

**INTORNO GLI EFFETTI DELLA CORRENTE ELETTRICA CONTINUA
SULLE FUNZIONI DEL GRAN-SIMPATICO; NUOVE ESPERIENZE DEL
CONTE CAV. FRA FILIPPO LINATI E DEL DOTTOR PRIMO
CAGGIATI DI PARMA.**

Gl'infiniti e svariati processi chimici a cui dà luogo il meccanismo della vita, come producono calorico in quantità proporzionata a' processi stessi ed al bisogno degli atti vitali, così non ponno non produrre elettricità in copia grande. L'argomentare in contrario varrebbe quanto negare i risultati dell'esperienza e i più ovvii dettami della fisica e della chimica.

Ma una elettricità il cui svolgimento dee durare quanto la vita, dee aver misura dalle azioni che la conservano, e svolgersi in ogni punto dell'organismo, può ella rimanersi inefficace ed inutile, e senza profitto andare dissipata e dispersa?

Non avrà ella come il calorico, una proporzione coll'attività degli atti organici? Non interverrà ella a renderli più pronti, compiuti ed energici?

Tali considerazioni mossero molti a istituire scientifiche ricerche in proposito. Ma da un lato l'imperfezione dei mezzi esplorativi, dall'altro l'inerzia di chi si sta pago alle cose imparate, fecero scarsi ed incompleti a lungo gli acquisti dell'elettro-fisiologia e dell'elettro-terapia.

L'elettricità trovata fu dapprima come un valido eccitatore dei nervi e dei muscoli della vita di relazione, atta a ripristinarne le funzioni alterate o sospese e ad accrescerne l'attività; si osservò dappoi che i processi elettrici non producevano siffatti effetti se non che quando in pari tempo valevano a riordinare la nutrizione delle parti sulle quali era diretta la sua azione; e però l'elettrico mostrò per tal modo di ravvicinarsi colla propria azione, all'azione vivificante e moderatrice dell'agente nervoso.

Finalmente il ch. Matteucci ed altri distinti scienziati sulle tracce di lui, scoprìsero nell'intima trama del tessuto muscolare l'elettricità propria del medesimo, la quale tiene proporzione, e colla contrazione dei muscoli, e collo stato d'innerva-

zione di essi, e colla loro eccitabilità, e collo scambio de' materiali che li compongono.

Una tale scoperta dovea far presumere che in tutti gli altri sistemi ed apparati, l'elettrico esistesse ed operasse in modo con mezzi simili e con effetti egualmente utili.

E siccome dallo scioglimento di siffatto quesito dipenderebbero importantissime deduzioni ed applicazioni dell' agente in discorso alle occorrenze dell' arte salutare, così era ovvio il volgersi a ricercare l' azione dell' elettricità negli organi e nel sistema nervoso della vita organica, ove non era ancora stata studiata, e dove la sua azione doveva riuscire tanto più efficace, quanto quelli sono più sottratti all' azione turbatrice d' altri agenti esteriori e sfuggono di più ai mezzi dell' arte curatrice.

Infatti, se l' elettricità diretta sui muscoli valeva ad emulare gli effetti dello stimolo nervoso volontario, essa doveva avere uguale energia per surrogare l' eccitamento nervoso involontario: ora siccome quest' ultimo rimase fino a qui fuori dei nostri mezzi d' azione, l' averne uno nell' elettricità equivarrebbe al padroneggiare il grado e la forza degli atti speciali e dei processi nutritivi degli organi interni.

Ciò conduceva a pensare che se l' elettrico agiva sui nervi del gran-simpatice come sul sistema nerveo-muscolare, diverrebbe possibile di porre riparo a importanti alterazioni degli organi da quello innervati, come oggi è possibile di riparare con esso alle alterazioni ed alla inerzia dei muscoli. Queste importantissime e feconde riflessioni fecero sorgere già da molti anni vivissimo desiderio in me di vederle dimostrate dal fatto, ma non valendo gli eccitamenti ripetuti a fare che altri imprendesse una serie di esperienze a ciò dirette, mi accinsi io stesso alla prova, avvalorato dall' ajuto dell' egregio Dott. Primo Caggiati, che seppa tosto dare il debito valore ed alle precedenti induzioni, ed agli aspettati risultamenti.

Insieme adunque imprendemmo una serie di esperienze, il cui risultato venne consegnato ad una Memoria da me pubblicata nel 1857.

Un uomo d'anni 44 circa, di complessione discretamente robusta, di temperamento nervoso linfatico, d'abito gottoso ere-

ditario in cui lenta e difficile era la digestione, venne per parecchi giorni sottoposto ad un regime di vita sempre uniforme, e ad una sempre eguale alimentazione.

In capo ad alcuni giorni quest'individuo venne assoggettato all'azione dell'elettricità prodotta da otto grossi elementi alla Daniel.

Il modo d'applicazione adottato dopo non poche prove diverse, e che meglio corrispose al nostro intendimento fu il seguente:

Una lastra circolare di rame venne ricoperta di spugna umettata con acqua acidulata nella sua faccia anteriore, e questa fu applicata sulla cute della regione epigastrica, spalmata prima con sostanza cerebrale, alla quale fu riconosciuta la proprietà d'agevolare l'introduzione dell'elettrico nel corpo vivente e d'impedire la cauterizzazione della cute. Colla faccia posteriore di questa lastra fu attaccato il reoforo positivo della pila.

Un'altra lastra della lunghezza di 50 centimetri, similmente preparata fu applicata alla cute della regione dorsale parimente spalmata di sostanza cerebrale, e vi fu unito il reoforo negativo.

Per tal modo la corrente passava traverso al corpo del paziente in maniera da far sentire la sua influenza sui gangli intercostali del gran simpatico e sul plesso solare. Un galvanometro di mezzana sensibilità era compreso nel circuito.

Le esperienze vennero così continuate per oltre un mese, e le ore d'elettrizzazione sommarono in complesso a *sessantasette* circa. La elettricità, che passava traverso al corpo, era rappresentata da deviazioni dell'ago galvanometrico, che oscillarono dai 40 agli 80 gradi.

Il regime di vita e il dietetico tenuto dal paziente innanzi alle sedute elettriche, fu mantenuto inalterato durante i medesimi, e nei giorni che li seguirono: potè dunque farsi un esame comparativo tra le sue condizioni normali, tra quelle indotte dall'immediata azione dell'elettrico, e quelle che il fluido stesso lasciava nell'organismo dopo la sua intermissione.

Da un tal esame emersero i risultati seguenti:

1°. Le pulsazioni del cuore nel mattino a digiuno erano

prima d'usare l'elettricità da 51 a 53 per minuto, salirono a 60 durante la sua azione, e si mantennero a 58 e 57 per molti mesi appresso.

2°. La respirazione che dava normalmente 13 ispirazioni per minuto, ne diede 15 per l'influsso galvanico, e tornò normale al cessare tal influsso.

La composizione delle urine e le modificazioni di esse, doveva essere e fu precipuo tema delle nostre indagini, imperocchè nelle urine si raccoglie il prodotto della disassimilazione e questo viene a rappresentare l'attività relativa dei processi intermedi pei quali si compiono gli atti della vita.

Le urine dal paziente emesse nelle 24 ore furono quindi di per di raccolte e fatte oggetto di accurate chimiche analisi dal chiarissimo sig. Truffi, Professore di chimica inorganica nella nostra Università, che ci volle essere cortese dell'opera sua, e il cui distinto merito è il miglior garante dell'esattezza dei risultati.

Le analisi furono istituite su tutte le urine emesse nel decorso delle 24 ore, perchè dall'analisi di una quantità parziale non ne nascessero parziali risultati ed erronei giudizi. Nelle urine esaminate in precedenza alle applicazioni elettriche, rintracciassi assai meno d'urea che per ordinario non rinvenngasi in quella d'un individuo sano, non costituendo che i $\frac{12}{1000}$ delle urine esplorate, cioè 12 grammi per ogni 1000 del liquido; quantità presso a poco eguale alla metà di quella che s'ottiene normalmente. Ciò nullameno tale quantità era costante, poichè salvo leggerissime differenze, tale si mantenne per tutti quattro i primi cimenti chimici istituiti. L'elettrizzazione vi apportò subito un sensibile aumento, e però dopo la terza seduta la quantità dell'urea era salita a 16 grammi su 1000 d'orina. Crebbe poi a tale che dopo la sesta seduta giungeva a grammi 18 e dopo la decima a 19.

Quantunque nulla intervenisse a mutare la condizione degli esperimenti, pure quest'ultimo risultato nè crebbe, nè si mantenne, ma la quantità dell'urea ridiscese a 16 grammi su 1000 d'orina in capo a pochi giorni, il che è forse da attribuirsi a ciò che fu d'uopo diminuire di due oncie la quantità degli alimenti azotati presi dall'individuo in esperimento, per-

chè eransi fatti superiori alle esigenze del suo ventricolo. Tre giorni dopo avere smesse le applicazioni della corrente elettrica, la quantità dell' urea emessa nell' orina di 24 ore tornò ad essere di 12 grammi su 1000 sebbene nulla più fosse innovato nell'alimentazione del paziente e continuasse quindi a nutrirsi come durante quelle applicazioni.

Pressochè simili a quelle dell' urea furono le differenze che riscontraronsi nella quantità dell'acido urico. Prima dell'uso della corrente, 1000 grammi d'orina contenevano da 40 a 50 centigrammi di questa sostanza, corrispondenti alla metà di quella che per consueto vi esiste. Crebbe dappoi mediante l'elettrolizzazione, ma senza alcun rapporto col crescere dell' urea. Su 1000 grammi d'orina se n'ebbero 0,71 dopo la terza seduta, 0,82 dopo la quinta, 0,80 dopo la sesta. Poi discese alquanto per ricondursi ad 80, ed 81 centigrammi. Forse risentì anch'esso gli effetti dello scemato alimento poichè dappoi la sua quantità non trapassò mai i 65 centigrammi.

Col cessare delle prove elettriche, l'acido urico si ridusse alle pristino quantità, e lo si vide persino scemare da quelle per modo da non essere che 26 centigrammi dei 1000 grammi d'orina.

Di non minor rilievo furono le modificazioni che l'uso dell'elettrico apportò nella quantità de' sali a base inorganica che contengono nelle urine, e che furono considerati e cercati nel loro complesso. In fatto prima di avere usato l'elettricità, la quantità de' medesimi fu riscontrata, termine medio, di 7 ad 8 grammi per ogni 1000 di liquido orinoso; quantità che dopo l'uso di quella si vide crescere sebbene con maggior lentezza delle altre due suindicate sostanze, poichè non s'osservò in essi una differenza valutabile se non dopo la sesta seduta. Salirono allora a 15 grammi, ma per scender tosto pressochè alle cifre suindicate. Tosto però la quantità loro crebbe da capo. E sebbene lento fosse il progredire, e rallentato forse in oltre dallo scemare degli alimenti, pure la quantità loro dopo la sedicesima seduta toccava i 18 grammi. La sospensione delle azioni elettriche scemò anche questo componente delle urine, ma non con tanta celerità, nè in tanta misura, come l' urea e l'acido urico, poichè nell'analisi fatta dodici giorni dopo in mille gram-

mi d'orina, se ne trovavano ancora 15 di sali inorganici, mentre le altre due sostanze eransi ricondotte alla misura ordinaria.

Oltrecciò potè osservarsi che l'individuo, soggetto delle nostre esperienze, erasi avvantaggiato dell'influsso elettrico, sia per l'accresciuta facoltà digerente del ventricolo ed assorbente degli intestini, sia per altri apparenti e durevoli indizii di migliorata nutrizione.

Da questi risultati si deduce che l'elettricità di una corrente continua, diretta a rendere più attiva l'azione dei nervi del gran simpatico, produce i seguenti risultati:

1°. Rende più attiva, energica e frequente la circolazione aumentandone di un settimo all'incirca la celerità.

2°. Fa crescere altresì di un settimo circa l'attività delle funzioni respiratorie.

3°. Aumenta nella secrezione urinaria di un quarto circa la quantità dell'urea, e di un terzo almeno quella dell'acido urico. Duplica la quantità dei sali a base inorganica che vi si trovano.

4°. Rende più attivo il funzionare dello stomaco e degli intestini, più facili e riparatori i processi d'assimilazione.

I due primi corollari furono prima che da noi, posti in evidenza dagli esperimenti d'altri distinti fisici, e furono non ha guari il tema di una dotta Memoria letta dal Dott. Hiffelsheim all'Accademia delle scienze di Parigi il 1°. di febbrajo 1858. E siccome per siffatte indagini furon chiariti abbastanza i modi e le cause de' relativi fenomeni, così non ci parve di doverci con nuovi esperimenti trattenere intorno ai medesimi.

Tema ben più grave di ricerche e di studii, dovevano offerirci i fenomeni epilogati nei corollari seguenti perchè principalmente allo scopo di ottenerli, eransi fatti gli esperimenti suesposti, perchè nessuno erasi fin qui rivolto ad un tal genere di ricerche e perchè le applicazioni che alla fisiologia ed alla terapeutica potranno farsi dei possibili risultati sono della più alta importanza e tali da aprire novelle vie alla spiegazione dei più reconditi fenomeni della vita.

L'aumento dell'urea, dell'acido urico e dei sali calcari nelle urine per l'azione dell'elettrico, ci avevano rivelato che esso

aveva reso più attivo il processo di denutrizione al quale quello di nutrizione era parallelo nello stato normale. Ma per quali vie e con quali mezzi era ciò stato operato dall'elettrico?

Ecco ciò che restava a cercarsi e chiarirsi per stabilire le leggi generali che debbono presiedere a siffatto ordine di fenomeni. Ecco ciò che ci spinse ad imprendere la serie di esperimenti che ora sottoponiamo al giudizio degli scienziati. In questi esperimenti si sono fatti tema di studio :

1°. Le modificazioni che la corrente elettrica continua apporta nel processo di nutrizione, e però si ebbero in vista i fenomeni della digestione e dell'assorbimento, e la condizione degli organi che le compiono; stomaco, fegato, intestini. Lo stato della secrezione orinaria della bile e del sangue.

2°. I mezzi co' quali l'elettricità giunge prima a produrre siffatte modificazioni; e quindi si cercò se la sua azione fosse direttamente operosa sui parenchimi, oppure se agisse primitivamente sul sistema nervoso ed in tal caso se operasse piuttosto versandosi lungo i filamenti nervosi od esaltando la potenza dei centri gangliari.

3°. Si volle finalmente cercare in quali modi e con qual misura il sangue prendesse parte ai fenomeni elettro-fisiologici.

Gli esperimenti con cui si tentò di giungere allo scioglimento di siffatti quesiti furono tutti istituiti sopra animali e furono tutti fondati sul confronto dello stato anatomico, fisiologico e chimico degli organi e degli umori di un animale a cui si faceva sentire l'azione della corrente elettrica collo stato degli organi stessi in un altro animale non sottoposto all'azione di un tale agente.

I due animali sempre uguali di età e di ogni altra condizione fisiologica, erano nutriti con alimenti della stessa qualità e peso, e poi uccisi e sezionati contemporaneamente. Gli elettro-motori adoperati furono pile alla Daniel, che al vantaggio di dare una corrente lungamente costante, hanno su quelle di Bunsen quello di non svolgere esalazioni nocive e forse turbatrici delle normali condizioni degli animali che si volevano tema d'esperimento. Ciascuno di tali esperimenti verrà descritto in ordine di data, e il lettore potrà precorrere colle proprie deduzioni quelle colle quali, raccogliendo i fatti ottenuti, noi esporremo il risultato delle nostre operazioni.

Esperienza 1^a. — Due coniglie nate ad un parto dalla stessa madre vennero disgiuntamente nudrite colla stessa quantità d'alimenti il 25 e 26 Agosto 1857. Nel successivo giorno 27 ad uno dei detti animali fu raso il pelo in un punto centrale dell'addome e del dorso, onde porre ad immediato contatto del derma le lamine reofore di un apparato elettrico composto di tre grossi elementi alla Daniel.

Queste lamine vennero ricoperte di un sottile strato di spugna imbevuta d'acqua acidulata ed applicate ai due punti denudati che spalmaronsi di sostanza cerebrale agevolatrice del suo corso all'elettrico. Una fasciatura accrescendo il contatto tra le spugne e la cute rendeva più grande ed energico siffatto passaggio traverso al corpo dell'animale.

L'elettrizzazione incominciata alle 10 antimeridiane si protrasse alle 2 pomeridiane, segnando il galvanometro compreso nel circuito, 60 gradi in principio, e 45 sul fine dello esperimento.

28 Agosto. La stessa coniglia che nel dì precedente era stata elettrizzata, che per brevità indicheremo colla lettera *E*, e che era stata tenuta pel resto nelle stesse condizioni dell'altro animale non elettrizzato, cui indicheremo colla lettera *N*, venne di nuovo sottoposta alla corrente cogli stessi mezzi e modi suindicati; se non che si vollero sostituire alle lamine ed alle spugne, due sottili aghi d'oro nel sospetto che la fasciatura che tenea quelle in sede non turbasse qualche interna funzione. Ma gli aghi che convenne infliggere sotto il derma, eccitando vivi dolori nell'animale e ponendolo in agitazione, spesso staccavansi dalla cute, e però fu duopo ricondursi all'uso delle lamine coperte di spugna. Coll'uso di esse l'elettrizzazione durò non turbata dalle 2 alle 4 pomeridiane segnando il galvanometro 55 gradi.

29 detto. L'elettrizzazione durò dalle ore 9 e tre quarti ad un'ora ed un quarto pomeridiane. Durante la stessa, le fasciature suindicate non tolsero all'animale di compiere liberamente il suo pasto.

Il galvanometro segnò dai 70 agli 80 gradi.

30 detto. Dalle 9 e tre quarti antimeridiane, alle 3 del pomeriggio protratta venne l'elettrizzazione misurata da 75 gradi del galvanometro.

31. detto. Elettrizzazione di 4 ore: forza della corrente gradi 75. Delle due coniglie sempre mantenute nello stesso dietetico, furono mediante pressione estratte le urine. In quelle dell'animale *E* fu riscontrata una tenue quantità di zucchero di cui mancavano affatto quelle dell'altro. Nel restante di quel giorno e nella notte successiva l'una e l'altra coniglia furono tenute a digiuno.

1°. Settembre. Alle 7 antimeridiane 30 grammi d'erba verde somministravansi ad amendue gli animali. Alle ore 10 le urine esplorate non contenevano zucchero. Alle 10 e mezzo si sottopose nel consueto modo l'animale *E* all'azione della corrente, sostenuta dalle 10 e mezza ad un'ora e mezza. Allora ad un secondo cimento col reattivo cupro-potassico si riscontrò nelle sole urine dell'animale *E* sensibile quantità di zucchero. Nel resto del dì e nella notte non si diede ai due animali pasto o bevanda.

2 detto. A 7 ore della mattina le urine d'amendue gli animali eran prive di zucchero. Alle ore 7 e mezzo, pasto di 15 grammi d'erba verde. Alle ore 9 e mezzo la coniglia *E* fu di nuovo sottoposta all'azione della corrente, dalla quale venne influenzata fino alle ore 12 e mezzo.

Amendue gli animali vennero allora contemporaneamente uccisi mediante la sezione del midollo allungato. L'elettrizzazione aveva durato in complesso 25 ore all'incirca.

L'esame anatomico di questi animali fatto immediatamente dopo la morte, offerse i risultati seguenti:

Esisteva nella cavità pleuritica di *E* siero liquido in certa quantità, la superficie del polmone del medesimo era sparsa di piccole ecchimosi.

Per lo contrario le cavità stesse erano vuote in *N* e il polmone offriva una tinta rosea, chiara ed uniforme. In ambedue gli animali l'esame esterno del ventricolo non appalesò differenze notevoli, se non che quello di *E* era di volume alquanto minore dell'altro. Debbe ciò accagionarsi, non già al diverso volume dell'organo rispettivo, ma a quello bensì delle sostanze contenute, imperocchè quelle del primo pesavano 6 grammi e 50 centigrammi, quelle del secondo 8 grammi e 2 centigrammi. Parti uguali di codeste sostanze vennero disciolte in egual

quantità d'acqua stillata e poi filtrate, ottenendosene due liquidi di giallognoli, dei quali, quello spettante all'animale non elettrizzato dimostravasi assai più denso ed opaco. Tal diversità era il risultato della presenza in questo liquido di tenue quantità di albumina, d'albuminosi e di zucchero fatta palese dalla chimica analisi; di queste tre sostanze non si scoprì la benchè menoma traccia nel liquido proveniente dalle sostanze in digestione nel ventricolo di *E*.

Il fegato era in quest'ultimo di un colorito rosso scuro più carico che in quello dell'altro animale. Presi 8 grammi di fegato da ciascuno di essi, vennero disgiuntamente triturtati e pestati in un mortaio e mischiati in distinti recipienti a trenta grammi d'acqua stillata; le miscele introdotte in due piccole storte e portate alla temperatura di 60 gradi circa, acquistarono apparenze diverse; quella proveniente dal fegato di *E* apparve molto più opaca e lattiginosa, e si tinse di un color rosso sbiadito tendente al giallognolo: per lo contrario quella ottenuta dal fegato dell'altro animale, era assai meno opaca e d'un color rosso più vivo.

Fatti passare per nuovo filtro i liquidi ottenuti, presentano le stesse differenze di densità e colore, offerti già dalle decozioni. Questi due liquidi vennero in disparte disgiunti in due porzioni: nell'una s'infuse una miscela d'alcool e d'etere in parti eguali, il che vi produsse la separazione d'una sostanza molle e gialliccia che si stese alla superficie, e formò nel liquido proveniente dall'animale *E* uno strato tre volte più alto che nel liquido procedente da *N*: l'altra metà dei liquidi filtrati venne cimentata col reattivo cupro-potassico, e amendue dimostrarono di contenere una ragguardevole quantità di glucosa in quantità pressocchè eguale.

La milza era in *E* di un colorito più fosco, e gl'intestini suoi contenevano feci molto più solide.

Lo siero del sangue dell'uno e dell'altro animale diluito con acqua stillata venne portato all'ebullizione onde coagularne l'albumina. Dopo filtrate; le miscele si trattarono col liquore di Bareswille il quale rivelò la esistenza in ciascuno di una non tenue quantità di zucchero; questa però era maggiore nel liquido proveniente da *E*, poichè esso in quantità uguale di liqui-

do, riduceva una maggior quantità di reattivo. Le urine dell'uno e dell'altro animale furono raccolte e consegnate al Prof. Truffi perchè mediante l'analisi chimica determinasse la quantità di urea contenuta in ciascuna di esse.

Ecco la trascrizione testuale dell'analisi quale venne offerta dal suddetto chiarissimo sig. Professore:

« L'illustrissimo sig. Conte fra Filippo Linati trasmetteva al sottoscritto grammi 18 orina di coniglio segnata colla lettera *E*, ed in vaso separato grammi 40 di altra orina spettante pure a coniglio, e distinta colla lettera *N*.

Interessava il conoscere *quale delle due urine fosse più ricca in urea*; e poichè parve allo scrivente che col metodo suggerito dal Millon si potessero raccogliere elementi abbastanza esatti per la soluzione del suespresso quesito, così attuavasi il processo operativo analitico ora accennato. Il quale consiste nel mescolare l'orina in proporzioni debite collo sciolto dell'azotato di protossido di mercurio (azotito di alcuni chimici) all'oggetto di muovere la decomposizione dell'urea che nettamente dividesi in gaz azoto, il quale trascurasi ed in acido carbonico, dal peso del quale si induce quello del materiale escrementizio azotato di cui è parola.

La esattezza de' risultati di questo metodo analitico dipende come ognuno può prevedere, dalla precisione colla quale: 1°. L'acido carbonico si asciuga sul cloruro di calcio spugnoso e purissimo. 2°. Tolto lo stesso acido viene fissato dallo sciolto potassico del tubo condensatore alla Liebig. 3°. Si evita lo sviluppo e l'assorbimento dei vapori azotosi.

Ed è per tali considerazioni che oltre alle cautele di minor conto, ogni maggiore si adoperava nell'esaminare le due urine superiormente indicate, di ognuna delle quali si adoperarono all'uopo 18 grammi. E con questa quantità l'orina segnata *E* produsse 61 centigrammi di acido carbonico, i quali (giusta le indicazioni numeriche del Gerardt) accennano ad 83 centigrammi di urea; e l'altra orina segnata *N* sviluppò soli 37 centigrammi del medesimo acido che corrispondono a centigrammi 50 di urea.

Poichè l'orina *N* trasmessa allo scrivente pesava 40 grammi e nella precedente esperienza ne furono adoperati soltanto 18,

così sui 22 grammi residuali si rinnovava l'operazione di *controllo*, e le risultanze furono proporzionali al peso maggiore del liquido orinoso adoperato, mentre si ebbero 45 centigrammi d'acido carbonico i quali corrispondono a 61 centigrammi di urea. In questo modo rimase addimostrata l'esattezza della valutazione operata sui grammi 18 della orina *N* e quantunque la piccola quantità dell'orina *E* abbia impedito l'operazione di *controllo*, nondimeno rimane la somma delle probabilità per ritenere esatta la quantità di 83 centigrammi esprimenti l'urea dei 18 grammi orina *E*.

Perchè le analisi istituite riescano meglio paragonabili tra di loro, se ne possono riferire i risultati a 1000,00 e così avremo che 1000 di orina del coniglio *E* racchiudono grammi 46,10 d'urea e che 1000,00 del coniglio *N*, contengono grammi 27,80 d'urea.

Per le cose fin qui discorse rimane dimostrato che l'orina *E*, presentava una quantità d'urea maggiore di quella dell'orina *N*.

Il contesto del precedente esperimento e l'analisi che l'accompagna ci porsero già non dubbia prova che l'elettricità aveva reso più pronto ed agevole in *E* il processo digestivo, poichè minor copia di sostanze trovavasi nel suo stomaco, e queste meno ricche in parti nutritizie. L'accresciuta attività del fegato ci si appalesò dalla maggior copia di sangue in esso esistente, dalla maggior copia di bile in esso prodotta; finalmente la maggiore attività del processo di nutrizione e di denutrizione ci fu resa palese dall'urea eliminata in tanta maggior copia dai reni dell'animale *E*. Questi tre importantissimi fatti ci verranno confermati da tutte le seguenti esperienze.

Esperienza 2ª. — Con due conigli di circa 9 mesi figli di un sol parto si ripeteva l'esperimento sovra esposto, valendosi egualmente di 3 coppie di Daniel per produrre la corrente e del medesimo sensibilissimo galvanometro per misurarla.

Quello dei due animali destinati alla elettrizzazione, la subiva ogni giorno per tre o quattro ore di seguito. E siccome fu ripetuta da 6 giorni consecutivi, così si ebbe un totale di circa 26 ore di elettrizzazione, la quale sebbene fosse più lunga di un'ora di quella applicata all'animale dell'esperimento

num. 1°. doveva aver esercitato una minore influenza, perchè il galvanometro segnò sempre un minor numero di gradi, e ciò forse per essere i conigli più grassi e più vecchi.

Prima della sesta ed ultima elettrizzazione, gli animali si tennero digiuni per 15 ore, a capo delle quali si introdusse nel ventricolo di ciascuno 20 grammi di latte mediante una sonda di gomma elastica. Terminata l'ultima elettrizzazione si uccisero contemporaneamente amendue, ed apertone il cadavere si rinvennero le seguenti differenze:

Nella cavità peritoneale dell'animale *E* esisteva una certa quantità di siero albuminoso. Il ventricolo del medesimo era meno voluminoso dell'altro e le materie contenute in esso erano di un terzo minori, indizio di più facile e celere digestione. Diluite coll'acqua stillata e passate pel filtro le sostanze contenute nell'uno e nell'altro ventricolo, si ottennero due liquidi aventi apparenze presso a poco uguali, e che esposti all'ebullizione e trattati coll'acido nitrico fecero conoscere la presenza di pochissima albumina in quantità a un dipresso uguale in amendue.

Prima di cominciare l'ultima elettrizzazione era stata vuotata la vescica ad amendue i conigli, mediante la pressione più volte ripetuta sulla parte inferiore del bassoventre. Durante l'esperimento venne impedita in amendue l'espulsione dell'orina, e all'autopsia fu visto che la vescica di *E* conteneva orina più copiosa, meno torbida e meno alcalina di quella di *N*.

La milza di *E* aveva un colorito più scuro di quella di *N*.

Fatta ricerca dello zucchero nei vasi sanguigni si trovò che in tenue quantità esisteva nel sangue arterioso di *E* e mancava affatto in quello di *N*. Per rispetto poi al sangue venoso dei due animali, esso fu tolto dalle cavità destre del cuore e vi si rinvennero tracce molto sensibili di zucchero; ma queste erano più manifeste nell'animale elettrizzato, giacchè il reattivo cupro-potassico dava col liquido ricavato dal sangue di quest'ultimo un sedimento rosso amaranto, mentre coll'altro, il deposito era più scarso e di un color giallo più sbiadito.

Esperienza 3ª. — 9 Ottobre. Volendo agire più direttamente sul nervo gran simpatico, l'esperienza venne modificata nel modo seguente :

Due conigli gemelli di circa 50 giorni furono lasciati a digiuno 36 ore, poscia vennero dati a ciascuno 15 grammi d'erba fresca. Consumato che ebbero l'alimento, fu fatta ad uno di essi un'incisione nella parte laterale del collo, e messo a nudo il tronco cervicale destro del gran simpatico, si tenne isolato dalle parti circostanti mediante un pezzetto di seta. Il filamento nervoso fu messo in comunicazione col polo positivo di due pile di Daniel, l'altro reoforo venne applicato nella parte media del bassoventre. Appena la corrente elettrica cominciò a passare ne seguì tosto una copiosa evacuazione di feci, ed un tremito fortissimo invase tutto il corpo dell'animale e durò pressochè mezz'ora.

La corrente che attraversava il corpo dell'animale non era sempre di uguale intensità; e però il galvanometro, chiuso nel circuito segnava or 20, or 30, ora 40 gradi. L'elettrizzazione durò cinque ore di seguito e appena fu sospesa, i due conigli vennero uccisi col taglio del midollo allungato.

Il volume del ventricolo appartenente all'animale *E* era circa la metà di quello dell'altro. Infatti le sostanze contenute nel primo pesavano 13 grammi e 40 centigrammi, quelle contenute nell'altro pesavano 20 grammi e 30 centigrammi. Le sostanze contenute nel primo erano più compatte, più grossolane, ed avevano un colore verde più chiaro; sciolte nell'acqua stillata e passate pel filtro non fu trovata nel liquido alcuna traccia di albumina, bensì una piccolissima dose di zucchero; quelle dell'altro animale, trattate nello stesso modo, diedero indizio di contenere albumina; e col reattivo cupro-potassico mostrarono più decisa la reazione dello zucchero.

Nel ventricolo *E* eransi adunque fatti con maggiore celebrità la digestione e l'assorbimento.

Amendue le materie chimose davano reazione acida, ma quelle di *E* arrossivano più vivamente la carta di tornasole.

La cistifellea del coniglio elettrizzato avea un volume due volte maggiore di quello dell'altro animale, perchè conteneva una dose di bile doppia e più oscura di quella dell'altro.

Le orine dell'animale *E* erano di un colore rossigno, erano limpide e più copiose; quelle di *N* erano giallastre e torbide. Lo zucchero mancava nell'una e nell'altra.

Il sangue raccolto nel destro ventricolo del cuore di *N* era privo affatto di zucchero; quello di *E* raccolto nello stesso punto non ne presentava che debolissime tracce, forse pel più celere processo nutritivo.

Le feci contenute negli intestini di *E* erano in minor quantità e più dure.

Esperienza 4^a. — 20 Ottobre. I risultati ottenuti nel precedente esperimento mossero desiderio di vederli confermati un'altra volta. A tale scopo due conigli del medesimo sesso, eguali di età e di grossezza, furono lasciati in completo digiuno per 36 ore; poscia vennero esibiti a ciascuno 40 grammi di erba fresca. Dopo che ambidue l'ebbero tutta consumata, venne messo allo scoperto il tronco cervicale del gran simpatico destro dell'uno di essi, e dopo averlo isolato dalle parti circostanti venne messo in comunicazione col reoforo rame di due pile di Daniel, mentre quell'altro reoforo era applicato mediante un disco metallico nella parte centrale dell'addome preparato nel solito modo; la corrente passava attraverso il corpo dell'animale, così il galvanometro compreso nel circolo segnava 70 gradi.

Dopo circa un quarto d'ora alcuni movimenti dell'animale determinarono la rottura del filamento nervoso. Allora isolato il pneumogastrico del medesimo lato si congiunse a questo il reoforo che prima era applicato al gran simpatico; ed in questo modo penetrava nel corpo dell'animale una corrente che il galvanometro segnava con 85 gradi.

Dopo quattro ore e mezzo di elettrizzazione amendue gli animali vennero uccisi colla sezione del midollo allungato e si trovarono i seguenti risultati:

I polmoni dell'animale *E* erano di un colore rosso grigio, quelli di *N* d'un colorito bianco roseo, uniforme. I primi erano anche edematosi, e più particolarmente lo era il lobo inferiore del destro, quello che precisamente corrispondeva al nervo elettrizzato, il medesimo era internamente ingorgato di sangue nerastro, mentre il sinistro ne conteneva pochissimo, in quantità però sempre maggiore che in quelle dell'altro coniglio.

La trachea di *E* era fortemente congestionata, e nel pon-

to di sua biforcazione v'erano due o tre centri di emorragia sotto muccosa. Quella di *N* era uniformemente rosea senza l'edema che in molti punti esisteva in quello di *E*.

Nel diaframma di questo si osservavano molti vasi pieni di sangue, e l'aponeurosi stessa di questo muscolo aveva un colore rossigno.

Il ventricolo dell'animale elettrizzato era contratto sopra sè stesso in modo che il suo volume era tre volte minore che quello dell'altro, e tale differenza proveniva dalla quantità di alimenti contenuti in ciascuno di essi, poichè nel primo pesavano 18 grammi, nel secondo 38 grammi e 40 centigrammi.

Il colorito esterno del ventricolo e degli intestini era differente nei due animali. In *N* era naturale, in *E* era rossigno per maggiore ripienezza dei vasi capillari che in corrispondenza al gran cul di sacco del ventricolo e nel duodeno tanto ingorgati da simulare una congestione infiammatoria. Tale ingorgo estendevasi pure alla muccosa dello stomaco e del duodeno. Il fegato dell'animale *E* aveva un colorito rosso scuro, mentre quello di *N* era più chiaro.

I reni del primo avevano una tinta più vivace, mentre quelli del secondo erano pallidi, contenevano pochissimo sangue, e mancava in essi quella viva congestione che esisteva in quelli del coniglio elettrizzato nel punto di riunione della sostanza corticale colla tubulare.

La vescica di *E* conteneva urina trasparente limpida di color citrino in quantità tre volte maggiore di quella contenuta nella vescica dell'altro, quantunque prima di cominciare l'esperimento si avesse avuto la cura di espellerla tutta quanta in amendue colla pressione esterna. Non si trovò zucchero nè nell'una, nè nell'altra.

Appena uccisi gli animali vennero loro allacciate le due cave inferiori al disotto del punto in cui si aprono nelle medesime le vene epatiche, e fatta un'incisione al disopra della legatura, fu raccolto il sangue che ne usciva comprimendo il fegato ed il cuore. Diluiti separatamente i due sangui con acqua stillata, si fece in amendue coagulare l'albumina col calore, e separata col feltro la parte liquida venne questa decolorata colla polvere di carbone e poi trattata col reattivo cupro-potassico; e

mentre che il liquido proveniente dall'animale non elettrizzato non dava che dubbj segni della presenza dello zucchero, quello dell'elettrizzato acquistò un colore giallo pronunziatissimo e lasciò deporre un sedimento rossigno.

Nei quattro esperimenti surriferiti si fece sempre uso di tre soli elementi alla Daniel, che producevano una corrente non molto gagliarda. Nell'intendimento di ottenere, mediante una corrente più forte, maggiori effetti sull'organismo animale, si pensò di rinnovare le stesse prove con un maggior numero di coppie. A tale scopo si raddoppiò il numero delle medesime, si scelsero delle migliori e più esatte, e si allestirono con tale diligenza che la corrente elettrica che ne risultava era tanto più energica, che attraversando il corpo di un coniglio, segnava da 40 fino a 90 gradi di un altro galvanometro, sette volte meno sensibile di quello adoperato fin qui. Il metodo tenuto nei successivi esperimenti fu sempre uguale, ed in questi come nei primi si invertirono a bella posta i poli della pila onde vedere se l'andamento della corrente potesse avere qualche influenza sulla natura e sulla gravezza degli effetti. Ma come vedremo, il diverso andamento della corrente non apportò nei medesimi alcuna sensibile differenza.

Esperienza 5ª. — Due conigli della medesima età vennero per 3 giorni di seguito nutriti colla stessa quantità e qualità di alimenti. Nel quarto giorno (29 Marzo) uno di questi venne sottoposto alla influenza di una corrente elettrica continua sviluppata da sei grossi elementi alla Daniel. Tale applicazione venne fatta al solito colle due lamine metalliche situate una al dorso, l'altra all'addome, e fu ripetuta per sei giorni di seguito appena terminato il pasto della mattina, che come quello della sera era sempre costituito della medesima quantità e qualità di alimento, per ciascun animale, vale a dire di 70 grammi di erba fresca. Nella sesta giornata fu dato il solo pasto della mattina e rimasero a digiuno il resto della giornata e nella notte. Nella detta giornata vennero dati a ciascuno 30 grammi d'erba fresca e terminato il pasto loro il solito coniglio venne sottoposto alla corrente e vi fu lasciato alcune ore. In totale l'elettrizzazione durò 27 ore.

Ecco le differenze offerte dall'esame anatomico comparativo dei due animali:

I vasi chiliferi dell'animale *E* sono più visibili che quelli dell'altro, perchè un po' più voluminosi e più bianchi.

Esportati i ventricoli dei due animali, recidendo l'esofago e il duodeno, nella stessa precisa posizione, furono posti sulla bilancia, e si trovò che quello dell'animale *N* pesava 38 grammi e 60 centigrammi, quello dell'animale *E* pesava 19 grammi e 80 centigrammi. Aperti amendue e pesatone tutto il contenuto, quello di *N* pesava 23 grammi e 50 centigrammi, quello di *E* 5 grammi e 50 centigrammi. La muccosa di quest'ultimo era più rossa dell'altra specialmente in corrispondenza al gran cul di sacco. Prese parti eguali di amendue le sostanze chimose furono sciolte, e lasciate digerire per alcune ore nell'acqua stillata, indi passate pel filtro. Il liquido ottenuto fu per metà esposto all'ebullizione, nell'altro fu versato dell'acido nitrico.

Coll'uno e coll'altro modo si formarono col liquido fornito dall'animale *N* molti piccoli fiocchetti bianchi che precipitarono lentamente al fondo, in modo da formarvi un deposito biancastro; quello di *E* invece rimase limpido e trasparente com'era prima. Il che dimostrava che l'albumina formatasi a spese degli alimenti era stata in quest'ultimo completamente assorbita. Infatti le materie del ventricolo *E* oltr'essere tanto meno abbondanti, erano per intiero costituite dalla parte più dura e grossolana, e quasi direi, legnosa dell'erba mangiata, mentre quelle dell'animale *N* rassomigliavano ad una sostanza cremosa omogenea perchè contenevano ancora le parti digeribili ed assimilabili degli alimenti.

Considerando le notevoli differenze ritrovate nella quantità delle materie contenute nei due ventricoli, venne il dubbio che la corrente elettrica sebbene continua, avesse potuto egualmente rinforzare le contrazioni dello stomaco per modo che gli alimenti inghiottiti dall'animale elettrizzato fossero stati espulsi più presto negli intestini tenui, per cui la quantità minore dei medesimi fosse piuttosto da attribuirsi ad una circostanza meccanica che ad un acceleramento della digestione e dell'assorbimento. A sciogliere questa incertezza, venne staccata in amendue gli animali una eguale e considerevole porzione degli intestini tenui, cominciando a far ciò dal duodeno; e raccoltione diligentemente il contenuto, si trovò che quello di *N* pesava 3

grammi e 70 centigrammi, quello di *E* 2 grammi e 60 centigrammi.

Prima d'intraprendere l'ultima elettrizzazione, si aveva avuto cura di vuotare la vescica dei due conigli, e d'impedire l'espulsione dell'orina durante la medesima. All'autopsia si trovarono nella vescica *E* 20 grammi e 55 centigrammi di orina limpida, giallognola, leggermente alcalina e con piccola quantità di zucchero. Nell'animale *N* non se ne trovarono che 12 grammi e questa era torbida, fioccosa e molto alcalina come suole comunemente trovarsi negli erbivori, e senza alcuna traccia di zucchero.

I reni di *E* erano di un rosso più vivace e contenevano maggiore quantità di sangue.

Dai due animali appena uccisi fu raccolta contemporaneamente mediante la puntura dell'orecchietta destra, un'eguale quantità di sangue. Quello di *E* si coagulò completamente in 8 minuti, quello di *N* aveva appena cominciato a coagularsi in egual tempo, e non lo era del tutto che 20 minuti dopo. Tale differenza di coagulabilità si osservò pure nel sangue espanso nel torace e nel bassoventre.

Esperienza 6ª. — Nel giorno 8 Aprile in due vecchi conigli della medesima età e della medesima grossezza, si tentò di ripetere precisamente l'esperienza precedente. Ma l'indocilità dell'animale che veniva elettrizzato rese necessario usare un maggior numero di lacci e stringerli più fortemente, e in particolar modo la fasciatura che teneva ferme le due lamine reofores. Tuttavia l'animale poteva ancora eseguire molti movimenti che interrompevano spessissimo la corrente, e portavano in lui tale agitazione che più volte al finire dell'elettrizzazione fu trovato in stato febbrile. Tali circostanze furono forse cagione che pochi risultati si ottenessero da questa prova, che però viene anch'essa riportata fedelmente.

L'elettrizzazione durò 17 ore suddivisa in cinque giorni.

Gli alimenti trovati nel ventricolo *N* pesavano 13 grammi e 59 centigrammi, quelli trovati nel ventricolo *E* 12 grammi e 20 centigrammi.

Amendue le masse chimose diluite con acqua stillata e filtrate offrono la medesima quantità di albumina.

Il fegato dell'animale elettrizzato contiene maggior quantità di sangue e la sua cistifellea è ripiena di bile, viscida e giallognola; quello dell'altro animale è pallido, contiene pochissimo sangue e la sua cistifellea è quasi vuota di bile.

I reni del primo hanno un color rosso più vivace, quelli dell'altro un colorito giallognolo.

Le due vesciche contengono quasi la medesima quantità di orina egualmente torbida ed alcalina. Quella di *E* trattata coll'acido nitrico mostrò contenere molta albumina, la quale depositandosi al fondo del recipiente cilindrico, formò un sedimento quattro volte più alto di quello fattosi in egual modo nell'altra. Le prime contenevano pure debolissima quantità di zucchero.

La coagulabilità dei due sangui era quasi eguale.

Il siero del sangue *E* conteneva sensibile quantità di zucchero che mancava nel siero dell'altro.

In questo esperimento è da notarsi che in onta alle sfavorevoli circostanze suesposte, i risultati ottenuti furono, benchè in minor grado, conformi a quelli osservati negli esperimenti precedenti. Nel ventricolo dell'animale *E* fu trovata minor copia d'alimenti e il fegato e i reni addimostrarono col maggior concorso di sangue l'esaltata loro attività. Senza l'azione dell'elettrico la compressione operata sul ventricolo avrebbe talmente ritardato le funzioni digestive, che i materiali accolti nel ventricolo di *E* avrebbero di gran lunga superato in volume quelli accolti nel ventricolo di *N*. Ma come si è visto, il contrario ebbe luogo.

Esperienza 7^a. — Scelti altri due conigli di eguale sesso ed età, vennero preparati all'esperimento nello stesso modo che i due precedenti. Ad uno di questi fu applicata per la prima volta la corrente nel 15 aprile, e rinnovata ogni giorno per tre o quattro ore di seguito fino al 21; avendo così ricevuto in tutto 30 ore di elettrizzazione. Nel giorno 21, alle 7 antim., fu dato a ciascuno un pasto composto di 50 grammi di erba fresca e lasciati a digiuno fino alle 7 del dì seguente. Allora fu dato altro cibo di egual peso, e quando l'ebbero terminato, si ripeteva per tre ore l'elettrizzazione nel solito coniglio. Dopo di questo, aperte in amendue gli animali le arterie crurali si rac-

colsero in due recipienti di forma uguale, 15 grammi di sangue e si lasciò che morissero di emorragia. All'autopsia si trovò:

Che il ventricolo del coniglio *E* aveva un volume circa tre volte minore di quello di *N*, le materie contenute nel primo non pesavano che 12 grammi e 40 centigrammi, invece quelle contenute nell'altro erano 37 gr. e 90 centigrammi. Erano le prime costituite dalla parte più grossolana e legnosa degli alimenti, erano più asciutte meno aggluntinate per cui facilmente si sfrantumavano, ed avevano un color verde più chiaro. Le seconde invece erano molli, omogenee, aggluntinate, composte in gran parte di alimenti finamente tritutati in via di digestione e ridotti allo stato chimoso. Questi caratteri erano più manifesti in quelle che si trovavano vicine al piloro, mentre quelle del gran cul di sacco rassomigliavano più alle altre trovate nell'altro ventricolo.

Prese porzioni eguali di amendue, diluite con acqua stillata e filtrate, si ottennero due liquidi aventi un aspetto diverso; quello proveniente da *E* era bianco trasparente, l'altro giallognolo ed opaco. Il primo portato all'ebullizione restò limpissimo, nell'altro si formarono fiocchetti albuminosi biancastri.

Il fegato dell'animale *E* aveva un colore più scuro; la sua cistifellea conteneva maggior quantità di bile più densa dell'altra.

Il rene del medesimo aveva un colorito più vivace, ed aveva segregata un'orina limpida di color giallo paglierino; mentre quella fornita dai reni dell'altro animale era torbida, fioccosa, di un giallo più carico e più decisamente alcalina.

In amendue mancava lo zucchero.

Le materie fecali di *N* erano più abbondanti.

La coagulazione dei due sangui avvenne nello stesso tempo; la fibrina secca dei 15 grammi di sangue raccolti durante la vita dell'animale *E* pesava 29 milligrammi, quella dell'altro ne pesava 27.

Il siero dei due sangui non conteneva zucchero.

Esperienza 8ª. — Nel giorno 23 Aprile si cominciò un altro esperimento, ripetendo esattamente tutto quanto era stato fatto nel precedente, colla sola differenza che l'elettizzazione preparatoria non fu che di 17 ore; e il digiuno che precedette l'ultimo pasto durò 35 ore.

Le resultanze furono le seguenti :

Il volume del ventricolo spettante al coniglio non elettrizzato era due volte maggiore di quello dell'altro, in forza della diversa quantità del contenuto che nel primo pesava 30 grammi e 40 centigrammi, nel secondo 13 grammi e 50 centigrammi. Quest'ultimo era duro, asciutto, friabile; posto in un vaso che conteneva acqua stillata si disgregò spontaneamente raccogliendosi nel fondo sotto forme di sedimento, di color verde scuro, lasciando il liquido sovrastante appena intorbidato e giallognolo. L'altro sebbene avesse prima della immersione nell'acqua una consistenza minore del primo, pure mantenessi intiero e fu necessario far uso di un cannelletto di vetro per stemperarlo e mescolarlo coll'acqua. Allora si depositò anche esso nel suo fondo, ma il sedimento non rimase così nettamente separato dal resto del liquido come avvenne nell'altro, ed il liquido stesso rimase torbido, denso e verdognolo. Filtrate le due miscele, si poté constatare meglio che le materie del ventricolo *E* erano al solito costituite dalla parte indigeribile degli alimenti che non potevan subire modificazione di sorta dalla forza digerente del ventricolo, e che sarebbero passate negli intestini a formare le feci; e la parte che aveva potuto sentire l'influenza della digestione, era già completamente digerita ed assorbita. Per l'opposto il chimo di *N* conteneva ancora la maggior parte delle sostanze assimilabili, che non completamente digerite nè ancora assorbite, rendevano più abbondante, agglutinata e molle la massa chimosa. I due liquidi ottenuti colla filtrazione conservarono un aspetto diverso; quello di *E* divenne chiaro e limpido quasi incolore; quello di *N* opaco, torbido e rossigno. Portati amendue all'ebullizione e cimentati coll'acido nitrico concentrato, si comportarono diversamente, il primo non offrì alcun cambiamento, nel secondo si formarono molti fiocchi biancastri albuminosi. Le materie rimaste nei filtri e costituite da tutte le parti insolubili del chimo, vennero disseccate e pesate. Quelle del coniglio *N* si ridussero a 16 grammi e 50 centigrammi, quelle dell'altro restarono 5 grammi e 20 centigrammi.

Il colorito del fegato e dei reni dell'animale elettrizzato era più carico, ma tale differenza non era tanta come fu os-

servato in qualcuno degli esperimenti surriferiti. Le cistifellee erano di volume pressochè eguali.

Le orine del coniglio elettrizzato erano trasparenti e contenevano una piccolissima quantità di zucchero, quelle dell'altro erano torbide e prive affatto di zucchero. Le prime pesavano 10 grammi e 20 centigrammi, le altre 7 grammi e 80 centigrammi.

Confrontando fra di loro le risultanze cadaveriche degli otto animali non elettrizzati con quelle degli altri otto animali che furono elettrizzati, e considerando alcuni de' fenomeni presentati dai medesimi durante la vita, si troverà una numerosa serie di nuovi fatti, che per essere abbastanza evidenti e costanti, permettono di poter trarre dalle esperienze descritte le seguenti importantissime conseguenze:

La corrente elettrica continua se agisce a lungo sugli organi innervati dal gran simpatico, determina nei medesimi i seguenti risultati:

1°. Sollecita per modo la funzione digerente dello stomaco, che quest'organo trasforma e digerisce gli alimenti con una rapidità due o tre volte maggiore del consueto. E così si argomenta:

a) Dal trovarsi nei ventricoli degli animali elettrizzati una quantità molto minore di alimenti;

b) Dal non potersi attribuire questo alla maggiore energia dei movimenti dello stomaco, nè dall'esser quindi cresciuta la sua forza espellente, poichè il duodeno contiene del chimo in eguale o minor quantità;

c) Dall'essere le materie rimaste nello stomaco costituite esclusivamente da quella parte indigeribile del cibo, che deve quasi tutta venire eliminata colle feci, mentre la parte assimilabile fu già digerita ed assorbita;

d) Dalla maggiore acidità del chimo;

e) Dallo stato di maggiore congestione della mucosa del ventricolo;

f) Dall'avere più volte osservato che l'animale che subiva l'elettrizzazione, quando veniva tolto alla medesima, consumava con maggiore attività e sollecitudine la medesima quan-

tà di cibo che era presentato anche all'altro, che serviva di confronto, sebbene avessero finito il pasto precedente nel medesimo tempo.

Questi fatti sebbene provino a sufficienza la verità della prima proposizione, pure non valgono a farci conoscere in qual modo preciso si effettuò il fenomeno. Sappiamo che nella digestione stomacale debbono considerarsi diversi elementi di azione, alcuni de' quali provengono direttamente dal viscere, e sono il movimento e la secrezione; gli altri, quantunque eccitati dagli elementi della secrezione pepsina e acido libero, sono puramente chimici indipendenti dal viscere, e perciò atti a compiersi in qualunque altro recipiente. L'elettrico, nel produrre gli effetti indicati potrebbe agire o sugli uni o sugli altri, o sopra amendue in un tempo, ed è ciò che si è tentato di mettere in evidenza colle due esperienze che andremo esponendo, le quali sebbene non riuscissero ad una piena soluzione del quesito, pure sono tali da rendere questo più facile.

Esperienza 9ª. — In un bagno maria mantenuto alla temperatura di 30 a 40 centigradi, furono immersi due bicchierini contenenti uguale quantità di succo gastrico estratto dal ventricolo di un cane appena ucciso, al quale eransi fatti inghiottire poco prima alcuni frammenti di osso. Questo succo era quasi limpido, possedeva in lieve grado l'odore che lo caratterizza, ed avea una reazione acida non molto energica. Insieme al succo furono messi a digerire due pezzetti di carne cotta di peso e forma eguale. In uno dei due bicchierini fu adattato un elemento di pila alla Selmi, in modo che le estremità dei due reofori costituite da due aghi d'oro penetrassero nel bicchiere pescando nel liquido e comprendendo fra loro il pezzo di carne. Dopo cinque ore di digestione la carne del bicchiere elettrizzato era rammollita e più bianca, mentre quella dell'altro recipiente conservava la medesima apparenza di prima. La lentezza di questa si attribui alla poca acidità del succo gastrico; e si cercò di rimediarvi aggiungendo in amendue i recipienti alcune gocce di acido cloridrico diluito. Allora la digestione acquistò un po' più forza, e ciò accadde specialmente nel bicchiere elettrizzato ove il disgregamento dei fasci musco-

lari della carne si operava più sollecitamente. Un accidente imprevisto costrinse a sospendere l'esperimento.

Esperienza 10ª. — Nello stesso bagno maria vennero immersi un piccolo crogiuolo di platino ed un bicchierino di vetro aventi forme e capacità quasi eguali. In amendue vennero introdotti dieci grammi di succo gastrico e due grammi di carne di bue lessata. Le pareti del recipiente metallico furono messe in comunicazione col polo rame di una pila di Selmi mentre che il polo di zinco era impiantato nel pezzetto di carne.

Alle ore 11 antm. la temperatura del bagno fu portata a 30 gradi e si procurò di tenerla costante per tutto il tempo che durò l'esperimento.

Ore 1 pomerid. — La carne elettrizzata aveva acquistato un colore più chiaro, e alla superficie era divenuta più molle, quella dell'altro vaso era del medesimo colore e la consistenza era pochissimo modificata anche nella parte periferica.

Ore 3. — La prima era ancora più rammollita e gonfia, i fasci muscolari erano disgregati e tendevano a staccarsi. L'altra trovavasi a un dipresso nello stato in cui era la prima due ore avanti.

Ore 4. — Alla superficie del liquido contenuto nel crogiuolo, nuotano molte goccioline d'olio, lasciato in libertà dalla digestione delle pareti delle cellule adipose.

Ore 6. — Il liquido del recipiente elettrizzato era divenuto bianchiccio e più opaco dell'altro; le goccioline d'olio che galleggiavano nella superficie erano aumentate di numero e di volume.

La superficie della carne aveva acquistato una minore consistenza e uno stato quasi di disgregamento. L'altra rammollita e disgregata, ma in minor grado, e lo scioglimento della periferia non era giunto al punto in cui era arrivato nella prima. Anche nel liquido non elettrizzato si sono formate alcune di dette goccioline oleose, ma più piccole e meno numerose.

Per inavvertenza il bagno maria si riscaldò fino all'ebullizione, perciò fu forza sospendere l'esperimento.

Questi due fatti sebbene incompleti, bastano però a far conoscere che l'acido libero e la pepsina del succo gastrico,

agiscono più efficacemente sulle sostanze albuminoidi, quando il loro contatto ha luogo sotto l'influenza di una corrente elettrica continua. Tuttavia non può attribuirsi a questo fatto quanto abbiamo osservato, relativamente alla digestione, negli esperimenti sugli animali vivi, poichè in questi l'acceleramento della digestione è stato molto maggiore di quello osservato nelle digestioni artificiali. E siccome l'elettricità, come vedremo in seguito, ha pure il potere di accrescere le secrezioni, così deve anche aumentare quella della mucosa dello stomaco, per cui la quantità maggiore di succo gastrico che sicuramente si era formato nei conigli galvanizzati, ha dovuto per necessità contribuire a produrre quegli effetti che nei medesimi si sono osservati. Dal che si può dedurre che la corrente elettrica continua agisce come eccitante tanto sulla parte vitale, che sulla parte chimica della digestione.

2°. Rende più efficace l'assorbimento dello stomaco come lo prova:

- a) La pronta eliminazione dell'albumina e dello zucchero che si formano nel ventricolo a spese degli alimenti;
- b) La più rapida diffusione dello zucchero nel torrente della circolazione e nelle urine;
- c) La minor quantità d'acqua che trovasi nelle materie del ventricolo, per modo che restano dure e friabili.

3°. Rende anche più attivo l'assorbimento degli intestini perchè:

- a) In essi non si trova maggior quantità di chimo, sebbene gliene debba essere pervenuto dallo stomaco una dose maggiore in forza della più grande attività di quell'organo;
- b) Le materie fecali sono più compatte;
- c) I vasi chiliferi, ed in particolare quelli che traggono la loro origine dalla parte superiore degli intestini, sono più ripieni di chilo, più visibili e più bianchi durante la digestione intestinale.

Questi fatti mentre dimostrano la maggiore attività dei vasi chiliferi, non valgono a mostrare che l'elettrico eserciti un'influenza eguale anche sui vasi o linfatici o sanguigni che operano l'assorbimento interstiziale nei tessuti. Tuttavia nel mentre che l'analogia può far supporre questa parità di risul-

tato, l'esperimento che segue la rende più probabile e quasi certa.

Esperienza 11ª. — Prese due rane vive di eguale grossezza vennero fissate amendue sopra un tavolo in modo che il basso ventre fosse rivolto in alto. Ad una venne applicato un reoforo d'una pila composto di due elementi di Selmi, nella parte posteriore del collo, mentre l'altra era in comunicazione col l'estremità di una gamba, per modo che l'elettrico passando traverso a tutto il corpo dell'animale segnava 30 gradi al galvanometro.

In amendue le rane venne aperto il basso ventre e il petto: e levata la pelle di una parte della coscia (che nella rana elettrizzata era quella per cui passava la corrente) fu applicato sul muscolo denudato un pezzetto di spugna imbevuta di cianuro giallo di potassa, e intanto il polmone veniva di tratto in tratto bagnato con una soluzione di solfato di ferro. Dopo dieci minuti nella rana elettrizzata si vide l'apice del polmone acquistare manifestamente un colore azzurrognolo; nell'altro animale invece ciò non avvenne che dopo 25 minuti.

4º. Aumenta l'attività delle due più importanti funzioni che spettano al fegato vale a dire; la secrezione della bile e la formazione della sostanza zuccherina. Il che si può desumere:

a) Dallo stato di maggiore congestione sanguigna in cui si trova quest'organo;

b) Dalla più forte quantità e maggiore densità della bile contenuta nella cistifellea;

c) Dalla presenza di maggiore quantità di zucchero nel sangue arterioso e venoso e nelle orine. Questo stato di diabete temporario non può confondersi con quello che in tali animali si forma normalmente alcune ore dopo il pasto, poichè in tal caso esso avrebbe dovuto avvenire altresì nell'altro animale posto in eguali condizioni. È ben vero che talora anche nel coniglio non elettrizzato si trovarono leggerissime tracce di zucchero nel sangue e nelle orine, ma la quantità ne fu sempre minore, e la presenza di questo materiale nelle orine fu sempre meno durevole. Di ciò poté aversi certezza dopo alcune

delle elettrizzazioni preparatorie, molte delle quali ebbero il potere di rendere diabetici i conigli per tre o quattro ore, mentre che gli altri animali, anche dopo il pasto, o non si resero diabetici, o lo furono molto leggermente e per un tempo molto più breve.

5°. Anche le funzioni renali vengono modificate dall'elettrico tanto sotto il rapporto della quantità, che della qualità della secrezione. L'organo si appropria in maggior copia il sangue che gli giugne dalle arterie, dal quale sottrae una maggior quantità di materiali urinosi, che in confronto a quelli segregati normalmente contengono una proporzione maggiore d'urea e d'acido urico. L'attività più grande dell'organo si riconosce dall'aumento dell'orina, che in eguale periodo di tempo si trovò più grande nell'animale elettrizzato che nell'altro, e non già dalla più elevata proporzione d'urea e d'acido urico. Questi due materiali vengono dai reni sottratti al sangue in ragione della quantità più o meno grande con cui si trovano nel medesimo, ed il loro aumento nelle urine piuttosto che indicare un accrescimento della secrezione urinaria, indica invece la loro sovrabbondanza nel sangue, per effetto di una maggiore energia in quegli atti che hanno per risultato finale la formazione dei medesimi.

6°. È questa appunto l'ultima fra le più importanti conseguenze dell'uso della corrente elettrica continua sugli animali viventi. L'eccesso d'urea trovato coll'analisi chimica nelle urine dell'animale che servi alla prima esperienza, è una prova evidente di quanto venne esposto nella memoria pubblicata nel 1857, ed è la conseguenza necessaria del modo con cui agisce la corrente elettrica continua sulle principali funzioni della vita organica. Se la digestione, l'assorbimento, le funzioni delle glandole mesenteriche e del fegato, le secrezioni e la circolazione raddoppiano di energia e preparano pel processo nutritivo una quantità maggiore di materiali; e se questi vengono poi espulsi dall'organismo in dose molto più elevata del consueto, dopo aver subite le metamorfosi che a loro può imprimere soltanto il processo di nutrizione, è chiaro che anche i due atti che costituiscono questo processo, quello di composizione e di decomposizione, devon pure aver acquistata una

forza maggiore del consueto, e più sollecite e più attive devono essere le ossidazioni, gli sdoppiamenti, le catalisi che elementarmente li compongono.

Resterebbe ancora a vedersi in qual modo il fluido elettrico si rende capace di una influenza di cui la maggiore non fu riconosciuta per anche in nessun altro agente. Nel processo della vita organica sono a considerarsi due distinte attività.

Una, localizzata negli elementi anatomici primitivi, per la quale essi si sviluppano, si mantengono, si trasformano, si riproducono a spese delle sostanze alimentari, che essi stessi hanno il potere di convertire in sostanza simile a sè, e dopo averla fatta servire per qualche tempo all'esercizio degli atti funzionali proprii, la riducono mediante fenomeni catalitici indiretti, ossidazioni, sdoppiamenti, allo stato di combinazioni più semplici cristallizzabili. Questa attività, che risiede nelle forme elementari, e fa sì che ciascuna di esse compia i due atti di composizione e scomposizione del processo nutritivo in un modo tutto speciale, è la medesima che mantiene in ciascuno una attitudine fisiologica distinta.

Per essa gli elementi di ciascun organo glandulare formano una secrezione diversa da ogni altra; le fibre muscolari si contraggono; quelle del tessuto cellulare si lasciano distendere; le cellule degli epiteli si lasciano imbevare da una sostanza piuttosto che da un'altra; le loro ciglia si muovono; per essa le cellule spermatiche contribuiscono co' loro movimenti alla fecondazione; i globuli del sangue assorbono evidentemente l'ossigeno e lasciano sfuggire l'acido carbonico, la fibra nervosa può prestarsi alla trasmissione.

L'altra è la potenza nervosa del sistema ganglionare, che tiene in azione le proprietà speciali di ciascun elemento anatomico, le collega, le riunisce in modo da farne risultare le attitudini funzionali dei tessuti, degli organi e dei sistemi; governa il senso ed il moto di tutti questi; armonizza e coordina le loro disparatissime funzioni, in modo che tutte cospirino ad un unico scopo, e tengansi fra loro in quel giusto equilibrio di simpatia e di antagonismo che è necessario al compimento normale dell'atto complessivo della vita organica.

La corrente elettrica potrebbe agire o sull'uno o sull'al-

tro di questi due atti della vita plastica, o sopra amendue in un tempo, nè sin qui si avrebbero dati sufficienti per poter sciogliere questo problema. Alcuni fenomeni osservati negli animali, che servirono alle sperienze già esposte, ed alcuni nuovi esperimenti possono diffondere qualche luce sopra tale quesito e metterci nella via di una spiegazione razionale.

Nei due conigli che servirono alla prima esperienza si fecero tema d'osservazione i movimenti del cuore e degli intestini, e si rilevò che 20 minuti dopo la morte, il cuore del coniglio non elettrizzato aveva cessato di contrarsi spontaneamente in tutte quante le sue parti, mentre che in quello che era stato assoggettato alla elettricità duravano ancora le contrazioni regolari e ritmiche nelle orecchiette e nel cuore 50 minuti dopo la morte; e quelle delle orecchiette persistevano ancora dopo un'ora e 20 minuti. In tutto questo periodo di tempo si potè constatare più volte che irritando o movendo gl'intestini si rendevano più attive le contrazioni cardiache, e per due volte si potè in tal modo risvegliarle di nuovo quando dopo un'ora e 20 minuti ebbero cessato di eccitarsi spontaneamente; mentre ciò non si potè ottenere mai nell'altro coniglio. Quaranta minuti dopo la morte si toccò con una punta la parte media del ventricolo dell'animale *E*, e quest'organo si restrinse circolarmente in modo che doveva quasi esser tolta qualunque comunicazione fra le due metà. Ciò pure avvenne, ma in grado molto più debole anche nell'altro coniglio, ma in questo la contrazione fu momentanea, mentre nell'altro si manteneva ancora inalterata dopo 10 minuti.

Nelle coniglie che servirono al 2° esperimento, la sezione del midollo allungato venne fatta ad un'ora e 25 minuti. Nell'animale non elettrizzato, i movimenti del cuore erano intieramente arrestati a un'ora e 40 minuti; nè si poterono più risvegliare anche irritandolo con una punta od elettrizzandolo coll'apparecchio di Duchenne. Nell'animale a cui era stata applicata l'elettricità, le contrazioni del cuore si succedevano ancora regolarmente a un'ora e 45 minuti, poco dopo s'indebolirono nelle orecchiette e cessarono nei ventricoli, ove si risvegliarono di nuovo, irritandoli con una punta e si mantennero regolari fino a un'ora e 58 minuti, poi cessarono per eccitarsi

ancora quando il cuore venne bagnato con sangue arterioso. Allora debolmente proseguirono fino a 2 ore e 30 minuti, poi si limitarono alle sole cavità destre, poco dopo cessarono anche nel ventricolo di questo lato, ma l'orecchietta continuò a pulsare fino a 2 ore e 45 minuti. Allora anche questa rimase insensibile a qualunque stimolo, nè più diede segno di movimento. Durante tutto questo periodo di tempo, quando le contrazioni si vedevano rallentare si potè rianimarle toccandole parte col sangue arterioso, od irritando o movendo gl'intestini o il ventricolo, ed in tal modo si potè riprodurle, come nell'altro caso, quando anche erano quasi del tutto cessate.

Amendue le coniglie erano gravide da circa due settimane, però in quella elettrizzata la gestazione era più inoltrata di qualche giorno, come lo dimostrava il maggior volume dei feti.

Appena furono messi allo scoperto i visceri del bassoventre di entrambi gli animali furono viste le corna dell'utero di *E* in preda a forti contrazioni, che tendevano a far entrare il primo feto dal corno destro nella vagina; dopo 15 minuti circa questo vi era penetrato, e ne aveva percorsa tutta la lunghezza, ma le contrazioni della vagina per quanto fossero energiche non valsero mai a fargli trapassare il limite delle parti genitali esterne.

Dopo di tutto questo continuarono ancora i movimenti nello stesso corno destro che ebbero per risultato di smovere il feto immediatamente sovrapposto a quello già penetrato in vagina e di farlo passare in quella dilatazione uterina già occupata dal primo. Questi movimenti continuarono fino alle ore 2 e 40 minuti; si eccitarono di nuovo, ma per poco tempo, stimolando la parte colla corrente elettrica interrotta, poi cessarono del tutto. Nell'altro animale invece le contrazioni dell'utero non durarono più di una mezza ora, furono sempre leggiere, parziali ed incapaci di smovere nessuno dei feti che in egual numero erano contenuti nell'utero. — I movimenti peristaltici degli intestini durarono spontanei nel primo animale per più di mezzo ora, nell'altro non durarono che 10 minuti. — Lo stomaco della coniglia *E* toccato nel mezzo con una punta si era contratto circolarmente in modo da restare, per quasi un quarto d'ora, come diviso in due, mentre ciò non avvenne nell'altra

coniglia che molto imperfettamente e per brevissimo tempo.— Un'ora dopo la morte venne tolta la pelle alla coscia sinistra di amendue gli animali, e si osservò che in *E* la corrente elettrica interrotta poteva indurre nei muscoli delle forti contrazioni capaci di far muovere tutto l'arto, mentre che nell'altro non si ebbero che contrazioni leggerissime limitate e incapaci di determinare alcun movimento.

Nelle rane che servirono all'undecima esperienza, appena furono messi allo scoperto i visceri, e prima che in una delle medesime venisse applicato l'elettrico, si vide che i battiti del cuore erano settantaquattro nell'una, e settantatre nell'altra. Dopo che nella prima venne applicata la corrente elettrica continua, e che questa ebbe agito per 20 minuti, le pulsazioni cardiache erano settanta nell'elettrizzata, e sessantuna nell'altra. L'introduzione del cianuro di potassio produsse un notevole rallentamento in amendue, conservandosi però sempre più frequente quello della prima. Sospesa l'introduzione del cianuro di potassio risalirono in questa a settantotto, nell'altra a sessantanove; e quando si sospese l'esperimento, il cuore della rana non elettrizzata, aveva cessato di muoversi perfino nelle orecchiette, mentre nella galvanizzata batteva ancora cinquantadue volte in un minuto.

Esperienza 12^a. — Due rane di eguale grossezza vennero fissate sopra un piano orizzontale col basso ventre rivolto in alto. Una di queste venne compresa nel circuito elettrico formato con due pile di Daniel, applicando il reoforo rame alla regione della nuca, e il reoforo zinco al pube. In amendue vennero immediatamente messi allo scoperto i visceri addominali e toracici, e ciò accadeva alle ore 4 e 35 minuti pomeridiane. Nel momento non accadde alcun sensibile mutamento nei due animali. Il cuore di quello che era galvanizzato batteva 63 volte in un minuto; quello dell'altro 62.

Ore 4 minuti 50. — Le contrazioni del cuore *E* erano 70; quelle del cuore *N* 62.

Alle ore 5 minuti 20. — Le prime erano 62, le altre 48.

Alle ore 6 minuti 40. — Nel cuore *N* le contrazioni dei ventricoli erano terminate, e non restavano che deboli ed irre-

golari movimenti nelle orecchiette, mentre che nell'animale *E* le contrazioni del cuore si mantennero regolari tanto nelle orecchiette che nei ventricoli, e se ne contavano 6½.

Alle ore 6 minuti 58. — Il cuore di *N* era totalmente immobile, mentre quello di *E* batteva 67 volte in un minuto.

Alle ore 7 minuti 20 — venne irritato con una punta il cuore di *N*, nel quale si risvegliarono delle contrazioni lente ma regolari che durarono cinque o sei minuti. Il cuore di *E* dava ancora 65 pulsazioni spontanee.

Alle ore 8 minuti 20 ne dava ancora 37, debolissime nei ventricoli, più marcate nelle orecchiette. Cessarono alle ore 8 minuti 50, e risvegliate di nuovo coll'elettrico applicato direttamente sul cuore, continuarono ancora pochi minuti, poi cessarono del tutto. In amendue gli animali la elettrizzazione degli'intestini fatta colla corrente interrotta rendeva più frequenti e gagliarde le contrazioni del cuore, ed anzi in *N* potè per due volte risvegliarle dopo che avevano già cessato di prodursi spontaneamente.

I fenomeni qui riferiti sono bastevoli a dimostrare che la corrente elettrica continua ha il potere di aumentare la contrattilità del sistema muscolare involontario, e di accumulare nel medesimo tal grado di eccitamento, che anche dopo la morte dell'animale, egli conservi la sua attitudine vitale per un tempo molto più lungo del consueto.

La contrattilità muscolare è certamente una proprietà inerente esclusivamente alle fibre primitive, che compongono quel tessuto, messa in moto e regolata dal sistema nervoso. La maggiore o minore attività di quell'elemento anatomico è proporzionata allo stato della sua nutrizione molecolare, al grado della sua eccitabilità, e alla forza dell'eccitamento, che gli viene, o direttamente dai centri nervosi gangliari, o che questi gli riflettono per impulso ricevuto da un atto sensitivo. Pertanto l'attività maggiore di un muscolo suppone l'aumento di tutte queste condizioni: ma esse sono così collegate fra loro, che a fronte dell'esaltazione del loro risultato finale (l'aumento della contrattilità) non si potrà mai determinare con precisione sopra quale dei tre atti abbia agito la causa che produce l'ac-

crescimento di funzione, specialmente se, come nel nostro caso, fu quella applicata in modo che poteva trasmetterli agli organi sia direttamente, sia coll'intermezzo dei nervi.

È noto che la corrente elettrica applicata immediatamente sul tessuto muscolare vi determina delle contrazioni anche quando l'animale sia morto da qualche tempo, per cui chi ponesse mente a questo solo fatto, potrebbe credere che l'aumento della potenza contrattile muscolare, osservata in queste esperienze, fosse effetto di un'azione immediata del galvanismo sulla fibra muscolare. Ma se d'altra parte si consideri, che la contrazione eccitata per azione diretta sulla fibra, dura finchè dura l'elettrizzazione, che la elettrizzazione immediata del tessuto esaurisce prontamente la contrattilità del medesimo, che le contrazioni ottenute in tal modo sono limitate al punto in cui agisce l'elettrico; sarà facile intendere che a questa maniera d'agire dell'elettricità non possono ascriversi i fenomeni osservati, i quali per essersi mantenuti ed eccitati spontaneamente anche quando più non agiva la corrente elettrica, per aver durato molto tempo dopo la morte dell'animale, per essere identici a quelli che si compiono durante la vita ed aventi perciò un ordine, un'armonia, uno scopo, non potevano a meno di accadere coll'intervento di quel sistema nervoso, che solo ha il potere di mantenerli, eccitarli e dirigerli durante la vita. Vi sono quindi tutte le ragioni per ritenere che la maggiore energia dei moti del cuore e degli intestini, il prolungamento dei medesimi dopo la morte, la grande contrattilità delle fibre circolari dello stomaco, l'eccitamento delle contrazioni uterine tale da compiere un aborto due ore dopo la morte, provengano da una straordinaria attività del sistema nervoso ganglionare manifestata sulle fibre muscolari lisce, eccitata dal fluido elettrico, il quale facendo più grande la potenza che risiede nei centri gangliari, rende anche più facile ed energica la trasmissibilità di quello lungo i filamenti nervosi, fino alle fibre muscolari. Il sistema gangliare può quindi conservare a lungo un tale eccitamento indipendentemente dalla vita dell'intero organismo, per cui l'elemento anatomico che costituisce il muscolo si contrae con maggiore attività anche quando l'animale è morto da qualche tempo. — Volendo ora trasportare queste considerazioni

sopra quei fenomeni osservati nelle prime esperienze che riguardano la digestione, l'assorbimento, le secrezioni, la nutrizione, se ne inferirebbe naturalmente che anche questi atti vitali sieno stati accresciuti di forza in seguito di un aumento portato dall'elettrico nell'attitudine fisiologica dei gangli del gran simpatico, e d'una trasmissibilità maggiore di questa alle cellule, ai corpuscoli, ai fondi ciechi, agli epitelici delle glandule dei vasi chiliferi, agli elementi anatomici degli altri tessuti. La prova diretta di tale supposizione non si potrà mai avere perchè, come si disse, non si possono isolare i diversi elementi che compongono gli atti della vita organica, nè si può agire esclusivamente sopra uno di essi: Tuttavia, volendo pure rendere più sicura la supposizione furono istituite le esperienze che ora verremo esponendo.

Esperienza 13^a. — Due fistole parotidiche vennero praticate in un vecchio cavallo, dalle quali esciva molta saliva durante la masticazione degli alimenti e per l'introduzione nella bocca di qualche sostanza irritante o sapida. All'infuori di queste circostanze non defluiva dalle due aperture che pochissima saliva, che bastava solo a tenere umettate le due piccole piaghe.

Due aghi finissimi da agopuntura vennero impiantati alle due estremità della glandula parotide sinistra in modo che scorressero entro il tessuto della medesima, senza attraversarla. Questi due aghi furono messi in comunicazione coi reofori d'una pila composta di sei grossi elementi di Bunsen, ed in tal modo si tenne elettrizzata la glandula per più d'un'ora.

Dalla fistola non escì in tutto questo tempo una sola goccia di saliva; anzi si rese perfino più scarso quel trasudamento mucoso, che teneva umettato il condotto glandulare e la fistola; cosicchè l'uno e l'altro prosciugaronsi, mentre che dalla fistola dell'altra parotide, quel trasudamento era piuttosto aumentato, e formava alcune gocce. Prima di sospendere la galvanizzazione si introdusse nella bocca dell'animale del pane con sale marino che eccitò un abbondante flusso di saliva nella parotide destra, mentre che dalla sinistra, che era elettrizzata, non vennero fuori che poche gocce di un liquido opaco e rossigno.

Esperienza 14^a. — Vuotata completamente la vescica a due

giovani conigli, e impedita l'orinazione mediante una legatura esterna, si fece in uno di questi un'incisione, che penetrava nella sua cavità addominale, e s'introdussero nella ferita i reofori di una pila, composta di due elementi di Daniel, applicandone uno sopra ciascun rene, in modo che vi aderisse continuamente colla sua estremità ricoperta di spugna, senza penetrare nel tessuto dell'organo. — La corrente attraversò per cinque ore i reni, segnando 30 gradi circa in un galvanometro: Subito dopo si uccisero i due animali, si legarono le due vesciche orinarie, e si raccolsero le orine. Quelle dell'animale elettrizzato pesarono 1 grammo; erano torbide rossigne ed avevano una reazione debolmente acida; quelle dell'altro pesavano 8 grammi e $\frac{1}{4}$; ed avevano i caratteri proprii delle orine normali degli erbivori. I reni del primo erano vivamente arrossati nella loro superficie esterna e di preferenza nella parte in cui toccavano i reofori, ove avevano acquistato un colorito rosso nerastro. Incisi si videro ingorgati di sangue, ed il parenchima dell'organo era di un color rosso scuro specialmente nel punto di congiunzione della sostanza corticale colla tubulare, Le parti più congestionate erano anche più rammollite; sembravano come infiltrate di siero ed avevano così molti dei caratteri che spettano alle parti alterate dal processo flogistico.

Sembra quindi che l'elettricità quando agisce immediatamente sui parenchimi delle glandule vi determini effetti diversi da quelli che si ottengono dalla sua applicazione fatta coll'intermezzo del sistema nervoso, e che a produrre un accrescimento delle funzioni organiche sia necessario che l'elettricità arrivi agli elementi anatomici per mezzo di quello stesso conduttore, che vi apporta l'eccitamento vitale, che ne tiene in esercizio l'azione.

Non possono contraddire questa legge quei fatti già da tempo osservati che dimostrano che l'elettrico applicato sulle membrane mucose determina una più abbondante secrezione nei follicoli e nelle glandule il cui dutto escretore si apre nella mucosa elettrizzata. Anche in tali casi il fenomeno si compie mediante riflesso che sorge fra la membrana mucosa e l'organo glandulare: e nello stesso modo che l'impressione degli alimenti

sulla mucosa della bocca e dello stomaco si riflette sulle piccole glandule che segregano la saliva, così l'elettrico non solo in questi fatti sostituisce gli alimenti, ma per l'azione sua eccitante determina una secrezione così abbondante che nessun cibo può eccitarne l'uguale.

I cordoni nervosi sono dunque lo strumento necessario di trasmissione tanto della potenza dei centri nervosi come del fluido elettrico; per cui l'analogia già da molti riconosciuta fra questi due imponderabili che agiscono sugli organi, nello stesso modo e collo stesso mezzo, e possono fino ad un certo punto sostituirsi, viene a farsi sempre più grande. E tale somiglianza ci apparirà più sorprendente se si consideri che la forza di innervazione e l'elettrico, quando eccitano un organo ad agire con insolita attività, hanno bisogno ambedue che v'intervenga un altro elemento d'azione, che è l'afflusso di maggiore quantità di sangue.

Questo fatto, che già la fisiologia ha dimostrato all'evidenza specialmente in quegli organi che agiscono ad intervalli, venne pure osservato negli esperimenti surreferiti.

Il fegato, i reni, la mucosa dello stomaco dei conigli elettrizzati, nei quali la digestione erasi operata più sollecitamente del consueto, si trovarono quasi sempre in uno stato di maggiore arrossamento dovuto a più forte quantità di sangue contenuto nei capillari di quelle parti. Ma poichè tale differenza di colorito era un fenomeno osservato soltanto dopo morte e non potevasi quindi precisare l'epoca della sua comparsa, e per soprappiù accadeva in organi che naturalmente presentano delle variazioni nella tinta, così si credette renderlo più sicuro e più chiaro mediante nuove osservazioni.

Esperienza 15.^a — Due rane di eguale grossezza vennero fissate sopra una tavola coll'addome rivolto in alto. In amendue vennero esportate le pareti del torace e del basso ventre in modo che si vedessero tutti i visceri delle due cavità. I reofori di due grossi elementi alla Daniel vennero fissati uno sul tronco cervicale del pneumogastrico l'altro sul plesso lombare di una delle due rane per modo che la corrente attraversando parecchi organi segnava da 40 a 45 gradi di un galvanometro

mediocrementemente sensibile. La corrente elettrica cominciò ad agire alle ore 4, e minuti 35, e poco dopo la deglutizione dell'aria diventò più frequente per modo che il polmone si rigonfiava e dopo si deprimeva ad intervalli di breve durata.

Alle ore 4, e minuti 55, aveva già cominciato ad affluire una maggior quantità di sangue nei polmoni, che si palesava mediante un arrossamento più vivo, ed arborizzazioni vascolari più distinte che nei polmoni dell'altro animale.

Alle ore 5, e minuti 10 la superficie esterna dello stomaco aveva acquistato un colorito roseo, mentre nell'altra rana sembrava il colore bianco che aveva fin dal principio.

Alle ore 5, e minuti 40 la differenza di colorito fra i polmoni dei due animali era divenuta ancor più manifesta, quantunque il reoforo piantato nell'addome, intanto che l'animale eseguiva dei movimenti, avesse ferita l'aorta dando luogo ad una abbondante emorragia.

Alle ore 6, e minuti 5, la differenza nel colorito e nella turgidezza vascolare dei due polmoni si manteneva nello stesso grado, quantunque l'animale elettrizzato fosse vicino a morire in conseguenza della copiosa perdita di sangue.

Esperienza 16ª. — Due rane di egual volume si fissarono sopra un piano orizzontale, col ventre in alto, in modo che i lacci che servivano a tenerle legate non impedissero in alcun modo la circolazione delle estremità. Si tagliò di poi in amendue una parte delle pareti del torace e dell'addome e si levò la pelle alla coscia destra di amendue. Riuniti quattro elementi di Daniel, si fissò un reoforo alla nuca, l'altro all'estremità della gamba destra di uno di questi animali. La corrente, che percorreva tutto il corpo, indicava 50 gradi circa del galvanometro adoperato nell'altro esperimento.

Dopo un'ora di elettrizzazione si osservarono le seguenti differenze.

Il polmone dell'animale elettrizzato aveva un colorito più vivace, ed i vasi che ne percorrevano la superficie erano più gonfi, e specialmente i grossi tronchi, che venivano direttamente dal cuore.

Quest'organo batteva più sollecitamente dell'altro, e durante la sua diastole si rigonfiava di più e diveniva di un color rosso più vivace che nell'altra rana.

Il ventricolo e gli intestini diminuirono di volume ed acquistarono nella loro superficie esterna un color roseo, mentre quelli della rana non elettrizzata conservarono il loro colore bianchiccio.

Nei muscoli della coscia per la quale passava l'elettricità, le ramificazioni vascolari erano divenute più visibili e parevano aumentate di numero; e quantunque fossero percorsi da una corrente continua, pure quasi sempre erano la sede di un tremore, che non si osservò nemmeno nell'altra gamba dello stesso animale.

Mezz'ora più tardi amendue erano ancora vivi e presentavano le differenze accennate in un grado più sensibile. Nello stomaco della rana elettrizzata, ove non eran dapprima visibili che i vasi della piccola e della grande curvatura si erano fatte palesi delle diramazioni, che partendo dai vasi delle due curvature, andavano ad incontrarsi nella parte media dell'organo ed ivi anastomizzavansi.

In queste due esperienze l'elettricità penetrava negli organi per mezzo del sistema nervoso; e vi produceva quella regolare e moderata turgidezza sanguigna, che sicuramente avrà dovuto formarsi anche negli animali che servirono alle prime otto esperienze, e della quale rimasero indizii anche dopo morte nel fegato, nei reni, e nella mucosa del ventricolo. Tale affluenza di sangue è ben diversa da quella che abbiamo osservata in quegli organi sui quali fu applicata immediatamente l'elettricità. In questi non solo era spinta a quel grado nel quale non può mai sospingersi in un organo allo stato fisiologico, ma di più era accompagnato da una modificazione nella consistenza dei tessuti e da uno stravenamento del plasma sanguigno che non era stato assimilato perchè abnorme per sè stesso, e a contatto di elementi che avevan perduto le loro attitudini fisiologiche.

Quindi la corrente elettrica continua introdotta direttamente ne' parenchimi senza l'intermezzo del sistema nervoso, agisce come principio irritante, e vi determina uno stato congestivo abnorme, il quale piuttosto che essere elemento di un esaltamento delle normali funzioni e dei loro prodotti, vi induce al

contrario delle alterazioni che sono molto analoghe a quelle che accompagnano i primi periodi del processo infiammatorio, che sono appunto, l'arresto o le modificazioni della funzione normale, una straordinaria funzione sanguigna con stasi, il ram-mollimento, e il trasudamento. Questo stato congestivo è quindi ben diverso da quello che lo stesso elettrico determina quando agisce col mezzo dei nervi, e fra di loro deve passare la stessa differenza che esiste tra quell'afflusso di sangue che si forma negli organi ogni volta che entrano naturalmente e spontaneamente in uno stato di maggiore attività funzionale, e la stasi sanguigna che costituisce uno dei più essenziali elementi del processo infiammatorio. Per la qual cosa apparisce che la maggiore flussione di sangue che si forma in un organo elettrizzato col mezzo dei nervi è affatto identica a quella che nel naturale e spontaneo svolgimento della vita, si forma in quegli organi che per necessità dell'organismo e per cagioni venute dal di fuori debbono crescere di attività le loro funzioni fisiologiche.

Le deduzioni importanti e più sicure che possono trarsi dai fatti sovraesposti possono riassumersi nel modo che segue:

1°. La corrente elettrica continua rende più pronte ed energiche tutte le funzioni della vita vegetativa ed accresce perciò anche la forza dei due atti di attrazione e composizione, scomposizione e ripulsione che costituiscono il processo nutritivo.

2°. L'elettrico nel produrre questo effetto non agisce come un semplice eccitante, vale a dire non si limita ad attivare pel momento gli atti funzionali a scapito della loro durata, ma accresce e rinforza radicalmente la loro potenza, per modo che le funzioni non solo si compiono con maggiore energia, ma il loro eccitamento dura a lungo anche quando l'elettrico ha cessato di agire, e perfino qualche tempo dopo la morte dell'animale.

3°. Tale risultanza non può spiegarsi se non ammettendo che sotto l'influenza di quell'imponderabile, i centri nervosi ganglionari acquistino un insolito e più gagliardo potere che essi trasmettono anche più facilmente e per un tempo maggiore del consueto agli organi a loro sottoposti.

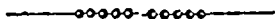
4°. Nel raggiungere questo scopo l'elettrico determina un

afflusso maggiore di sangue a quegli organi di cui aumenta le funzioni, uguale a quello che nel normale esercizio della vita si effettua in quelle parti che più vigorosamente spiegano le loro proprietà vitali.

5°. L'elettrico applicato direttamente sui tessuti agisce come stimolo abnorme, ne altera e ne sospende le funzioni, e l'afflusso di sangue che ne consegue anzi che prestarsi ad un più attivo svolgimento degli atti funzionali vi arreca invece delle modificazioni analoghe a quelle che determina il processo infiammatorio.

6°. Se l'elettrico deve aumentare le attitudini funzionali degli organi è necessario che giunga ai medesimi per mezzo dei filamenti nervosi. E siccome non sono questi che semplici conduttori, così l'attivamento della funzione, se fosse effetto di un'azione spiegata dall'elettrico sui filamenti nervosi soltanto, non potrebbe durare oltre l'azione del medesimo, ma poichè nell'esperienze esposte gli effetti furono superstiti alle loro cagioni, non può quindi spiegarsi, se non ricorrendo all'ipotesi esposta nel terzo corollario.

ERRATA — Alla pag. 245 lin. 25. ove dice: 2°. Tolto, leggesi: 2°. Tutto.



INTORNO IL POTERE CONDUTTORE DEL NICKEL.
Mr. A. ARNDTSEN.

(*Pogg. Ann.* T. cv. p. 148).

Il nickel puro essendo piuttosto rarissimo, il sig. Arndtsen profittava dell'occasione del suo soggiorno a Gottinga, per esaminare un filo di nickel perfettamente puro. Determinando la conducibilità di questo filo col metodo del sig. Weber e facendo = 1 la resistenza del rame, egli l'ha trovata alla temperatura di 13°,69 C. di 6,82, vale a dire quasi dello stesso valore di quella del ferro, la quale secondo le osservazioni dell'Autore, è di 6,66.

D'altronde secondo le osservazioni del sig. Riess (*V. Lchve*