



Viro Celeberrimo,

**RICHARDO MEAD, M.D.**

Collegii Medicorum *Londinensium* & Societatis Regiæ Socio. S. P. D.

*Jacobus Furin, M.D. & Reg. Soc. S.*

**A** Pologiam Præstantissimi Viri, *Jacobi Keilii*, qui acerbâ nuper & immaturâ morte præreptus magnum sui desiderium Eruditis reliquit, studiose pervolvimus. Quam inter legendum singularem simul candidissimi Ingenii humanitatem, quâ nosmet, utut à placitis suis dissentientes, excipere dignatus est, simul Animi magnitudinem, & studium in Rempublicam Literariam tanto Viro dignum, magnâ admiratione prosequeremur. Huic enim ille non solum per omnem vitæ cursum diligentem & strenuam operam navavit, sed etiam pulcherrimo Exemplo, confectus jam atroci morbo & se perire sentiens, eruditam illam Epistolam tanquam supremi amoris pignus, eidem legavit. Cui tamen necessario nobis respondendum est, non sane quod acerrimo tuo Judicio diffidamus, sed ne aliis Lectoribus minus idoneis impedimento esse possit, ad rectam sententiam ferendam, Viri illius Doctissimi Auctoritas. Accipe igitur, Vir Clarissime, quæ in ejus defensione minus recte tradita censemus, & tuum simul Arbitrium esto, utrum contentionis abrepti studio iniquiores

9 Y fimus

simus ipsius Manibus, an ita disputemus, ut qui de Veritate potius quam de Victoriâ simus solliciti.

Queritur primo Vir Clarissimus, quod sese una cum Doctissimis Viris *Borello*, & *Morlando*, tanquam Cordis Motum cum pondere inerti conferentem, injuste perstrinxerim. Ego certe, cum prius notassem Motum quendam Sanguinis & Arteriarum ex Cordis Vi oriri, dixi tandem sciri non posse Cordis Potentiam quanta sit, nisi Motus hujusce quantitatem cognitam teneamus: Motum vero quemlibet cum pondere quiescente comparari non magis posse, quam Lineam cum Rectangulo. Quibus verbis id significare volui, Doctissimos Viros non quidem diserte Motum Cordis cum pondere quiescente comparare, sed ipsos, cum Cordis Potentiam per pondus exponerent, nullam ostendisse rationem, quâ Motûs quantitas ex Cordis Potentiâ oriundi posset æstimari. Ex hâc Objectione, si recte assessorum mentem Viri Clarissimi, ita sese expedire conatur. Cordis Potentia in pressione consistit, eamque æquabiliter in Sanguinem impendit, eodem prorsus modo, quo Gravitatis vis deorsum pondus impellit, & actione perpetuâ in motum accelerat. Proinde, cum Cordis Potentia ponderi per Corollarium *Newtonianum* definito æqualis est, ea Motum eundem durante Systole in Sanguinem imprimer, quem pondus istud eodem tempore cadendo per Gravitatis Vim comparabit. Ita vero cum mentem suam exponit Vir Cl. sublatum iri penitus Objectionem istam nostram confitemur; si nimirum Cordis Potentia prædicto ponderi æqualis sit, eademque consistat in æquabili pressione per totam Systolen continuatâ. Atqui ex duabus istis Propositionibus posteriorem neutiquam probare conatur Vir Doctissimus, sed Hypotheseos loco ponit; quamvis nos rationibus quibusdam adductis contrariam Sententiam conati sumus verisimiliorem reddere; nempe, quod Cordis Potentia nequaquam æquabiliter agat

in Sanguinem per totam Systolen, sed cum totas vires exiguâ temporis particulâ collegerit, inde uno impetu in Sanguinem irruat, eumque ex Ventriculis expellat, eo modo quem in Dissertatione nostrâ Epistolari fusius exposuimus. Priorem vero Propositionem, etiam concessâ Viro Cl. istâ Hypothesi, falsam esse mox demonstrabimus.

Corollarii *Newtoniani* sensum quod attinet, nolumus Lectori molestiam nimiam facessere, cum neque putemus ejus interesse uter *Newtoni* mentem rectius acceperit; neque ita perspicue sententiam suam exposuerit Doctissimus Adversarius, quin periculum sit, ne aliquem ei sensum affingamus, quem ipse forsitan, si posset adhuc se defendere, foret repudiaturus. Id vero adnotasse operæ pretium erit, quod cum loquatur *Keillius* de Vi quâ ex Orificio aliquo aqua exprimitur, *Newtonus* nullum omnino verbum in isto Corollario posuerit, quo Aqua per Vim aliquam exprimi significetur; sed pondus solum determinaverit æquale illi Vi, quâ totus Aquæ effluentis Motus generari potest, sive quod Gravitatis Vi cadendo Motum comparare potest Motui aquæ eodem tempore effluentis æqualem.

Quod autem Corollarium illud, si non male intellexerit Vir Cl. certe non satis apte usurpârit, facile perspiciet Lector Eruditus, qui animum adverterit, quid intersit discriminis inter effluxum aquæ ex foramine in fundo vasis semper pleni, quomodo à *Newtono* consideratur in eo Corollario, & effluxum Sanguinis ex Corde in Aortam. In casu enim priori aqua jam totam velocitatem comparavit, & per datum temporis spatium æquabiliter effluit ex foramine. At Cordis Vis per Hypothesin *Keillianam*, applicatur Sanguini in Ventriculo quiescenti, & cum primo temporis momento velocitate infinite parvâ versus Aortam propellit; continuatâ vero æquabili pressione tandem ei finitam ve-

locitatem imprimi, eamque perpetim auget, donec omnem Sanguinem ex Ventriculo expulerit.

Rursum in casu *Newtoniano* consideratur Motus non quidem totius aquæ Cataractâ contentæ, quæ omnis in motu constituta est, & diversa velocitate versus exitum tendit, sed aquæ solum in ipso foramine positæ & jam exilientis. Vis autem Cordis toti Sanguinis moli Ventriculo contentæ Motum imprimi, totamque Aortam versus propellit.

Denique negamus pondus quinque unciarum, à Viro Cl. determinatum, posse eam Motus quantitatem durante Cordis Systole per Gravitatis Vim comparare, quam Cordis Potentia producit, concessâ etiam ei Hypothesi istâ, quod Cordis Potentia in æquabili pressione consistat. Per hanc enim Hypothesin erit Motus à Ventriculi sinistri Potentiâ productus, ex Calculo nostro [*Transf.* Numb. 359. p. 932, 934.] æqualis Motui Ponderis Octodecim librarum circiter, quod singulis minutis secundis longitudinem uncialem percurrat. Motus autem, quem pondus quinque unciarum durante Cordis Systole, si tollatur omnis Arteriarum & Sanguinis præcedentis resistentia, sive decimâ parte minuti secundi, per Gravitatis Vim comparabit, æquabitur fere Motui Ponderis duodecim librarum, quod suprapositâ velocitate moveatur. Quod si cui libuerit adsumptâ hâc Hypothesi verum pondus definire, quod Cordis Potentiæ æquale est, is posito Calculo eliciet pondus unciarum circiter septem cum semissè. Hoc enim durante Systole Cordis eundem fere Motum cadendo comparabit, quem producit ipsâ Cordis Potentia.

Sed inquiet forsitan aliquis discrimen modo expositum inter Motum à *Keilliano* pondere acquisitum, & Motum ex Potentia Cordis oriundum inde proficisci potuisse, quod forte minus accuratæ fuerint positiones illæ, quibus Characteres Algebraicos in Calculo nostro ad numeros

revocavimus. Cui dubio ut occurramus, & ostendamus simul nos longe majus discrimen inventuros fuisse, nisi contigisset ut positiones istæ *Keillio* faverent; operæ pretium erit casum aliquem simpliciorems adsumere, quò data moles aquæ, per datum orificium, dato tempore, per vim aliquam sive pressionem æquabilem exprimitur, quæ sunt conditiones ab Adversario positæ ad Potentiam Cordis definiendam.

In eo autem casu demonstrabimus neque Motum aquæ effluentis, neque Motum toti tandem moli aquæ per Vim illam impressum, Motui aquæ in Corollario *Newtoniano*; neque Vim eam sive pressionem, ponderi per istud Corollarium definito, æquari. Quod si præstare licuerit, corruat funditus necesse est tota demonstratio *Keilliana*.

Adsumemus igitur Cylindrum aquæ datum, tubo Cylindrico infinitæ longitudinis contentum; eritque pro orificio ista sectio tubi ad quam pertingit utralibet aquæ superficies, alteri autem superficiei Vis applicabitur ope Emboli eadem Diametro cum ipso tubo. Perfluat jam dato tempore data quævis aquæ quantitas per dictam sectionem tubi; tum alia quantitas æqualis per foramen pari Diametro factum in fundo vasis, quod more *Newtoniano* usque plenum conservatur: & primo loco dispiciamus, utrum pares futuri sint in utroque casu Motus aquæ effluentis.

\* Exponatur tempus effluxus aquæ per rectam A C, velocitas autem æquabilis, qua aqua effluit ex foramine in fundo vasis per rectam A B. Unde moles aquæ effluentis ex foramine, cum sit in ratione temporis & velocitatis conjunctim, exponetur per Rectangulum A B C D; & Motus ejusdem exponetur per solidum Parallelepipedon, ex eodem Rectangulo ducto in altitudinem A B, quippe qui sit in ratione composita ex rationibus molis & velocitatis.

---

\* Vide Fig. II.

In casu altero, ubi aqua per tubum Cylindricum fluit, tempus, ut prius, exponetur per eandem rectam AC; velocitas autem aquæ erit in ratione temporis, quippe cum vis adhibita, ex Hypothesi, in datam aquæ molem æquabiliter agat, & proinde representabitur per rectam mutabilem FG, rectæ AF, sive tempori ab initio effluxus, proportionalem. Molecula autem aquæ, particulâ temporis FH prædictam sectionem præterfluens, exponetur per Rectangulum ex ipsâ FH ductâ in exponentem velocitatis FG; vel si evanescere intelligatur rectula FH, per Trapezium FGIH. & moles aquæ toto tempore AC præterfluens significabitur per Triangulum rectangulum ACE. Et quoniam ex Hypothesi moles ista moli aquæ in casu priore effluentis æqualis est, erit Triangulum ACE æquale Rectangulo ABDC; unde CE, sive velocitas acquisita in fine temporis AC, dupla erit velocitatis CD sive AB, quâ aqua ex foramine in fundo vasis effluebat. Motus autem aquæ particulâ temporis FH præterlabentis, cum sit in ratione molis & velocitatis conjunctim, exponetur per Prisma evanescens, quod fit ex Trapezio FGIH ducto in velocitatem FG: Unde totus Motus aquæ toto tempore AC præterfluentis exponetur per Pyramidem, cujus basis est Quadratum rectæ CE, cujusque altitudo perpendicularis est ipsa AC. Quæ Pyramis cum sit ad Parallelepipedon casu priore definitum, ut 4 ad 3, erunt quoque Motus aquæ effluentis in utroque casu in eadem ratione, & proinde inæquales, quod primo loco demonstrandum susceperamus.

Proximum est, ut ostendamus Motum tandem impressum toti aquæ tubo contentæ non esse æqualem Motui in exemplo primo determinato. Hic autem, cum tota ista moles aquæ per positiones supra scriptas neutiquam definita sit, adsumemus eam æqualem moli expositæ per Rectangulum ABCD, quæ in casu

*Vide Fig. II.*

primo

primo effluit ex foramine, quæque in secundo sectionem dictam præterfluit. Unde cum totus Motus ei tandem impressus sit in ratione molis & velocitatis in fine acquisitæ, idem exponetur per Parallelepipedon ex Rectangulo  $ABDC$  ducto in rectam  $CE$ . Hoc autem est ad Parallelepipedon, primo casu definitum, ex eodem Rectangulo & rectâ  $CD$ , ut altitudo  $CE$  ad altitudinem  $CD$ , sive in ratione duplâ. Porro, cum molem aquæ tubo contentæ per quodvis aliud Rectangulum, loco Rectanguli  $ABCD$ , exponere licuisset, patet inde Motum hunc posse quamlibet rationem ad Motum primo casu definitum obtinere, & idcirco nequaquam eidem esse æqualem. Quod erat secundo loco demonstrandum.

Superest, ut ostendamus Vim in hoc casu adhibitam ponderi per Corollarium *Newtonianum* definito non esse æqualem. Hæc autem Vis & vis Gravitatis agens in istud pondus, cum ambæ sint æquabiles, erunt in ratione Motuum ex iisdem dato tempore productorum. Quos cum inæquales esse modo demonstratum sit, erunt illæ Vires itidem inæquales. Quod erat demonstrandum postremo.

Pergit Vir Cl. ad alterum illud vitium, quod ego in ejus solutione reprehenderam, nempe quod velocitatem Sanguinis ex Corde effluentis æquabilem posuerit, quam insigniter inæqualem fieri à me demonstratum est. Negat autem se æquabilem velocitatem Sanguini tribuisse, sed pro summâ diversarum omnium velocitatum velocitatem mediam usurpasse. Præterea nondum satis sibi constare dicit, utrum æqualis vel inæqualis sit Sanguinis ejecti velocitas, sed quæ pro æquali velocitate stat ratio, eam sibi firmiorem videri. Utrum vero, qui velocitatem Sanguinis inventurus molem Sanguinis expulsi ad orificium Aortæ applicat, nullâ factâ mentione neque diversarum velocitatum, neque veloci-

tatis mediæ, velocitatem Sanguinis æquabilem ponat, penes æquum Lectorem sit Judicium. Idem quoque facile æstimabit, utrum Vis aliqua sive pressio fluido in vase quiescenti applicata, quæ est Hypothesis Viri Doctissimi, id fluidum primo temporis momento, eadem velocitate quâ in fine, propulsura sit.

Postquam ita satisfactum putat Vir Cl. iis Objectionibus, quas contra priorem suam Methodum attuleram, jam ad alteram illam faciliorem vindicandam accedit. In hac Ego animadverteram Virum Cl. adsumere istam Propositionem, quod Vires Cordis in diversis Animalibus sint in ratione ponderum, item ponere velocitatem Sanguinis ex sectâ Iliacâ Arteriâ profluentis æqualem ei, quâ Sanguis ex Corde in Aortam emittitur; quas ambas positiones falsas esse nobis demonstratum est. Vitium posterius non defendit Vir Cl. prius vero tuetur *Borelli* & aliorum Doctorum Virorum auctoritate, qui assumptionem istam sæpius usurparunt. Ita quidem, & nos ejusmodi assumptionem in *Borello* reprehendimus, neque valet cujusquam auctoritas contra legitimam demonstrationem. Superest ergo Viro Cl. ad examen revocanda nostra demonstratio. Hanc autem fallaci quodam Principio inniti putat, quo cum omnia Theoremata nostra superstructa sint, communi ruinâ omnia involvit. Ait enim me ponere, quod Ventriculi Cordis, tanquam solidum corpus datâ velocitate motum, in Sanguinem impingunt, eoque ictu Motus sui partem eidem communicant. Quam Hypothesin Motui neque Sanguinis, neque Cordis, neque Aeris ex Pulmone expressi, competere censet Vir Clarissimus.

Quod Pulmonem attinet, quoniam hoc obiter attingere voluit Vir D. agnosco me considerasse Pulmonem inter contrahendum tanquam datâ velocitate impingentem in Aerem contentum, idque consulto fecisse profiteor.

Quum



Quam enim tum *Bellinus*, tum alii multi Viri Doctissimi, quos inter eminent Cl. Adversarius, multa protulerint de Vi illâ, quâ Aer inter expirandum in Sanguinem Pulmones præterfluentem agit, ejusque moleculas dissolvit; quam solutionem ipso expirationis initio censent accidere; mihi propositum erat hanc ipsorum sententiam ad trutinam revocare. Videbam autem, quod, si aerem per Vim æquabilem sive pressionem expelli statuerem. Motus aeri à Pulmone impressus initio expirandi, sive reactio aeris in Pulmonem, adeoque in Sanguinem præterfluentem, pro quantitate infinite parvâ habenda erat, adeoque nihil omnino eorum effectuum, quæ ipsi adscribebantur, præstare poterat. Ita vero si fecissem, jure questuros putabam *Bellini* sequaces, quod inique secum ageretur; quippe cum rejiceretur ipsorum sententia propter demonstrationem ex Hypothesi arbitrariâ & eâdem omnium adversissimâ deductam. Malui igitur ex illâ Hypothesi demonstrationem deducere, quæ omnium maxime ipsis faveret, maximamque Motus quantitatem expirandi initio aeri tribueret. Hæc autem erat, quâ ponebatur Pulmo initio expirationis datâ velocitate in Aerem impingere.

Cæterum in Potentiâ Cordis definiendâ istam quidem Hypothesin, quâ ipsius Ventriculi, omni impetu momento temporis concepto, tanquam solidum corpus datâ velocitate prædirum, in Sanguinem irruunt, primo loco propono, tanquam omnium simplicissimam, ex eâque solutionem deduco. Atqui deinde considero tum eam Hypothesin, quâ Ventriculi Cordis Motum omnem suum particulâ temporis admodum parvâ concipiunt, quæque mihi veri simillima videtur, tum ipsam Hypothesin *Keillianam*, atque alias infinitas, iisque omnibus solutionem meam accommodo. Adeo ut, sive istud Principium incertum & fallax, sive verum & stabile

reperiatur, nihil exinde solutionis nostræ certitudini detrahatur.

Non tamen videmus aliquid argumenti allatum, quo minus istam positionem nobis adhibere, pari jure atque Viro Cl. contrariam illam de Vi sive pressione usurpare licuerit. Nihil sane spatii inter parietes Ventrliculorum & Sanguinem intercedere non diffitemur, & tamen quare res ictu peragi nequeat nondum liquet. Certe, si Cubo Globum contingenti ictus imprimatur, Cubus partem Motus sibi impressi Globo communicabit pari facilitate, ac si spatium inter eos intercesserit.

At hæc sunt corpora solida, & ubi de fluidorum Motu agitur, longe alia res est. Discrimen sane inter ictus corporum solidorum, & actionem sive solidi in fluidum, sive fluidi in solidum, fusius exponit Vir Cl. quod discrimen cum me minus advertisse censeat, ex eo fonte fluere pronunciat quicquid Erroris in meis Propositionibus continetur. Ego vero differentiam istam ut recte traditam a Viro Cl. lubens admitto, & aio me communem illam doctrinam neutiquam ignorasse, cum nihil frequentius in Mechanicis scriptoribus occurrat, sed casus quosdam novos exposuisse, quibus ea doctrina cum adhiberi nequiret, alia erat incunda ratio atque hætenus fuerat usurpata. Ea tribus verbis absolvi potest. Nam, ut exemplo facillimo utamur, quiescere ponatur Cylindrus aquæ datæ longitudinis in dato tubo, & moveatur per istum tubum Cylindrus alius solidus pari diametro, ac datâ velocitate in Cylindrum aqueum impingat. Quid inde futurum est? Nempe totus Cylindrus aquæ eo ictu in motum ciebitur, pari ratione, ac si fuisset & ipse solidus Cylindrus: alter vero Cylindrus Motus sui partem momento temporis deperdet, & ambo Cylindri communi velocitate per tubum deferentur. Simili modo res eveniet, si Cylindrus aqueus per tubum fluens Cylindro solido quiescenti

centi impegerit. Quod si Cylindrus aqueus data velocitate per tubum feratur, eique occurrat Cylindrus solidus aliâ velocitate, ita ut quantitates Motuum Cylindri aquei & solidi utrinque pares sint, jam momento temporis destruetur utriusque Cylindri Motus, pariter ac si duo solida corpora æquali Motu prædita sibi mutuo occurrant. Casus magis compositos quoscunque ex dissertatione nostrâ de Motu Aquarum fluentium facile eruet Lector Eruditus, idemque simul videbit, quomodo id fieri possit, quod Adversarium Cl. præcipue torfisse videtur, nempe, quod Sanguinem toto impetu ex Ventriculo ruentem sisti posse docuerim, occurrente in contrarium corpore solido datâ Motus quantitate prædito.

Quod autem nos amicè admodum hortatur Vir Candidissimus, ut sepositâ nostrâ de Vasorum ictu Hypothesi, & Vi pressuræ, quâ Naturam uti censet, pro Principio adhibitâ, Theoremata alia construamus; id profecto, nisi gravi morbo impeditus perfunctorie prorsus evolvisset nostram Dissertationem, dudum à nobis præstitum animadvertere potuisset. Quum enim ponimus Motum Cordis in ratione temporis augeri, eâdem utique Hypothesi utimur, ac si Vim pressionis adhibeamus. Hoc autem posito, Motum ex Cordis Potentiâ oriundum determinavimus, duplo scilicet majorem quam ubi Ventriculorum ictu res peragitur. Calculum vero ipsum, ut satis facilem & priori nostro similem, Lectori reliquimus instituendum. Quæ autem sequuntur Theoremata & in iis Theorema quintum, quod rejiciendum statuit Vir Cl. tanquam ex Hypothesi de Ventriculorum ictu deductum, neutiquam pendent ex istâ Hypothesi, sed ex ipsâ Hypothesi Doctissimi Adversarii pari facilitate demonstrantur.

Nequaquam dubitamus, quin ipse Vir Cl. quid ista veri habeant, si in vivis adhuc ageret, pro suâ sagaci-

rate facile perspecturus foret; jam vero, quoniam egregium illud Rei Medicæ Lumen amisimus, eadem aliis Eruditis perpendenda simul proponimus & dijudicanda. Tibi præsertim, Vir Doctissime, cujus auctoritatem & ille plurimi fecit, & nos præcipuam habemus, Judici simul integerrimo & maxime idoneo, totam istam disputationem lubentissime subjicimus:

---

III. *Methodus Differentialis Newtoniana Illustrata.*  
*Authore Jacobo Stirling, è Coll. Balliol. Oxon.*

**A** Rithmeticæ pars præcipua consistit in inveniendâ in numeris quantitate quâcunque determinatâ; cum vero quantitatum & numerorum natura non patitur ut omnes quantitates exhibeantur in numeris accurate, necesse habemus ad Approximationes confugere. Hoc est, ubi quantitatum valores mathematice accurati nequeunt obtineri, quærendi sunt ii qui ab accuratis distant minus datâ quâvis differentiâ.

Quicquid hâc de re à Veteribus ad nos pervenit, vel est particulare, ut Methodus eorum reducendi Æquationes Quadraticas; vel saltem usibus generalibus male destinatum, ut Methodus Exhaustionum. *Vieta* quidem primus erat qui aliquid generale in hâc arte assequutus est: quippe invenit methodum reducendi Æquationes Rationales, quæ solæ tunc in usu erant. In hâc acquievêre omnes Geometræ ex ejus temporibus usque ad ea *Newtoni*. Hic ex Interpolationibus primo pervenit ad Series: quas postea ad reductionem Æquationum omnium omnino generum universaliter applicuit. Hæc autem methodus procedit per quantitatum nascentium & evanescentium rationes primas & ultimas, seu si ita loqui liceat, per quantitatum coincidentium.

