere auram electricam comitatur. Sensatio alia modo sequenti excitari potest.

1. Expt<sup>m</sup>.—Metallum alterum labio superiori et gingivæ interponatur, alterumque septum narium comprimat, succussus levis quasi electricus illico sentitur, per maxillam superiorem et dentes si-



mul ac partes metallorum extremæ se mutuo tangant \*.

Dolor etiam in urethra sentitur simul ac metallum intra eum positum, alterum sub lingua jacens tangat.

Ex recensitis verisimile videtur, phœnomena de quibus agimus, electricitatis effectibus tribui debere minime tamen inferre licet, musculos et nervos electricitate diversâ esse præditos; hanc opinionem sequentia ni fallor plane refellunt,

I. Duobus metallis diversis opus esse.

II. Nervos tantum stimulando hanc vim agere.

III. Opus esse metalla inter se mutuo tangere.

#### I. Positio

\* Forfan permagni erit cavere ne instrumentum quo Chirurgus utitur, quando urethram explorare vult ex metallis diversis constet, quoniam hæ partes hoc tempore valde sensiles evadunt.

I. Positio prima experimentis quam plurimis confirmatur, et equidem GALVANI, quando hanc vim primo detegebat, hoc notaverat; postea vero ille, et D. VALLI, experimentis inducti minus accurate factis, arbitrati sunt unum metallum sufficere, quod *theoriæ* prius susceptæ magis consentaneum foret, musculos nempe et nervos electricitate diversâ esse præditos. Hanc opinionem ut confirmaret, dicit D. VALLI se forfice spinæ dorsi ranæ admodum recens mortuæ admotâ, contractiones excitasse, has vero per breve tempus tantum perstitisse et tunc laminâ metallicâ nervum cingente opus esse. Concedit hic VALLI metalla duo plus quam unum valere, quod ad opinionem ejus evertendam sufficere videtur. Sed præterea non dixit, an forfex quo usus est ex uno, vel ex pluribus metallis constaret, posterius magis verisimile videtur, et sic humiditatis ope inter metalla diversa et animalis musculos nexus fieri potuit, hoc modo vero contractiones fieri posse, experimenta supra narrata satis monstrant, et præterea ranarum membra recens mortuarum cuivis stimulo tam prompte parent et irri-



tio tam levis, digiti nempe contactus, in iis contractiones ita facile ciet ut minime dubitandum videtur, quin experimentum hocce parvi habere debemus. Ipse postea fatetur metallis diversis ut plurimum opus esse, et dicit quoque quod et ab aliis comprobatur, metalla alia aliis præstare, argentum vero et zincum inter ea summum obtinere locum \*. Hoc igitur concesso sequitur quoque theoriam ejus sibi non constare, si enim electricitatis animalis transitus per metallum, contractionum pro causa esset, zincum electricitati magis pervium esse quam metalla alia, quoniam has contractiones facilius ciet, necesse foret, at metalla *perfecta* multo facilius electricitatem ducere bene cognitum est.

Metallis diversis opus esse quoque pro certo habendum est †, quod ad hypothesim GALVANI evertendam fat foret, si enim musculus et nervus in statu electricitatis diverso essent, unius metalli frustulum

\* Valli on Electricity, p. 42.

† Vel metallo carboni conjuncto. (V. supra, 7.)

tulum, convulsiones tam facile excitaret quam metalla generis diversi, ut in phiala Lugdunensi.

II. Hinc quoque GALVANI opinio infirmatur, nempe contractiones excitari posse metallis nervis tantum contingentibus, et nervos stimulando effectus ejus edere.—Hoc experimenta sequentia probant.

I. Expt<sup>m</sup>. \*—Laminis argenti et metalli diversi nervo tantum admotis, illico convellebatur animal simul ac metalla inter se mutuo contingebant. Hic tamen non dicit auctor, an humiditas musculis et metallis interposita sit, nam ita convulsus iri animal patet ex experimento supra citato.

Sed experimento sequenti a D. MONRO facto res melius probatur.

2. Expt<sup>m</sup>. Ranæ spinâ Dorfi et toto corpore ad pelvim præter nervos sciaticos transverse sectis, et  
spina

\* V. Volta Ph. Transact. 1793.



spina zinco a non electricis sejuncto, cruribusque etiam vitro superimpositis, tunc auri frustulo zinco et nervis admoto, crura ambo convellebantur: etiam nervis accuratissime ficcatis idem evenit, et sic per horæ spatium aut diutius contractiones cieri potuere, usque dum nervus decolor contractusque fiebat, quo facto haud ullâ irritatione excitari potuit membrum \*. In hoc experimento inter nervos et musculos nexus nullus fuit, sed D. GALVANI talem necessarium esse opinatus est.

Quibusdam tamen visum est, contractiones nullas esse si prius crus suspensum esset donec nervus ficcus fieret, sed madefacto musculos protinus convelli. At fortasse in hoc experimento, nervi ficcati fabrica prorsus læsa fuit, atque contractiones aquæ tantum ope rursus excitatæ sunt; et hoc modo convelli posse membra, experimentum supra narratum satis monstrat, in quo non necesse fuit nervos et metalla contingere sed aquam interponi sat erat.

Sed

\* V. D. Monro's Experiments on the Nervous System.

Sed multa alia sunt ex quibus cogi possit, vim metallicam nervos tantum stimulando has contractiones ciere.

1. Metalla enim non musculos eos præcipue quibus apponuntur sese contrahere faciunt, sed illos quibus distribuitur nervus ille cui metallorum unum applicatur. Nam invenit D. VOLTA, unum metallorum musculis juxta ranæ nervum sciaticum (cuicumque parti alterum adhibebatur) crurum convulsiones excitasse: quod plane ostendit, stimulum nervo admotum contractionum causam esse. Quando etiam metallorum unum parti spinæ superiori, alterum cuivis alii parti admotum fuit, convulsiones totius fere corporis sequi invenit.— Quod in Lacerta hoc modo expertum fuit.

Expt<sup>m</sup>.—Lacertæ capite obtruncato et Dorfi musculis nudatis, metallorum uno musculos Dorfi, altero autem medullam spinalem tangente, si jam metalla se mutuo contingunt, illico crura convelli, caudam vibrari, et totum corpus huc illuc flecti videbatur.



2. In canibus vero et agnis ut expectandum fuit, metallis musculis nudatis admotis, contractiones crurum cieri non potuerunt, propter nervum sciaticum a metallo nimis distantem, metallo vero proprius admoto aliter evenit, nam crurum contractiones protinus ciebantur, et validiores fiebant, quo magis nervo, metallum appropinquabat.—In experimento supra citato metallis linguæ adhibitis nullus ejus motus efficitur, nam metalla nervis linguæ motoribus non satis sunt propinqua, et effectus eorum gustu tantum percipiuntur, nervis enim huic inservientibus metalla admoventur, at simul ac nervis linguæ motoribus applicantur, musculi ejus statim moventur.—Hoc in corpore humano experiri non potest, sed in agni recens mortui linguâ, hoc modo detegi potest.

Expt<sup>m</sup>. Linguâ prope radicem ejus exsectâ, ærifque folio parti ejus sectæ, et cochleari argenteo superficiei ejus adhibitis, statim lingua vibrare, apicem

se erigere, et huc illuc impelli, videbatur, simul ac metalla inter se mutuo contingebant. Ex his experimentis, clarè patet vim metallicam *nervos* stimulo agere: nam in utroque, lingua diverso modo afficitur, prout huic vel illi nervo, metallum admoveatur.

2. Aliud argumentum mihi suppeditavêre quædam ab amico in ranis maribus notata. Verno tempore quo procreare solent, brachiorum nervos fere duplo crassiores fieri invenit, et quando metalla his nervis admovebantur, totum corpus convelli observavit, si vero cuivis alii nervo applicarentur, musculos tantum illos convelli, quibus nervus iste pertinet. Hac tempestate idem efficere potuit metalla admovendo tuberibus istis, quæ in manuum palmis nascuntur, quæque isto tempore majora evadunt (unde glandis penis officio fungi videntur): horum uni, metallis post ranæ mortem adhibitis, brachium, latus, et crus oppositum convellebantur: Sed alio quam verno tempore nullos, præter brachii musculos, hoc modo cieri potuit. Hinc quo-



que inferre licet, ut opinor, metalla nervos stimu-  
lando agere, et contractiones fieri posse quando  
nervis tantum, sine ullo cum musculis tactu admo-  
ventur: Non ergo necesse est, nexum inter nervos  
et musculos fieri modo quo censuit GALVANI, ideo-  
que contractiones hæc a transmissione vis electricæ  
a nervis in musculos, aut vice versa, non omnino  
pendere videntur.

3: Positio tertia, scilicet metalla se mutuo  
tangere necesse esse, multis experimentis pro-  
batur, uti in experimento supra citato quan-  
do crura aquæ immerfa fuere, et quidem mul-  
tis aliis, ex quibus patet aquam metallis inter-  
positam contractionibus fatis obstare, sed nullo  
modo quando metallis et animali interponitur.  
Huic nihil simile accidit in phialâ Lugdunensi. Si  
vera esset GALVANI sententia, aquâ metallis inter-  
positâ, æque contractiones orirentur, ac si metallis  
et animali interjecta esset.

GALVANI ergo opinio nullis stabilitur factis, multis autem discrepare videtur, ideoque rejici debet.

III. Electricitatem vero nullâ ex parte motûs musculorum in causâ esse, multo difficilius foret monstrare. Varias inter opiniones de musculorum motu excogitatas, nulla quidem multis magis arrisit, quam ea quæ ponit electricitatem nervis insitam, et imperio voluntatis rectam, his pro causa esse: Nempe propter motus in iis ab electricitate tam parva excitatos, et nullum stimulum adhuc cognitum tam promptè eos ad contractiones cientem, et etiam propter vim electricam quâ animalia quædam prædita sunt, Torpedo, scilicet Gymnotus Electricus, &c.

Opinioni vero vim nerveam eandem cum metallica esse, multa obstant ne credamus. Nervo enim ligato aut resecto, musculos quibus impendebatur, contrahendi potestatem animal amittit, hi tamen excitari possunt ab electricitate metallica, quæ par-



tem resectam facile transgreditur. Idem accidit ligato nervo, si ligamen musculis quos nervos ille supeditat non nimis propinquum fit, nam trans hoc etiam pergit electricitas. Præterea quoniam duorum metallorum diverſi generis opus est, nihil conferre videntur hæc experimenta ad hanc opinionem confirmandam, nam hinc verisimile videtur aliquid metallis inesse quod has ciet contractiones, et præsertim cum metalla se mutuo tangere necesse fit. Electricitatem ergo et vim nerveam easdem esse, adhuc minime probatum videtur.

IV. His strictius perpenſis, multa sunt cur credamus, phœnomena hæcce a vi quâdam metallis ipsis propriâ pendere. Hæc opinio multis quidem non arrisit, quia intelligere non potuerunt, quomodo metallis, quæ *non electrica* habita sunt, electricitas inesset. Inesse tamen clare monstravit D. BENNET, experimentis cum machinâ quadam institutis, quæ minimas electricitatis portiones confert, atque sensibus obvias reddit, quamque *duplicatorem* appellant. Mirabilis hujusce instrumenti ope

a D. NICHOLSON emendati, omnia corpora electricitati pervia, quæque *non electrica* appellantur, quandam electricitatis portionem pertinaciter retinere invenit, atque zincum et argentum (metalla quæ in his experimentis maxime pollent) hoc *positiva*, illud *negativa* electricitate prædita esse.

Hoc quoque confirmant experimenta quædam a D. CAVALLO instituta, ex quibus patet, zincum electricitate negativa maxime esse præditum, ille tamen negat, metallorum electricitatem contractionum in causa esse, argumenta autem ejus ob causas quas postea afferam, mihi non satis firma videntur.

Huic invento tam apte convenit necessitas metallorum mutui contactus, ut admodum verisimile videatur, hosce effectus modo quodam ab electricitate metallorum pendere. Hic vero quæri potest quomodo ex notis electricitatis legibus phænomena hæc explicari possunt. Et quidem perpenſ



iis quæ vim electricitatis attrahendi augent, ratio ut mihi videtur horum effectuum reddi potest\*.

Electricitatis peritis bene cognitum est, si corpora duo plana a non electricis disjuncta, superficiebus invicem parallelis, et parum distantibus juxta opponantur si electricitate diversâ prædita sint, electricitatem

\* Dr Fowler, de Capacitate Metallorum aucta differens, sic dicit:—"When therefore a plate of silver, communicating with the leg of a frog, was laid upon glass, and a plate of zinc was lowered horizontally upon it, the capacities of both, for any electricity which they might have contained, must have been so much increased, that no one will suspect the contractions of the frog's leg to have been occasioned by any discharge of the electrical fluid from them. As little are we authorised to suppose that the contractions were produced in consequence of the metal's attracting the electrical fluid from the leg; for, since the leg was insulated, it is impossible that it should have received a new supply of electricity after having been deprived by the metals of what it naturally possessed."—Electricitatem autem metallorum nescivisse videtur, D. Fowler, et quidem de Fluidi Electrici Attrahione, mihi alia est sententia.

lectricitatem in iis magis intensam fieri quod ex electrometris annexis apparebit ; electricitas autem quæ antea electrometri ope sensibus percipi poterat, simul ut ita dicam, fit *latens*, corporibus enim sejunctis electricitas sensibus manifesta fit et in quantitate eâdem quâ antea, uti monstrat electrometer. Electricitatis periti igitur dicere amant, metalla invicem opposita electricitatis *capaciora* fieri, et eam in his minus *intensam* esse, et contra metalla ab invicem sejuncta nimis electricitatis *capacia* fieri electricitatem vero magis *intensam*. Hoc accidit quando metalla utraque diversâ electricitate prædita sibi invicem opponuntur. Idem fit etiam quando unum a non electricis sejunctum, alteri corpora electricitati pervia contingenti, opponitur.

2. Si metalli lamina corpori plano, electricitati minus perfectè pervio marmorì scilicet imponatur, atque etiam illud tangat electricitatis multo capacior fiet. Lamina sic posita electricitatem aliorum corporum, ad se avidè trahit, quam ta-



men postea edit, plano minus perfecte electricitatem ducente, sublata \*. Quod de hoc instrumento densatore appellato jam dictum est, de metallis quoque in his experimentis affirmandum mihi videtur. Nam quoniam in omnibus hisce experimentis, metalla se mutuo tangere necesse est, nihil obstat, opinor, quin credamus metalla hæcce tactu mutuo electricitatis capaciora fieri, et eodem prorsus modo se mutuo afficere, quo metalla duo supradicta sibi invicem opposita, aut quo lamina metallica *densatoris* et marmor cui superimponitur. Hæc opinio non prorsus inepta videbitur, si in animo teneamus nullum corpus esse electricitati ita perfecte pervium, ut ei nihil impedimenti objiciat quod ab experimentis probatum est. Et fortasse, (electricitatem in illis inhærentem quod attinet) metallorum *capacitas* melius augetur cum sit electricitati pervia, quam si electricitati minus pervia essent, ut fieri solet quando lamina densatoris metallica, corpore aliquatenus pervio superimponitur, sic enim electricitatis multo capacior fit quam si

corpus

\* V. Volta Journal de Physique, 1783.

corpus electricitati omnino impervium contingat. Quomodo vero metalla mutuo tactu capaciora facta, contractiones cient, sic explicari posse cenfeo : Scilicet metalla electricitatem animali inhærentem, sibi attrahunt. Hanc vero quamvis perexiguam corporibus animalium inesse, multa sunt cur credamus.—Nam electricitas forsan semper apparet quoties mutatio fit *chemica* ut accidit quoties vapores oriuntur aut formantur chrystalla : et in corporibus animalium mutationes *chemicæ* semper fiunt.—Hinc igitur ratio reddi potest, cur hæ effectus locum habeant, quando animal et metalla a corporibus electricitati perviis, a quibus electricitatem colligere possent, sejunguntur : quippe gignitur electricitas ex animali ipso. A multis notatum est electricitatis signa hæc animalium contractiones sequi. D. VALLI dicit se attractionem vidisse, duorum paleæ frustulorum, eodem tempore quo crura quatuordecim ranarum convellebantur ; et D. FOWLER quoque asserit electricitatem manifestam reddi posse : Tamen verisimile videtur, hancce ex magna parte



e frictione gigni præsertim quoniam D. CAVALLO idem experiens cum electrometro ex tenuissima auri bractea, nullam foliorum repulsionem videre potuit \*. Hoc vero minimè probatur, electricitatem hinc nullam oriri, nam ut supra dixi, electricitas adeo exigua ut ne quidem hoc electrometrum afficeret, ad has contractiones ciendas satis valebat.— Sed multa sunt præterea quæ electricitatem animalibus inesse suadent. Et quidem analogia hæc confirmare videtur. In piscibus enim quibusdam scilicet Torpedine, Gymnoto, et Siluro Electrico, dubitare non possumus quin succussus qui ex iis sentitur, ab electricitate oriatur. Nam, patet sensum ab eo ortum eundem esse cum illo quem phiala Lugdunensis efficit: Per corpora electricitati impervia non transire: Et scintillam manifestam redditam esse Gymnoto emissam.—Vim autem hancce ex animali ipso gigni pro certo habere possumus, quia animal quamvis vasi vitreo impositum, tamen potestatem hanc retinet, et irritatum per corpora hominum a *non electricis* quoque sejuncta, transmittere

\* V. Cavallo on Electricity, Vol. III.

transmittere potest. Verisimile quoque videtur, hocce et alia animalia hanc, vim quod attinet, inter se hac ratione solum discrepare, scilicet, quod illi facultas est fluidum electricum copiosius et pro arbitrio emittendi quæ his non inest.

D. CASSINI, de Viro Generoso ROSSICO, memorat, quem Florentiæ videre ei accidit, qui bis in vitæ decursu ictum edendi Torpedinis instar facultatem habuit; et quoque de foeminâ mentionem facit, quæ per sex menses gravida, et eodem tempore nutrix, simili vi prædita fuit.

Narrat D. COTUGNO se cum murem vivum incidere, ictum quasi electricum expertum esse ita validum, ut stupore brachii per horæ quadrantis spatium et amplius, affectus esset. Et quidem huic narrationi major debetur fides, quia electricitas GALVANI nondum comperta fuerat: nulla ergo erat ei hypothesis stabilienda. Quo-



niam igitur animalia quædam electricitatis gignendi plane facultatem habent, et ex animantibus quibus nunquam hætenus inesse credebatur aliquid electricitati per simile emissum est, verisimile videtur omnia animalia electricitatem sibi inhærentem habere, cujus tantum effectus plerumque nobis sunt obvii, scilicet quando in metalla transit, quorum attractio mutuo augetur tactu, et sic contractiones hæc musculorum ciet.—Opinio hæc confirmatur ex eo quod electricitas per exigua ad hunc effectum sufficit.

Hic objici potest, omnes hosce effectus locum habere, animali et metallis a corporibus electricitati perviis se junctis, et ergo metalla non capaciora fieri. Et hoc quidem verum esset si metalla electricitate diversi generis non prædita essent sed legibus electricitatis omnino consentaneum est, metalla duo a corporibus, electricitati perviis se juncta, diversa electricitate prædita, et sibi invicem opposita, capaciora fieri: Cur hoc quoque accideret metallis

metallis contingentibus, explicare supra conatus sum.

Hic quoque quæri potest, cur ad contractiones ciendas non sufficit, si metallorum unum tantum animal tangat, utriusque quoniam capacitas alterius contactu augetur. Respondeo Electricitatem multo majores edere effectus, si diversa ejus genera eodem tempore animal afficiant, quam si unum tantum. Si digitus manus unius phialæ Lugdunensis hamo admoveatur, levis tantum sensiculus oritur, si autem eodem tempore, manus alter parti phialæ exteriori adhibeatur, corpus statim ictu concutitur. Hinc videre est cur ambo simul metalla animal simul contingere necesse sit.

Hinc experimentum sequens explicare possumus.

Expt<sup>m</sup>.—Hirudine laminæ argentæ, hac vero zincæ superimpositis, nullam molestiam sentire videtur animal, quamdiu argento solo incumbit, simul vero



ac zincum tangit, statim resilit velut dolore affectum. In hoc experimento igitur animal non afficitur tactû metalli unius donec ambo electricitatis genera per corpus eodem tempore transeunt, quod evenit simul ac utrumque metallum eodem tempore contingat. Hinc quoque forsan pendent effectus quæ ex pluribus zinci et argenti laminis alternè positis mutuo contingentibus et linguæ appositis, oboriuntur: Harum enim ope sensus excitatur multo validior quam si duobus tantum utimur\*.

Et hinc quoque ratio reddi potest, cur corpus cujus electricitas intensior est eâ quæ metallis inest, membris admotum contractiones non ciet. Has electricitati non tribuendas esse censet D. CAVALLO, quia electrometer cui inerat electricitatis portio multo major eâ quam invenit ille metallis inhaerentem, membra non excitabat, sed minus recte ut mihi videtur: nam in hoc experimento unum tantum metallum animali admotum fuit, ideoque unum  
genus

\* Dr Robertson's letter to Dr Fowler.



genus electricitatis tantum, et nihil succussui simile electrico tum accidit: Et quidem alia argumenta tam multa sunt, quibus adducimur ut credamus metallorum vim electricam contractionum pro causa esse, ut minime ad ignota confugere quo hæc explicentur necesse sit.—Ex hypothesi jam exposita, nempe metalla capaciora fieri, et eodem modo se habere quo lamina metallica *Densatoris*, sequentia explicari possunt:

1. Contractiones non minus metallis disjunctis quam contingentibus fieri. Ranarum membra hoc modo afficiuntur. Et metallorum effectus in corpore humano disjunctis, non secus ac contingentibus metallis, locum habent. Quod ostenditur inferendo inter labium superius et gingivam, zinci frustulum, et cantho oculi interno, argenti frustulum adhibendo, simul enim ac tangant fulgor ante oculos cernitur, iterumque dum sejunguntur. Nam metalla rursus minus electricitatis capacia sunt, unde rursus fit motus electricitatis animali inhaerentis.



inhærentes. Idem enim accidit ac quando lamina  
metallica a plano marmoreo tollitur.

2. Contractiones validiores esse quando metalla  
superficie amplâ et planâ se mutuo tangunt : Quod  
electricitatis naturæ omnino consentaneum est ; et  
eodem modo laminam densatoris amplam et planam  
esse necesse est.

3. Effectus eorum tactu permanente minui : Et  
quidem res a D. FOWLER observata, valde ad rem  
pertinet : Dicit enim ille metallis contingentibus,  
brevis cessare contractiones, nam aut electricitatem  
ex animali a metallis exhauriri, aut metalla hac e-  
lectricitate expleri si contingere persistit, necesse est.  
Ut igitur omnia paucis amplectar.

1. E contactu inter se mutuo metalla electricita-  
tis capaciora fiunt:

2. Electricitas ex animali ipso gignitur:

3. Hæc



3. Hæcce electricitas versus metalla fluit, quando hæc animal contingant. Ambo vero metalla animal contingere necesse est, ex eo quod quiddam succuffui electrico simile tunc accidit.

4. Simul ac metalla ab invicem fejunguntur, electricitatis minus capacia fiunt, et rursus electricitatis motus oritur, et inde membrorum contractio.

Ex supra dictis, ut opinor, admodum verifimile videtur, motum electricitatis ex aucta metallorum *capacitate* ortum, membrorum contractionum pro causa esse, et aliorum quæ in animantibus a metallis efficiuntur, quanquam adhuc defunt experimenta quæ hæc clarius monstrent.



