

# De viribus electricitatis in motu musculari commentarius

## PARS PRIMA De viribus electricitatis artificialis in motu musculari.

Optanti mihi, quae laboribus non levibus post multa experimenta detegere in nervis, ac musculis contigit, ad eam utilitatem perducere, ut & occultae eorum facultates in apertum, si fieri posset, ponerentur, & eorumdem morbis tutius mederi possemus, nihil ad hujusmodi desiderium explendum idoneum magis visum est, quam si haec ipsa qualiacumque inventa publici tandem juris facerem. Docti enim prestantesque viri poterunt nostra legendo, suis meditationibus suisque experimentis non solum haec ipsa majora efficere, sed etiam illa assequi, quae nos conati quidem sumus, sed forasse minime consecuti.

Equidem in votis erat, sin minus perfectum, & absolutum, quod numquam forte potuissem, non rude saltem, atque vix inchoatum opus in publicam lucem proferre; at cum neque tempus, neque otium, neque ingenii vires ita mihi suppetere intelligerem, ut illud absolverem, malui sane aequissimo huic desiderio meo deesse, quam rei utilitati.

Operae itaque pretium facturum me esse existimavi, si brevem, & accuratam inventorum historiam afferrem eo ordine, & ratione, qua mihi illa partim casus, & fortuna obtulit, partim industria, & diligentia detexit; non tantum, ne plus mihi, quam fortunae, aut plus fortunae, quam mihi tribuatur, sed ut vel iis, qui hanc ipsam experiendi viam inire voluissent, facem praeferremus aliquam, vel saltem honesto doctorum hominum desiderio satisfaceremus, qui solent rerum, quae novitatem in se recondunt aliquam, vel origine ipsa principioque delectari.

Experimentorum vero narrationi corollaria nonnulla, nonnullasque conjecturas, & hypotheses adjungam eo maxime consilio, ut novis capiendis experimentis viam sternamus aliquam, qua sin minus ad veritatem pervenire possimus, novus saltem ad eandem aditus aperiatur.

Res autem ab hujusmodi profecta initio est. Ranam dissecui, atque praeparavi ut in Fig. 2. Tab. I., eamque in tabula, omnia mihi alia proponens, in qua erat machina electrica Fig. I. Tab. I., collocavi ab ejus conductore penitus sejunctam, atque haud brevi intervallo distitam; dum scalpelli cuspidem unus ex iis, qui mihi operam dabant, cruralibus hujus ranae internis nervis D D casu vel leviter admoveret, continuo omnes artuum musculi ita contrahi visi sunt, ut in vehementiores incidisse tonicas convulsiones viderentur. Eorum vero alter, qui nobis electricitatem tentantibus praesto erat, animadvertere sibi visus est, rem contingere dum ex conductore machinae scintilla extorqueretur Fig. I. B. Rei novitatem ille admiratus de eadem statim me alia omnino molientem, ac mecum ipso cogitantem admonuit. Hic ego incredibili sum studio, & cupiditate incensus idem experiundi, & quod occultum in re esset in lucem proferendi. Admovi propterea & ipse scalpelli cuspidem uni vel alteri crurali nervo, quo tempore unus aliquis ex iis, qui aderant, scintillam eliceret. Phaenomenon eadem omnino ratione contigit; vehementes nimirum contractiones in singulos artuum musculos, perinde ac si tetano praeparatum animal esset correptum, eodem ipso temporis momento inducebantur, quo educebantur scintillae.

At metuens, ne ii ipsi motus a cuspidis potius contactu, qui pro stimulo forte esset, quam a scintilla

orientur, eosdem nervos iterum eadem ratione in aliis ranis cuspage tentavi, & quidem gravior, quin ulla tamen scintilla tunc temporis ab aliquo eliceretur; at nulli omnino visi sunt motus. Hinc mecum ipse putavi, forte ad phaenomenon inducendum & contactum alicujus corporis, & scintillae jactum una requiri. Quamobrem scalpelli aciem iterum nervis apposui immotamque detinui, tum quo tempore scintilla extraheretur, tum quo tempore machina perfecte quiesceret. At phaenomenon educta dumtaxat scintilla prodiit.

Experimentum iteravimus eodem semper scalpello adhibito: verum non fine nostra admiratione interdum educta scintilla recensiti motus contingebant, interdum deficiebant.

Rei novitate permoti aliis, atque aliis rationibus rem tentare, & experiti instituimus idem tamen scalpellum adhibentes, ut inopinati discriminus causas, si fieri posset, assequeremur; neque inanis novus hic extitit labor; comperimus enim rem omnem variae scalpelli parti, qua illud digitis detineremus, esse tribuendam: siquidem cum osseum manubrium scalpellum haberet, dum idem manubrium manu comprehenderetur, educta scintilla nulli prodibant motus, prodibant vero digitis appositis aut laminae metallicae, aut ferreis clavulis scalpelli laminam firmantibus.

Itaque cum aridiora ossa idioelectricam, lamina vero metallica, & clavi ferrei deferentem, seu anelectricam, ut ajunt, praeseferant naturam, in eam suspicionem venimus, forte contingere, ut cum digitis osseum manubrium detineremus, tum electrico fluido, quacumque ratione in ranam agenti, omnis cohiberetur aditus, concederetur vero, cum laminam, aut clavos cum eadem communicantes apprehenderemus.

Hinc ut rem extra omnem poneremus dubitationem, scalpelli vice tenui cylindro modo vitreo H Fig. 2, ab omni humiditate, & pulvisculo perpolito, modo ferreo G usi fuimus; vitreo non tangebamus modo, sed veluti perfricabamus cruales nervos, quo tempore scintilla eliceretur, at omni irrita industria numquam phaenomenon prodiit, licet & innumerae, & vehementiores scintillae a machinae conductore, & exigua ab animali distantia extorquerentur; prodiit vero vel leviter apposito iisdem nervis ferreo cylindro, exquisque eductis scintillis.

Hinc plane nobis constitit, quae suspicati fuimus, vera esse, & deferentis corporis contactum cum nervis requiri, ut phaenomenon contingeret. Verum cum & corpus, quo attingerentur nervi, & homo, qui eosdem tangeret, adhiberetur, ferreum cylindrum G iisdem nervis apposuimus, quin tamen illum manibus detineremus, ut ea ratione constaret, utrum homini, & ferreo cylindro, an huic tantum phaenomenon esset adscribendum. Rebus sic dispositis nullus contigit, educta scintilla, musculorum motus. Filum propterea K K cylindri loco valde longum Fig. 2. adhibuimus visuri, utrum illud hominis defectum quodammodo repararet, nec ne; en iterum scintillae jactu musculorum contractiones.

His observatis perspicuum nobis fuit, non solum deferens corpus nervis applicitum, sed certam quoque ejusdem magnitudinem, atque extensionem ad habendum phaenomenon requiri. Hujusmodi deferens liceat nobis imposterum perspicuitatis, & brevitatis causa, nervorum appellare conductorem.

Hujus autem conductoris extremitati ranam per exiguum uncum ejusdem spinali medullae infixum Fig. 2. nectebamus, atque modo ranam versus machinam collocabamus, modo collocabamus ejusdem conductorem, ita ut rana nunc prope machinam esset, nunc longe ab eadem distaret, & propterea nunc pedes, nunc praeparati nervi machinae obverterentur, nunc ante, nunc post se conductorem haberet; nihilominus contractiones eaque semper obtinebantur.

Perquisivimus praeterea num phaenomenon in praeparatis animalibus obtineretur loco etiam a machina

valde dissito, idque longissimis nervorum conductoribus adhibitis. Res autem eo deducta fuit, ut ferreo filo centum, & ultra ulnas longo adhibito, contractiones tamen musculorum, educta scintilla, tanto a machina intervallo oborirentur. Periculum hic ratione instituimus. Ferreum filum E E, Fig. 3, filis sericis suspendimus, atque ut ajunt Physici, insulavimus. Extremitatem unam per fila pariter serica clavo muro infixio F alligavimus, alteram longe a machina pro fili longitudine in alia, atque alia cubicula produximus; huic filum aliud ferreum B, cujus extremitati erat rana appensa, conjunximus loco C; atque commodi causa in vitreo vase A ranam conclusimus, cujus vasis fundum materia quaedam deferens replevisset, ut aqua, ex: causa, aut minimi globuli plumbei venatorii, quibus melius experimentum cedebat. Educta autem e conductore, machinae scintilla, mirum sane, detruncata rana in tanta distantia movebatur, & ferme subsiliebat. Idem contingebat, si rana extra vitreum vas educta eadem ratione conductori E E appenderetur, ac longe promptius, si ejusdem pedibus deferens aliquod corpus adjungeretur, quod cum tellure communicaret.

Re in conductore insulato comperta, quid non insulato contingeret exploravimus.

Idem propterea ferreum filum E E aliis atque aliis cardinibus januarum alligavimus cubiculorum nostra domus, quae sex numero erant, caeteris rebus, ut antea, comparatis; minores quidem, at aliquae in praeparata rana, dum eliceretur scintilla, contractiones prodibant.

His perspectis placuit etiam experiri, an juxta omnes directiones, atque in orbem, ut par erat credere, hujusmodi electricitatis vis ageret, seseque diffunderet. Alus itaque atque aliis nervorum conductoribus in orbem circa machinae conductorem dispositis, non exigua ab eadem distantia, eorumque singulis praeparata rana appensa, atque scintilla educta, jucundo sane spectaculo, uno eodemque tempore ranae singulae haud raro movebantur, maxime dum corpus deferens, ut in superiori experimento, singularum pedibus apponeretur, atque potissimum dum illud ad tellurem usque produceretur, quod facile perficiebatur, vel singulis ranarum pedibus longo filo metallico affixo, vel si digitis eadem apprehenderentur.

At vero deferentium corporum, quae pedibus addantur, vel utilitas, vel necessitas comperta cupiditatem nobis injecit alia de hac re capiendi pericula; quibus peractis constitit, deferentia corpora musculis addita ad contractiones obtinendas, vel interdum absque nervorum conductoribus sola sufficere, vel certe haud parum conducere; coque magis, quo majora eadem fuerint, majorique excelluerint deferendi potestate, potissimum vero si cum tellure eadem communicaverent; at mimme tantum posse, quantum illa, quae nervis addere consuevimus.

Haec deferentia musculorum conductores imposterum appellabimus, ut a conductoribus, quos diximus, nervorum commode distinguantur.

Jam vero nullas subsequi educta scintilla contractiones vidimus, licet musculis suum adderemus conductorem, si nervorum conductor longe a machina productus cohibenti aliquo corpore interciperetur ut si partim deferenti substantia ex. gr. metallica, partim cohibenti, ut vitrea, aut resinosa, aut serica de industria conficiatur, quemadmodum si conductor B Fig. 4. conductori E E non in puncto C necratur, sed laqueo serico D suspendatur; novum sane, nec dubium de electricitate per hujusmodi conductores excurrente argumentum.

At non intercepto solum, sed omnino etiam interrupto conductore rem tentavimus, interruptique conductoris extremitatibus ad minimam etiam ab invicem distantiam collocatis. Phaenomenon nullum omnino fuit.

Sed alia praeterea ratione liberum electricitatis iter per conductorem intercipere studuimus, praeparatum scilicet animal in cohibente plano posuimus, ejus vero nervorum conductorem minime, ut antea, aut cum nervis, aut cum spinali medulla conjunximus, sed ita in eodem plano disposuimus, ut ejus extremitas aliquot lineas, interdum etiam pollicem, ab iisdem distaret; contractiones elicita scintilla prodierunt, prodierunt quoque artubus deferenti plano, nervis vero cohibenti eadem distantia superpositis, vel his ipsis nervis inter digitos in altum suspensis, brevi demum vel longo nervorum conductore adhibito, proptereaque animali vel prope machinam, vel longe ab eadem existente: penitus autem deficiebant, si nervi eorumque conductor ab iisdem, ut supra sejunctus, in deferenti plano consisterent.

Neque explorare praetermisimus, an haec eadem, quaecumque fuerit electricitas, conductorum non superficiem, sed substantiam tantum libere pervadens contractiones nihilominus, de quibus saepius diximus, excitaret. Hinc filum ferreum, quod nervorum conductorem efficiebat, totum cohibenti materia, cera nempe vulgari, aut obsignatoria, vel pice, ejusdem exceptis extremitatibus, teximus, & obduximus. At, scintilla educta, contractiones ut in libero conductore prodierunt.

His autem singulis experimentorum serie exploratis confirmatisque, licuit non modo hujusmodi contractionum phaenomenon electricitati adscribere, sed conditiones etiam, ac veluti leges quasdam animadvertere, quibus obstringeretur.

Hujusmodi itaque contractiones musculares visae nobis sunt ad certos usque limites rationem sequi directam cum virium scintillae, & animalis, tum extensionis conductorum maxime nervorum; inversam autem distantiarum a machinae conductore. Item plerumque majores nobis eadem contractiones apparuerunt, cum animal in eadem tabula, in quaerat machina, esset collocatum, atque tabula oleoso pigmento esset obducta, vel cum animal a tabula remotum in cohibenti potius, quam in deferenti substantia sterneretur.

Dixi rationem quidem directam visam mihi fuisse in contractionibus servari, sed certis dumtaxat limitibus. Inventa enim, puta, certa conductoris nervorum extensione, quae ad effectum satis sit, hanc si imminuas, contractiones non minuuntur, sed deficiunt; si vero augeas, contractiones quidem invalescunt, at usque dum ad certam extensionem pervenias, ultra quam nervorum conductorem quantumvis protrahas, vix ac ne vix quidem illae adaugentur: idemque de caeteris expositae rationis elementis dici potest.

At vero tanta scintillae a machinae conductore extortae ad excitandos musculares motus facultas observata, majores longe contractiones ab electrica illa flamma, quae dum quadratum magicum exoneratur erumpit, videbatur nobis polliceri. At res secus omnino cessit; nulli enim non sine nostra admiratione in praeparato de more animali prodierunt motus.

At vero his in positiva, ut ajunt, electricitate tentatis, reliquum nobis visum fuit, similia quoque in negativa periclitari. Primo itaque electricam machinam, & eum, qui illam versabat, insulavimus. Hic manu tenebat ferreum cylindrum, cui ranae suis conductoribus instructas, ut opus erat, appropinquabamus; ranae in plano vitreo erant collocatae, ne quid vicina corpora illis tribuerent electricitatis. Tunc qui machinamolvebat ferreo, quem diximus, cylindro scintillas et propinquis de industria corporibus eliciebat: perinde contractiones in praeparatis ranis haberi vidimus, atque scintillis e machinae non insulatae conductore extortis haberentur.

Altera praeterea ratione negativam electricitatem tentavimus, quae fuit hujusmodi. Ad certam distantiam a negativa superficie leidensis phialae nervorum conductorem C Fig. 4 collocavimus, tum ab onerata, ut

ajunt Physici, superficie, seu ab illa, quae positiva erat electricitate donata, scintillas eliciebamus Fig. 5. Ranae movebantur pari ratione, atque adhibita electricitate positiva; movebantur etiam, licet ferreum filum, quod nervorum conductorem constituebat, nonnihil ab externa phialae superficie distaret, & licet totum longo vitreo tubo fuisset inclusum, & ipsa quoque rana in vitreo vase servata, si hujus tubi aperta extremitas jam dictae externae phialae superficiei aptaretur. Obtinebantur porro eadem contractiones, sive educeretur scintilla ab unco leidensis phialae eo ipso tempore, quo electricitate eadam phiala, ut ajunt, oneraretur, sive paulo post, sive educeretur eo ipso in loco, in quo illa onerabatur, sive alibi, & longe a machina asportata.

Haec porro conspicienda occurrebant non solum nervorum, sed musculorum dumtaxat conductore ranis instructis: uno verbo cuncta in hoc phialae experimento cedebant, ut in illo machinae, licet praeparatum animal neque ab externa ejusdem phialae superficie, neque a vicinis corporibus, neque ad idoneo alio fonte posset electricitatem recipere.

Sed placuit etiam alia ratione negative electricas superficies tentare, atque ab iisdem scintillulas eliciendo, in hujusmodi contractiones inquirere; praeparatam nempe ranam in superficie superiori quadrati magici, ad quam de industria confluebat machinae electricitas, collocavi, scintillam ex inferiori superficie eliciebam tum quiescente, tum rotante machina. Quiescente raro, aliquando tamen, sed illico tantum a machinae quiete; rotante vero numquam consuetae musculorum contractiones non praesto fuerunt.

His vero electricae machinae ope tentatis, electrophori quoque electricitatem ad experimentum vocavimus, ne ullum electricitatis genus scintillam exhibens praetermitteremus. Ab electrophori propterea clypeo scintillam eduximus, & consuetum muscularium contractionum se obtulit phaenomenon, at non ad magnas illius distantias, ut dum e machinae conductore scintilla extorqueretur, sed ad exiguas admodum: contractiones autem ipsae exiguae valde extiterunt. Quamquam vero tot habitis de electricitatis viribus periculis dubitare vix, ac ne vix quidem de phaenomeni causa nobis licere videretur, tamen ad rem magis magisque comprobendam aptius nihil occurrebat, quam animalis conductoribus exquisitissima electrometra admovere.

His itaque exiguum electrometrum more clarissimi Voltae constructum aptavimus, cujus paleas, quo essent ad experimentum aptiores, tenuissimo stanni folio una parte obduximus: capto periculo cum essent conductores insulati in rotatione machinae, paleae haud raro ab invicem diducebantur, concidebant vero saepe in scintillae jactu; cum vero essent liberi ne minimum quidem in rotatione machinae a se mutuo palea recedebant, in scintillae autem extorsione exiguos subsultus, minimasque edebant vibrationes, quae sane aliquem electricitatis per conductores animalis excursus videntur indicare, quo tempore extorta scintilla contractiones excitantur.

Jam vero ut res extra omnem dubitationem poneretur, variis rationibus aditum omnem electrico machinae fluido quacumque ratione agenti cum in animal, tum in ejus conductores cohibere moliti fuimus. Primo itaque animal vitreo vase inclusi, deinde perforato pariete, prope quem erat machina electrica, & huic foramini, quod totam muri crassitiem pervadebat, vitreo tubo inserto, orificium vasis ita glutinis ope perforato muto aptavi, ut nervorum conductor per insertum tubum transiens ex opposita muri facie in proximum cubiculum propenderet. Scintilla e machinae conductoreeducta en musculares motus.

Inversa quoque ratione animal, & ejus conductorem collocavi: conductorem scilicet in vase ubi primo erat animal, animal ubi primo propendebat conductor, tum iisdem, ac antea artificiis cuncta disposui, scintillamque extorsi, iidemque prodierunt motus.

At quamquam hoc experimenti genere via omnis electrico machinae fluido videretur interclusa, nihilominus machinulam excogitavi, atque construxi Fig. 6, quae longe simplicior, atque commodior erat hactenus descripto apparatu, quaeque ad varias e machina distantias facile collocari, & intra quam non modo animal, sed cum nervorum, tum musculorum poterat conductor apte recondi, & claudi.

Est autem machinula hujusmodi. E duobus vitreis vasis componitur, quorum unum alteri superincumbit. In superiori nervorum conductor adest, quem commodi causa plumbei minutique globuli venatorii possunt efficere; in inferiori animal una cum similibus globulis, qui vices gerere conductoris musculorum queunt, cum in iis animal pedibus veluti insistendo habeat eosdem quasi musculis adjunctos.

Animal & in eo situ facile detinetur, & communicationem habet cum conductore superioris vasis ope ferrei fili, cui per spinalem medullam appenditur, quod & ejusdem vasis obturamento ex subero confecto infixum est, & in ipsius cavo eminet, plumbeisque globulis circumducitur, & tegitur.

Hujusmodi porro obturamento praecavetur, ne dum vas superius invertitur, ut alteri superimponatur, globuli plumbei ab eodem exeant; ne vero idem vas facile ab inferiori disjungatur, neve electricum fluidum per rimas, quae facile inter vasis utriusque orificia superesse possunt, viam sibi aliquam queat sternere, peculiari quodam glutine ex cera, & terebinthina composito vasorum ora nectuntur, & conglutinantur firmiter quidem, sed ita tamen, ut pro lubitu, & opportunitate separari, iterumque jungi vasa possint.

Hac autem machinula in ea tabula collocata, in qua est electrica machina, ad certam ab eiusdem machinae conductore distantiam, eductaque scintilla non iidem modo, sed vehementiores visi sunt motus, quam dum libero aeri animal eiusque conductores paterent, & leges, quas supra indicavimus, in ipsis motibus muscularibus data proportione servabantur. His visis facile a prima sententia discessissem, qua excitatam electricitatem conductoris machinae quacumque ratione ac via in scintillae extorsione agentem horum muscularium motuum originem, & causam existimabam, nihi ad eandem me revocassent & habita superius pericula, & oborta potissimum mihi quaedam suspicio, ne interioris vitrae superficiei electricitati in animal ejusque conductores tempore ejaculationis scintillae agenti phaenomenon esset maxime adscribendum; in qua quidem suspicione cum alia deinceps instituta pericula, tum in primis conspecti motus electrometri in eadem machinula collocati omnino me confirmarunt. Levissimi enim globuli, filaque, quibus erat electrometrum compositum, dum versabatur machina, situm confestim mutabant, atque ab invicem diducebantur, dum vero eliciebantur scintillae, in pristinum situm atque contactum restituebantur.

Jam vero his atque aliis peractis atque compertis illud demum ad majorem e nostris periculis utilitatem depromendam reliquum videbatur, ut ea in viventibus quoque animalibus instituerentur.

Id autem fecimus crurali nervo non intra ventrem, ne facile animalia occiderent, sed in femore dissecto, & a contiguis partibus sejuncto, atque extra musculos deducto, eique conductore appposito; contractiones per scintillae jactum in respondente crure utique prodierunt, minores dumtaxat, ut visum nobis fuit, quam in mortuo animali.

At cum in singulis hactenus expositis experimentis per interjectum aerem animal, & machina, ejusque conductor inter se communicarent, placuit etiam experiri, quid contingeret hac ipsa communicatione primo interrupta, deinde penitus sublata.

Primum sic perfecimus; machinulam una cum praeparato animali, suisque conductoribus instructo, ut in Fig. 6 sub vitreo vase collocavi, loco ab electrica machina parum dissito; scintillam tum eduxi, motus de more

prodierunt.

Hoc ipsum vas una cum inclusa machinula sub altero longe majori, atque hoc sub alio adhuc majori posui: iterum scintilla elicita similes contigerunt motus, languidiores quidem, quo major erat recipientium numerus, eorumque parietum crassities.

Post haec omnem aeris communicationem intra animal, & electricam machinam cohibui. Posita nempe machinula, in qua erat animal, sub recipiente machinae pneumaticae loco ab electricae machinae conductore nonnihil dissito, & superiori machinulae vase perforato, quo posset aer per repetitas exantlationes ab eadem educi: aere autem modo educto, modo non, scintillam extorquebam: habitae sunt contractiones in utroque casu, neque, ut visum est, admodum dissimiles.

Age vero tam variis tentata rationibus electricitate per scintillam agente, non sine diligentia & labore perquisivimus num eadem aliis quoque viribus ac rationibus in muscolari motu imperium exerceret suum. Licuit vero interdum musculares contractiones observare, si nervorum conductor B Fig. 3 electrica machinae conductori C Fig. I quam proxime collocaretur, tum clypeus electrophori a resinoso plano attolleretur, vel si idem clypeus proxime ad eundem conductorem transferretur, ubi electrophorum fuerit ab eodem conductore valde dissitum, quin tamen scintilla eliceretur ulla.

Haec in animalibus, quae frigida appellantur. Quibus tentatis atque inventis nihil magis fuit in votis, quam vel eadem, vel similia in calidis quoque experiri, ut ex gr. in pullis, in ovibus. Facto periculo idem prorsus in his fuit, ac in illis exitus. Sed alia opus in istis fuit praeparatione; oportuit scilicet cruralem nervum non intra ventrem, sed extra, atque in femore ipso primum resecare, & a caeteris partibus sejungere, atque educere, tum eidem conductorem addere, scintillamque deinde e machinae conductore elicere, crure vel viventi animali conjuncto, vel ab eodem quam primum resecto; secus enim consueta adhibita praeparandarum ranarum ratione phaenomenon omnino deficiebat, forte se contrahendorum musculorum facultate prius deficiente, quam absolvi longa illa, & multiplex praeparatio queat.

At vero nonnulla in hoc experimentorum genere sive in calidis, sive in frigidis animalibus sunt postremo loco, eaque peculiaria, neque, ut arbitror, inutilia animadvertenda, quae se se nobis numquam non obtulerunt. Alterum scilicet, praeparata animalia, eo esse ad phaenomena aptiora quo provectori essent aetate, item quo magis albi eorum muscoli essent, & sanguine deficerent, atque hinc forte musculares contractiones promptius & facilius, & longe diu excitari posse in frigidis, quam in calidis animalibus; habent enim illa prae istis sanguinem dilutiorem, difficilius concrecentem, atque a musculis propterea longe facilius defluentem: alterum vero praeparata animalia, in quibus haec electricitatis pericula capta fuerunt, longe citius corrumpi & putrescere, quam illa, quae nullam electricitatis vim passa fuerent; postremo, enarrata hactenus phaenomena contingere quidem, si fuerint, qua diximus ratione, animalia ad experimentum praeparata, secus vero deficere. Si enim conductores non dissectae spinali medullae, aut nervis, ut consuevimus, sed vel cerebro, vel musculis apponantur, aut etiam infigantur, vel si nervorum conductores ad musculos usque protrahantur, vel si nervi de more a circumpositis partibus minime sejungantur, contractiones vel nullae, vel admodum exiguae sunt. Pleraque certe, quae ex his periculis deteximus, accepta maxime referimus huic praeparandi, & sejungendi nervos artificio.

# PARS SECUNDA De viribus electricitatis atmosphaericae in motu musculari.

Detectis, quae hactenus exposuimus de viribus electricitatis artificialis in muscularibus contractionibus, nihil fuit nobis potius, quam explorare utrum eadem phaenomena praestaret electricitas atmosphaerica quae dicitur, nec ne: an scilicet, iisdem adhibitis artificiis, ut scintillarum sic fulgurum jactus musculares excitarent contractiones.

Longum itaque aptumque in libero conductorem, ferreum nempe filum in editiori domus loco ereximus, atque insulavimus Fig. 7 Tab. 2, eique, tempestate in caelo coorta, vel praeparatas ranas, vel praeparata calidorum animalium crura, ut in Fig. 20, 21. Tab. 4. per suos nervos appendimus. Alium etiam conductorem, ferreum scilicet aliud filum eorundem pedibus addidimus, illudque longissimum, quod ad indicati in figura putei aquas usque pertingeret. Res autem ex voto, perinde ac in artificiali electricitate omnino cessit; quoties nempe erumpebant fulgura, toties eodem temporis momento musculi omnes in vehementes multiplicesque incidebant contractiones, ita ut quemadmodum fulgurum splendor, & lux solent, sic musculares eorum animalium motus contractionesque tonitruis praeirent, atque de eisdem veluti commonefacerent; quin immo tantus fuit phaenomenorum consensus, ut contractiones contingerent, tum nullo etiam addito musculorum conductore, tum illo nervorum minime insulato, quin immo praeter spem, atque opinionem eadem licuit observare, conductore in humilioribus quoque locis collocato Fig. 8 Tab. 2, potissimum si aut magna fuissent fulgura, aut e nubibus experimentorum loco prioribus erumperent, aut si quis ferreum filum F manibus tenuisset, quo tempore eadem fulgura jacerentur.

Phaenomenon autem contingebat sive animal libero aeri pateret, sive commodi causa fuisset in apto vase inclusum, ut in Fig. 7. aut intra cubiculum detentum. Contingebat etiam, etsi nervorum conductor nonnihil a nervis ipsis distaret, fulguribus potissimum aut vehementioribus, aut propinquioribus, quemadmodum evenire diximus in artificiali electricitate scintillis aut fortioribus aut propius animal extortis. Demum illud animadversione dignum occurrebat, quod non una tantum musculorum contractione res in fulgure, ut in scintilla, absolveretur omnis, sed pluribus sibi mutuo uno veluti temporis momento succedentibus, quarum numerus fragorum quasi numero, quos edere tonituum consuevit, respondere videbatur.

Jam vero non fulguribus tantum tales prodibant contractiones, sed saeviente caelo, nubibusque prope elatos nervorum conductores transeuntibus, sponte ferme oboriebantur, quod cum contigisset, & electrometra haud levia dabant electricitatis indicia, & scintillae non raro poterant extorqueri ab ipsismet in altum erectis conductoribus, secus ac ubi per ejaculata fulgura contractiones obtinerentur; tunc enim saepius scintillae eliciebantur nullae, & exquisitiora electrometra vix ullam movebant de electricitate suspicionem.

Hujusmodi autem pericula non modo in extinctis animalibus, sed vel in viventibus fuerent capta, & in utrisque apparuit phaenomenon, nihilque eorum praetermissum fuit, quae in artificiali electricitate experti fuimus, at cuncta eadem ferme contigerunt ratione. Illud quidem haud leve interesse discrimen primo adspectu visum fuit, quod praeparatae ranae, quae cum apro conductore in vitrea machinula Fig. 6 Tab. I. concludebantur certo ab electricae machinae conductore intervallo disjunctae scintillae jactu vehementer, ut diximus, commoverentur, fulgure autem e nubibus erumpente omnino quiescerent; forte quia vel si quae ab electrica nube conductoris ope ad machinulam deferretur electricitas, ea exigua nimis esset,



nimisque exiguae externae ipsius superficiei partem occuparet, ut proinde ad contractiones inducendas non valeret, vel quia nulla forte ad eadem machinulam deferretur; quemadmodum eadem ferme de causa eadem deficiunt in scintillae jactu contractiones, si machinula non prope electricam machinam, sed prope illam conductoris E E Fig. 3. Tab. I. extremitatem collocetur, quae longe ab eadem machina distet.

Re propterea diligenter animadversa similis apparet inter artificialem, & atmosphaericam electricitatem agendi ratio; forte ad eas obtinendas intra machinulam vitream contractiones, oportet, ut electrica atmosphaera vel tota, vel maxima sui parte eadem machinulam circumdet, quod ab hactenus exposito machinulae situ, & experimento longe abesse videtur.

Verum non tantum phaenomeno explorato, sed legibus quoque ad examen vocatis competimus, easdem non dissimili ratione in atmosphaerica electricitate servari ac in artificiali serventur.

Jam vero viribus perquisitis procellosae, ut ajunt, electricitatis, nec non fulgurum, fulminumque, in mentem venit experiri etiam, quid aestivae, ac serotinae coruscationes praestarent in praeparatis de more animalibus: hinc eadem animalia nostro conductori atmosphaerico aptavimus, non solum fulgurante, sed etiam coruscante caelo. At contractiones tunc nullae habitae umquam sunt, forte quia, aut hujusmodi coruscationes ab electricitate non pendeant, aut si pendeant, vel loco nimis dissito, vel alia longe ratione contingant, quam fulgura solent. Sed haec Physici maxime viderint.

## **PARS TERTIA De viribus electricitatis animalis in motu musculari.**

Viribus procellosae atmosphaericae electricitatis tentatis, exarsit animus cupiditate diurnae, & placidae quoque electricitatis potestatem experiundi.

Qua de causa cum interdum vidissem praeparatas ranas in ferreis cancellis, qui hortum quemdam pensilem nostrae domus circumdabant, collocatas uncis quoque aereis in spinali medulla instructas in consuetas contractiones incidisse, non solum fulgurante caelo, sed interdum etiam quiescente, ac sereno, putavi eas contractiones a mutationibus, quae interdum in atmosphaerica electricitate contingunt, ortum ducere. Hinc non sine spe coepi harum mutationum effectus in muscularibus hisce motibus diligenter perquirere, & aliis atque aliis rationibus experiri. Quapropter diversis horis, idque per multos dies, animalia ad rem apposite accommodata inspiciebam; at vix ullus in eorum musculis motus. Vana tandem expectatione defatigatus coepi aereos uncas, quibus spinales medullae infigebantur, adversus ferreos cancellos urgere, & comprimere, visurus an hoc artificii genere contractiones musculares excitarentur, & pro vario atmosphaerae, & electricitatis statu an quidquam varietatis, & mutationis praesferrent; contractiones quidem haud raro observavi, sed nulla ad varium atmosphaerae, atque electricitatis statum ratione habita.

Has tamen ego contractiones, cum non nisi in libero aere inspexissem, nondum enim rem aliis in locis tentaveram, parum absuit, quin ab atmosphaerae electricitate in animal irrepta, atque in eo cumulata, & in unci cum cancellis ferreis contactu ab eodem rapide exeunte, tales contractiones repeterem; facile enim est in experiundo decipi, & quod videre, & invenire optamus, & vidisse, & invenisse arbitrari.

At cum in clausum cubiculum animal transtulissem, & super planum ferreum collocassem, infixumque spinali medullae uncum adversus illud urgere coepissem, en eadem contractiones, iidem motus. Idem

continuo aliis usus metallis, aliis in locis, aliisque horis, ac diebus praestiti; atque idem eventus; nihi quod contractiones pro metallorum diversitate essent diversae, vehementiores scilicet in aliis, in aliis languidiores. Alia deinde corpora, sed quae parum, aut nihil electricitatis deferrent, vitrea scilicet, gummosa, resinosa, lapidea, lignea, eaque arida, ad idem experimentum adhibere continuo in mentem venit; nihil simile contigit, nullas licuit musculares contractiones, motionesque inspicere. Hujusmodi sane eventus & admirationem attulit nobis haud levem, & coepit de electricitate ipsi animali inhaerente suspicionem movere aliquam. Utramque autem auxit tenuissimi fluidi nervei circuitus veluti quidam, quem a nervis ad musculos, dum phaenomenon contingeret, fieri, atque ad electricum circuitum, qui in leidensi phiala absolvitur, accedere, casu animadvertimus.

Nam dum ipse una manu praeparatam ranam per unicum spinali medullae infixum tenerem, idque agerem, ut pedibus in argentea insisteret capsula, altera vero manu ejusdem capsulae planum, cui pedibus rana incumbat, aut ejusdem latera, corpore aliquo metallico percuterem, praeter spem ranam vidi in contractiones haud leves incidere, & quidem toties, quoties eodem uterer artificii genere.

His conspectis Rialpum rogavi Hispanum virum doctissimum olim Societatis Jesu socium, qui tunc mecum in villa optimi, ac nobilissimi Viri Jacobi Zambecari rusticabatur, rogavi, inquam, ut ipse quemadmodum in aliis experimentis perhumaniter consuevit, ita in hoc operam, atque adjutricem manum praebeter, ranamque, ut ipse antea feci, teneret, dum ego capsulam iterum percuterem, idque tum commodi causa, tum ut experiundi rationem paulisper immutarem. At praeter expectationem contractiones defecerunt; experimentum continuo ut antea, atque solus institui; statim redierunt.

Hoc sane me movit, ut ipse una manu animal, ut antea tenerem, altera Rialpi manum, eumque rogarem, ut ipse altera manu capsulam vel attingeret, vel percuteret, quo electricae catenae species veluti quaedam constitueretur: idem statim contractionum phaenomenon non sine nostra voluptate, atque admiratione contigit, quod iterum deficiebat, si manus disjungeremus, apparebat iterum si manus denuo conjungeremus.

Quamquam vero haec ad fluidi nervei electricum veluti excursum per hominum catenam demonstrandum satis esse posse viderentur, nihilominus ut rem tantam, tantamque recondentem novitatem magis, magisque confirmaremus, voluimus, ut non manuum complexu, sed per intermedium aliquod corpus modo cohibens, cylindrum nempe vitreum, modo deferens, cylindrum scilicet metallicum, Rialpus, & ipse catenam constitueremus; periculo autem facto non sine voluptate vidimus phaenomenon adhibito metallico cylindro prodire, adhibito autem vitreo omnino desinere, frustra aut attingi, aut gravioribus ictibus deferentis corporis capsulam percuti; ut compertum propterea nos habere putarem, electricitatem hujusmodi contractiones excitare, quacumque demum id efficeret ratione.

Verum, ut rem in aperto magis ponerem, opportunissimum mihi fuit ranam super cohibens planum, vitreum scilicet, aut resinolum collocare; tum arcum modo deferentem, modo vel totum, vel aliqua saltem ex parte cohibentem adhibere, ejusque extremitatem unam unco spinae infixio, alteram aut crurum musculis, aut pedibus apponere. Periculo autem facto vidimus deferenti adhibito arcu Fig. 9. Tab. 3 . contractiones perfici, deficere vero penitus adhibito arcu partim deferenti, partim cohibenti, ut in Fig. 10 . Arcus deferens ex ferreo filo erat, uncus vero ex filo aereo.

His porro detectis visum nobis fuit contractiones, quae ranis in plano metallico collocatis fieri diximus, dum uncus spinalis medullae adversus idem planum urgeretur, a simili arcu repetendas esse, cujus quidem vices planum metallicum quodammodo gereret, atque hinc fieri, ut illae non exonarentur ranis supra cohibens aliquod planum positis, adhibitis licet iisdem omnino artificiis.

Hanc nostram opinionem casu observatum non injucundum phaenomenon plane, si quid judico, confirmavit: si enim rana ita uno crure suspensa digitis teneatur, ut uncus spinali maedullae infixus planum aliquod argenteum attingat, alterum crus libere in idem planum labatur Fig. 11. Tab. 3 . statim ac hoc idem crus ipsum planum attingit, continuo musculi contrahuntur, unde crus assurgit, attolliturque, mox autem sponte relaxatum, atque iterum in planum relapsum, simul ac ad ejusdem contactum pervenit, iterum in altum eadem fertur de causa, sicque alterne attolli, & labi pergat deinceps, ita ut electricum veluti pendulum idem crus aemulari non sine aliqua observatoris admiratione, & voluptate videatur.

Hoc sane phaenomenon facile est videre, quam commode & apte repeti possit a plano vices gerente cujusdam arcus praedicto circuitui aptissimi dum liberum crus ad idem planum appellit, eidem vero circuitui omnino imparis simul atque crus ab eodem recesserit. Haec de metallico plano arcus vices gerente, neque dubia, neque obscura inditia sunt.

Dici autem vix potest, quae sit hujus plani ad excitandas musculares contractiones facultas, & aptitudo, ea scilicet, qua contractiones obtineantur & magnae, & frequentes, interdum etiam aliquandiu constantes, non modo si uncus spinali medullae infixus, aut contra ipsum planum metallicum urgeatur, aut supra idem perfricetur, verum etiam simul atque ipse uncus idem planum attingat, atque si postquam attigerit, non nihil ejusdem cum plano contactus immutentur, ut si leviter vel planum percutias, supra quod est animal, vel corpora, in quae idem planum incumbit. Sed de arcus veluti specie, quam metallicum planum refert, hactenus.

Antequam vero ab arcus usu, atque viribus sermo hic noster recedat, illud nolumus praetermittere ad ejusdem facultatem, ac pene dixerim necessitatem in hujusmodi muscularibus contractionibus demonstrandam quam maxime accommodatum, easdem scilicet obtineri, & haud raro clarius, promptiusque non uno tantum, sed duobus quoque arcibus, ea ratione dispositis, atque adhibitis, ut unius arcus extremitas una musculis, alterius arcus extremitas pariter una nervis admoveatur, duae reliquae ad mutuos contactus adducantur, aut si opus est invicem perfricentur Fig. 12 . In quo sane id peculiare videtur, electricitatem hujusmodi contractiones, inducentem, neque per manuum cum utroque arcu contactum, neque per repetitos contactus arcuum cum partibus animali diffundi admodum, ac dissipari.

Sed illud praeterea peculiare, atque animadversione dignum, languentibus potissimum praeparatorum animalium viribus, circa conductores arcus, aut deferentia plana contigit nobis saepissime observare, variam nempe eorum, ac multiplicem metallicam substantiam cum ad obtinendas, tum ad adaugendas contractiones musculares multum posse, & quidem longe magis, quam una eademque metallica substantia. Ita ex. gr. si arcus totus ferreus fuerit, aut ferreus uncus, & ferreum item planum deferens, saepe saepius aut deficient contractiones, aut erunt perexiguae. Si vero eorum alterum ferreum ex. gr. fuerit, aereum alterum, multo magis si argenteum [argentum enim prae caeteris metallis ad deferendam animale electricitatem visum est nobis idoneum] contractiones continuo, & longe majores, & longe diutius prodibunt. Idem contigit una eademque cohibentis plani superficie, duobus ab invicem disjunctis locis, folio pariter metallico sed dissimili obducta, ut scilicet si uno in loco stamni folium adhibeas, in altero aurichalci, contractiones ut plurimum longe majores contingant, quam si uno eodemque metallo, ac folio, argenteo licet, fuerit uterque locus obductus, seu ut inquiunt armatus.

At vero hujusmodi circuitu fluidi nervei, quasi electrici ignis, detecto illud sane consequens videbatur, duplicem, eamque aut dissimilem, aut potius contrariam electricitatem hoc phaenomenon producere, quemadmodum duplex, vel in leidensi phiala, vel in quadrato magico electricitas illa est, per quam electricum fluidum suum in iis veluti circulum absolvit; nequit enim electricitatis excursus, atque

circuitus demonstrantibus Physicis haberi, nisi in aequilibrum reparatione, atque vel solum, vel potissimum inter contrarias electricitates. In uno autem eodemque metallo latere illas omnino a natura alienum, & observationibus contrarium videbatur: reliquum igitur erat, ut in animali utraque insideret. Ne qua vero suspicio esset me in experiendo electricitatis quidpiam potuisse animalibus tribuere, aereum arcum folio obductum argenteo vitreo cylindro affixi, quem manibus tenerem, dum arcum ipsum animalibus apponerem; hac adhibita cautione contractiones nihilo minus praesto fuerunt.

His in libero aere peractis subiit animum cogitatio quid electricitati animalis contingeret, si animal ipsum sub aqua demergerem: id itaque praestiti, ac de more eidem arcus extremitates admovi, unam scilicet unco ferreo spinalis medullae, pedibus alteram: contractiones perinde ac in libero aere contigerunt.

At illud peculiare in hoc experimento se se mihi obtulit, quod si aut eodem arcu, aut alio quovis deferente corpore unum dumtaxat spinalis medullae animalis sub aqua latentis attigissem, continuo contractiones oborirentur; quod sane ad aquam arcus vices gerentem ipse retuli. Hinc animal non sub aqua ut antea, sed sub oleo demersi, visurus utrum contractiones perinde ac sub aqua contingerent, an omnino deficerent. Idem itaque deferens corpus unco spinalis medullae ut antea apposui; contractiones omnino defecerunt, oleo scilicet deferentis arcus vicibus gerendis omnino impari, id quod sane me in praeconcepta opinione haud parum confirmavit.

His compertis atque animadversis duplicem illam contrariamque electricitatem in ipso praeparato animali reperiri visus sum mihi posse sine ulla cunctatione inferre, atque vel unam in musculo, alteram in nervo, vel utramque in alterutro sedem habere, ut in Turmalino lapide affirmant Physici. Omni idcirco studio coepi hujusmodi sedem perquirere, & investigare; atque primum cujus indolis electricitatem nervi praeserferent. Itaque detruncatae spinali medullae ranarum, quas quantum fieri posset recenter necatas ad experimentum pataveram, cylindrum prope admovi, nunc vitreum, nunc ex obsignatoria cera confectum; at numquam primo adhibito musculares contigerunt motus, observabantur vero ubi alter adhibebatur, immo plerumque ad quattuor, aut plurium linearum distantiam, dummodo vertebralis tubus stamni folio fuisset, ut infra dicemus, obductus. Loco vitrei cylindri electricae machinae disco pluribus ac pluribus circumvolutionibus acto saepe usi fuimus, ut compertum haberemus an major electricitatis copia, quae erat in disco collecta, eas excitaret musculares contractiones, quas cylindrus non poterat, sed eundem exitum habuit experimentum; ne minimi quidem motus in musculis contigerunt.

Erit itaque electricitas nervorum juxta experimenta positiva, cum demonstrent Physici inter contrarias solum electricitates notos effectus, & motus posse obtineri.

Ad muscolorum deinde electricitatem perquirendam animum convertimus: hinc eadem in his atque illis pericula cepimus; at nullos neque positiva, neque negativa adhibita electricitate licuit in musculis motus observare.

Iterum itaque ad nervorum electricitatem nostris obtemperantem experimentis redivimus; eademque obsignatoria cera explorando iisdem usi sumus artificiis, quibus utebatur, dum per scintillae extorsionem illam ipsam tentabamus. Eadem fere prodierunt contractionum phaenomena, nisi quod erant illae longe minores, quae obsignatoria cera habebantur, quam quae scintilla, electricitatis viribus nempe respondentes. Eadem quoque fuit conductorum utilitas, eademque lex, atque eadem plane ratione motus musculares prodierunt.

At quoniam nihil aptius ad tam abditam, difficilemque rem, sedem nempe utriusque electricitatis, detegendam esse videbatur, quam electricitatem adaugere, atque intendere, hinc de ratione id perficiendi

mecum ipse sedulo cogitare coepi, atque analogia duce ea se se mihi primo ratio obtulit, ut nervos in quibus eminere electricitas videbatur, & cujus naturam compertam habuimus, folio aliquo metallico obducerem potissimum ex stamno, non secus ac Physici in suo quadrato magico, atque leidensi phiala efficere consueverunt Fig. 9. Tab. 3 .

Hujusmodi artificio mirum quantum musculares contractiones invaluerint, tantum scilicet, ut etiam sine arcu, sed uno corporis cujuscumque naturae vel deferentis, vel etiam cohibentis cum armatis nervis contactu contractiones prodirent, dummodo animalia essent recenter praeparata, & viribus constarent; ut arcus aliorumque artificiorum vis, & utilitas longe major evaderet; ut demum contractiones fierent vehementissimae, & diuturnae, ac ferme constantes in vegetis ante sectionem animalibus, semoto etiam vel arcu, vel corpore, quocum armati nervi artingerentur.

Quid plura? Ea fuit hujus artificii in adaugendis viribus hujusmodi electricitatis virtus, atque facultas, ut qui circuitus vix ac ne vix quidem uncis, atque arcu adhibito appareret, tam felix promptusque evaderet, ut non per duos modo, sed vel per tres interdum, & plures homines electricam veluti catenam constituentes in ranula absolveretur, muscularesque de more excitarentur contractiones, aestivo praesertim tempore, provectoribus animalibus, pallentibus musculis, atque caeli tempestate imminente. Eodem autem metallico folio denudatum cerebrum in praeparatis animalibus, & denudata spinalis medulla aliqua parte si obduceretur, contractiones arcu de more adhibito, & vehementes, & promptae prodire tunc coeperunt, quas tamen sine hujus generis artificio, arcu, aut alia quavis ratione frustra excitare molitus antea fuisset.

Tanta autem stamnei folii nervis appliciti in adaugenda animali electricitate vi comperta statui etiam experiri, quid idem folium posset in musculis; at non multum ex eo incrementi contractiones sumere visae sunt, quin immo re saepius tentata illud demum animadvertimus, contractionum incrementum contingere aliquod si tantum musculi, maximum si tantum nervi, aut spinalis medulla, aut cerebrum, vix vero ullum si cum hae partes, tum musculi eadem stamni lamina simul obducerentur, atque armatis locis arcus aptaretur.

Non tantum porro intendebantur contractiones per metallicum folium denudatae spinali medullae superadditum, sed eodem etiam obducta spina vertebrali cum extus in dorso suis adhuc musculis instructo, tum intus in ventre, maxime vero eo in loco, e quo nervi egrediuntur. Neque referebat si magno folio, aut exiguo eas partes, atque nervos in primis obtegisses, sat enim erat si aliquo, atque eidem unam arcus extremitatem apponeres, alteram musculis. Loco autem folii metallici adhibuimus pari cum utilitate amalgama electricum vel adspergentes nervum ejus pulvere, vel nervo pastillum aptantes ex eodem pulvere una cum oleo confectum. Quod si alio metallico pulvere, ferreo ex gr., aut aereo uteremur eadem etiam ratione, vix ullum erat muscularium motuum incrementum.

Jam vero ratione inventa, qua hujusmodi electricitas tantum sumeret incrementi, ejusdem deinde sedem alacrius, atque fidentius perquisivimus. Hunc eodem folio nunc nervo, nunc musculo obducto, primo musculus cum respondente nervo ab animali eduximus, & supra cohibens aliquod planum collocavimus, eique arcum de more apposuvimus; idem praestitimus in musculo cum integro, tum secto, unam scilicet ejus partem metallico folio sepsimus, tum arcus extremitatem unam armatae musculi parti, alteram nudo musculo apposuvimus; sed vix, ac ne vix quidem licuit nobis hisce tentaminibus ad ea, quae quaerebamus quidquam proficere.

Illud tantum animadvertimus, in musculo cum nervo extra animal educto contractiones longe minores prodire, quam si illi in animali suis naturaliter locis constitissent; in musculo autem integro exiguas

adhuc magis levioresque, quin aegre omnino contingere; sed tamen haud raro aliquas, si una arcus extremitas armato muscoli loco accommodaretur, altera adjacenti ac nudae ipsius muscoli superficiei; secus vero tentato experimento nullas prodire: idem quoque evenire, sed longe difficiliter in interna muscoli substantia; sed facilius longe, & promptius contractiones oboriri, si eadem ratione armato nervo arcus adhiberetur, immo si arcus loco deferentis alicujus corporis exigua licet extremitas in usum vocaretur, atque partim limbus metallici folii, partim nudus nervus eadem attingeretur.

Haec circa perquisitam animalis electricitatis sedem tentavimus, quibus constat rem, quae experimentis satis illustrati non potuerat, fuisse conjecturis maxime committendam. Sed de his paulo infra.

Nonnulla nunc prosequemur, quae nobis in hujusmodi electricitatem diligentius inquirentibus animadversione digna se se obtulerunt; inter quae illud in primis fuit, eam a communi excitatam electricitate agere quidem, ut monuimus, ad aliquot linearum distantiam, at per se solam ne ad minimam quidem distantiam, sed vel ipsum semper contactum postulare, ut vim exercent suam; veruntamen contractiones certius, promptius, majoresque saepe obtineri vidimus, si arcus extremitas extremae orae metallicae laminae nervos, aut musculos obducenti apponeretur, quam si ejusdem planae superficiei; item si unci extremitati, quam si reliquis ejusdem partibus: quibus sane apparet animalem electricitatem communem quodammodo ac vulgarem haud parum aemulari, cujus peculiare ingenium est angulos, cuspidisque deligere ac sequi.

Haec sane tam perspicua, atque aperta, si quid judico, de electricitate in musculis, ac nervis indicia, animum nobis addiderunt, ut alia etiam atque alia studiosius de eadem exquireremus. Hinc primum loco metallici jam dicti folii, cohibente materia cum nervos, tum musculos aliqua parte obteximus, serica scilicet tela, oleo, in quo pix erat soluta, omnino imbuta, visuri utrum contractiones adhibito arcu penitus deficerent, nec ne. Defecerunt utique omnino. Oportuit vero & sericam telam adhibere, & ea ratione praeparare, ut contractiones cohiberentur; neque enim unica serica tela ad cohibendas contractiones sat erat, quippe quae facile deferenti animali lympham imbuebatur, & humectabatur, neque solum oleum, quippe quod arcus extremitati ita locum concedebat, ut ad ipsum cum subjecta parte contactum omnino veniret.

Investigavimus deinde, an communis electricitatis rationem, & ingenium hujusmodi electricitas sequeretur vel in eo, ut faciliorem per quaedam deferentia corpora, per alia difficiliorem sibimet sterneret viam: sequi autem adamussim fere vidimus, atque primum ut illam, sic istam feliciter per metalla, quam per ligna iter suum conficere; inter metalla vero feliciter potissimum per aurum, & argentum, aegrius per plumbum, ferrum, potissimum si rubigine infectum, ita ut si vel arcus, vel plana arcus vices gerentia ex metallis fuerint conflata, atque potissimum ex argento, vel, quod commodius cedit, ex ejusdem tenuissimis foliis obducta, contractionum phaenomena, & clarius longe, & longe promptius prodirent, quam si eadem fuissent vel ex plumbo ex. gr., aut etiam ex ferro constructa. At deferendi facultate in solidis corporibus explorata, & in fluidis quoque eandem perquisivimus, & eodem ferme rediit res; per aquosa nempe felicissime iter suum expedire hujusmodi electricitatem comperimus, detineri autem omnino, & impediri ab oleosis. Hoc autem ut experiremur usi fuimus tubis vitreis exiguis, quos una extremitate aliqua materia occludebamus, per quam metallicum filum, argenteum nempe, aut aerum & stanni folio obtectum ita trajiciebamus, ut altera sui parte intra tubi cavitatem liberum esset, altera longe ab eo produceretur; tubos autem, accommodata ad experimentum materiae, modo aquosa scilicet, modo oleosa replebamus, & simili artificio altera extremitate claudebamus, similique metallico filo eadem ratione instruebamus. Rebus sic dispositis hujusmodi tubis ita utebamus, ut vel integrum arcum flexis nempe filiis metallicis, vel arcus partem constituerent, cujus extremitates de more animali aptarentur.

His autem tubis adhibitis Fig. 14. Tab. 3 . nullae fiebant contractiones ubi oleo, utique vero ubi fuissent illi aqua repleti.

Verum nihil ad depromendam ex hujusmodi periculis utilitatem conducere magis videbatur, quam vel cohibendi, vel deferendi facultatem in diversis quoque animalium partibus diligenter investigare. Periculo autem facto compertum habuimus omnes omnino dissectorum animalium partes utique libere deferre, & commode traducere hujusmodi electricitatem, ob humiditatem forte, qua vel natura, vel in sectionibus, & praeparationibus alluuntur; nam si variae & recenter dissectae solidae partes, ut musculorum fibrae, cartilagineae, nervi, ossa, membranae; vel fluidae, ut sanguis, lympa, serum, urina, exceptae vitreo plano, aut in dictis tubis conclusae apponantur aptenturque praeparatis, & armatis maxime nervis, tum iisdem partibus una arcus extremitas accommodetur, altera musculi attingatur, perinde ferme contractiones contingunt, ac si nervis ipsis fuisset eadem arcus extremitas applicita. Idem autem fieri comperimus, si inversa veluti ratione res disponantur, experimentumque capiatur, dictis nempe partibus, non nervis, sed musculis aptatis, arcus vero extremitate altera iisdem partibus accommodata, altera armatis nervis. Secus vero rem se habere vidimus, si solidae illae partes potissimum non recenter sectae sint, sed vel natura vel arte aruerint. Neque vero solum prodit phaenomenon partibus hisce arte dispositis, verum etiam iisdem vel natura in animali adhuc collocatis, vel ratione certe parum a naturali recedente; nam si una arcus extremitas insulatis nervis potissimum armatis apponatur, altera quamcumque aliam corporis partem integre & naturaliter constitutam, quae musculis ad eosdem nervos spectantibus tandem utcumque respondeat, attingat, phaenomenon fere contingit perinde ac si ipsi musculis eadem arcus extremitas admoveatur; sed idem porro fieri non sine aliqua admiratione vidimus cum nervis, tum musculis primo quidem ab invicem sectis, atque sejunctis, tum iterum artificiali quadam ratione conjunctis. Si enim ranis de more paratis, earumque tubo vertebrali stamni folio obducto, artus ab invicem ita cultro dividantur, ut quilibet artus respondentis dumtaxat suo nervo conjunctus supersit, tum unus artus ab altero longe removeatur Fig. 15. Tab. 3 , arcus deinde extremitas una eidem vertebrali tubo innitatur, altera musculis, vel pedi unius tantum cruris, moventur tunc, ac contrahuntur musculi eiusdem dumtaxat cruris. Si vero iidem artus de industria iterum jungantur ita, ut in mutuuum contactum veniant, tum arcus eadem adhibeatur ratione, eidemque omnino cruri applicetur, moventur tunc, & contrahuntur musculi omnes utriusque cruris. Idem autem omnino evenit bifariam juxta axem secto vertebrali tubo cum spinali medulla, sectique deinde tubi partibus cum suis respondentibus nervis ab invicem diductis, artus vero, ut natura sunt, conjunctis; in contractiones nempe unius tantum artus musculi incidunt, ubi una arcus extremitas uni tantum ex dictis tubi vertebralis partibus apponitur, altera respondentis cruri; incidunt vero utriusque cruris musculi, ubi disjunctae spinalis medullae partes fuerint iterum arte conjunctae, & arcus una sui extremitate cuilibet artui, altera fuerit iisdem conjunctis partibus admotus: eadem demum omnino contingunt phaenomena sive integro praeparati animalis trunco, sive per medium a summo ad imum dissecto, dummodo divisae partes iterum arte, & industria jungantur, atque ad mutuos contactus adducantur Fig. 16. Tab. 3 .

Haec sane phaenomena non satis apte explicari posse videntur, nisi per interjectam partium humiditatem aditum ac transitum excurrenti animali electricitati ultro concedentem. An aliquod haec lumen obscurae adhuc consensus nervorum causae & rationi poterunt afferre? Utinam sapientiores Physiologi id videant aliquando. Sed nihil ad consensus vires demonstrandas forte aptius, quam si cruales nervi de more in ranis parentur, integraque relinquatur spinalis medulla, integrumque caput, atque integri natura & situ artus superiores; armato enim tunc vel nervo crurali, vel vertebrali tubo, atque arcu partim cruralis nervi armato loco, partim respondentis artui admoto, non modo inferiores artus contrahuntur, sed superiores quoque moventur, moventur palpebrae, aliaeque moventur capitis partes, ut propterea arcus contactu

commotum nerveo electricum fluidum maxima quidem parte ab indicato nervorum loco ad musculos confluere, sed partim etiam superiora per nervos petere, & ad cerebrum usque deferri, eamque in ipsum vim facere videatur, ut aliorum inde musculorum quacumque de causa motus excirentur.

At vero quamquam de confirmata & experimentis, & analogiae, & rationum momentis animali electricitate dubitare vix, ac ne vix quidem licere videretur, aut de eiusdem in nervis, ac musculis praesentia ac motu, aut de ipsius sive ab illis, sive ab istis, sive ab utrisque exitu, atque per apposita deferentia corpora libero excursu; & quamquam non exiguum nobis experimentorum fructum fortunam, & industriam tribuisse intelligeremus, dum modum nobis forte primis aperuisset, quo eandem electricitatem & sub oculis ferme ponere, & ex animali educere, & manibus veluti pertractare liceret, nihilominus, verum ut fateamur, nec penitus res demonstrata, omnibusque numeris absoluta, nec satis nobis ex sententia contigisse videbatur, nihi modum & rationem etiam comperire licuisset, qua eadem contractionem phaenomena obtinerentur, quin ulla ratione, ulloque corpore aut nervi, aut musculi attingerentur. Verebatur scilicet ne forte aut arcus, aut aliorum instrumentorum mechanicae cuidam irritationi ea phaenomena aliqua possent ratione adscribi, neque idcirco his ipsis periculis satis constaret de tenuissimo fluido, eoque electrico per nervos excurrente, muscularesque contractiones inducente. Subiit autem animum experiri utrum nervis uni quadrati magici superficiei, ut superiori ex. gr., musculis vero inferiori aptatis Fig. 20. tab. 4, vel contra, ut in Fig. 13. Tab. 3, atque una arcus extremitate illi, altera huic superficiei apposita loco a dispositis animalis partibus valde dissito contractiones contingerent, nec ne. Hoc enim experimenti genere facile intelligebam, si excurrentes per nervos fluidum fuisset electricum, atque ab ejus excursu a nervis ad musculos contractiones proficiscerentur, perinde esse, ac si cum musculis, tum nervis ipsis arcum apponerem, quin tamen ulla de mechanico stimulo eisdem adhibito posset oboriri suspicio. Periculo autem facto, haberi non sine aliqua delectatione contractiones vidimus, quin haberi etiam eadem methodo, si vitrae aut resinosa superficies Physicorum more armatae in uno eodemque plano fuissent dispositae, dummodo aliquo fuissent ab invicem spatio disjunctae, ita ut nervi in una ex illis superficibus, in altera musculi consisterent, nullaque inter ipsos fuisset per intermedium deferens corpus communicat Fig. 18. Tab. 4.

Haberi praeterea hoc artificio contractiones observavimus, quin aut nervi aut musculi essent consueta metodo metallico folio obtecti, & haberi etiam demum animadvertimus, si intra aquam in uno vitreo vase ex. gr. spinalis medulla, aut nervi, in altero pedes collocarentur, tum de more arcus extremitatibus utrisque aquae superficies attingeretur Fig. 19. Tab. 4.

Id autem occasionem nobis praebuit investigandi quid esset si musculi in plano vitreo armato, spinalis vero medulla suo inclusa tubo, suisque conjuncta nervis in plano deferente, vel unco instructa, vel de more armata collocarentur; quid deinde contingeret, si secus institueretur experimentum, spinali nempe medulla in vitreo plano disposita, in deferente musculis, atque arcus, ut in superiori experimento, duobus oppositis locis apponeretur, quorum unus spinalem medullam, alter musculos respiceret; quid demum, si cum illa, tum musculi in uno eodemque vitreo plano armato extenderentur. At vero contractiones languidiores fuerunt, difficiliusque excitabantur, ubi musculi in plano vitreo, spinalis vero medulla in plano deferente jacerent; contra vero vehementes prodierunt, cum spinalis medulla in plano vitreo, musculi in deferente essent collocati; sed longe vehementiores, diuturnioresque, sponte interdum, ac sine ullo arcus usu prodeuntes, ac veluti renascentes, si cum musculi, tum nervi in eodem armato vitreo plano constitissent, maxime si vel levis percussio, aut motus in armato vitreo plano fieret, ut ii animalium trunci in gravissimum ferme tetanum incidisse viderentur. Quod si quis haec cum iis conferat, quae initio contingere diximus, cum scilicet musculi, & spinalis medulla in eodem deferente plano collocarentur, atque vel pressione unci adversus idem planum, vel aliis indicatis rationibus contractiones excitarentur,



facile intelliget, eas longe minores tunc extitisse, quam dum in plano vitreo armato similia peragerentur: haud leve sane argumentum animale electricitatem minus quidem per deferentia corpora disperdi, quam communis & vulgaris; disperdi tamen, & cohibentibus corporibus non secus ac illam coerceri, atque cumulari, id quod in iis, quae subsequuntur, periculis longe adhuc clarius, si quid iudico, apparebit. Nam antequam manus, & operam ab his periculis removerem, periclitari volui, an eadem contractionum phaenomena evenirent, non tantum vitreis aut resinosis planis, sed marmoreis etiam iisque probe levigatis adhibitis, ut eam scilicet mihi demerem dubitationem, quae saepe animo obversabatur, ne contractiones, quas ipse ab animali electricitate repeterem, a vitrei potius aut resinosi armati plani electricitate proficiscerentur. Armatis itaque marmoreis planis, cunctisque periculis in his, ut in vitreis & resinosis, susceptis cuncta ferme eadem contigerunt ratione, sed languidiores extiterunt contractiones, ita ut ea artificia essent adhibenda, quibus vires animalis electricitatis contractiones excitantis adaugentur. Hinc saepe unam superficiem unius plani marmorei, aut eiusdem superficie partem [idem enim est, sive duo plana adhibeas, sive unum per armaturas in partes divisum] uno metallo, stanno ex. gr. aut argento, aere alteram aut aurichalco munire oportuit, ut contractiones prodirent, forte quia animalis electricitas, ut communis ac vulgaris, minus apte a marmoreis, quam a vitreis aut resinosis substantiis soleat coerceri.

Illud vero silentio praetereundum non est, quod si arcus unam extremitatem ex cohibenti materia habuerit, tunc ille admotus, ut supra, armatis planis nullas omnino excitat contractiones; excitantur vero istae, si vel eadem extremitas, vel aliud quodcumque cohibens corpus armatis nervis, aut spinali medullae, ut jam monuimus, admoveatur.

At rem in mortuis ranis, dissectisque nervis admirati solliciti fuimus eandem in viventibus quoque, ac nervis cum integris tum dissectis experiri. Hinc separatis integumentis, detectoque, & armato cruris nervo, ubi nudus ille ferme incedit, sub eo nempe cruris loco, qui cum poplite comparari potest, arcum de more cum eidem nervo, tum cruris musculis admovimus; contractiones haud raro contigerunt; contigerunt autem semper dissecto nervo, atque armato, in vitreumque planum armatum deducto, tum arcu sive nervo, sive eidem dumtaxat plano, & musculis eadem ac antea ratione admoto; deficiebant vero vel penitus, vel magna ex parte, si planum, supra quod nervus extenderetur, & deferens, & nulla fuisset ratione insulatum; ut constare inde videatur, eandem ferme esse animalis electricitatis agendi rationem cum in viventibus, tum in mortuis animalibus.

Tot habitis, nequem ut opinor, obscuris virium electricitatis animalis indiciis, experiri volui, num ad ejus vires colligendas, patefaciendasque quidquam, ut in extrinseca, & vulgari electricitate contingere monuimus, conferret consueta nervorum praeparatio, & diligens a caeteris partibus seunctio. Inveni autem conferre plurimum. Nam si cranio dumtaxat, vel tubo vertebrali aperto, reliquo animali integro, cerebrum, aut spinalis medulla suo stamni folio obduceretur, tum una arcus extremitas armatae parti, altera cruri apponeretur, contractiones aliquae quidem in superioribus, at nullae, aut vix ullae in inferioribus artubus contingebant, sensim autem, atque gradatim aliquae prodibant, prout denudato, atque exenterato animali, nervi, magis, magisque a vicinis partibus sejungerentur, donec tandem nervis omnino ad iisdem seunctis, ac liberis, & aere tantum circumdatis magnae illae, ac vehementes eodem arcu, eademque adhibita ratione prodirent, ut constare inde videatur vias, atque aditum animali electricitati a nervis ad contiguas partes patere forte aliquem, sive per humiditatem, sive per vasa aut lymphatica, aut sanguinea nervis inserta, quibus dissectis liberi nervi, atque insulati cum supersint, parata ad motum electricitas ad armatum locum aut tota, aut magna parte confluens, suumque arcus ope per musculos ac nervos circuitum absoluens contractiones edit, easque longe majores, quam ante hujusmodi praeparationem.

Hujusmodi autem phaenomenon novum suppeditare, neque leve animalis electricitatis argumentum videtur: & aliqua forte inde potest oboriri suspicio, accelerationem sanguinis, & humorum circuitum in musculari motu vel potissimum, vel aliqua parte ab ipsa electricitate pendere a nervis ad vasa affluente, in eorumque humores impetum faciente: cui sane conjecturae si locus fuerit, aliqua fortasse inde emanaret explicatio, cur in senibus, in quibus vasa multa coalescunt, uberius per nervos ad cerebrum recta contendens electricitas illud haud raro graviter laedat, reddatque senilem aetatem hac etiam de causa & paralyti, & apoplexiae, aliisque hujusmodi morbis magis obnoxiam. Sed de his alibi.

Verum nihil ad aliquam e nostris periculis depromendam utilitatem conducere magis visum nobis fuit, quam hactenus in frigidis tentata animalibus ad calida quoque sedulo transferre.

Facile enim intelligebam, si quae inveneram, ea ad frigida tantum pertinuisent, horum dumtaxat proprietates quasdam me invenisse vix forte aliqua cum utilitate conjunctas; eadem vero si in calidis quoque reperiri licuisset, magna mihi spes ostendebatur fore, ut ad muscularium nervearumque virium indolem, & naturam sin minus enodate explanandam, at paulo magis aperiendam, non parum proficerem; quod forte sine aliquo cum Physiologiae incremento, tum medicinae utilitate esse non poterat. Periculis autem factis in volatilibus, quadrupedibusque nec semel, sed pluries, ac pluries, non modo praecipua phaenomena ex voto, ut in frigidis animalibus, ranis nempe, testudinibus cesserunt, sed & facilius prodierunt, & longe fuerunt illustriora. Licuit etiam peculiare illud animadvertere, in viventi animali, puta in agno, dissecto nervo crurali, & metallico folio obducto, & supra planum vitreum armatum extenso obtineri contractiones sine arcus artificio, sed solo contactu corporis alicujus deferentis cum eodem plano; nervo autem supra metallicum planum producto, numquam, nisi arcus de more animali adhiberetur, easdem excitari.

Quo sane quid aptius, quid firmitus, ut demonstretur animalem electricitatem a nervis ad contigua corpora diffundi, & non secus ac communis, atque vulgaris electricitas consueverit, cohibentibus colligi, & dispergi deferentibus substantiis? Haec ea sunt quae experiundo comperimus.

Monitum, autem postremo loco lectorem volumus, animalem electricitatem a nobis detectam, quemadmodum multis aliis proprietatibus, sic maxime inconstantia, varietate, & sui post certum tempus quadam veluti instauratione cum communi electricitate haud parum consentire. Differunt enim valde contractiones maxime in postrema hac periculorum parte habitae non solum pro vario animalium genere, sed pro varia cujusque eorum natura, aetate, varioque statu, & robore; ita ut in quibusdam promptissime & magnae contingant, aegre in aliis, ac vix sensibiles: differunt item pro varia anni tempestate, & vel ipsius caeli constitutione.

Aestivo namque tempore, & fulgura minante caelo majores, promptioresque esse contractiones consueverunt, quam hieme, & placido caelo, quamquam tunc citius in animali extingui vim illam observavimus, qua excitantur; majores item promptioresque in seniori, quam in juniori; in vegetiori, quam in hebetiori animali; exanguibus domum, ac pallidis, quam sanguine opletis, & rubris musculis.

Sunt praeterea contractiones in uno eodemque praeparato animali nunc exiguae, nunc magnae, interdum etiam nullae; quandoque primis tentaminibus contingunt, interdum post alia atque alia.

Haec porro tanta effectuum, seu contractionum varietas non magnis tantum, sed brevibus etiam temporis intervallis se prodit.

Tandem imminutae post certum tempus, certamque quietem contractiones iterum augentur interdum quasi sponte, & invalescunt, quin deficientes quoque veluti sponte instaurantur, caeteris externis causis &

rerum adjunctis vix, ac ne vix quidem, ut apparet, immutatis, non secus ac refici, & instaurari quasi per quietem, & otium ad certum tempus videtur quadrati magici, aut leidensis phialae dissipata per repetita experimenta electricitas.

Quo vero melius qui huic experimentorum generi operam dederint arcus usum & utilitatem agnoscant, illus notare expedit, quod deficientibus contractionibus, quae armatis potissimum nervis interdum solo corporis cujuslibet in primis deferentis tactu excitantur, si ad arcus tunc usum confugiant, easdem denuo instaurari videbunt; quod si vero eundem arcum armatis plani superficiebus aptare velint, tunc vel continuo, vel paulo post animalis praeparationem in usum advocent.

Haec autem eo consilio monenus, ne quis haec nostra iterando pericula, in aestimandis contractionum, & electricitatis viribus, aut ipse se decipiat, aut fuisse nos deceptos arbitretur; si enim pluries haec eadem instituat pericula, pluries etiam, quae nos attulimus phaenomena usu, & experientia comperiet.

## **PARS QUARTA Conjecture, & consectaria nonnulla.**

Ex hactenus cognitis, exploratisque satis constare arbitror, electricitatem animalibus inesse, quam liceat nobis cum Bartolonio, aliisque generali quodam nomine animale appellare. Haec, sin minus omnibus, plerisque tamen animalium partibus continetur; sed in musculis, ac nervis luculentissime se exhibet. Hujus peculiare nec antea cognitum ingenium esse videtur, ut a musculis ad nervos, vel ab his potius ad illos tendat vehementer, subeatque illico vel arcum, vel hominum catenam, vel quaecumque alia deferentia corpora, quae a nervis ad musculos breviori, & expeditiori ducant itinere, celerrimeque per eadem ab illis ad hos excurrat.

Ex hoc autem duo maxime profluere videntur, duplicem scilicet in his partibus electricitatem esse, positivam aliam, ut credere est, aliam negativam, atque alteram ab altera penitus esse natura sejunctam; secus enim aequilibrio habito, nullus motus, excursus electricitatis nullus, nullum muscularis contractionis phaenomenon.

Cuinam vero ex dictis partibus insideat una electricitas, cuinam altera; utrum scilicet alia in musculo, in nervo alia, an utraque in uno eodemque musculo, & ex qua parte fluat, difficile sane est definire. In hac tamen rerum obscuritate si opinari liceat, inclinatur animus ad utriusque electricitatis sedem in musculo collocandam.

Licet enim ad musculares contractiones obtinendas necesse plerumque sit arcus extremitatem unam nervis extra musculos apponere, alteram ut diximus musculis; non inde tamen sequi videtur, nervos propria pollere electricitate, ut proinde una in his, in musculis altera sedem habeat; quemadmodum in leidensi phiala, etsi una arcus extremitas externaejusdem phialae superficiei, altera ejusdem conductori soleat applicari, ut electricitatis excursus ab una ad alteram fiat superficiem, minime tamen inferre licet electricitatem, quae in conductore se prodit, peculiarem esse, & ab ea, quae intra phialae fundum fuerit collecta, dissimilem; quin immo constat eam ad intimam oneratamque superficiem omnino spectare, ambasque electricitates, etsi contrarias, in eadem ipsa phiala contineri.

Quo circa si magnus contractionum, quae in praeparato animali obtinentur, numerus spectetur, cui sane minime respondere posse videtur exigua illa electricitatis quantitas, quae in exigua nervi parte post

sectionem in praeparatis musculis superstite contineretur; si praeterea ea multa a functionibus animalibus petita argumenta confiderentur, quae nerveum fluidum jam a nobis electricum demonstratum libere per nervos celerrimeque excurrere aperte declarant; si demum non obscura, neque difficilis attendatur phaenomenorum ex utraque electricitate in ipso musculo insidente explicatio, ut postea ostendemus, non abs re esse videbitur conjicere, musculum propriam esse exploratae a nobis electricitatis sedem, nervum autem coductoris munere fungi.

His admissis non inepta forte, neque a veritate omnino abludens hypothesis, atque conjectura illa esset, quae muscularem fibram ad exiguam veluti quamdam leidensem phialam, aut ad simile aliud electricum corpus referret duplici, eaque contraria electricitate instructum; nervum autem phialae conductori quodammodo compararet, atque totum propterea musculum cum leidensium phialarum congerie quasi componeret. Duplicem autem, atque contrariam electricitatem posse in uno eodemque musculo insidere a veritate non alienum ille facile concedet, qui consideraverit, muscularem fibram, quamvis primo adspectu simplicissimam, diversis tamen cum solidis, tum fluidis partibus componi, quae substantiae in ea varietatem haud levem inducent: nerveam certe substantiam in ea reperiri a musculari omnino dissimilem haud obscure sensus monet, qui in quocumque fibrae puncto praesto est. Quae quidem nervea in quocumque fibrae puncto substantia cum neque nervum referat, neque oculis pateat, sed sensu tantum dignoscatur, quid prohibet quin eam a substantia visibilis nervi aliqua saltem ex parte dissimilem, aut varia ratione dispositam conjiciamus, atque propterea electricam forte naturam habere; deferentem vero nervum extra muscularem fibram productum? Verum id clarius forte ex iis, quae de nervis paulo infra dicemus, prodibit.

Multo autem difficilius, duplicem electricitatem in una eademque fibra musculari ille negare poterit, qui eandem fibram oppositas inter se superficies externam scilicet & internam habere neque difficile, neque sine aliqua veri specie esse viderit, sive spectata cavitate, quam nonnulli eidem tribuunt, sive substantiarum diversitate, qua componi diximus, quae nequit esse variis muscularis substantiae foveolis veluti, ac supercificibus.

Demum, si quis animum vel parumper Turmalino lapidi adjecerit, in quo duplicem contrariamque electricitatem reperiri recentiorum inventa videntur suadere, novam ille ab analogia desumptam rationem prospexerit, qua non inanis omino hujusmodi reddatur hypothesis. At quacumque ratione se se res habeat, tantum sane causarum, phaenomenorumque consensum inter electrici fluidi e leidensi phiala eruptionem, & nostras contractiones animadvertere visi sumus, ut ab hac hypothesi, & comparatione vix, ac ne vix quidem potuerimus animum remove, ac nos cohibere, quin a simili causa cum illam, tum istas repeteremus.

Nam tribus potissimum adhibitis artificiis erumpit ab interna leidensis phialae superficie electricitas; contactu nempe ejusdem conductoris cum deferente maxime aliquo corpore, arcus appositione, atque scintillae ab electricae machinae conductore, ut nuperrime observavimus, educatione.

His autem ipsis tribus artificiis muscolorum contractiones jam obtineri vidimus, contactu nempe armati nervi, quem musculi conductorem fecimus, arcu cum eidem nervo, tum musculo suis extremitatibus appposito, scintillae demum jactu.

Inter artificia vero illa ut omnibus aptius, & validius ad promovendam electricitatis e leidensi phiala eruptionem est arcus, sic eundem omnibus esse magis ad musculares excitandas contractiones idoneum jam vidimus; item quemadmodum nisi conductor extra phialae orificium, ac maxime extra illam sedem emineat, ab eaque distet, in qua deferens materia intra phialam continetur, arcus usus vix quidquam ad

eam promovendam eruptionem potest, sic vix quidquam posse ad eas inducendas musculares contractiones eundem arcum, si nervi prope musculos fuerint resecti, jam demonstravimus.

Jam vero ad scintillae educationem quod attinet, longius etiam quam hactenus exposuimus procedit similitudo; quod ut recte intelligatur animadvertimus, casu nos observasse tenebris factis lucidum penicillum jugiter in acuminato leidensis oneratae phialae conductore micare, & post aliquod inde tempus sponte deficere. Postquam autem illud defecerit, si fuerit phiala ad certam e machinae conductore distantiam collocata, atque ab eodem conductore scintilla eliciatur, iterum dem pro it penicillum eo ipso temporis momento, quo scintilla educitur, mox evanescit, sicque educta scintilla oritur alterne, & extinguitur. Hujusmodi penicillum illud est, quod variis modis a nobis tentatum exploratumque novum nec leve obtulit analogiae jam propositae argumentum; nam ut scintillae jactu se prodit hujusmodi penicillum, sic excitantur, ut monuimus, contractiones; praeterea, quemadmodum si deferens corpus maxime cum tellure communicans externae phialae superficiei addatur, quo tempore idem penicillum scintillae jactu vel deficit, vel languescit, continuo elicita iterum scintilla reviviscit, & instauratur; sic eodem deferente musculis appposito vel instaurari deficientes, vel adaugeri languentes, dum scintillae elicerentur, muscolorum contractiones jam monuimus. Item, ut educta scintilla illud penicillum apparet, sive conductor phialae machinam respexerit, sive in opposita fuerit regione; sic perinde contractiones, ut diximus, contingunt, sive e regione machinae fuerint nervi, eorumque conductores, sive in opposita. Tubo autem, vel vitreo, vel resinoso, si ea conductoris pars concludatur, quae extra phialae orificium eminent, deficit scintillae jactu penicillum, non secus ac eodem tubo inclusis nervis deficient contractiones, etsi reliquum animal aeri libere pateat.

Quemadmodum praeterea si phiala intra vitreum aliud vas collocetur metallico folio extus obductum, solo contactu exterioris hujus vasis, dum scintilla elicitur, languens instauratur, & reviviscit deficiens penicillum: sic phiala, in qua est animal, ut in Fig. 3. Tab. I, intra idem vas collocata, ejusdem vasis contactu, reviviscunt in scintillae jactu languentes contractiones, & desinentes iterum insurgunt.

Ut omnis vero electrici ejus penicilli in scintillae jactu conspectus evanescit, si aut conductor internae superficiei ultra phialae orificium non emineat, aut licet emineat, si conductor alter eidem addatur, isque ad externam usque phialae superficiem protrahatur; sic cessant in scintillae jactu, ut narravimus, contractiones, si aut nervus extra respondentes sibi musculos, contiguasque partes non emineat, aut licet emineat, si alius conductor eidem aptetur, qui ad musculos usque, vel ad eorum conductores dirigitur.

At vero licet non levem veri speciem haec praeseferat hypothesis & comparatio, nonnulla tamen sunt, quae eidem haud leviter videntur adversari. Nam vel nervi idroelectricae sunt indolis, ut nonnulli autumant, atque conductorum tunc munere fungi minime poterunt, vel sunt anelectrici; & qui fieri tunc poterit, ut intra eos electricum contineatur animale fluidum, neque vagari eidem, atque ad vicinas partes se diffundere liceat, non sine magno sane contractionum muscularium detrimento? Huic autem incommodo ac difficultati haud difficile occurret ille, qui nervos ita comparatos sibi fingat, ut intus cavi sint, aut aliqua saltem materie compositi ad electricum vehendum fluidum apta, extus vero vel oleosa, vel alia coalescant substantia, quae electrici ejusdem fluidi per eos excurrentis dissipationem, effusionemque cohibeat. Talis quidem nervorum structura, atque compages illud efficiet, utroque ut munere possint fungi, deferendi scilicet nerveo-electrici fluidi, & una ejusdem praecavendi effusionem, eritque & animali oeconomiae, & experimentis admodum accommodata; animalis siquidem oeconomia semper spiritus animales intra nervos coercitos postulare videtur; experimenta autem demonstrant, oleosa maxime substantia nervos conflari; nam non ingens modo a nervis per distillationem obtinetur olei quantitas, & longe major, quam a musculis, sed major fuit a nobis recentiorum methodo educta ab iis

inflammabilis aeris copia, quam ab ulla alia animalis parte elicere umquam licuit, ejusque fuit hic aer indolis, ut accensus vividiores, purioresque flammam, & longe permanentem emiserit, quam solet inflammabilis ipse aer a reliquis partibus eductus; uberius sane oleosae in nervis substantiae haud leve indicium.

Neque vero idioelectricae haec in nervis substantia, quae praesidio esse videtur, ne electricum nerveum fluidum non sine gravi detrimento disperdatur, impedimento erit, quominus idem fluidum per deferentem nervorum intimam substantiam excurrere ab iisdem nervis, ubi opus fuerit, ad contractiones perficiendas exeat, atque per arcum ad musculos suo more & ingenio velocissime transferatur.

Quemadmodum enim etsi cera obductus leidentis phialae conductor, nihilominus eidem appposito arcu explosio obinetur, si vel tenue fuerit cerae stratum, vel etsi crassius, tenui tamen metallico folio fuerit obductum, dummodo certos crassitiei non praetereat limites, ut nos saepius experti fuimus; sic a nervo simili forte ratione a natura fabricato, maximeque arte armato, poterit electricum fluidum effluere, contractionesque perficere.

Liceat itaque nobis haud forte improbabilem sequi hujusmodi hypothesim, quam tamen continuo abjiciemus, simul ac aut docti homines ab ea dissenserint, aut aptiorem aliam Physicorum inventa, vel nova hac de re suscepta pericula demonstraverint.

Pauca nunc de animalis hujus electricitatis indole ab iis desumpta, quae ex enarratis periculis licuit inferre. Sunt itaque huic electricitati alia cum artificiali, & vulgari, alia cum Torpedinis, aliorumque hujus census animalium electricitate communia.

Communia cum vulgari electricitate sunt; primo liberum ac facile iter per eadem corpora, per quae communis illa excurrere consuevit, per metalla scilicet in primis, atque inter haec per perfectiora, & nobiliora, ut sunt aurum, & argentum, deinde per minus nobilia, aes nempe, ferrum, stannum, plumbum, praeterea per imperfecta, cujusmodi sunt antimonium, ac postremo per mineras; facilis item ac libera via per aquam, per humida corpora; difficilior per lapides, terras, ligna; interrupta demum, ac penitus interclusa per vitrea, resinosa, oleosaque corpora, quo sit ut si metalla cohibenti plano fuerint superstrata, non secus ac communis, & artificialis cumulari in iisdem, & longe majores edere effectus consueverit, contractiones scilicet vehementiores, diuturnioresque excitare, quam si eadem metalla cum deferentibus aliis corporibus libere communicarent.

Secundo delectus in excursu brevioris, expeditiorisque viae, arcus nempe, angulorum, cuspidum.

Tertio duplex ejus, atque contraria indoles, alia scilicet positiva, negativa alia.

Quarto diuturna ejusdem, & per horas constans musculis adhaesio, non secus ac communis electricis natura corporibus adhaerere diu consuevit.

Quinto spontanea, neque ad exiguum temporis spatium producta ejusdem veluti instauratio.

Sexto insigne ipsius virium incrementum armaturae, ut ajunt, artificio adhibito, eoque ipso metallo confectae, quo resinosa, & vitrea, corpora seipse Physici in more habent.

Communes vero cum Torpedinis, aliorumque hujus census animalium electricitate proprietates haec maxime sunt. Circuitus nempe veluti quidam electricitatis ad una animalis parte ad alteram, isque vel per arcum, vel per ipsam aquam arcus vices gerentem, ut physici animadverterunt. Quo sane constat, talem circuitum non torpedinis solum, aut similium, sed plerorumque forte animalium nostris adhibitis artificiis

esse proprium. Praeterea ut in illa, sic in ista desunt & levioris quasi aerae sensatio, & attractio, aut repulsio levissimorum corporum, & minimi demum motus in electrometris hactenus inventis indicia.

Id vero etiam commune habet animalis nostra electricitas cum hujusmodi electricitate, ut nullo praevio artificio, frictione nempe, calore, aut hujusmodi aliis indigeat, quibus excitetur, sed parata veluti a natura ac prompta jugiter sit, soloque contactu se prodat. Immo tanta est ad agendum promptitudo in ea animalium electricitate, quam experti fuimus, ut si corpore licet cohibente attingatur vertebralis tubus quo loco est armatus, nihilominus haud raro contractiones se prodant, animali potissimum recenter mactato, & praeparato, saepe autem contingant si idem cohibens corpus adversus metallicum folium ita urgeatur, ut folii contactus cum nervo e tubo egredienti aut augeatur, aut immutetur, quod nescio an de torpedinis electricitate possit affirmari.

Id porro unum torpedinis maxime, atque affinium animalium proprium, ac peculiare videtur, ut pro arbitrio, ac voluntate extra cutim valeant electricitatem dirigere, atque expellere ita, ut suum illa extra corpus circuitum conficiat, & tanta copia, & vi, ut scintillam, si Physicos audiamus, exhibeat, ut concussionem, vehementemque sensationem inducat, eumque interdum impetum in animalcula, quae in ipsius circuitus semitam incidunt, faciat, ut eadem vel necet, vel stupida reddat, & consternata. Verum haec uberiolem forte in hujus census animalibus electricitatis copiam, & vim designant, non vero dissimilem naturam; & forte aliquando inveniri poterunt artificia quibus hujusmodi effectus in aliis etiam animalibus obtineantur.

Inventa autem a nobis atque indicatae ejusmodi electrici circuitus in caeteris animalibus cum vires, & rationes, tum viae, & instrumenta aliquam forte lucem circa eundem in torpedine, affinisque animalibus circuitum poterunt afferre, & rursus ab horum animalium organorum, quae ad id muneris apta sint, diligentiori disquisitione, & observatione poterunt haec nostra lucem recipere. Instrumenta forte erunt similia, iidem electrici circuitus termini, muscoli nempe, & nervi.

Haec de indole, atque ingenio animalis electricitatis. Pauca nunc de ejusdem fonte. Hunc non dissimilem ab eo esse putarem, quem Physiologi ad haec usque tempora pro spiritibus animalibus indicaverunt, cerebrum nempe. Licet enim electricitatem musculis inhaerentem indicaverimus, non in ea tamen versamur opinione, ut ab iis quoque tamquam a proprio, & naturali fonte emanet.

Nam cum omnes nervi, tum qui ad musculos, tum qui ad caeteras ferentur corporis partes, ut specie, sic natura iidem videantur omnino esse; quis jure negabit ejusdem indolis fluidum omnes vehere? Sed jam supra ostendimus, per musculorum nervos electricum ferri fluidum; feretur igitur per universos: ab uno itaque, & communi fonte, cerebro nempe, omnium principio & origine idem haurient: secus enim tot essent fontes, quot sunt partes, in quas nervi desinunt; quae cum natura, & constructione sint admodum dissimiles, non unius ejusdemque, ut oportet, fluidi elaborationi, & secretioni aptae esse videntur.

Electricum igitur fluidum cerebri vi praeparari, atque e sanguine extricari simile veri credimus, illudque nervos ingredi, atque intus per eos excurrere sive cavi & liberi sint, sive, ut probabilius videtur, tenuissimam lympham, vel simile aliud peculiare tenuissimum fluidum vehant a corticali cerebri substantia, ut plerique opinantur, secretum. Quod si erit, recondita, ac diu frustra perquisita spirituum animalium natura haud obscure forte tandem prodibit. At, ut res sit, eorum certe electricitatem in posterum post haec nostra tentamina in dubium, ut opinor, revocabit nemo. Quam etsi ratione, & nonnullis tantum ducti observationibus in publicum nostrum Anatomicum Theatrum primi forte attulimus, celeberrimique viri quamplures jam pridem indicassent, numquam tamen amicam adeo nobis fortunam arbitrati essemus, ut eandem in nervis latentem, & manibus veluti pertractare, & extra nervos

deducere, ac pene sub oculos ponere nobis forte primis concederet.

His praemissis atque indicatis ad ea nunc primum me confero, quae ad explicationem pertinent aliquam muscularium maxime contractionum, quae nostris experimentis obtinentur, ea deinde prolaturus, quae cum ad naturales, ac voluntarios motus, tum ad invitos, morbososque spectant, ut nostrarum observationum utilitati aditus aperiatur aliquis, si quidem ab animalibus, atque maxime a calidis ad hominem haec nostra, ut non sine causa arbitramur, liceat transferre.

Ex captis itaque experimentis illus haud difficile eruitur, celere vehementemque nerveo electrici fluidi excursus per musculus ad nervum illum esse, quo maxime musculares contractiones, ac motus excitantur.

Qua vero ratione hujusmodi electricitatis excursus contractiones inducat, utrum ex. gr. mechanica quadam irritatione, ac stimulo, aut nervos, aut muscularem fibram percussendo, ejusdemque, ut ajunt, irritabilitatem excitando, an more, & ingenio communis vaporis electrici peculiarem vehementemque attractionem inter particulas ex. gr. muscularem fibram componentes celerrimo suo per eandem excursu inducendo, ut propius illis ad se mutuo accenditibus reddatur fibra brevior, an alia, ut proclivius est credere, nondum cognita ratione agat, scitu perdifficilis nimis res est, atque tenebris nimis obvoluta. Alia forte, atque alia hac de re instituta pericula aliquod forte lumen aliquando afferent. Sed nunc illud primum quaerendum venit, qua scilicet ratione, quibus de causis talis a musculis ad nervos electricitatis excursus in enarratis periculis contingat, quod in allata supra hypothesi haud difficile erit invenire.

Diligenter itaque velim in primis animadversum, duo vel maxime requiri, vel certe summopere conducere ad musculares excitandas contractiones, de quibus hactenus disseruimus.

Primo nempe aliquid, quod fluidum nerveo-electricum a musculo ad nervum advocet, atque ad exitum sollicitet; aliquid deinde, quod idem e nervo exiens in se recipiat, atque vel ad musculos deferat, ac veluti restituat, vel alio deducat, ac distrahat. Una siquidem, vel altera ex his conditionibus deficiente contractionum phaenomenon quoque deficit.

Quae autem nerveo-electricum fluidum a musculo ad nervum invitant, ac veluti compellunt haec maxime videntur; sublatum scilicet repente aequilibrium inter internam musculorum, nervorumque electricitatem, & externam corporum cum nervis maxime communicantium; irritatio praeterea eorundem nervorum; contactus corporis alicujus, maxime deferentis, aut cum iisdem ipsis nervis, aut cum corporibus deferentibus cum iisdem nervis communicantibus; nervae demum substantiae commotio veluti aliqua, aut levissimi affricus species, ut dum simplici percussione plani, in quo praeparatum animal jacet, contractiones excitantur.

Patet autem hujusmodi incitamenta partim ad sublatum aequilibrium, partim ad genus quoddam impulsus in nervos, etsi minimi, referri demum posse.

Electricum vero fluidum ad nervum his de causis accurrens excipietur corpore quocumque deferenti, quod illud a nervis ad musculos transferet, si ab illis ad hos fuerit electrici arcus more productum; alio autem deducet, si cum nervis tantum, aut cum corporibus nervos contingentibus idem communicaverit, ac certam habuerit magnitudinem.

Jam vero his adnotatis, atque statutis venio nunc ad explicationem muscularium motuum, quos observavimus, atque eorum primo, qui scintillae jactu obtinentur.



Jactu enim scintillae eirpitur electricitas, cum ex aeris stratis machinae conductorem circumambientibus, tum ex nervorum conductoribus cum iisdem stratis communicantibus; fitque propterea eorum electricitas negativa. Hinc intima musculorum positiva electricitas viribus cum propriis, tum ab extrinseca electricitate sive artificiali, sive naturali mutuatis uberius ad nervos accurret, ut ab eorum conductoribus excepta, atque per eos se se diffundens deficientem cum in iis, tum in paulo ante dictis aereis stratis electricitatem instauret, seseque cum eadem ad aequilibrium componat; non secus ac in leidensi phiala internae superficiei positiva electricitas in scintillae educatione uberius ad illius conductorem iisdem de causis affluit, & ab eodem exit, quemadmodum lucidi electrici penicilli forma aperte declarat.

Hinc sane haud difficile intelligitur conductorum in nervis ad excipiendam, & transferendam electricitatem sive utilitas, sive necessitas, eorumque constans cum muscularibus contractionibus ratio, & proportio.

Similis causa, & ratio esse videtur contractionum muscularium, quae scintillae jactu in animali obtinentur vitrea nostra machinula incluso: interna enim musculorum electricitas ad internam vitri superficiem per nervos, eorumque conductores ab eadem aequilibrum legem videtur affluere, ut tantum scilicet electricitatis ad internam vitri superficiem confluat, quantum per scintillae jactum ab exteriori fuerit abreptum.

Eadem quoque videtur phaenomeni ratio, & causa contractionibus, quae contingunt conductoribus praeparatorum animalium ad externam leidensis phialae superficiem, aut prope eandem appositis, dum scintilla e conductore internae superficiei elicitur.

Immo tam apte, & perspicue hac superficierum, & aequilibrum lege phaenomenon explicatur, ut eum non facile reprehenderem, qui ab eadem lege contractiones quoque illas explicaret, quae obtinentur in scintillae a conductore electricae machinae extorsione, duplicemque ille in aereis stratis eundem conductorem circumambientibus veluti superficiem consideraret, internam alteram conductorem, externam alteram animal respicientem.

At sive hac, sive illa ratione, aut alia nondum cognita res contingat, dubitabit nemo, quin eadem sint phaenomeni causae, & rationes in contractionibus illis, quas fulgurante caelo fieri diximus; idem enim in fulgurum jactu aereis stratis electricam nubem circumambientibus contingere videtur, ac illis contingat, quae electricam machinam circumdant.

Tandem ex eadem aequilibrum lege inter positivam musculorum, & negativam obsignatoriae cerae electricitatem nemo non videt, facile contractiones illas ortum ducere, quas ex admota nervis eadem cera perfricata contingere diximus, deficere vero admoto perfricato vitro; item ex eadem aequilibrum lege illas quoque contractiones derivare, quas dum clypeus electrophori e suo resinoso plano attollitur, contingere jam monuimus.

Se venio nunc ad eas, quae sive arcu, sive corporum deferentium cum nervis contactu, sive eorundem nervorum irritatione, sive aliis, quos supra indicavimus, modis excitantur; ad quas quidem quod attinet nemo animalis electricitatis, quam attulimus indolem, atque ingenium vel parumper animadvertet, quin facile intelligat, quam illa sint artificia ad internam positivam musculorum electricitatem ad nervos advocandam, eamque excipiendam, atque ad externam musculorum partem negative, ut posuimus, electricam transferendam apta, & accommodata.

Verum his semel admissis quaeri potest, quid sit, quod si corpore aliquo cohibente nervus vel tangatur dumtaxat, quemadmodum interdum contingit si fuerit ille armatus, vel eodem, vel si mavis artificiali

electricitate irritetur, nihilominus prodeant contractiones.

Nam adest tunc quidem & contactus, & impulsus, qui etsi levis forte poterit nerveo-electricum fluidum ad nervi exteriora revocare: at corpus, quod idem fluidum excipiat, atque vel alio aequilibrum causa ducat, vel multo magis ad musculos restituat, deesse omnino videtur.

Verum expositis phaenomenis accurate perpensis, atque nerveo-electrici fluidi indole, & ingenio considerato, quo per deferentia dumtaxat corpora liberum aditum, ac paratam sibi viam invenire consuevit, & a nervis ad musculos vehementer contendere, ne tum quidem deferens corpus arcus quasi vices gerens deesse forte videbitur, fluidae scilicet humidaeque extrinsecae nervorum partes, vel crassae potissimum, & durae eorum membranae, vel utraeque id muneris poterunt praestare. Hinc forte cranio aperto, ac nudo cerebro, item spinali medulla e suo vertebrali tubo educta, ac nuda, musculorum contractiones, ut diximus, excitantur nullae, licet arcus eidem admoveatur; excitantur vero si metallico folio eadem instruat, quod deficientis membranae vices longe expleat; secus vero, ut monuimus, in nervis contingit, quos crassis membranis extra cerebrum cum obduxerit natura, sic metallico folio munire perutile quidem semper est, at minime necessarium. Quod si metallicum folium, quo nervos obducere consuevimus, veluti ad partem arcus referas, atque in mentem revoces, quae de multiplicis arcus substantiae utilitate in adaugendis contractionibus attulimus, forte contractionum, quae solo contactu contingere, ut jam diximus, videbantur, plerasque ab arcu etiam repetes, quem partim metallicum folium, partim deferentes jam dictae nervorum substantiae veluti conficient.

Haec autem si concedantur, aditus forte aperietur aliquis ad explicandos musculares motus, qui in vivente animali fiunt, quosque considerare nunc aggredimur. Nam ad voluntarios quod attinet, poterit forte animus mira sua vi, aut in cerebrum, ut proclivius est credere, aut extra idem, in eum quem sibi libuerit, nervum impetum quasi quemdam facere, quo fiet ut nerveo-electricum fluidum a respondente musculo confestim ad eam nervi partem confluat, ad quam fuerit per impulsum revocatum, quo cum perventum erit, cohibenti nervae substantiae parte per auctas tunc vires superata, ab eaque exiens excipietur, aut ab extrinseca nervi humiditate, aut a membranis, aut a contiguis aliis deferentibus partibus, per easque ceu per arcum ad musculum, a quo discessit, restituetur, ut nempe juxta aequilibrum legem ad negative muscularium fibrarum electricam partem ea copia tandem confluat, qua a positive electrica earumdem parte per impulsum in nervo, ut opinari placuit, antea effluxerit. Non dissimili forte, immo minus difficili, si quid judico, ratione expediri res poterit in invitis, & praeternaturalibus motibus, acribus scilicet, & stimulantibus principiis nervos, vel spinalem medullam vel cerebrum irritantibus, nerveumque simul fluidum advocantibus, ut a deferentibus partibus exceptum ad musculos tandem tamquam per arcum restituatur.

Pro diversa autem acrium humorum stimulandi, & deferendi vi, ac facultate contractiones quoque erunt dissimiles, item pro vario situ, quem iidem in nerveis partibus occupabunt.

Facile enim est intelligere, ubi hujusmodi humores extra vasa effusi inter nervosae substantiae superficiem, & ipsius involucra subsideant, contractiones tunc vehementiores, diuturnioresque fieri debere, quod effusi tunc scilicet, & irritabunt, sed aptionem quoque armaturae & arcus quasi speciem nerveo electrico fluido exhibebunt.

Hinc in gravioribus rheumaticis affectionibus, atque potissimum in ischiade nervosa, in qua stagnat monente Cotunio humor inter involucrum & superficiem nervi, non acerbiores modo dolores, sed graves adeo, & adeo constantes contractiones musculorum male affecti artus esse consueverunt, ut saepe idem artus vel diu, vel semper contractus maneat.

Hinc forte etiam tam vehementes, tam diuturnae, tam facile, & brevibus intervallis redeuntes, & lethales plerumque musculorum contractiones, seu convulsiones insurgunt, ubi acres, ac pravi humores vel intra cerebrum, & piam, vel intra piam, & duram matrem, vel intra cerebri ventriculos, vel intra spinalis medullae, aut nervorum superficiem, & involucra stagnat, ut plerumque in tetano contingit, in quo sane morbo illud maxime mirandum venit, primum universos fere musculos in gravissimas tonicas contractiones incidere, licet unus dumtaxat nervus interdum sit affectus, ut in tetano, qui nervi puncturae aliquando supervenit; deinde musculos in easdem contractiones & sponte, & saepe relabi solo quandoque vel levi tremore, aut percussione lecti, aut plani, cui aegrotantis lectulus innititur. Verum simile quidpiam contingere jam vidimus in praeparatis, armatisque animalibus, in quibus licet arcus uni dumtaxat crurali nervo applicaretur, tamen omnes musculi non unius tantu, sed in easque aut solo tremore, aut percussione plani, in quo jacebant animalia, sponte interdum recidebant, in quo jacebant animalia, sponte interdum recidebant, ut propterea pericula haec nostra videantur hujus morbi, ejusque peculiarium symptomatum sin minus causam, & rationem detexisse, suspicionem saltem aliquam medicis injecisse.

Jam vero his de musculorum contractionibus cum blandis, ac naturalibus, tum vehementioribus, & morborum positis, ac perpensis, facile erat ut contrariorum vitiorum, paralysis nempe & c., nova veluti causa, & ratio animo objiceretur, cohibitus nempe nerveo electrici fluidi expositus jam circuitus vel a musculo ad nervum, vel a nervo ad musculum.

Primum forte contigerit, si oleosa, aut alterius cohibentis indolis substantia intimam nervi partem obsideat; alterum si similis materia aut extimam nervi humiditatem, aut membranas ipsas infecerit, aut alias quascumque partes, per quas nerveo electricum fluidum indicatum jam circuitum absolvit; utrumque autem, si ab acribus, & corrodentibus maxime principiis ejusdem materiae effusio, congestioque promoveatur, & nervorum, vel cerebri substantia texturaque laedatur. Verum haec etsi forte speciem aliquam veri habere posse videantur in iis potissimum paralysibus, atque apoplexiis, quae lente, & pedentim aegros invadunt, in illis tamen, quae momento temporis miseros aggrediuntur, longe alia phaenomeni causa videbatur excogitanda.

Haec atque similia dum animoolvebam, non apoplexiae modo, sed epilepsiae nova quasi causa mihi obversabatur ab iis maxime desumpta, quae artificiali in animalibus adhibita electricitate saepe occurrunt observanda.

Quemadmodum enim artificialis electricitas dum de industria vel contra cerebrum, vel contra nervos, vel contra spinalem medullam leidensis phialae ex. gr. conductoris ope dirigitur, eadem si certa copia, ac vi in eas partes irruat, easdem irritat, & animalia in vehementes quasi convulsiones impellit; si vero copia longe majori earum substantiam laedit, ac vehementer labefactat, paralytica, aut apoplectica eadem animalia reddit, aut, si vehementior fuerit, interimit: sic eadem, aut similia posse animalem electricitatem in homine praestare quasi divinabam, maxime si, ut communis electricitas solet, sic illa tenuissima principia raperet, promptissimeque sibimet adjungeret, quibus vis eidem longe major adderetur; cujusmodi essent, quae sub acrium principiorum nomine veniunt, quaecumque demum ea fuerint; itaque sic coinquinatam animalem electricitatem vel a musculis, vel ab aliis partibus ad cerebrum per nervos contententem, in illudque irruentem nunc epilepsiam, nunc apoplexiam inducere posse arbitrabar, prout scilicet major, vel minor esset ejusdem in cerebri, aut nervorum substantiam vis, atque impetus, ejusdemque gravius, vel levius coinquinamentum. Advocari enim vehemens ad cerebrum electricitatis animalis per nervos excursus, & impetus posse videbatur a pravorum copia, ac qualitate in eodem cerebro stagnantium humorum, idemque cerebrum, vel nervos stimulantium, ac lacescentium, aut demum, ut alia praeteream, ab ingenti aliqua, & subitanea atmosphaericae electricitatis mutatione,

maxime si subita fiat ejusdem a positiva ad negativam conversio illi forte haud absimilis, quam in stratis aereis tum electricae machinae conductorem, tum electricam nubem circumdantibus fieri conjecimus vel scintillae extorsione, vel fulminis jactu.

Hactenus autem recensita causae neminem non videre putabam quam vehementius, promptius, faciliusque vires possent excerere suas, si acres, stimulantisque materies in cerebro inhaeserint, quam si in nervis; idiopathicos enim in illo, sympathicos in his poterunt eos morbos forte designare: sed erunt praeterea longe etiam graviores, & facilius contingent hujusmodi morbi, si animalis electricitas, eaque vitiata in corpore, atque in muscularibus, & nervosis maxime partibus redundarit. Hinc forte mecum ipse reputabam hujusmodi morbos maxime in senibus saevire, quod in iis tum ob intermissos labores, atque exercitia, tum ob inductam a senectute partium ariditatem, oleosaeque in primis nervorum substantiae densitatem, tum demum ob imminutam insensibilem perspirationem, a qua tanta extra corpus & electricitatis, & acrium, tenuissimorumque principiorum copia asportatur, uberior vitiatae animalis electricitatis copia cumulari videretur; sic etiam saevire eadem de causa fatales his morbos conjiciebam, gravioribus maxime iis caeli tempestatibus, & mutationibus imminentibus, quibus major in atmosphaera electricitatis copia esse consuevit, aut paulo post; major enim tunc temporis reperitur in animalibus electricitas, ut saepius dictae contractiones & promptius, & vehementius tunc contingentes haud obscure significare videntur. His porro aliisque de causis praeter modum aucta, ac vitiata electricitas animalis videbatur tali vi, atque impetu in cerebri substantiam posse momento temporis irruere, ut ejus structuram eodem temporis momento laederet vehementer, vasaque distrumperet, unde & paralyseis continuo facile consequerentur, & humores effunderentur, effusique, ac stagnantes, ut saepe contingit, in cadaverum sectionibus reperirentur. Haec porro, atque alia in mentem veniebant circa horum morborum causam, & invadendi rationem; sed simul intelligebam hujusmodi hypotheses in multas, & gravissimas apud doctos homines difficultates, in eorumque forte reprehensionem posse multis de causis offendere, atque potissimum quod communi, & in scholis receptae opinioni adversantur, musculares scilicet motus nervei fluidi excursu a cerebro ad musculares partes perfici, non ab his ad illud.

Verum si quis caetera ad mentem revocaverit illam quasi auram, quam vel ab inferioribus artubus, vel a stomacho, vel ab imo ventre ad cerebrum ascendentem facile, ac persaepe sentiunt epileptici, & accusant momento, quo convulsionibus corripuntur, si consideraverit deinde, interdum ejusdem morbi progressum arceri, si laqueus cruri injiciatur, qui ascendentis aerae iter quasi impediat, atque intercipiat; si quis, inquam, ad haec omnia, atque ad nostra pericula animum advertat, is facile ignoscet nobis, si in has conjecturas descenderimus. Sed haec, ut ajebam, animo quasi fingebam, eo maxime consilio, ut a doctissimis viris ad trutinam revocarentur.

Proposita non naturalium modo, sed morbosarum contractionum & paralysis causa ex comperto animalis electricitatis ingenio maxime petita, nonnulla superesse videntur de eorundem vitiorum curatione attingenda.

Atque in primis illud e nostris periculis erui posse videtur, quod quaecumque ad eos tollendos morbos adhibeantur remedia, atque vel ipsa extrinsecus administrata electricitas, haec omnia, si quid boni afferre debent, in animale maxime electricitatem vim exercent suam oporteat, atque eam, ejusque circuitum vel augeant, vel imminuant, vel alia ratione immutent. Quam propterea electricitatem, ejusque statum prae oculis in curatione maxime habeat medicus necesse est.

Itaque caeteris remediis omissis, quorum vim in animalium electricitatem diligens maxime perquisitio, & usus in dies patefaciet, me statim confero ad externae electricitatis administrationem: & quo clarius res

procedat, eam primo in convulsivis, & rheumaticis musculorum contractionibus, mox in paralyysi considerabo.

Sed ante omnia triplex in artificiali electricitate humano corpori adhibita facultas venit meo quidem iudicio consideranda; ea scilicet, quae extemporalis quasi dici potest, & continuo in sibi objectas humani corporis partes vim facit, ut dum per scintillam agit, & maxime per electricum veluti fulmen, quando leidensis phiala exoneratur; altera, qua electricitas non continue, sed successive, & tractu temporis actionem edit suam, conjuncta forte, & fere, dixerim cum Chemicis, combinata cum fluidis maxime partibus animalis corporis, ut electricitas illa, quam per balneum recentiores appellant Physici; postrema demum, quae electricitatem ex animali eripit, ut dum negativa, quam appellant iidem Physici, electricitas adhinetur.

Has nunc singulas facultates in recensitis morbis breviter consideremus. Ad convulsivas autem quod attinet musculorum contractiones, facile quisque videt eas in nostra hypothese pendere plerumque vel ab exuberante, ac vitiata in musculis animali electricitate, quae levissimis de causis a musculis ad nervos, atque ad cerebrum advocetur, vel ab acribus maxime, ac stimulantibus principiis sive cerebrum, sive nervos percellentibus, vel, ut saepe fit, ab utraque causa.

Si primum, positiva, ut ajunt, electricitas vix, ac ne vix quidquam utilitatis, immo damni plurimum afferre posse videtur quacumque administrata ratione; poterit quidem negativa, ut patet, haud leviter prodesse.

Si vero fuerit alterum, a positiva electricitate aliquid licebit medico utilitatis sibi polliceri, si haec per artificium ad affectos nervos dirigatur; ea enim poterit acria principia a nervis sua vi repellere, atque remove.

Haec propterea convulsionum earumque causarum discrimina erunt a medico diligenter attendenda, & perquirenda: & quamquam utraque saepe adsit forte causa, sedulo tamen videndum, quae fuerit earum potior, quod etsi difficile, non omnis tamen abjicienda spes est, quin id aliquando tandem assequi possimus. Nam exuberantis electricitatis aliqua ex. gr. nec forte levia esse poterunt indicia, praesens, vel paulo ante praegressa in atmosphaera electricitatis copia, quae quantum animalis electricitatis vires adaugeat vel nostra comprobant experimenta. Hujusmodi autem copia electrometrorum atmosphaericorum artificio explorari, & dignosci potest, nec non nubium conspectu, anni tempore, caeli tempestatibus, ventorum qualitatibus, lunae phasibus, aliisque traditis a clarissimis Physicis signis, atque a Bartolonia in primis, & Gardinio. Praeter haec electricitatis in nobis copiam indicare etiam poterunt insueta quaedam motuum, ae maxime oculorum alacritas, & celeritas a nulla alia manifesta causa pendens summa cum varietate, & inconstantia conjuncta.

Item suspicionem movere poterunt forte illae ipsae mutationes, quas gignere in nobis artificialis consuevit electricitas; internus nempe insuetus calor, auctae secretiones excretionisque, ut alvi, urinarum, salivae, sudoris, insensibilis perspirationis, pulsum celeritas, magnitudo, vibratio, usus praetera alimentorum, in quibus principia idioelectrica contineantur, ut aromatum, oleosorum, spirituosorumque liquorum, praecipue si harum mutationum causae non aliae forte appareant. Certe praeire haec pleraque solent gravioribus maxime convulsionibus, aliisque nervorum affectionibus, ut epilepsiae, maniae, aliisque similibus.

Contraria autem monere nos de negativa, vel deficiente electricitate haud obscure poterunt. At vero pravae, ac coinquinatae electricitatis, si quae fuerint, indicia praebebunt forte aliqua ea ipsa aegrotantium

incommoda, ac morborum symptomata, quae significare medicis consueverunt acrium principiorum vim, atque imperium.

Sed haec attigisse sufficiat, ut aliqua ad varium animalis electricitatis statum investigandum, & dignoscendum pateat via.

Ad rheumaticas vero musculorum contractiones quod attinet, cum illae plerumque ab acri, ac stimulante materie in nervis subsidente originem potissimum ducant, facile est conjicere, in iis singulas fere administrandae positivae electricitatis methodos usui esse posse, eo tamen ordine, ac ratione adhibitas, ut primo illa methodus adhibeatur, quae per balneum appellatur ad uberiores in musculis colligendam electricitatem; tum ea, quae per scintillas; postremo quae per concussionem administratur; ut primo scilicet mechanica, ac repellente electricitatis vi stagnantes humores attenuentur, indeque facilius ab affecta parte aucto impulsu removeantur.

Neque minus eadem de causa prodesse quoque poterit electricitas negativa in affecta parte nostra potissimum methodo adhibita, extorsione scilicet scintillae sive a machinae conductore, sive a leidensi phiala, potissimum si fuis conductoribus affecta pars instruat, quorum nempe alii machinam respiciant, alii cum tellure communicent; quae quidem methodus poterit forte utiliori reddi, si aut magnae leidenses phialae, aut earum multae uni eidemque communi conductori conjunctae, aut grandiores electricae machinae adhibeantur, quales nostris temporibus haud difficile construuntur; aut multo magis si ratio inveniatur, qua animale electricitatem a certis musculis ad certos nervos dirigere, ac impellere liceat. Neminem enim fugit, ex iis, quae protulimus, vehementiorem hac methodo per affectos maxime nervos excursus electricitatis animalis promoveri, aptissimum, ut videtur, prae caeteris adjumentum ad stagnantia, & impacta in nervis principia disciendi, solvenda, atque ab ipsismet nervis expellenda. Hinc forte musculares motus, qui ab electricitatis e musculo ad nervos excursu, ut diximus, forte proficiscuntur, haud parum boni, atque levaminis in rheumaticis affectionibus afferre consueverunt, atque eo magis, quo affectae partes, licet cum aliquo incommodo, ac dolore, vehementius moveantur.

Quod si nova haec negativae administrandae electricitatis methodus aut in his morbis fuerit aliqua cum utilitate conjuncta, aut in aliis, quanto majora adjumenta licebit nobis ex atmopshaerica electricitate polliceri, si saevientibus ex. gr. tonitruis, ac fulguribus affectae parte fuis conductoribus, ut in artificiali monuimus, caute prudenterque instruantur: an forte haec fuit causa, cur aut contracta a prima aetate, aut paralytica per morbos membra naturalem flexibilitatem, robur, & se movendi facultatem, ut narrat Bartoloni, recuperarint post fulmina non longe ab aegrotantibus jacta?

Ad paralysis vero curationem quod spectat, rem plenam difficultatis, & periculi video; difficile enim dignoscere est, utrum a vitiata nervorum, vel cerebri structura morbus oriatur, an a cohibenti materie vel intimas nervi partes, vel alias, quibus electricitatis absolvi in nobis opinamur circuitum, obsidente. Si primum, parum prodesse, multum forte obesse artificialis electricitas poterit quacumque ratione administrata; si alterum, utilitatis quidem aliquid aut cohibentem materiam discutiendo, aut animalis electricitatis vires adaugendo, afferre posse videtur.

Sed rem omnem usus aliquando, & experientia forte aperiet.

Jam vero nonnulla nec levia, neque inutilia ex nostris periculis consecutaria postremo loco attingamus.

Ex his itaque constare videtur, cum artificialem, tum atmopshaericam electricitatem imperium in musculos, ac nervos habere longe majus, quam ante haec tempora cognitum fuerit; tantamque facultatem ab earum maxime viribus in animale electricitatem proficisci, quanta scilicet visa est in nostris periculis

posse eandem animalem electricitatem ad motum, ejusque e musculis exitum, velocioremque per nervos excursum promovere, vehementesque musculorum contractiones excitare.

His autem cognitis aditus forte major, quam antea patere posse videtur vel ad novas inveniendas administrandae electricitatis, utilioresque prae hactenus compertis methodos, vel ad consensus causas detegendas inter atmosphaericae electricitatis, & nostrae valetudinis vicissitudines, interque subitas illius mutationes, & quosdam morbos.

Monere videntur praeterea hujusmodi pericula, in fulgurum scintillarumque jactu non atmosphaericam tantum electricitatem, sed forte etiam terrestrem caelum versus refluere. An vero ex hoc refluxu sit, ut magnis coortis in caelo tempestatibus in atmosphaerico aere mutationes, vicissitudinesque contingant non modo propter diversi generis principia, quae a variis caeli regionibus, verum etiam propterea, quae a tellure in aerem secum transferet, si id habeat electricum fluidum sibi proprium, quod Physici bene multi illi concedunt, ut corporum nempe, per quae transit, subtiliorum principiorum alia quidem expellat, dissipetque, sed alia quoque rapiat, sibi quemet adjungat? Verum haec Physici maxime videant.

Talis autem terrestris electricitatis in atmosphaeram refluxus ubi contingat, vel magnam, vel non mediocrem certe sibi vindicare poterit partem in celerioribus illis, ac magnis plantarum incrementis, quae clarissimus Gardinius post fulgura, & tonitrua animadvertit, & atmosphaericae potissimum electricitati vaporibus conjuncta adscripsit.

Tandem cum hujusmodi musculorum contractiones, quas sub caeli tempestatibus haberi diximus, novum veluti, atque non dubium atmosphaericae electricitatis, ejusque virium in animalem oeconomiam signum praebeant, eae ad terraemotus non tam causas, quam in eadem oeconomia effectus patefaciendos poterunt forte haud leviter conducere; ut propterea non inutile videatur, haec eadem ipsa, ubi terraemotus saeviant, experiri.

Sed conjecturis sit modus, atque adeo finis. Haec maxime erant, quae doctissimis viris circa vires cum artificialis, tum atmosphaericae, & procellosae, tum naturalis electricitatis in motu muscolari, qui animi imperio subsit, comperta communicarem, ut eam afferre aliquando utilitatem possent, quae nobis maxime sunt in votis.

Quae autem pertinent ad earum electricitatum vires in naturalibus motibus, in sanguinis circuitu, & humorum secretionem, ea quamprimum altero commentario, ubi paulo plus otii nacti erimus, in lucem afferemus.

## **Tab. I.**

Fig. ? Rana ad experimentum praeparata.

C C Crura.

D D Nervi sacri, qui in crurales nervos abeunt, quos crurales internos placet appellare.

F Filum metallicum, quod per foramina spinae dorsae trajectum spinalem medullam perforat.

G Cylindrus ferreus.

M Spina dorsae.

Fig. I. Machina electrica.

A Discus.

B Cylindrus ferreus, quo scintilla extorquetur.

C Conductor.

Fig. 2.

C C Crura.

D D Cruales nervi interni.

E Filum ferreum per medullam F trajectum.

G Ferreus cylindrus, quo tangitur filum ferreum, dum scintilla e conductore machinae extorquetur.

H Cylindrus vitreus, quo tangitur filum ferreum E, dum scintilla elicitur.

K K Nervorum conductor.

Fig. 3.

A Phiala vitrea, intra quam praeparata rana est conclusa.

B Filum ferreum cum unco ranae conjunctum.

C Extremitas suspensi fili ferrei, cui adnectitur filum ferreum B.

D Laqueus sericus.

E E E Filum ferreum, quod conjunctum cum filo ferreo B efficit nervorum conductorem, eumque longissimum.

F Uncus ferreus, cui adnectitur filum ferreum E.

Fig. 4.

C Nervorum conductor.

D Musculorum conductor.

Fig. 5. Leidensis phiala.

A Minuti globuli venatorii intra phialam contenti.

B Conductor phialae.

C Manus ejus, qui scintillam e conductore B extorquet.

Fig. 6.

A Phiala inversa, intra quam continentur globuli venatorii.

B Similis phiala, intra quam est cum animal, tum globuli venatorii conductoris musculorum vices



gerentes.

## Tab. 2.

Fig. 7.

A A Filum ferreum insulatum, seu nervorum conductor.

B B B Tubi vitrei, quibus filum ferreum est inclusum, ut insuletur.

C Vitreum vas, intra quod rana de more praeparata continetur.

D Filum ferreum, seu conductor musculorum, cujus extremitas una artus attingit, altera ad putei aquas est producta.

Fig. 8.

E Rana de more parata supra tabulam oleoso pigmento obductam strata.

F Nervorum conductor non insulatus, qui una sui extremitate spinali medullae infigitur, altera ferreo unco muro infixio adnectitur.

## Tab. 3.

Fig. 9.

A Folium metallicum ex stamno tubo vertebrali praeparatae ranae appositum.

B B Crura.

C Folium alterum metallicum ex aurichalco.

D Arcus aenus argenteo folio obductus.

F Planum vitreum, supra quod animal est positum.

Fig. 10.

A A Arcus duo, qui vitreo, vel resinoso cylindro B sunt inserti.

C Uncus spinali medullae infixus.

Fig. 11. Praeparata rana, cujus crus alterum suspensum detinetur, alterum vero cum vertebrali tubo suo unco instructo planum argentae capsulae E attingit.

Fig. 12.

F F Arcus duo metallici, quorum unus aenus est, alter ex argento confectus.

Fig. 13.

G G Metallici conductores, quorum unus superiori, alter inferiori armatae superficiei quadrati magici est appositus.

H Nervi ita ad oram quadrati magici inflexi, ut inferiorem superficiem attingant, una cum spinali medulla.

Fig. 14.

K Vitreus tubus, qui diversis fluidis repletur.

Fig. 15. Crura ad invicem sejuncta.

Fig. 16. Crura ab invicem sejuncta, & vertebralis tubus bifariam sectus.

## **Tab. 4.**

Fig. 17. Rana supra planum vitreum collocata, ejusque spinalis medulla metallico folio E armata.

Fig. 18. Rana supra planum vitreum duobus locis foliis metallicis diversis armatum.

F Folium argenteum.

G Folium aereum.

Fig. 19.

A A Arcus metallicus.

B B Vasa vitrea aqua repleta, in quorum uno sunt immersa ranae crura C, in altero nervi D.

Fig. 20.

A Conductor metallicus appositus inferiori quadrati magici armatae superficiei, quae super denudatos cruris musculos est posita.

B Alter conductor metallicus, quo superior ejusdem quadrati magici armata superficies attingitur, supra quam armatus cruralis nervus est extensus.

C C Libera superficies quadrati magici.

Fig. 21. Crus pulli.

A A Arcus metallicus.

B Nervus cruralis.

C Folium stamni.

D Femoris dissecti musculi.

---