

C'ERA UNA VOLTA

Luigi Galvani 1780: alle radici della elettrofisiologia

di Silvano Boccardi

Correva l'anno di grazia 1780 quando una mattina nella bella villa al Poggio "... dum scalpelli cuspidem unus ex iis , qui mihi operam dabant, cruralibus huius ranae internis nervis, casu vel leviter admoveret, continuo omnes artuum musculi ita contrahi visi sunt in vehementiores incidisse tonicas convulsiones viderentur..."

Così nel bel latino del suo *De Viribus electricitatis in motu musculari Commentarius* Luigi Galvani racconta l'episodio accidentale che attrasse la sua curiosità e che doveva dare origine a una serie infinita di geniali espe-

rimenti e di ingegnose spiegazioni. E ad una fra le più memorabili querelles della storia della scienza, tanto da far dire cinquanta anni dopo a Du Bois-Reymond, che di elettricità se ne intendeva, che 'la tempesta originata dalla pubblicazione del Commentario nel mondo della fisica, della fisiologia e della medicina poteva essere paragonata soltanto a quella che si è presentata all'orizzonte durante lo stesso periodo alla fine del diciottesimo secolo': cioè negli anni che hanno visto la Rivoluzione Francese e la nascita dell'era moderna.

Ma anche un episodio che il fisiatra di oggi può considerare tranquillamente come una pietra miliare nella lunga catena di preziose conquiste che, tra dubbi e incertezze, illusioni e delusioni hanno costellato la faticosa costruzione delle fondamenta teoriche della sua disciplina.

A quel tempo l'esistenza di

fenomeni biologici attribuibili all'elettricità ed al magnetismo erano noti da tempo, e l'elettricità statica, compresa quella di origine animale, era utilizzata in medicina in una vasta gamma di affezioni. Tra i medici elettroterapeuti troviamo anche Jean Paul Marat, che proprio in quegli anni, forse preparandosi agli orrori del Terrore, conduceva esperimenti di elettrocuzione su un piccione, una rana, un cane e un gatto e trattava con l'elettricità 'tumori indolenti, geloni, eruzioni della pelle, edemi degli arti, reumatismi, crampi, dolori vaghi, paralisi, perdita di movimenti e rigidità senza cause apparenti, malattie prolungate dei bambini con ritardo di crescita'.

Ma di fronte a quella rana che, preparata secondo le sue regole, posta su un tavolo a distanza da una 'macchina elettrica' e toccata da in suo assistente con la punta di un scalpello entrava in uno stato di violente contrazioni

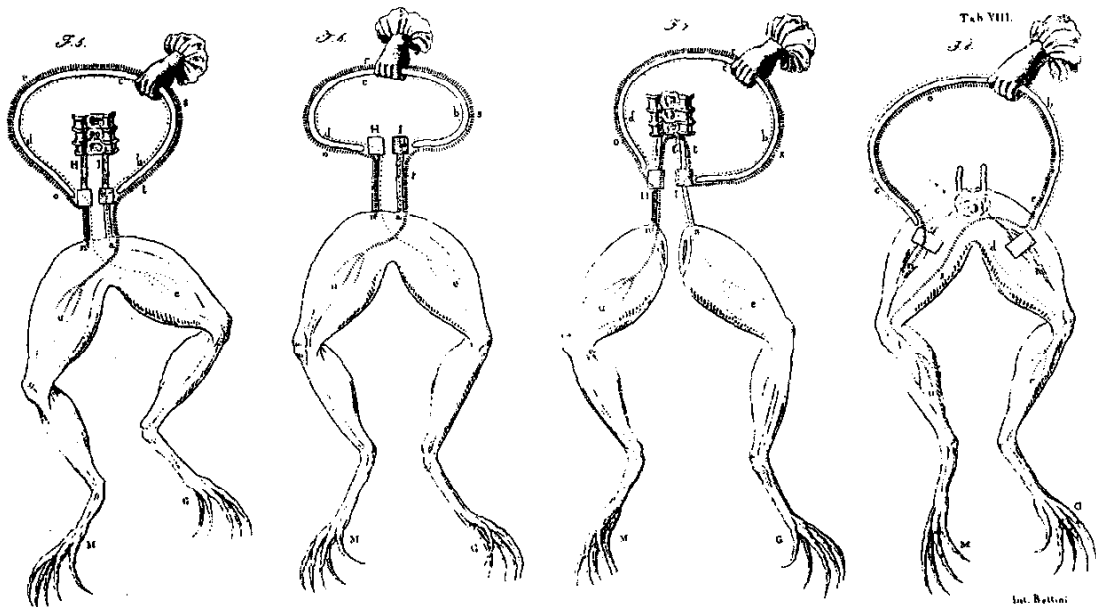


Fig 11.

toniche, l'insigne Anatomico e Ginecologo bolognese, ammirato della novità della cosa, fu spinto 'secum ipso cogitantem' a ripetere l'esperimento allo scopo di 'quid occultum in re esset in lucem proferendi'. E' scattata ancora una volta la scintilla -mai come in questo caso la metafora è appropriata- del grande scienziato che, da Archimede a Newton, da Jenner a Fleming, osserva più o meno casualmente qualcosa di insolito e si adopera per portare alla luce quello che vi è nascosto. E molte volte questo qualcosa si rivelerà importante per la storia dell'umanità.

Così Galvani moltiplica senza requie gli esperimenti, variando la natura, le dimensioni e la lunghezza dell'arco conduttore, cambiando tipo di muscoli, inserendo isolanti diversi in punti diversi, utilizzando animali robusti o defedati, cambiando l'ambiente: esterni, interni e anche l'acqua. Celeberrima l'esperienza del 20 settembre 1786 che apre la terza parte del Commentario: i muscoli di una serie di rane attaccate ad una inferriata in ferro del giardino pensile di Galvani grazie ad un uncino entravano in

convulsione quando le zampe toccavano l'inferriata, anche quando nel cielo non si verificavano fenomeni elettrici: 'non solo fulgurante coelo, sed interdum etiam quiescente et sereno'. Può confortare il ricercatore di oggi, che a volte è costretto a ritoccare i dati di una sua ricerca per meglio sostenere la sua tesi, il fatto che Galvani nel primo manoscritto definisca l'uncino 'dello stesso materiale di cui era fatta l'inferriata', mentre nel Commentario a stampa parla di 'unci aerei', cioè di bronzo, riconoscendo così che l'arco era costituito da due metalli.

Dopo un brevissimo periodo di esitazione sulla natura dei fenomeni, Galvani formula la teoria della "elettricità animale" che difenderà fino alla morte con gran copia di ulteriori esperimenti e centinaia di preziose pagine, scritte con grande lucidità. In sostanza afferma che nei tessuti animali è presente elettricità, in particolare nei nervi e nel muscolo, che si comporta come una piccola bottiglia di Leyda (come quella che era stata inventata quaranta anni prima da Verklein e van Muschenbroek) e contiene all'interno elettricità positiva, che

trasmette al nervo, costituito da un interno conduttore e da un esterno oleoso. Quando un corpo conduttore (un arco) mette in comunicazione il nervo con la parete esterna del muscolo, elettricamente negativa, si crea una corrente -Galvani all'inizio la chiama "una torrente"- che provoca uno sbilancio, a sua volta causa della contrazione. "I metalli avvalorano la forza dell'elettricità animale, naturalmente sbilanciata, non la sbilanciano essi". L'elettricità parte dal muscolo e torna al muscolo per la via più breve: il nervo, naturale conduttore dell'elettricità, e l'arco con le sue armature.

Degna di nota è l'ipotesi sulla genesi delle contrazioni volontarie. La mente (Galvani scrive "l'anima dal cervello dove risiede") con la sua "meravigliosa e incomprensibile forza" può inserire qualche impeto nel cervello o direttamente in un nervo. Il fluido neurolettico fluisce dal muscolo corrispondente a quella parte del nervo che ha ricevuto l'impulso, dove supera la resistenza della membrana e poi, come attraverso un arco, viene riportato al muscolo di cui provoca la contrazione: una spiegazione che cer-

tamente farà piacere ai riabilitatori cognitivisti. Nei movimenti involontari o riflessi le cose sono più semplici; gli agenti stimolanti agiscono sui nervi o sul midollo o sul cervello e richiamano il fluido nervoso che attraverso i conduttori ritorna al muscolo

In sostanza, tre sono le ragioni per la produzione delle contrazioni muscolari: una violenta sopraccarica della boccetta muscolare indotta dalle forze dell'anima, una sopraccarica forzata determinata da qualche agente estrinseco che spinge l'elettricità dal cervello al muscolo e una scarica parimenti violenta e forzata che si ha quando qualche agente esterno applicato al nervo o al muscolo fa sì che l'elettricità della superficie interna del muscolo ascenda nel nervo per poi riportarsi alla superficie dello stesso muscolo.

Ma la teoria dell'elettricità animale spiega anche le condizioni patologiche e in particolare l'eccesso di contrazioni nell'epilessia e la loro deficienza nella paralisi; in ogni caso si tratta di una contaminazione dell'elettricità animale che passa lungo i nervi sia dai muscoli che da altre parti del cervello in rapporto alla quantità e alla qualità degli "acidi e

degli umori depravati" che ristagnano nel cervello malato. Negli anziani questi segni sono più intensi perchè si accumula una maggiore quantità di elettricità contaminata per la durezza e la secchezza della sostanza oleosa dei nervi e per la ridotta sudorazione.

Tempi felici quelli in cui, pochi giorni dopo la diffusione delle prime osservazioni di Galvani, già si potevano leggere i commenti di uomini come Spallanzani, Baretti, Malacarne, Carminati. E anche le prime congratulazioni di Alessandro Volta, che però da quel grande sperimentatore che era volle rifare le esperienze di Galvani falsificandole e arrivando alla conclusione, drammatica per l'Anatomico bolognese, che non vi è alcuna differenza tra elettricità animale e elettricità naturale, che in tutta la faccenda l'elettricità animale non c'entra gran che e che tutto dipende dall'attività dell'arco conduttore. E neutralizza gli argomenti forti dell'antagonista (le contrazioni muscolari si possono avere anche con un arco monometallico o addirittura senza metalli) affermando il ruolo dell'eterogeneità delle sostanze presenti nei punti di contatto dell'arco con i muscoli nei quali

veniva generata l'elettricità e ipotizzando per la prima volta l'esistenza di correnti elettriche nei conduttori di seconda classe -come oggi sappiamo-, veicolate dagli spostamenti ionici. E infine prendendo lo spunto da queste certezze per la serie di esperienze che lo portò alla invenzione della pila. A Galvani e a Volta insieme dobbiamo quindi il punto di partenza dell'elettrodinamica e quindi in sostanza le basi dell'elettrologia moderna.

E' davvero un bell'insegnamento vedere come Galvani, moltiplicando le esperienze e variando le interpretazioni, cerchi di difendere con infinita passione le sue idee. E con quanta dignità lo faccia: nelle lettere allo Spallanzani, suo interlocutore privilegiato e suo intermediario nei confronti del Volta, definisce questi dottissimo Autore, cortese e sì illustre Professore, accurato Sperimentatore, solenne Maestro, eccellente Filosofo. E solo quando è molto arrabbiato "il signor Volta" o addirittura -solo una volta, per quanto mi consta- "il Volta". O gran bontà...

E' commovente l'auspicio che chiude la prima memoria allo Spallanzani. "Ora ch'io spero dalla gentilezza... e dall'onestà sua

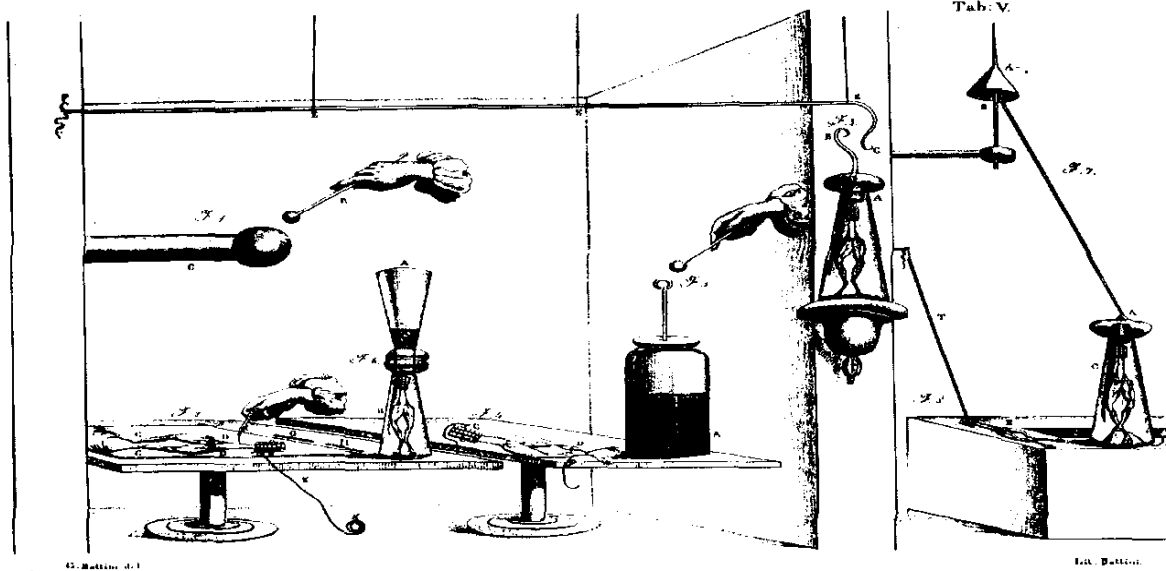


Fig. 12.

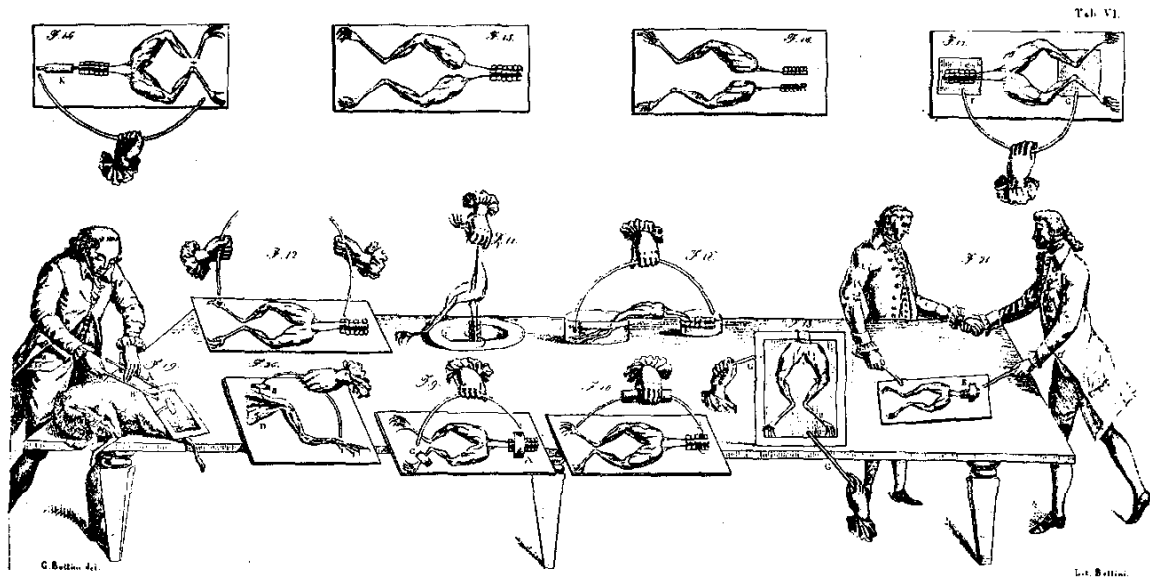


Fig 14

(del Volta) il pieno assenso alle conseguenze da me dedotte. Ciò ed a me sarà gloria e all'elettricità animale di vantaggio e splendore, massimamente se, riconosciuta per vera, vorrà pure accordarle i suoi studi e le sue fatiche e arricchirle di quei bellissimi e inegnosissimi esperimenti che sono propri di lui."

Come è difficile trovare un esempio di tanto fair play nelle discussioni scientifiche di oggi, si tratti di quella, colorata al "colore dei soldi" tra Gallo e Montagner a proposito dell'HIV o, per restare nel nostro piccolo orto, delle dispute tra i sostenitori delle differenti metodiche riabilitative.

Per cercare nuovi argomenti a favore delle sue tesi Galvani si sottopose ad un faticoso viaggio per mare a studiare le torpedini a Rimini e a Sinigaglia (non tutti possono andare nelle isole Galapagos) riportandone delle vivaci vignette "che destarono ammirazione e profonda affezione". Ma è costretto ad ammettere più volte che è disponibile a scartare la propria opinione non appena altri uomini istruiti ne dissentissero e nuove scoperte o nuovi sperimentatori ne dimostrassero l'infondatezza, "non

avendo io certamente altro scopo nelle mie ricerche che la pura e semplice verità, alla quale sola può andare congiunta quella utilità che bramo recar possano un giorno queste mie, quali che siansi, ricerche e congetture".

Bene osservava un secolo dopo il prof. Gherardi, commentatore principe del Galvani, che se questi fosse vissuto qualche anno di più (è morto nel 1798, pochi mesi dopo la pubblicazione delle fondamentali ricerche di Volta con il Condensatore) si sarebbe probabilmente appigliato al partito della supposizione, da lui stesso definita possibile, che dava ragione al suo antagonista. "Talmente che niuno ora ragionevolmente contraddirebbe chi sostenesse che il Volta non meno che il Galvani ebbero torto di non attenersi alla riserva del partito medio", ossia alla conciliazione delle due opinioni.

Ancora meno potremmo "contraddire ragionevolmente" noi posteri, che di quel confronto davvero epico tra due grandi uomini possiamo godere le abbondanti e certamente allora imprevedibili ricadute.

Non ha senso, naturalmente,

ricordare che cosa Volta abbia rappresentato per la scienza e per la tecnologia moderna. Ma non è difficile intravedere nelle osservazioni di Galvani l'origine di tante scoperte che hanno portato ad acquisizioni fondamentali anche in biologia e medicina. Ancor oggi il suo nome è legato a numerosi importanti fenomeni: la preparazione alla Galvani delle rane, tanto efficace da rappresentare il migliore elettrometro disponibile a quei tempi; il Galvanismo (la definizione è di un altro grande scienziato, von Humboldt); la corrente galvanica; la galvanoterapia. Ma le ricadute vanno molto più lontano. Dobbiamo ricordare che Galvani aveva in qualche modo stabilito la presenza di una polarizzazione delle membrane muscolari e nervose (anche se allora non era chiara la distinzione funzionale tra muscolo e fibra muscolare, tra nervo e fibra nervosa), la possibilità di stimolare un nervo attraverso il muscolo e la presenza delle correnti di demarcazione. Per cui tra le ricadute lontane non è illecito inserire tecniche di grande utilità in diagnostica medica, basate sulla detezione della "elettricità animale", l'ECG, l'EMG, l'ENG, l'EEG, e perchè no la RMN, o sulla stimolazione

elettrica di tessuti, dall'esame elettrodiagnostico classico alla stimolazione magnetica, ai potenziali evocati. Per non parlare dei vantaggi apportati alla ricerca di base dalla possibilità di rilevare direttamente dai singoli neuroni l'attività elettrica "animale".

E infine, naturalmente, l'elettroterapia, alla quale gli studi di Galvani e le scoperte di Volta danno finalmente dignità scientifica. Figli e nipotini di Galvani sono le decine e decine di tipi di corrente elettrica con le quali sono venuto a contatto nei molti decenni del mio mestiere di fisiatra, quasi sempre con l'indicazione che si trattava dell'ultimo e insuperabile mezzo terapeutico messo a disposizione del medico dalla tecnologia più aggiornata. E a Galvani e a Volta è giusto risalire per comprendere le basi teoriche, reali o presunte, della galvanoterapia, ovviamente, dell'elettrostimolazione del muscolo denervato, della ionoforesi terapeutica, della

elettroanalgesia e -ultimo rigoglioso virgulto- della stimolazione elettrica funzionale.

Ma non possiamo certo attribuire a loro la colpa per il gran numero di promesse non mantenute e, perchè no, di utilizzazioni fraudolente delle correnti terapeutiche consumate negli ultimi duecento anni. Come sarebbe desiderabile che i moderni produttori e utilizzatori degli apparecchi di elettroterapia avessero ereditato insieme all'entusiasmo lo scrupolo e il rigore che i due grandi mettevano nelle loro ricerche e nelle loro congetture!

Quando ho letto per la prima volta le pagine di Galvani, mi era sembrato di vedere nei due contendenti due tipici rappresentanti delle due terre di origine: passionale, estroso l'emiliano, che immaginavo robusto e sanguigno; freddo, concreto, rigoroso il lombardo, che naturalmente aveva ragione. Ho poi saputo che in realtà Galvani era

uomo onesto, mite, modesto, caritatevole, pio e osservante. Considerava il suo lavoro come una vera missione spirituale in favore dei malati. Diede la miglior prova del suo carattere quando si rifiutò di prestare il giuramento ateo richiesto da Napoleone a tutti i pubblici ufficiali della Repubblica Cisalpina, perdendo così tutti i suoi uffici all'Università e all'Accademia e consumando in povertà i suoi ultimi giorni. La notizia della restituzione dei suoi incarichi, ottenuta per l'impegno dei suoi amici, è arrivata dopo la sua morte, avvenuta il 4 dicembre 1798. Riposi in pace, con la nostra ammirazione e la nostra gratitudine.

Le citazioni e le figure sono tratte dal volume: Opere edite ed inedite del professore Luigi Galvani, raccolte e pubblicate per cura dell'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna - Bologna, Tipografia di Emidio Dell'Olmo - MDCCCXLI