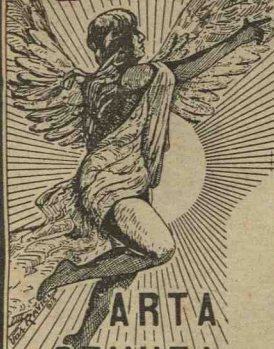


UNIVERSITATEA POPULARA



ARTA
ȘTIINȚA
LITERATURĂ

Fiziologie

Producțiunea

CASA ȘCOALELOR

BIBLIOTECA PEDAGOGICĂ

No 16910.

Mișcării

Căldurei

și

Electricității

in

Organismul animal

de

I. Athanasiu

Profesor de Fiziologie la Facultatea de Științe și la Școala
Superioară de Medicină Veterinară din București



BUCUREȘTI

Tipografia Cooperativă „Poporul”, B-dul Elisaveta, 27

1913

11471-11
Dublet.

BIPLON
No 16910

UNIVERSITATEA POPULARĂ

FIZIOLOGIE

Producțiunea

Mișcării

Căldurei

și

Electricității

in

Organismul animal

de

I. Athanasiu

Profesor de Fiziologie la Facultatea de Științe și la Școala Superioară de Medicină Veterinară din București



BUCUREȘTI

Tipografia Cooperativă „Poporul”, B-dul Elisaveta, 27

1913

159752
10c.

1956

Biblioteca Centrală Universitară
"Carol I" București
Cota 47171

EC 192/08

Cumpărat dela Librăria națională
Loos

B.C.U. Bucuresti

C159752

612

Lumea fizică. Energie și diferitele sale forme.

Doamnelor și Domnilor,

Mi-am propus a trata înaintea Domniei Voastre, și foarte pe scurt, mecanismul producției mișcării, căldurei și electricității în corpul animalelor. Înainte însă de a face acest studiu e bine să ne reamintim câteva cunoștinți de fizică asupra mișcării căldurei și electricității din corpurile lipsite de viață. — Vom putea astfel să ne dăm seama mai bine de apropierea, care există între aceste corpuri și cele veșuitoare.

Cât timp omul n'a cunoscut din ce este alcătuită lumea ce-l înconjoară, nu putea să știe care e constituția și mecanismul funcțiunii organismelor veșuitoare și prin urmare nici a propriei sale ființe. Credinți greșite au domnit la diferitele popoare și chiar învățați mari au profesat idei false asupra funcțiunilor din corpul animal. Unii le nesocoteau chiar ; așa *Platon*, mare filosof din antichitate, profesa că savantul nu trebuie să se ocupe cu studiul funcțiunilor corpului, acestea fiind chestiuni de interes mic, ci cu funcțiunile superioare ale sufletului. Știința modernă ne

spune însă că aceste funcțiuni superioare nu pot fi înțelese fără cunoașterea funcțiunilor corporale și acestea la rândul lor fără cunoașterea lumii externe, mai bine zis a lumii fizice.

Se impune deci să cunoaștem această lume, căci s'a demonstrat de către știință legătura foarte strânsă care există între ea și animal. Se fac schimburi continue între ființa vie și lumea din afară și orice cauză, care va întrerupe aceste schimburi, provoacă moartea. Nu ne putem închipui prin urmare să despărțim un singur moment ființa vie de lumea în care trăește.

Să vedem acum, ce este această lume. Ea trebuie privită din două puncte de vedere: material sau chimic și energetic, sau fizic.

Cu studiul material al lumii se ocupă chimia, care arată că ea este formată dintr'un număr însemnat de corpuri simple, 78—80, câteva nefiind încă bine determinate. Aceste corpuri simple prin asocieri, variate la infinit, alcătuiesc compuşii din care este format pământul, aerul și apa.

În corpul ființelor viețuitoare nu se găsesc însă toate aceste elemente chimice simple, ci 14 cel mult și anume: C (carbon), H (hidrogen), O (oxigen), N (azot), S (sulf), P (fosfor), Na (natriu sau sodiu), K (kaliu sau potasiu), Ca (calciu), Mg (magneziu), Cl (clor), Fe (fer), Fl (flor) foarte puțin și de asemenea puțin Si (siliciu). Iar dintre acestea nu toate sunt egal răspândite în materia vie; cele mai răspândite sunt: C, H, N, O, S și P. În schimb aceste elemente, deși puține la număr, alcătuiesc combinațiuni extrem de numeroase și de complexe. De ex.: albuminoidele a căror formulă chimică ne arată că în

molecula lor intră 1500 de atomi, și chiar mai mult.

Această complexitate moleculară este un caracter principal al ființelor veșuitoare. Pe de altă parte, compușii organici, pe cât sunt de complexi, pe atât sunt de puțin stabili; ei se desfac și se refac cu cea mai mare ușurință.

Însă nu despre constituțiunea chimică a ființelor vii mă voi ocupa. Aceasta s'a atins numai în treacăt fiind în legătură cu subiectul. ce doresc a trata.

Corpurile din natură sunt într'o continuă schimbare. Repaus absolut nu există, el este numai relativ; schimbări de formă, de poziție, de proprietăți fizice, de compoziție chimică. etc., totul este într'o neîncetată prefacere. Vântul care bate continuu, căci la suprafața apei celei mai liniștite vedem încrețituri, mici valuri, fără întrerupere; apele care curg la suprafața pământului; soarele care răsare și apune în fiecare zi; ziua cu lumina, noaptea cu întunericul; vara cald, iarna frig; norii, cari se adună, fulgerul, tunetul, trăznetul. Ce sunt toate acestea? Omul s'a întrebat în toate timpurile și explicarea, pe care a dat-o, a fost în raport cu gradul său de cultură.

Știința ne demonstrează azi mecanismul tuturor acestor schimbări, ce se produc în lumea înconjurătoare. Avem aface cu mișcare, căldură, lumină, electricitate. Sunt forțe sau puteri mai bine zis energii, cari se manifestă sub aspecte variate și cari toate împreună alcătuiesc lumea fizică.

Aceste energii, sunt în strânsă legătură; ele pot să se transforme unele în altele, ceiace do-

vedește: că sunt forme ale uneia și aceleiași energii universale. Putem să demonstrăm câteva din aceste transformări, prin următoarea experiență:

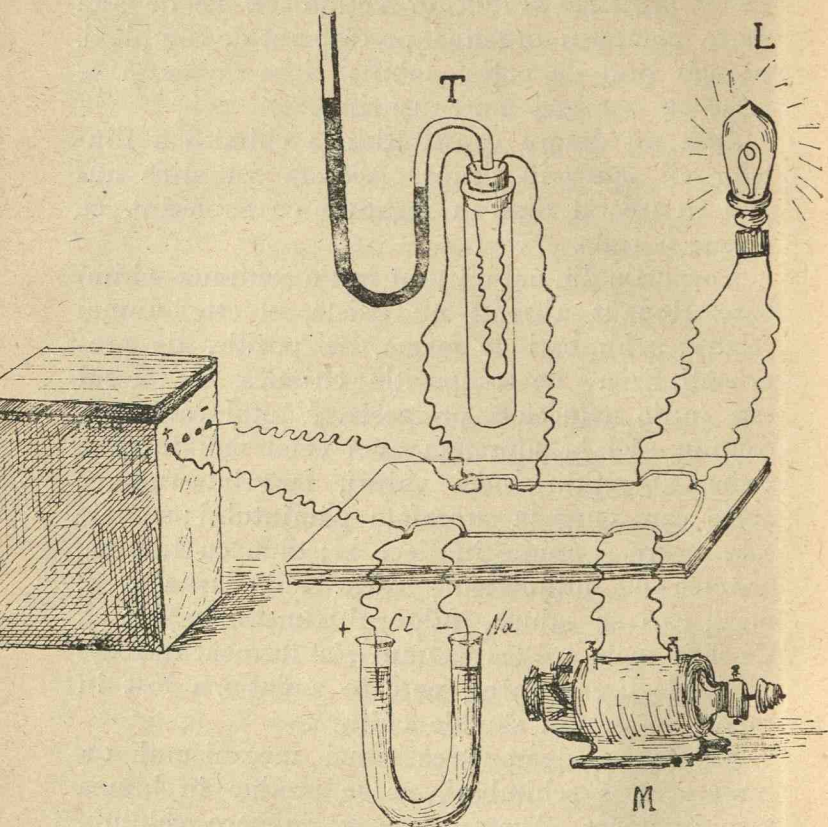


Fig. 1.—Schema transformărilor de energie.—Acumulatorul este închis în figura reprezentată în figură. T=Termometrul cu aer; L=Lampă electrică; M=Motor electric; Tubul în U conține o soluție de NaCl. (După Marey).

Avem aci un acumulator. în care se află energie electrică, ce se bucură de proprietatea de a se înmagazină în acest aparat. Cu această energie

electrică noi putem produce: energie mecanică, punând acumulatorul în legătură cu un mic motor (M) care imediat începe să se învârtască. Putem produce energie calorică sau căldură, pe care o apreciem printr'un termometru cu aer. Iată un tub de sticlă (T) închis la un capăt, iar prin celălalt comunică cu un manometru în formă de U în care se găsește apă colorată. În tubul de sticlă se află o sârmă prin care vom face să treacă curentul electric. Aerul, aflat înăuntru, se va dilata prin încălzire, presiunea va crește și, ca urmare a acesteia, coloana de lichid din manometru se va ridica.

Putem să producem lumină cu electricitatea din acumulator. Chiar în fața d-voastră funcționează o lampă electrică; vom aprinde și noi una (L).

Putem să producem un fenomen chimic. Vom face să treacă curentul printr'o soluție de clorură de sodiu și vom vedea că la unul din poli lichidul se roșește, pentru că sarea (clorura de sodiu) s'a descompus în Clor (Cl) și Sodiu (Na) cum arată formula următoare: $\text{NaCl} = \text{Na} + \text{Cl}$. Sodiul (Na) se duce la polul negativ, unde cu oxidrilul (OH), ce rezultă din desfacerea apei, formează hidratul de sodiu (Na OH) care se colorează în roșu cu fenolftaleină; iar clorul se duce la polul pozitiv și formează cu hidrogenul acidul clorhidric (ClH).

Toate aceste transformări se fac fără pierdere și fără câștig, de unde a decurs principiul fundamental din fizică:

Energia nici nu se creiază, nici nu se distruge; ea nu face decât să se transforme.

Această transformare o putem măsura cu cea mai mare precizie, servindu-ne de anume unități de măsură. Așa, pentru energia mecanică unitatea este *kilogrammetrul*, care reprezintă energia, ce trebuie să cheltuim pentru a ridica o greutate de un kilogram la înălțime de un metru; pentru căldură unitatea este *caloria*, care reprezintă cantitatea de căldură necesară pentru a ridica temperatura unui kilogram de apă cu un grad; pentru electricitate este *joule*: ce reprezintă cantitatea de energie electrică, care, dacă o transformăm în energie mecanică, este egală cu o zecime de kilogrammetru.

O calorie transformată în muncă va produce 425 de kilogrammetri, ceea ce înseamnă că cheltuind o cantitate de energie calorifică de o calorie putem ridica 425 kgr. la înălțime de un metru, sau un singur kilogram la 425 metri. Tot așa putem face transformarea inversă adică distrugând o cantitate de muncă de 425 kilogrammetri, vom obține o calorie.

Dar energia se mai poate manifesta și sub altă formă. Ea poate să se înmagazineze, să devie energie latentă, ascunsă sau potențială. Câteva exemple de astfel de energie. Un corp ce e suspendat în aer (un candelabru), înmagazinează energie mecanică, deoarece, tăind firul de suspensiune, el va cădea, va produce mișcare, și aceasta se va transforma fie în altă mișcare, fie în căldură, dacă ajunge pe pământ. Tot energie mecanică potențială este și aceia din resortul unui ciasornic, unde este înmagazinată sub formă de energie elastică. Această energie pune în mișcare toate roțile ciasornicului.

Energia calorică poate să se găsească și ea sub formă potențială în vaporii de apă și în anumite condițiuni poate produce mișcare (mașina cu aburi).

Cea mai răspândită și mai importantă formă de energie potențială este cea chimică. Ea se poate transforma fie în căldură, cum este cazul carbonului când se combină cu oxigenul, fie în electricitate, cum este cazul zincului când se combină cu acidul sulfuric; fie în căldură, electricitate și mișcare cum vom vedea că se petrec lucrurile pentru substanțele combustibile din organismul animal.

Putem dar să facem o a doua mare diviziune între energii și anume: energie latentă sau potențială de o parte și energii actuale de altă parte. Această diviziune este foarte importantă. Ne vom întâlni cu dânsă, când vom vorbi de funcțiunile motorii ale ființelor vii.

Intrebarea imediată ce se pune este: aceste feluri de energii aparțin ele planetei noastre, ori vin din afară? Știința arată că pământul le primește dela soare sub formă de radiațiuni calorifice și luminoase. Am reprezentat aceasta în mod foarte schematic pe un tablou Fig. 2.

Căldura solară ajungând la suprafața apelor de pe pământ: râuri, lacuri, mări, oceane, produce o evaporare a lor; vaporii se ridică, în atmosferă și formează norii, care închid în ei energie potențială. Aceștia, ajungând la o anumită înălțime, se condensează, de unde urmează ploaie și, dacă temperatura e mai rece, zăpadă. Apa de ploaie și cea provenită din topirea zăpezii se scurge formând, pârae, râuri și fluvii. În curgerea sa apa pune în

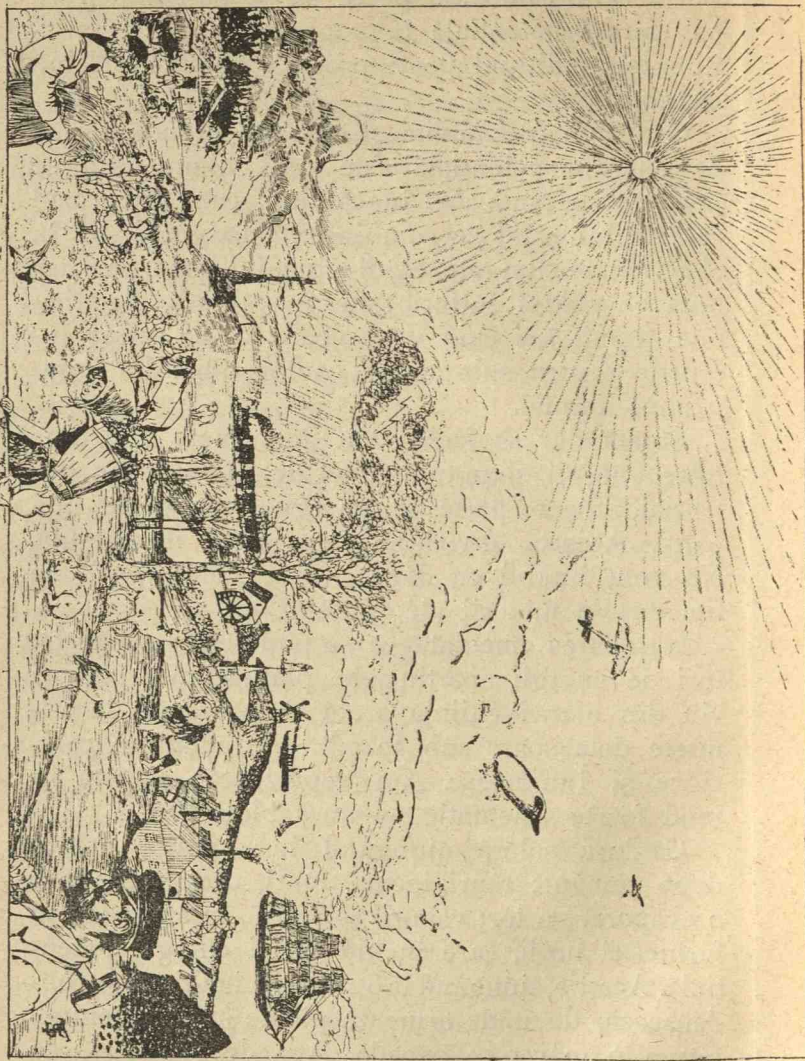


Fig. 2

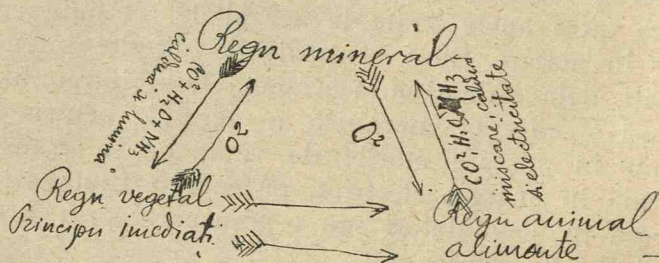
stare actuală energia potențială a norilor și o dă sub formă de mișcare, sub formă de căldură și sub formă de electricitate, aceste două din urmă forme rezultate diu frecarea apei de albia râului. Omul întrebuințează curgerile de apă pentru a pune în mișcare roata de moară sau transformă energia mecanică a căderilor de apă în energie electrică, iar cu aceasta produce lumină, muncă, etc.

Dar nu numai apa suferă schimbări sub influența căldurei, ce vine dela soare. Mișcările aerului atmosferic sunt tot un efect al acestei călduri. În adevăr, pământul nefiind încălzit deopotrivă pe toată suprafața sa (mai mult la equator decât la poli și mai mult ziua decât noaptea), iar căldura pe care el o radiază, nefiind egală în diferite regiuni, se creiază diferențe de temperatură între unele strate de aer și de aci punerea lor în mișcare. Sunt vânturile de diferite intensități, dela zefir până la uragan. Omul întrebuințează și energia mecanică a aerului, pentru a pune în mișcare morile de vânt, ori o transformă în energie electrică, pe care o înmagazinează în acumulatori sau o transportă prin fire metalice în fabrici etc.

Căldura și lumina soarelui ajungând la suprafața pământului mai dau naștere și la alte transformări. Vegetalele verzi, cu clorofilă, pot grație luminei și căldurei solare, să uniască corpuri minerale, cum sunt acidul carbonic (CO_2) și apa (H_2O) și să formeze compuși organici, de exemplu glucoză ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$). Asociind la aceste elemente și amoniacul, plantele produc substanțe albuminoide, a căror compoziție este mult mai complexă decât a glucozei. Toți acești compuși au înmaga-

zintă în ei energie potențială, produsă pe socoteala căldurii și luminei solare. Animalele nu pot face astfel de sinteze, plecând dela corpuri minerale. Ele consumă plante pentru a-și apropia aceste substanțe organice și împreună cu ele energia potențială. Acestea sunt animale erbivore. Dar există animale, cari nu se hrănesc cu plante, ci cu carnea altor animale; acestea sunt carnasierile sau carnivorele. Dacă plecând dela carnivor, căutăm origina energiei, pe care el o desfășură, găsim că ea este tot solară, însă după ce a trecut prin corpul plantei și al animalului erbivor.

Am putea reprezenta prin următoarea schemă relația care există între animal, plantă și regnul mineral.



Vegetalele iau din regnul mineral bioxid de carbon (CO_2) apă (H_2O) amoniac (NH_3), săruri minerale și absorb căldură și lumină. Din procesul de sinteză, pe care-l văzurăm, rezultă materiile hidrocarbonate, grăsimile și materiile albuminoide, toate numite încă și principii imediați. Rezultă și oxigen (O_2) pe care plantele îl dau afară.

În corpul animalelor, acești principii imediați (alimente) sunt desfăcuți grație oxigenului, pe care

ele îl iau din aer sau din apă. Din conflictul între oxigen și alimente rezultă bioxid de carbon (CO^2) apă (H_2O) și produși azotați inferiori ca ureia, acidul uric, guanină etc. pe care animalele îi dau afară. În acest timp ele degajează energie actuală sub formă de mișcare, căldură, electricitate etc. cari toate derivă din energia potențială înmagazinată în alimente. Produșii azotați ajung în cele din urmă la termenul de amoniac (NH_3)

Se face deci o circulație fără întreruperi de materie și energie, între cele trei regnuri: mineral, vegetal și animal. Materia, ca și energia, nici nu se creiază, nici nu se distruge, ea nu face de cât de cât să se transforme. Ar urmă ca circulația ei între cele trei regnuri să fie fără sfârșit. Această circulație este condiționată însă de energia, care vine de la soare. Când aceasta va înceta, nici viața nu va mai fi posibilă pe pământ.

Pe socoteala corpurilor organizate, plante și animale după moarte, se mai produc în interiorul pământului și în anumite condițiuni de căldură, presiune, umiditate etc. cărbuni, petrol, cari sunt combustibile foarte puternice, dispunând de o mare cantitate de energie potențială. Omul întrebunțează această energie pentru punerea în mișcare a mașinilor industriale de tot felul, a mașinilor cu aburi atât de folositoare pentru transportul pe apă și pe uscat. Vapoarele au luat locul corăbiilor cu pânză; trenurile au luat locul diligenței, cu toată profeția pesimistă a marelui francez *Thiers*. Aceste combustibile, purificate și concentrate în formă de benzină au permis funcționarea motoarelor cu explozie și grație lor avem automobile și aeroplane.

Privind înapoi, vedem cum toate aceste forme de energie se înlănțuiesc și cum toate își au origina în energia solară.

Căldura ce ne vine dela soare este considerabilă; se evaluează la 270.000.000.000.000 (270 trilioane) de calorii cantitatea de căldură primită de pământ, în 24 ore sau întrebuintând unități de măsură mai apropiate am putea spune că această căldură e de ajuns pentru a încălzi până la fierbere (100°) 27.000.000 vagoane de apă.

Dar toate aceste forme de energie: mecanică, electrică, luminoasă etc., ajung în cele din urmă la forma de energie calorică și aceasta se împrăștie prin radieră dela suprafața pământului în atmosferă și din atmosferă în spațiile interplanetare. Întrebarea este: această căldură mai servă la ceva? Mai este ea de folos altor planete? Răspunsul ar putea fi afirmativ însă numai cu o condiție și anume, ca între pământ și acele planete să existe o diferență de temperatură egală sau aproape egală cu aceia dintre soare și pământ. Aceasta însă este imposibil. Dacă admitem că cea mai ridicată temperatură a pământului, la equator, ar fi de 30° , va trebui, — păstrând proporția între pământ și soare — ca temperatura planetelor, ce primesc căldura dela noi, să fie de mai multe mii de grade sub zero, ceea ce este absurd, de oarece la -273° e zero absolut.

S'ar putea însă ca această căldură să se concentreze undeva în univers, și atunci, realizându-se diferența de temperatură strict necesară, ea să sufere aceleași transformări ca pe pământ?!

Până acum știința nu ne-a putut spune dacă o astfel de concentrare e posibilă.

Dar să părăsim această lume a astrelor și să venim la pământul nostru. Observăm că și aici căldura pentru a fi întrebuințată ca sursă de energie, capabilă să se transforme în energie mecanică, electrică, etc. trebuie să fie concentrată; e nevoie prin urmare de acea diferență de temperatură, ce spuneam că există între soare și pământ. Mașinile noastre cu aburi ne dovedesc aceasta. Ele n'ar putea funcționa fără acea deosebire de temperatură, ce există între cuptor și răcitor. Căldura concentrată din cuptor produce vapori de apă cari prin elasticitatea lor (energie potențială) pun în mișcare pistonul unei pompe și de aci mișcarea este comunicată roților de tot felul din mașina cu aburi. Prin urmare grație numai acestei diferențe de temperatură, căldura poate produce mișcare, precum numai prin diferență de nivel apa cade și produce energie mecanică. și precum numai prin diferență de potențial între cei doi poli energia electrică se poate manifesta.

Valoarea căldurei depinde deci de gradul ei de concentrare. Așa, cu 100 de calorii într'un litru de apă, (temperatura lichidului ar fi deci 100°), vom putea produce oarecari transformări de energie. Dacă însă cele 100 de calorii le avem în 100 litri apă, pe această căldură nu o putem întrebuința.

Omul folosindu-se de diferitele forme de energie ale naturii, pentru înlesnirea vieții sale, a fost nevoit să le valorifice, luând ca punct de plecare munca lui. Sunt energii superioare acelea cari pot da cea mai mare cantitate de muncă fără mare cheltuială, cum sunt: energia

gravifică (cădere de apă), energie electrică, energie chimică. Pe aceasta din urmă o putem împărți în două: 1) energie chimică ce se degajă sub formă de căldură (substanțe combustibile). Valoarea acestei energii chimice e mică, pentru că, în mașinile cele mai perfecționate, ea nu se poate transforma în energie mecanică folositoare decât 15%. 2) energie chimică ce se degajă sub formă de electricitate (zinc+acid sulfuric). Aceasta este cu mult superioară celei d'întâi, fiindcă electricitatea se transformă cu ușurință în energie mecanică. Ea este însă foarte costisitoare.

Sunt energii inferioare: căldura și lumina căci ele, ajunse la un anumit grad, ar trebui concentrate pentru ca să le mai putem întrebuința. Însă mijloace de concentrare nu s'au găsit până acum.

Pentru a încheia, am putea să complectăm principiul din fizică, enunțat mai sus asupra permanenței energiei în chipul următor:

Energia în diferitele transformări ce suferă, nici nu se distruge nici nu se creiază; ea își modifică însă calitatea și deci și valoarea, când ajunge la forma de energie inferioară.

Aceste considerațiuni generale de fizică mi s'au părut necesare de expus, pentru ca să putem urmări mecanismul prin care se produce mișcare, căldură și electricitate în organismul animal.

II

Producțiunea mișcării în organismul animal.

Doamnelor și Domnilor,

Când voim să cunoaștem mecanismul funcționării unei mașini oarecare, trebuie să începem prin a cerceta constituția ei în stare de repaos și când vom ști organele din care ea este compusă și modul legăturii dintre ele, vom putea studia cu ușurință modul cum funcționează. Vom proceda la fel și cu organele de mișcare ale animalelor; structura acestor organe trebuie cunoscută înainte de a studia funcțiunea lor.

Proprietatea de a face mișcări aparține întregului regn animal dela ființele cele mai simple până la cele mai perfecționate. Aparatele motoare însă de care ele se servesc sunt foarte variate.

La *amibe*, animale unicelulare, al căror corp este format dintr'o simplă masă de protoplasmă și un nucleu, organele de mișcare sunt *pseudopozii*. Când observăm la microscop o amibă, vedem că ea își schimbă forma neîncetat din cauza apariției pseudopozilor și mișcărilor ce ei imprimă

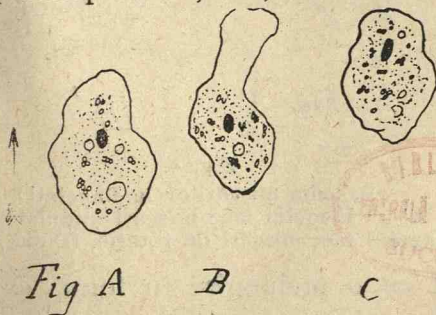


Fig. 3.
Amibă în mișcare. Pseudopodul e vizibil în faza B.
(După *Jves Delage*).

BIBLIOTECA
CENTRALĂ UNIVERSITĂȚII
BUCUREȘTI

corpului amibeii.—Iată pe acest tablou (Fig. 3) reprezentate 3 faze ale mișcării unei amibe. Ea trece din pozițiunea **A** în pozițiunea **C** grație pseodopodului, figurat în poziția intermediară **B**. — Se zice amiboide mișcările acestea și ele nu aparțin numai amibelor. — În sângele nostru se găsesc globule albe, numite și leucocite, cari execută mișcări întocmai ca amibe și grație lor, ele pot trece prin pereții capilarelor din sânge în țesuturi și vice-versa.

Tot printre animalele unicelulare, mai perfecționate însă decât amibe, există unele la care apar organe speciale și permanente pentru mișcare. — Așa sunt *flagelații* al căror corp este

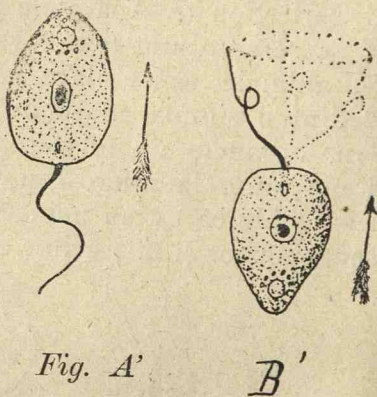


Fig. 4.

Schema mișcărilor la flagelați

A' = Flagelul face mișcări ondulatorii.

B' = Flagelul face mișcări de rotație. (După *Jves Delage*).

prevăzut cu o prelungire în formă de biciu, zis și *flagel*. — Când mișcările acestui flagel sunt ondulatorii, Fig. 4 A', el împinge corpul înaintea lui. Când din contra flagelul face o mișcare de

rotație în jurul rădăcinei sale, el trage corpul după dânsul. (Fig. 4 B'). În acest din urmă caz flagelul suferă o îndoitură, pentru a forma un plan înclinat și a lua astfel punct de sprijin pe apa în care se mișcă, întocmai ca helicea dela vapoare sau dela aeroplane.

La alte protozoare corpul este acoperit cu un mare număr de peri scurți, ziși și *cili vibratili*, care fac mișcări foarte repezi și de forme variate. Iată pe acest tablou, (Fig. 5,) un exemplu de infuzoriu ciliat; este un *parameciu*, care înaintează în apă grație mișcării cililor de pe corpul lui; el se învârtăște în acelaș timp în jurul axului său longitudinal.

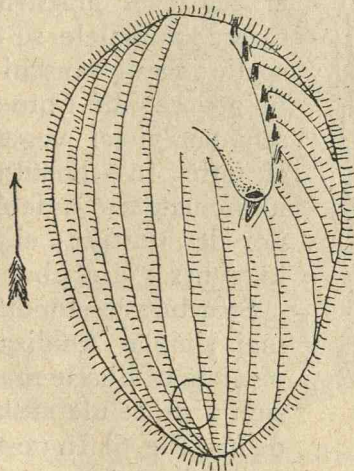


Fig. 5.
Infuzoriu Ciliat (Parameciu)
(După Jves Delage)

Celule de acestea ciliate avem și noi în aparatul respirator. Ele au ca funcție să scoată afară din pulmon praful și altele impurități introduse cu aerul respirat.

La animalele superioare aparatul locomotor se perfecționează și mai mult. Deși acest aparat este foarte variabil ca formă la diferitele clase de animale, când cercetăm însă intimitatea consti-



Fig. 6.

Fibre musculare netede și involucrele lor elastice tăiate în lung.

tuțiunii lui, găsim că la toate el are aceleași organe active de mișcare, anume mușchii. Ținând samă de structura și modul funcțiunii lor, îi putem împărți în 2 clase: 1) mușchi ai vieții de relație, fiindcă ei fac toate mișcările cu ajutorul cărora animalele se deplasează în spațiu; acești mușchi sunt alcătuiți în general din fibre striate, 2) mușchi ai vieții vegetative, fiindcă ei intră în constituția viscerilor însărcinate cu îndeplinirea funcțiilor de nutriție; ei sunt alcătuiți în general din fibre netede.

Structura acestor din urmă este cea mai simplă. Analiza microscopică ne arată că fibrele musculare netede sunt niște celule alungite în formă de fus (Fig. 6). În porțiunea umflată a celulei se găsește un nucleu, alungit ca și fibra, iar protoplasma conține numeroase fibrile, dispuse longitudinal și alcătuiind elementul contractil propriu zis al fibrei. Mai găsim apoi că fiecare celulă (fibră netedă) este înconjurată

de o învelitoare, formată din fibre de natură elastică, dispuse în sensul axului longitudinal al celulei (Fig. 6 și 7.)

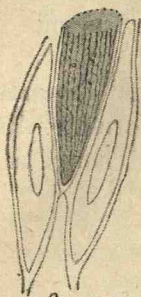


Figura 7.

Fibre musculare netede. — Cea din mijloc este tăiată transversal pentru a arăta poziția învelitoareii sale elastice.

chiuri de fibre legate între ele prin țesut conjunctiv (Fig. 8).

Fibrele musculare striate sunt mai lungi ca cele netede; ele au forma cilindrică, și conținutul lor prezintă o strie transversală, căci el este for-

Fibrele musculare netede se așează unele lângă altele pentru a forma membrane musculare ca acelea care intră în constituția viscerilor digestive: stomac, intestine etc.

Mai complicată e constituția mușchilor cu fibre striate. Analiza microscopică a unui astfel de mușchiu ne arată că el este compus dintr'un mare număr de mănun-

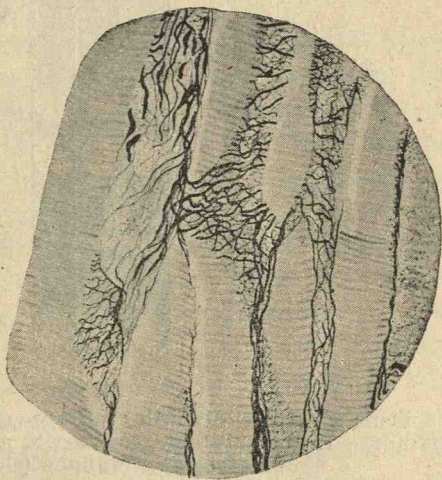


Fig. 8.—Fibre musculare striate tăiate în lung pentru a arăta atât striatiunea transversală cât și membrana lor de învelire formată din fibrile conjunctive și elastice.

mat dintr'un mare număr de discuri suprapuse, unele cu aspect întunecat, altele cu aspect luminos, și care alternează în mod foarte regulat Fig. 8.

Aceste discuri alcătuiesc substanța contractilă a fibrei striate; ea ocupă cea mai mare parte din conținutul fibrei.— În afară de această substanță se mai găsește și puțină protoplasmă amorfă și mai mulți nuclei.

Mergând cu analiza microscopică mai departe, găsim că discurile întunecate sunt formate din mici bastonașe cilindrice așezate unul lângă al-

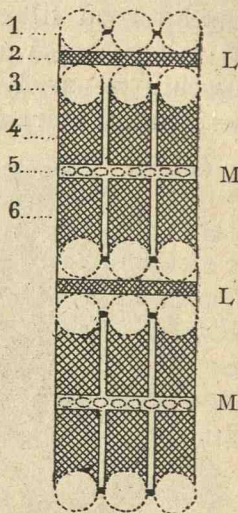


Fig. 9.

Schema alcătuirii discurilor întunecoase M și a discurilor luminoase L, din substanța contractilă a fibrei striate.

- 1) jumătate disc luminos (elastic)
- 2) stria lui Amici
- 3) jumătate disc luminos (elastic)
- 4) » » întunecat (contractil)
- 5) stria lui Hensen
- 6) jumătate disc întunecat (contractil).

tu și paralele cu axul longitudinal al fibrei; (Fig. 9 M.) Aceste discuri sunt împărțite în 2 printr'o strie luminoasă foarte subțire (Fig. 9. No.5) zisă stria lui *Hensen*. Discurile luminoase sunt for-

mate din niște globulețe sferice, așezate în dreptul bastonașelor din discurile întunecate (Fig. 9)

Acești discuri sunt împărțite în 2 printr'o strie întunecoasă foarte subțire (Fig. 9 No. 2) zisă stria lui *Amici*.

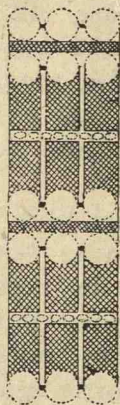
Fibra musculară striată e învelită și ea de o membrană alcătuită dintr'un amestec de elemente conjunctive și elastice. Această membrană e în legătură cu discurile luminoase din substanța contractilă; ele prezintă aceleași reacțiuni microchimice ca elementele elastice din membrană deci sunt de aceeași natură. Acest fapt e foarte important de cunoscut; el ne va ajuta să înțelegem cum funcționează fibra striată.

Funcțiunea elementară a unei fibre musculare, netedă sau striată, constă în a se restrânge din alungită cum este în timp de repaos. În această restrângere zisă și contracțiune musculară, diametrul longitudinal se micșorează iar cel transversal crește în proporție așa fel că volumul total al fibrei nu se schimbă. Înțelegem acum rolul învelitoarei elastice a fibrei netede; ea se deformează în timpul contracțiunii, și venind apoi la forma sa de repaos, are să readucă și fibra netedă la lungimea sa inițială. Invelitoarea elastică este deci resortul antagonist al substanței contractile din fibra musculară. În mușchiul striat elementul elastic nu rămâne cuprins numai în membrana de învelire a fibrei ci pătrunde în însăși substanța contractilă formând discurile luminoase.

Am putea să ne explicăm în chipul următor modificarea elementelor din fibra striată în timpul contracțiunii sale: bastonașele discurilor în-

tunecate, din cilindrice, tind să devină sferice iar globulețele elastice din discurile luminoase sunt turtite și se alungesc în sens transversal Fig. 10. Prin aceste modificări fibra se scurtează și se

Repaos



Contractiune

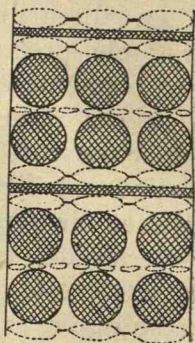


Fig. 10.

Schema contractiunii fibrei musculare striate.

- 1) și 3) Demidiscuri luminoase = elastice.
- 2) Stria lui Amici.
- 4) și 6) Demidiscuri întunecoase = contractile.
- 5) Stria lui Hensen.

îngroașă (contractiune). Deformarea discurilor luminoase se însoțește de producere de energie elastică (potențială), care va ajuta bastonașele din discurile întunecoase (substanța contractilă propriu zisă) să revină, cu ușurință, la forma lor inițială. Și aci, ca și la fibra netedă, elementul elastic formează resortul antagonist al substanței contractile și dacă nu rămâne cuprins numai în membrana

de învelire, ci pătrunde în interiorul fibrei, este ca să asigure reîntoarcerea ei la lungimea de repaos în cel mai scurt timp. Conracțiunea fibrei striate este într'adevăr cu mult mai repede decât aceea a fibre netede.

Dar studiul funcțiunei mușchilor e greu de făcut pe fibre izolate. Trebuie să ne adresăm pentru aceasta la un mușchiu întreg pe care'l izolăm de ceilalți pentru a putea lucra direct asupra lui. La animalele inferioare, cum sntt broaștele, mușchii scoși din corp, și puși în anumite condiții, trăesc timp îndelungat și putem face asupra lor tot felul de experiențe.

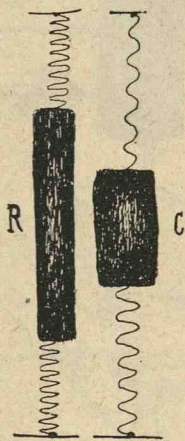


Fig. 11.

Schema contracțiunei mușchiului striat scos din organism.
R—repaos C—conracțiune.

Iată aci un ast-fel de mușchiu, Fig. 11. R. în-tins prin 2 resorturi metalice.— Să trimetem în acest mușchiu un curent electric de scurtă durată; vedem că el face o mișcare, se contractă (Fig. 11. C.) însă mișcarea este atât de repede încât e peste

putință să ne dăm seamă de forma și întinderea ei numai prin simpla observație cu ochiul liber.

Trebue să înscriem această mișcare ca să o putem analiza. — Recurgem pentru aceasta la metoda grafică, datorită în cea mai mare parte marelui fiziolog francez *Marey*.

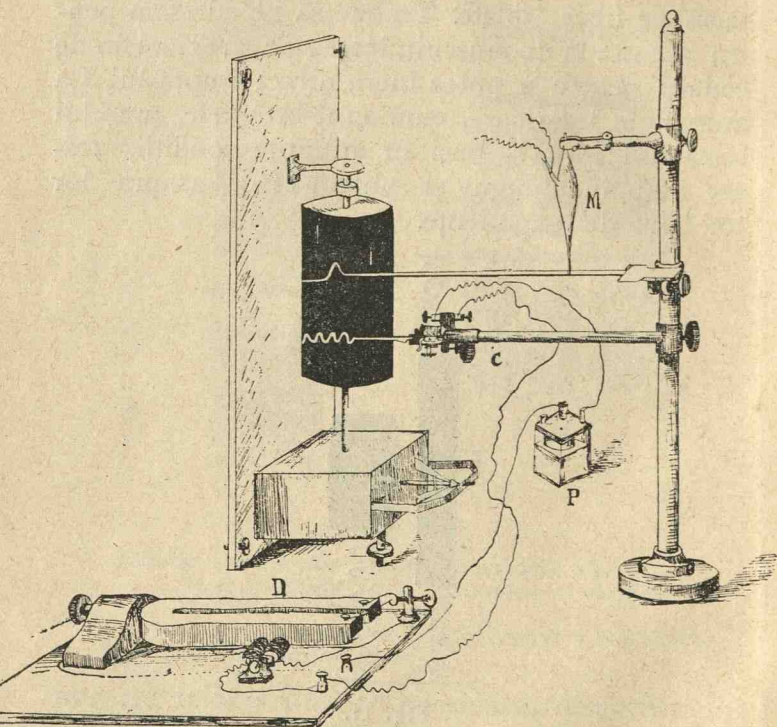


Fig. 12.

Schema instalației pentru a înscrie contracțiunea musculară. M=mușchiu striat; c) cronograf; D=diapazon; P-pilă electrică (După *Marey*).

Iată un mușchiu așezat vertical (Fig. 12) fixat prin extremitatea sa superioară într'un clește iar prin cea inferioară este legat de o peniță, care

funcționează ca o pârghie de al III gen și mărește întinderea mișcării mușchiului. Să apropiem vârful peniței de acest cilindru, ce se învârteste cu o viteză uniformă și care este acoperit cu o hârtie afumată. Penița va ridica, în mișcarea ei, stratul de fum ce întâlnește, lăsând o urmă albă pe fond negru; este curba contracțiunii mușchiului, zisă și miogram. Ea ne va permite să studiem diferite faze ale acestei contracțiuni.

Pentru a putea face un astfel de studiu trebuie să cunoaștem și timpul cât a durat mișcarea în total precum și fie-care din fazele ei. Ne servim pentru aceasta de un aparat zis cronograf (C)

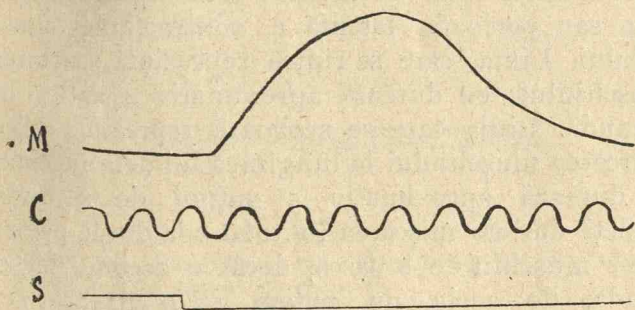


Fig. 13

M=Curba contracțiunii musculare simplă.
 C=Timpul exprimat în sutimi de secundă.
 S=Momentul când mușchiul a fost excitat.

care va înscrie secunde sau fracțiunile de secundă. Mișcarea, ce ne propunem de a analiza, fiind foarte repede ne trebuiesc fracțiuni de secundă foarte mici, și anume sutimi.

Acestate le obținem cu ajutorul unui diapazon (D) care face 100 de vibrații pe secundă și pe care le transmitem prin ajutorul electricității la cronograful (C). Tot acest cronograf poate servi și ca semnal, care să indice cu precizie momentul când mușchiul a fost excitat. Procedând la înscrierea contracțiunii mușchiului și a timpului în care ea s'a produs, obținem 3 linii (Fig. 13). M este curba contracțiunii mușchiului sau miogramul; C este timpul exprimat în sutimi de secundă; S este momentul excitațiunii mușchiului. Vedeți că începutul contracțiunii mușchiului nu corespunde exact cu momentul excitațiunii lui; trece aproape o sutime de secundă între aceste două momente; este ceea ce numim faza sau perioada latentă a contracțiunii mușchiului. Linia, care se ridică, reprezintă scurtarea mușchiului; ea durează aproximativ 4 sutimi de secundă. Linia care se scoboară reprezintă reîntoarcerea mușchiului la lungimea lui dela început; ea durează aproximativ 5 sutimi de secundă. Vedeți dar că mișcarea în total n'a durat, pentru acest mușchiu de broască, decât o zecime de secundă, de aceia nu putem să o urmărim cu ochiul liber. La om și în genere la toate mamiferele și la pasări, contracția aceasta este și mai scurtă. În organism însă mușchii nu se contractă în chipul acesta decât foarte rar. Obișnuit contracția lor durează un timp mai îndelungat. Putem și noi produce astfel de contracție dacă vom trimite acestui mușchiu mai multe excitații foarte apropiate una de alta. Vedeți că el stă în contracție un timp mai lung și apoi revine, încetul cu încetul la lungimea

lui dela început. Numim tetanos muscular această formă de contracție și dacă o înscriem obținem o curbă ca cea din Fig. 14. Pentru a produce acest tetanos au trebuit 25 de excitații pe secundă.

Toate mișcările voluntare pe care noi le facem au această formă și pentru producerea lor creierul trimete mușchilor aproximativ 50 de vibrații nervoase pe secundă.

Metoda grafică ne permite prin urmare să analizăm mecanismul funcțiunii elementare a

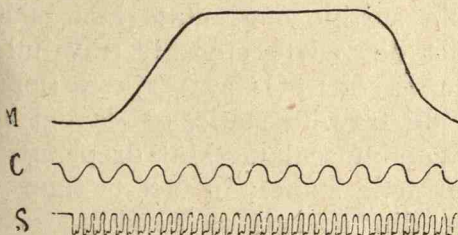


Fig. 14

M=Curba contracțiunii musculare compusă sau tetanos.
C=Timpul în sutimi de secundă.
S=Numărul excitațiilor electrice.

mușchiului. Această funcție se reduce după cum vedem la o restrângere, ce suferă mușchiul, când pune în mișcare oasele scheletului, pe care el se înserează. Mușchii fac prin urmare o muncă, în timpul contracțiunii lor; această muncă, sau travaliu muscular, merită să ne ocupe mai de aproape, căci este de cea mai mare importanță să cunoaștem condițiile care trebuiesc îndeplinite pentru buna funcționare a mușchiului.

Ca și în mecanică distingem și pentru mușchi

două feluri de travaliu: 1) travaliu pozitiv sau motor, când mușchiul ridică o greutate, mai bine zis, când greutatea se mișcă în sensul scurtării lui; 2) travaliu negativ sau rezistent, când mușchiul se opune la căderea unei greutăți, mai bine zis, când greutatea se mișcă în sens opus scurtării lui. Travaliul muscular se măsoară prin produsul greutății (P) cu drumul ce a parcurs (I), $T = P \times I$, iar ca unitate întrebuițăm tot kilogrammetrul ca și în mecanică.

Mușchii mai fac un al treilea fel de travaliu, ce nu cunoaștem la mașinele industriale, anume acela de a susține o greutate la o înălțime dată. Din punct de vedere mecanic travaliul este zero pentru că $P \times 0 = 0$; așa că este improprie denumirea de travaliu static, ce s'a dat acestui fel de activitate musculară. Mai drept este să o numim contracție statică; în acest timp mușchiul cheltuește din energia sa ca și în travaliul pozitiv sau negativ.

Să vedem acum de unde provine energia mecanică desfășurată de mușchiu în timpul activității sale. Ea provine din energia potențială închisă în alimente. Se știe că acestea sunt alcătuite din trei ordine de principii organici fundamentali:

- 1) Principii albuminoizi (alimente azotate).
- 2) » grași (» grase).
- 3) » hidrocarbonați (» zaharoase).

Acești principii sunt produși de plante.

Ei închid sub formă potențială energie chimică pe care dacă o evaluăm în calorii găsim:

- 1) Pentru albuminoide, un gram produce aproximativ 4, 5 calorii;

2) Pentru grăsimi, un gram produce aproximativ 9 calorii;

3) Pentru hidrocarbonate 1 gram produce aproximativ 4, 1 calorii.

Aceasta este bogăția în energie potențială a diferiților principii alimentari imediați. Care dintre ei sunt consumați de mușchi în timpul activității lor? Experiența dovedește în mod absolut că sunt hidrații de carbon (alimentele zaharoase) care procură mușchiului energia pe care el o cheltuiește când lucrează. Ei sunt combustibilul mușchiului, întocmai cum lemnele, cărbunii sau petrolul sunt combustibilii locomotivelor. Cea mai importantă printre hidrocarbonate este glucoza (zahăr de struguri) care se găsește în mod constant atât în mușchi cât și în sânge. Cantitatea sa însă se micșorează în timpul activității mușchilor și aceasta se constată mai ales în sângele care eșe din ei. Dacă cercetăm de unde provine această glucoză găsim că ea este produsă în mod constant de către ficat pe socoteala unei substanțe, înmagazinată în el și numită glicogen. Acest glicogen la rândul său se formează din glucoza adusă de către sânge din intestine, iar aceasta provine din alimente hidrocarbonate (zaharoase) cum sunt: pâinea, orezul, cartofii, legumele, zahărul de trestie, zahărul de sfeclă, zahărul de lapte. etc. Toate aceste substanțe sunt transformate în aparatul digestiv și aduse la termenul de glucoză sub care formă pătrund în sânge și cu el sunt duse în ficat. Operațiile chimice însă din aparatul digestiv, reclamă cheltuială de energie, mult mai însemnată pentru substanțele amidice (făinoase) decât pentru zahăr. Să protestăm deci cu toții contra

ideii că zahărul este un aliment de lux de care omul s'ar putea lipsi; el este din contra foarte prețios pentru mușchiu, mai ales că asimilația lui se face foarte repede.

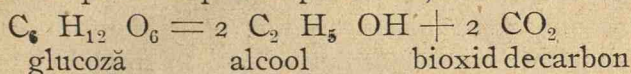
În alimentația omului întră de cele mai multe ori și alcoolul, care nu se găsește ca atare în natură ci este un produs artificial, rezultat din fermentația glucozei. Acest alcool este el un combustibil pentru mușchiu ca glucoza? Cași aceasta din urmă, el arde și produce căldură; un gram de alcool degajă 7 calorii, pe când unul de glucoză numai 4; s'ar putea prin urmare zice că el este un aliment superior glucozei fiind mult mai concentrat. Dar e un aliment pe care celulele organismului îl ard cu greu; trebuie o obișnuință și nici ea nu sustrage celulele dela o uzură sigură.

Putem din acest punct de vedere face o apropiere între organismul veșitor și o sobă, care să presupunem că e construită pentru a arde antracit. Ea se va strică dacă în loc de antracit vom întrebuința cocs. Tot așa se alterează și organismul, care în loc de combustibilul său natural, glucoza, este obligat să ardă alcool. Experiența a dovedit că alcoolul nu e un izvor de energie, pe care mușchii să-l întrebuințeze imediat ca pe glucoză. Obosiți mușchiul și dați-i alcool; oboseala va persista; dați-i glucoză și ea dispare foarte repede.

Alpiniștii au observat de asemenea că zahărul repară într'un timp scurt oboseala pe când cogniacul, contrar credinței poporului, nu numai că nu repară, dar mărește efectele oboselei. Dacă întrebăm și pe medici despre cele ce constată

în spitale și în clientela lor, aflăm că alcoolul este cauza numeroaselor boale de ficat, de inimă și ale sistemului nervos. El este deci o substanță vătămătoare și dacă unele organisme îl tolerează mai bine, aceasta nu înseamnă că el este indispensabil.

Dar și din punct de vedere economic suntem în câștig să consumăm glucoza decât să o facem să fermenteze spre a produce alcool. În adevăr, o moleculă de glucoză fermentând produce 2 molecule de alcool și 2 molecule de bioxid de carbon, ceea ce se poate exprima prin relația următoare:



Ținând samă de greutatea moleculare ale acestor corpuri și anume: glucoza = 180, alcoolul = 46 și bioxidul de carbon = 44. Vedem că 1 kilogram de glucoză produce aproximativ 500 grame de alcool. Energia potențială a acestor 500 grame de alcool este = $500 \times 7 = 3500$ calorii, pe câtă vreme 1000 grame glucoză conțin 4000 calorii. Fermentația alcoolică se însoțește deci de pierdere de energie potențială.

Substanțele hidrocarbonate nu sunt singurele consumate în timpul activității mușchiului; și cele albuminoide suferă pierderi, datorite uzurei, care are loc în mușchiu ca în ori-ce mașină, din cauza funcționării lor. Aceste pierderi trebuie reparate; de aceea este nevoie de substanțe albuminoide în rația alimentară. Se greșește însă când se crede că aceste substanțe sunt singurele care dau putere, prin urmare rația noastră alimentară să conțină cât mai multe. Puterea o dă glucoza și când ea pătrunde în organism în can-

titate mai mare de cât are el trebuință, prisosul se înmagazinează sub forma de glicogen în ficat, în mușchi etc.

Nu tot așa se petrec lucrurile cu substanțele albuminoide; aceste substanțe se distrug în întregime fără ca toată energia lor potențială să servească organismului căci el nu poate face rezerve de albumină cum face de grăsime și de glicogen.

Rezultă de aci că o alimentație prea bogată în substanțe azotate (carne, ouă, brânză etc.), în afară de risipa de energie potențială, are să obosească unele organe, cum sunt ficatul și rinichiul, care sunt însărcinate în special cu transformarea și eliminarea produșilor, ce rezultă din modificările suferite de aceste substanțe.

Din cele spuse putem trage concluzia că rația alimentară a unui om sau a unui animal nu trebuie să cuprindă decât strictul necesar de substanțe albuminoide. Excesul poate fi vătămător sănătății iar din punctul de vedere economic constituie cu siguranță o cheltuială de energie fără mare beneficiu.

Când cunoaștem constituția mușchiului, mecanismul funcționării sale și combustibilul, ce el consumă, să vedem în ce condiții trebuie să se găsească acest organ pentru ca să dea maximum de muncă folositoare.

1) Pentru a transforma în muncă, cât mai multă din energia sa potențială, mușchiul trebuie să plece de la cea mai mare întindere a lui.

Apoi rezistența, ce el are de învins, să o întâlnească, chiar de la începutul contracțiunii sale, căci în acest moment mușchiul dispune de maximum

de energie potențială, aptă de a fi transformată în travaliu mecanic. Această energie se micșorează pe măsură ce mușchiul se apropie de sfârșitul contracțiunii sale, căci ea se transformă în căldură.

2) Mușchiul trebuie pregătit, prin exercițiu metodic, ca să facă mișcarea sa cu cea mai mare viteză posibilă, dacă vrem ca din energia potențială cheltuită să se transforme cât mai multă în travaliu mecanic. Mișcările încete sunt și costisitoare și obositoare și greșesc lucrătorii, care execută în chipul acesta o muncă dată. Mușchii se găesc timp îndelungat în stare de contracțiune statică, în care timp ei consumă și se obosesc fără a produce muncă folositoare.

3) Trebuie a reduce cât mai mult numărul opririlor într'o muncă dată pentru a înlătura cheltuiala reclamată de punerea în stare de activitate a substanței contractile la fiecare mișcare.

4) O condiție foarte importantă pentru mușchiu, ca și pentru orice mașină, este regimul permanent în care el trebuie să funcționeze. Să vedem mai întâi, ce să înțelege prin regim permanent al unui motor. Fie de exemplu un motor cu benzină, ca cele dela automobile; el este alcătuit dintr'un corp de pompă cu un piston pe care exploziile succesive ale vaporilor de benzină îl pun în mișcare. Trebuie însă ca, între două explozii, să se lase un timp strict necesar, pentru ca pe de o parte corpii rezultați din arderea benzinei să fie dați afară, iar pe de altă parte să poată ajunge în corpul de pompă o nouă cantitate de combustibil. Să presupunem că în acest motor se produc 5 explozii pe secundă; cu acest ritm

el va merge fără întrerupere atât timp cât va primi combustibilul necesar. — Zicem că motorul funcționează în regim permanent. — Dacă însă îl forțăm să facă 10 explozii pe secundă, vom vedea că el are să funcționeze rău și poate chiar să se oprească.

Tot așa se petrec lucrurile și cu mușchiul; și el are nevoie de o pauză strict necesară între 2 contracții pentru ca, pe de o parte, să elimine produșii de desasimilație, iar pe de altă parte, să și reconstituie combustibilul său.

Dacă îl vom forța să facă un număr prea mare de contracțiuni în unitate de timp, vom vedea că el are să funcționeze din ce în ce mai rău și în cele din urmă are să se oprească. Mușchiul este obosit.

Un exemplu de mușchiu, care funcționează în regim permanent, este inima; între pulsațiile sale există pauze, care i permit de a elimina produșii de desasimilație și a și repară perderile. De aceea organul acesta poate funcționa, fără întrerupere, toată viața noastră, care nu arareori ajunge la 100 de ani și chiar mai mult.

Iată aci (Fig. 15) o inimă de broască scoasă din corp și prin care facem o circulație artificială cu o soluție de săruri, în proporția în care ele se găsesc în sânge și care conține și glucoză, una la mie. Vedeți că această inimă face mișcări ritmice zise și pulsații cardiace. Auriculele se contractă întâi și împreună; (Fig. 2) apoi ventriculul se contractă; (Fig. 3) în care timp auriculele se umplu cu lichid. Urmează apoi o pauză, de durată egală cu aceea a activității, după care mișcările auriculelor și ventriculului se fac în ordinea arătată.

Regimul permanent al mușchiului se poate modifica prin exerciții sistematice; prin aceasta mușchiul se deosebește de mașinile industriale căci, pe când aceștia se uzează cu atât mai repede cu cât funcționează mai mult, mușchiul din contra se perfecționează prin funcțiune. Dovada ne-o dau persoanele care fac gimnastică multă; ele au musculatura foarte dezvoltată.

La unele animale, cum este calul și chiar la om, se poate obține prin exercițiu bine condus,

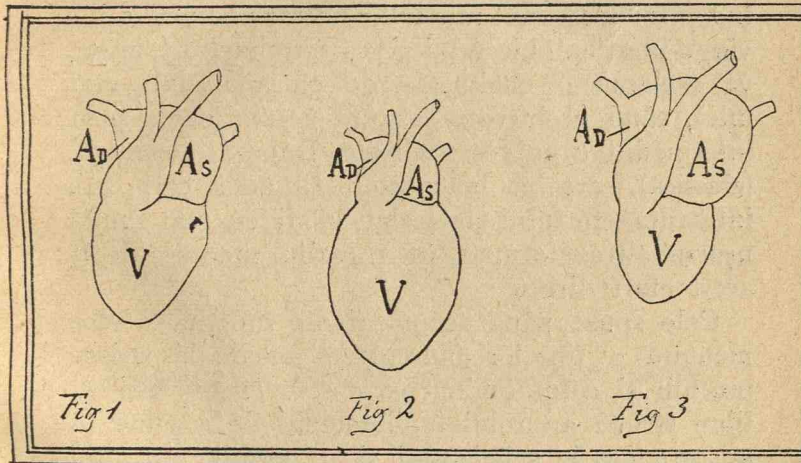


Fig. 15.

Schema pulsației cardiace la broască AD = Auricul drept; AS = Auricul stâng; V = Ventricul. — Fig. 1: inima în repaos. Fig. 2: Contrațiunea auriculelor (sistolă auriculară). Fig. 3: Contrațiunea ventriculului (sistola ventriculară).

perfecționarea mușchilor din membre pentru a mări viteza și durata mersului. Așa sunt caii de cursă și oamenii cari pot alerga mult timp. Se numește antrenare totalitatea operațiunilor, care fac parte din acest exercițiu. Paralel cu antrenarea mușchilor scheletului se antrenează și aparatul

circulator (inimă, vase, etc.); aparatul respirator (muschi respiratori, elasticitate pulmonară, etc.); sistemul nervos și alte aparate pentru a face față cerințelor funcționale ale organismului, care sunt acum mai mari. Inima calului Eclips, renumit prin cursele sale, s'a găsit de 4 ori mai mare decât o inimă obișnuită de cal.

5. Interpunerea unui corp elastic între mușchii și rezistența, pe care el trebuie să o învingă, este o condiție foarte importantă, care trebuie totdeauna îndeplinită. Efortul muscular necesar pentru a învinge inerția obiectului pe care trebuie să-l miște, va reclama o cheltueală de energie mult mai mică, când el lucrează asupra acestui obiect prin intermediul unui corp elastic. Energia potențială (elastică), care va lua naștere în acest corp, sub influența efortului muscular, va fi cu mai multă ușurință transformată în travaliu mecanic decât acest efort direct.

Cele spuse până acum privesc funcțiunea elementară a fibrelor musculare netede și striate precum și a mușchilor, ce ele formează. Cei cu fibre striate au rolul fundamental de a pune în mișcare oasele scheletului și a permite corpului întreg să se miște în spațiu constituind funcțiunea pe care o numim locomoțiune animală. Mișcările locomotorii variază foarte mult ca formă, ca viteză și ca mecanism de producere, după mediul în care animalele trăesc. Distingem din acest punct de vedere trei feluri de locomoții animale: a) *locomoție terestră*, la animalele care se mișcă la suprafața pământului; b) *locomoție acvatică*, la animalele care se mișcă în apă; c) *locomoție aeriană*, la animalele care zboară.

În fiecare din aceste locoțiuni se disting numeroase varietăți după clasele și speciile de animale. Chiar între indivizii aceleiași specii mișcările de locoțiune pot să difere. La om în special mișcările, pe care el le poate face cu membrele inferioare, cu cele superioare, cu capul, cu mușchii feței, cu ochii, cu limba etc., sunt foarte numeroase și foarte variate ca formă și ca întindere dela un individ la altul. Toate însă sunt numite mișcări voluntare fiindcă depind direct de voința noastră. La producerea unei mișcări voluntare, concură totdeauna mai mulți mușchi a căror funcțiune este provocată și coordonată de către sistemul nervos. Ca să înțelegem deci mișcările pe cari le fac animalele și omul în mersul lor, mișcările expresive, cele de vorbire, de scris, etc., trebuie să cunoaștem mai întâi funcțiunile sistemului nervos. De aceea sunt nevoit să las pentru mai târziu expunerea mecanismului acestor mișcări.

III.

Producțiunea căldurei în organismul animal.

Doamnelor și Domnilor,

Omul și-a dat socoteală de mult timp că există căldură atât în corpul său cât și în corpul mamiferelor și păsărilor, precum și-a dat socoteală că dela soare vine căldură și că printre corpurile ce-l înconjoară unele sunt mai calde alte mai reci. El și-a dat socoteală despre toate acestea mulțumită faptului că dispune de un organ de simț așezat în piele și care-i dă noțiunea de căldură după cum ochiul îi dă noțiunea de lumină urechea noțiunea de sunet, etc.

Când obiectele, cu care venim în contact, iau din căldura corpului nostru, zicem că ele sunt reci; când din contra ele ne dau din căldura lor zicem că sunt calde. Dar această apreciere este departe de a fi o măsură precisă fiindcă se poate întâmpla ca temperatura corpului cu care venim în contact să nu se schimbe aproape deloc și totuși noi să'l găsim odată mai cald altă dată mai rece. Un exemplu: temperatura unui subsol ne pare mai scăzută vara (simțim răcoare) și mai ridicată iarna (simțim căldură) și cu toate acestea termometrul ne arată că ea rămâne aproape constantă tot anul. Ceeace variază este temperatura tegumentului nostru; ea este mai ridicată vara și mai scăzută iarna decât aceea a subsolului și de aci senzații de căldură și de frig.

Dar aprecierea noastră se poate schimba și după natura corpurilor căci nu toate au aceeași conductibilitate pentru căldură. Dacă punem mâna pe o bucată de fer și pe una de lemn încălzite amândouă la aceeași temperatură, 10° de exemplu, vom găsi că ferul este mai rece decât lemnul. Dacă le încălzim la 40° vom simți că ferul este mai cald decât lemnul. Organul nostru apreciază deci prin comparație; el nu este un organ de măsură precisă a căldurei.

Dacă n'am considera decât aceste noțiuni foarte vagi și tot ar fi de ajuns ca să vedem că nu există deosebire între căldura pe care o producem noi și aceea pe care o primim dela soare. Cu toate acestea învățații din vechime au făcut deosebire. Așa *Aristot Galien Günter* etc. au considerat căldura din corpul animalelor, ca produs al unui principiu vital, înăscut în ele și absolut

independent de lumea exterioară. Asupra organului în care ar fi așezat acest principiu înțelegerea nu era stabilită între învățați. Pentru *Aristot* și *Galien* el ar fi în inimă; *Günter* îl așeza în stomac iar *Brodie* în sistemul nervos.

Altfel explicau iatro-mecanicienii din secolul al XVIII origina căldurei animale; ea ar proveni din frecarea sângelui de pereții vaselor. Ambele aceste explicații sunt fundamental greșite de aceea nu vom insista mai mult asupra lor.

Lavoisier, marele chimist francez, a dat în anul 1780 adevărata explicație a mecanismului prin care se produce căldura animală. După ce a descoperit oxigenul în aer, el a arătat că arderea sau combustiuinea nu este decât o combinație a acestui oxigen cu carbonul de unde rezultă bioxid de carbon (CO^2) și căldură, care se degajă. *Lavoisier* a demonstrat apoi împreună cu *Laplace* că și în corpul animalelor se produce o combinație la fel a carbonului cu oxigenul, din care rezultă bioxid de carbon, ce se elimină cu aerul expirat. Aceasta este foarte lesne de demonstrat: iată în acest vas o soluție de barită (Ba OH^2) zis și hidrat de bariu. Să facem ca aerul, care esă din pulmoni, să treacă prin această soluție de barită; ea se turbură cum vedeți, devenind lăptoasă. De ce? Pentru că bioxidul de carbon (CO^2) din aerul expirat formează cu bariul, carbonaat de bariu (CO^3Ba) care este insolubil în apă și se depune sub forma unui praf alb foarte fin. Această experiență, dovedind că în corpul nostru se produc fenomene de combustiuinea, nu mai încape nici o îndoială ca aci trebuie căutată origina căldurei animale. Ea prezintă, în adevăr, toate însușirile

căldurei, care se produce într'un cuptor în care ardem lemne ori cărbuni. Deosebire e numai în ce privește concentrația căldurei, mai bine zis temperatura; pe când în cuptor sunt sute și chiar mii de grade, în corpul animal cea mai ridicată temperatură este de 42° la unele păsari iar la mamifere ea variază în general între 36° și 39° .

Căldura animală este deci de origină chimică și rezultă din combustii, care se produc continuu și în toate părțile corpului. — Nu există un organ special pentru ele cum s'a crezut că ar fi pulmonul. — Intensitatea acestor combustii însă nu este aceeași în toate organele, de aceea din punctul de vedere al producerii căldurei, este locul să facem o clasificare printre ele. La animalele cu temperatură constantă cum sunt mamiferele și pasările, mușchii scheletului, produc cea mai mare cantitate de căldură (70%). Nu e nevoie de multe probe pentru a dovedi aceasta; fiecare din noi știe că un exercițiu muscular, ceva mai activ, ne încălzește. Dar aceasta este o probă indirectă; iată și una directă: facem să lucreze un singur mușchiu și găsim că temperatura lui precum și aceea a sângelui, care esă din el, crește cu atât mai mult cu cât activitatea mușchiului a fost mai mare. După mușchi, vin glandele, ca organe producătoare de căldură și printre ele ficatul este cea mai importantă. În acest mare laborator al corpului se petrec numeroase reacțiuni chimice, din care rezultă căldură.

Celelalte organe produc mai puțină căldură și printre ele, cele nervoase ocupă ultimul rând. Temperatura nervilor, a creierului, a măduvei

spinărei etc., se ridică foarte puțin în timpul activității lor. Dacă însă din punct de vedere al producerii căldurei, aceste organe sunt inferioare mușchilor, nu e tot așa în ce privește travaliul lor, și în special raportul dintre acest travaliu, reprezentat aci prin energia nervoasă și celelalte forme de energie actuală care derivă din cea chimică (potențială).

Noi știm că mușchiul nu transformă în muncă decât 25⁰/₀ cel mult din cantitatea totală de energie potențială ce cheltuiește; restul se degajă sub formă de căldură (70⁰/₀), electricitate, și vibrație sonoră (5⁰/₀). În organele nervoase, forma principală de energie actuală care se degajă este *vibrația nervoasă*; ea reprezintă aproape 95⁰/₀ din cantitatea totală de energie potențială cheltuită în aceste organe. Căldura și electricitatea nu reprezintă decât 5⁰/₀ cel mult. Să nu ne mirăm deci, că în timpul funcționării sale, creierul nu se încălzește ca mușchiul. De aici nu trebuie să conchidem însă că el ar funcționa după alte legi decât mușchiul. Cași acesta din urmă, creierul consumă oxigen, și produce bioxid de carbon și compușii azotați și fosforați. Energia nervoasă produsă de creier, cea mai înaltă pe care am considera-o, este deci tot de origine chimică.

Ce devine căldura, care se produce în corpul animalului? Ea fiind o formă de energie inferioară, căci este foarte puțin concentrată, organismul nu poate să o mai întrebuințeze și este dată afară cași bioxidul de carbon și apa, care rezultă din combustiuinea alimentelor.

Căldura părăsește corpului animalului prin acelaș mecanism prin care părăsește un corp brut.

Știm ce se întâmplă când punem în prezență 2 corpuri cu temperaturi deosebite: unul având 50° și altul 100° ; se va face între ele un schimb de radiațiuni calorice. Cum însă corpul cu 100° , trimite celui cu 50° mai multă căldură decât primește el dela acesta din urmă, rezultă că temperatura lor se va egaliza după un timp oarecare.

Asupra acestei radiațiuni calorice există o lege, descoperită decătore *Newton*, foarte importantă pentru fiziologie, și care s'ar putea exprima prin formula următoare:

$$R = K (t-t')$$

în care **R** înseamnă radiațiunea; **K** este un coeficient, ce e proporțional cu suprafața corpului și în care sunt cuprinse de asemenea puterea lui emisivă și capacitatea lui calorică t , temperatura corpului iar t' temperatura mediului în care el se găsește închis. Vedem prin această formulă că radiațiunea calorică a unui corp are să fie cu atât mai puternică cu cât suprafața lui va fi mai mare și cu cât diferență între temperatura lui și aceea a mediului în care el se găsește va fi mai mare.

Ei bine, pentru animale lucrurile se petrec la fel, într'un mediu cu temperatură scăzută ele se răcesc, într'unul cu temperatură ridicată ele se încălzesc. Așa se comportă cele mai multe animale, toate nevertebratele, iar dintre vertebrate, peștii, batracienii și reptilele. Sunt foarte mici diferențele de temperatură între ele și mediul extern, -- de aceea se și numesc *animale cu temperatură variabilă*, sau cu sânge rece. Această din urmă denumire însă este improprie fiindcă nu sângele este ge-

neratorul de căldură, ci toate țesuturile din corpul animal.

Există însă două clase de animale, și anume mamiferele și pasărilor, care se deosebesc de toate celelalte, căci fie cald, fie frig, temperatura corpului lor rămâne aproape constantă. — Iată câteva cifre:

Monotreme	30 ⁰
Om	37 ⁰ .15
Câine	39 ⁰
Păsări	40 ⁰ —42 ⁰

Prin ce mecanism își mențin aceste animale temperatura constantă a corpului lor?

La ele s'a dezvoltat un aparat termoregulator pe care am putea să-l asemănăm cu aceea de care ne servim pentru a menține constantă temperatura unei etuve. — Acela al animalelor mamifere și pasări, este însă mai perfecționat, căci el lucrează atât asupra producțiunii căldurei cât și asupra pierderii sale, pe când termoregulatele industriale nu lucrează în genere decât asupra producțiunii de căldură.

Pentru a înțelege mai bine mecanismul funcționării acestui aparat termoregulator dela animalele cu temperatură constantă, impropriu numite și cu sânge cald, să examinăm ce se va petrece cu un astfel de animal când e pus într'un mediu mai rece sau mai cald decât el, mai bine zis să vedem cum are să lupte contra frigului și contra căldurei.

1) Pentru a lupta contra frigului două mijloace îi stau la îndemână. a) *Reducerea cât mai mult a pierderilor de căldură.* La aceasta servesc penele pa-

sărilor, perii mamiferelor și hainele la om. — b) Cu toate aceste mijloace de apărare se perde încă foarte multă căldură, mai ales prin respirație și organismul trebuie să o înlocuiască în mod exact altfel temperatura lui va scădea. Aparatul său termoregulator îngrijește atunci ca *producțiunea de căldură să se mărească*. Pentru aceasta el comandă funcționarea mai activă a mușchilor, care sunt organe termogene prin excelență. Cunoaștem cu toții tremurăturile, care ne cuprind când temperatura corpului nostru, tinde să scadă. Ele sunt produse de mușchii scheletului, se fac fără voia noastră și au ca rol de a ne încălzi, deaceia Richet le-a numit «*frissons thermiques*» sau — *tremurături termice*.

2) *Pentru a lupta contra căldurei*, sistemul termoregulator deschide porțile, prin care ea este dată afară. În primul rând el activează circulațiunea sângelui în piele, înlesnind astfel perderea căldurei prin radiațiune. — Când acest mijloc nu este îndeștător, organismul face recurs la un altul, foarte important, și anume evaporarea apei. Știți că transformarea apei în vapori se însotțește de absorbțiune de căldură, de aceia corpul nostru se acopere de un strat de apă, când se încălzește. Este sudoarea, produsă de glandele sudoripare, așezate în grosimea tegumentului și care evaporându-se îl răcorește. Odată cu aceasta se răcorește și sângele, care circulă prin vasele pielei și cum această circulație este foarte activă ea scoate prisosul de căldură din interiorul corpului și-l dă afară.

Sunt însă animale, câinii de exemplu, care nu dispun de glande sudoripare dezvoltate ca la noi. Ei întrebuintează aparatul respirator ca suprafață

de pierdere a căldurii prin radiare și prin evaporarea apei. — Când acest animal se încălzește el deschide gura și scoate limba, în scopul de a înlătura cel mai mic obstacol, care s'ar putea opune la circulația aerului în căile respiratorii. Numărul respirațiilor sale pe minut crește și când temperatura corpului continuă să se ridice, acest număr poate ajunge la 250—300 de la 20 cât este în mod obișnuit la câine. — De aceia *Richet*, care a studiat acest fenomen, l'a numit *polipnee termică*.

Paralel cu înlesnirea mijloacelor de pierdere a căldurii organismul caută să micșoreze și producția ei; el reduce, în acest scop, activitatea sa funcțională și în special mișcările voluntare, la strictul necesar.

În acest mecanism termoregulator al animalelor este un factor, care nu trebuie pierdut din vedere și anume talia lor. Animalele mici pierd mai multă căldură pe kilogram de greutate vie, decât cele mari, fiindcă suprafața tegumentului, corespunzătoare acestui kilogram, este mai întinsă la ele decât la aceste din urmă. De exemplu, la un kilogram de vrăbii suprafața acestui tegument are să fie cu mult mai mare decât aceia a unui kilogram de om. Radiațiunea de căldură fiind proporțională cu suprafața, înțelegem de ce kilogramul de vrăbii are să piardă în unitate timp mai multă căldură decât cel de om. Pentru ca temperatura lor să rămână constantă este absolut necesar ca producția de căldură pe aceiași unitate de greutate, kilogramul, să fie cu mult mai activă la ele decât la om. Ceeace are loc în adevăr și putem să ne dăm seama despre aceasta după oxigenul consumat, când gă-

sim la vrăbii 6—7 litri pe kilogram și pe oră pe câtă vreme la om numai 0 litri 25.

Oxigenul dă măsura intensității combustioniilor iar acestea la rândul lor dau măsura producțiunii de căldură.

Este interesant să știm câtă căldură produc animalele cu temperatură constantă într'un timp dat. Ne servim, în acest scop de metodele întrebuintate în fizică pentru măsurarea căldurei și anume de termometrie și de calorimetrie. Prima metodă permite de a calcula căldura produsă de corpul animalului, însă condițiile de care depinde temperatura lui fiind foarte numeroase și complicate, rezultatele obținute prin această metodă sunt puțin precise.

Mai ușor și mai exact este să punem omul sau animalul într'un calorimetru și să măsurăm direct căldura ce au pierdut într'un timp dat. Cum temperatura corpului rămâne constantă, se înțelege că această căldură este egală cu aceia care s'a produs în organism în unitatea de timp corespunzătoare. Câteva cifre: un cal de 450 kgr. degajă, în timp de 24 de ore 12.600 calorii, adică o cantitate de căldură ce ar putea încălzi până la ferbere (100°) 126 kgr. de apă. Un om de 65 kgr., produce în acelaș timp 2.250 de calorii adică o cantitate de căldură ce ar ferbe 22 kgr. de apă. Un câine de 20 de kgr. produce 1.128 de calorii, adică o cantitate de căldură ce ar ferbe 11 kgr. de apă.

Pentru a ferbe apa însă, căldura trebuie să plece dintr'o sursă foarte concentrată, cum este focul, ceace nu are loc pentru căldura animală. Aceasta este o formă de energie inferioară, pe

care organismul veștitor n'o poate întrebuința în alte transformări energetice din interiorul lui. De aceea el o dă afară. Totuși, la animalele superioare, mamifere și pasări, căldura, ce ele produc, le servește pentru a menține temperatura corpului lor la un nivel constant, punându-le astfel la adăpostul variațiunilor de temperatură a mediului în care ele trăesc. Ele și-au creat un mediu al lor propiu, mulțămită căruia activitatea lor funcțională se păstrează cu mici variații atât iarna cât și vara. Nu tot așa se petrec lucrurile cu celelalte clase de animale, care în timpul ernei cad în hibernație; atunci toate funcțiunile lor sunt reduse la minimum de activitate.

Există și câteva specii de mamifere hibernante cum sunt: liliacul, ariciul, marmota, hamsterul și altele, care amorfesc în timpul ernei.

Cauza acestei amorțeli trebuie căutată în oprirea vegetației în acest sezon, și deci în lipsa de hrană atât pentru animalele erbivore cât și pentru cele insectivore căci și insectele hibernează. În fața acestei situații, animalele, care dispun de mijloace de locomoțiune perfecționate, cum sunt pasările, emigrează în țările calde. Cele, care sunt lipsite de astfel de mijloace, ar fi expuse să moară de foame în timpul ernei. Ele și-au organizat însă un alt mijloc de apărare, anume hibernația. Toate funcțiunile corpului lor sunt reduse la minimum în timpul amorțelii în care cad; respirația și circulația sunt foarte încetinite; temperatura corpului, care în timpul verei este de 36° - 37° , ajunge iarna la 10° și chiar 4° ; mișcările voluntare lipsesc cu totul.

Cu modul acesta, cheltuețele fiind reduse la mi-

nimum, rezervele de materii grase și hidrocarbone, pe care le-au adunat vara în corpul lor, le sunt de ajuns pentru tot timpul ernoii. Am putea face o apropiere între un mamifer hibernant și o lampă cu olei sau cu petrol, la care micșorând flacăra se micșorează și cheltuiala de combustibil și ea va lumina timp mai îndelungat.

Maniferele hibernante au fost asemăuate cu animalele cu temperatură variabilă. Asemănarea nu trebuie însă dusă până la identificare căci dacă scoborâm temperatura mediului, unde se găsește un liliac și o broască, la 0° sau mai jos, liliacul are să se deștepte, pe câtă vreme broasca are să se transforme într'un sloi de ghiață. Sistemul nervos termoregulator al mamiferelor hibernante funcționează deci fără întrerupere și el este adaptat pentru două temperaturi: cea de vară, de 36° — 37° și în cea de iarnă 10° — 6° — 4° . El este însă care conduce în ambele cazuri procesele chimice de cari depinde producțiunea căldurei.

IV

Producțiunea electricității în organismul animal.

Doamnelor și Domnilor,

Electricitatea animală preocupă pe fiziologiști de multă vreme. — *Galvani* la 1780 a voit să demonstreze prin experiență că țesuturile din corpul animal produc electricitate. Să repetăm experiența lui *Galvani*: iată aici (Fig. 16) separate de trunchiu, membrele posterioare dela broască, împreună cu nervii, care se duc în ele; pielea este ridicată pe toată întinderea lor pentru a descoperi

mușchii. — Avem apoi un arc metalic, format jumătate din fer și jumătate din cupru. Să aplicăm una din ramurile arcului pe nervi iar cu cealaltă să atingem mușchii unei labe; la fiecare contact astfel stabilit observăm o mișcare a acestei labe. —

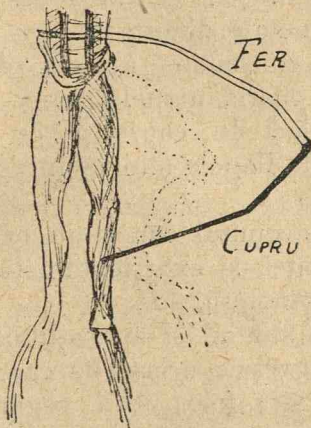


Fig. 16.— Schema experienței lui Galvani. (După Ganot)

Galvani explica în chipul următor acest fenomen: mușchiul împreună cu nervul ar putea fi asemănați cu un condensator electric cum este butelia de Leyda; Suprafața mușchiului este pozitivă, aceia a nervului este negativă.

Când se aplică arc metalic electricitatea din mușchiu trece prin el în nerv. Acesta se excită și provoacă la rândul său contracțiunea mușchiului. Prin această experiență, *Galvani* credea că a demonstrat nu numai existența electricității în mușchi și în nervi dar și natura energiei, care circulă în aceștia din urmă; ea n'ar fi altăceva decât electricitate.

Marele fizician *Volta* s'a ridicat contra interpretărei dată de *Galvani* experienței sale. O polemică s'a angajat între acești doi învățați din care *Volta* a eștit triumfător. El a dovedit că electricitatea care excită nervul în experiența lui *Galvani* nu vine din mușchi ci din arcul metalic în care intra două metale diferite: cupru și fer. Plecând dela această constatare *Volta* a descoperit pila electrică, ce poartă numele lui și care este formată din plăci de cupru și de zinc separate între ele prin flanele muiate într'o soluție de acid sulfuric.

Aci este începutul cunoștințelor moderne asupra electricității, și experiența fiziologistului *Galvani* este promotorul lor.

De atunci studiul și aplicațiunile electricității au făcut progresele uriașe pe care le vedem.

Nu va fi fără folos de a reaminti în câteva cuvinte, cum ia naștere electricitatea în lumea fizică pentru a vedea dacă aceia, care se produce în organismul animal, este de acelaș fel sau este specială acestui organism.

Electricitatea pare a fi legată de materie și nu cere de cât anume condiții pentru a se desface de ea. Să vedem pe cele mai principale dintre aceste condiții.

1) Frecarea între corpuri produce electricitate și este cunoscută de mult timp proprietatea, ce câștigă un baston de sticlă sau de ceară roșie, de a atrage unele corpuri ușoare, când sunt frecate cu o flanelă. Zicem că ele sunt electrizate. Există numeroase modele de mașini, care produc electricitate prin frecare.

2) Electricitatea ia naștere prin simplu contact

între două corpuri, care diferă unul de altul atât prin proprietățile lor chimice cât și prin cele fizice. Așa două metale diferite: fer+cupru, sau platină+fer sau nikel+fer etc, produc electricitate; prin încălzirea acestor contacte, cantitatea de electricitate se mărește.

Contactul între metal și soluții de acizi sau de săruri minerale, zise și electrolite, este unul din izvoarele de electricitate cel mai răspândit. Toate pilele electrice funcționează după acest principiu.

Contactul între două soluții de săruri minerale (electrolite), de concentrație diferită, produce electricitate.

3) Scurgerea unui lichid prin tuburi strâmte (capilare) sau prin pereți poroși, dă naștere la electricitate.

4) Schimbarea de formă a unui corp prin presiune, tracțiune etc., se însoțește de degajare de electricitate.

În ce privește natura intimă a electricității, fizica modernă începe să ne dea cunoștințe din ce în ce mai precise. Ele au fost câștigate, în mare parte, prin studiile ce s'au făcut asupra conductibilității electrice a gazelor, asupra razelor catodice și a substanțelor radioactive și asupra soluțiilor de săruri electrolite.

Știm astăzi că sărurile minerale când sunt solvite, suferă fenomenul zis *disociație moleculară* sau *ionizare*. Așa o moleculă de sare de bucătărie (clorura de sodiu) Na Cl se desface în doi atomi Na și Cl care au fost numiți ioni din cauză că sunt într'o continuă mișcare. Dacă facem să treacă un curent electric prin această soluție de clorură

de sodiu, ionul *Cl* se duce la polul+(pozitiv) iar ionul *Na* la polul—(negativ). Deci se admite că ionul *Cl* are în el electricitate negativă, iar ionul *Na* are electricitate pozitivă și de aceea sunt atrași la cei doi poli.—Așa fiind, un atom, cel de sodiu, de exemplu, ne apare format din 2 părți: un nucleu central, este *ionul* propriu zis, și o atmosferă periferică constituită dintr'un mare număr de particule, cu mult mai mici decât ionul și numite *electroni* sau atomi electrici. Ei sunt încărcăți cu electricitate negativă și gravitează în jurul nucleului central, încărcat cu electricitate pozitivă, întocmai cum gravitează planetele în jurul soarelui. Mișcării acestor electroni se datorește curentul electric. ce circulă prin sârme metalice, și tot ei sunt, care pun în vibrațiune eterul și produc undele electrice întrebuințate în telegrafia fără fir etc.

În organismul animal găsim cele mai multe din condițiile în care ia naștere electricitatea în lumea fizică.

1) Există soluții de săruri electrolite, de concentrații diferite, care vin în contact.

2) Scurgeri de lichide au loc prin tuburi capilare în sistemul circulației sângelui și al limfei precum și în interstițiile țesuturilor;

3) Un schimb continuu de soluții saline se face prin pereții acestor capilare și prin aceea ai tuturor celulelor.

4) Diferite celule sufăr schimbări de formă în timpul activității lor, și la fibrele musculare în deosebi această proprietate este foarte dezvoltată, de aceea se și produce multă electricitate în aceste organe.

Toate acestea ne arată că electricitatea animală ia naștere în același mod ca și cea din lumea fizică și are toate însușirile acesteia căci pentru a o pune în evidență ne servim de aceleași mijloace cași fizicianii. Iată aci Fig. 1. Pl. I. Galvanometrul lui *Einthoven* al cărui principiu este următorul: un fir metalic (de aur, de platină sau de quartz argintat), foarte subțire, căci nu are de cât 2—6 miimi de milimetru de grosime, este așezat vertical într'un câmp magnetic, alcătuit din 2 bobine prin care trece un curent electric dat de acumulatori, Fig. 2, Pl. I. Curentul, pe care noi vrem să'l studiem, trece prin firul vertical și sub influența lui acest fir are să sufere o mică oscilație laterală. Cu ajutorul unui microscop proiectăm imagina acestui fir pe un ecran, Fig. 4, Pl. I și putem urmări mișcările lui cu ochiul liber sau le fotografiem cu un aparat special. Lumina este dată de o lampă cu arc Fig. 3, Pl. I.

Iată un mușchiu de broască (Fig. 7, Pl. I), scos din organism, și vom pune în contact cu el doi electrozi, ziși impolarizabili, fiindcă la aceste contacte nu iau naștere curenți electrici de polarizație. Ei sunt alcătuiți din tuburi de sticlă, în care se găsește o soluție de clorură de sodiu de concentrație egală cu aceea a plasmii mușchiului. Un fitil subțire de tifon servește pentru a stabili contactul între electrod și mușchin.

Pe la extremitatea cealaltă a tubului de sticlă pătrunde în interiorul lui un bastonaș de argint, acoperit la suprafață cu un strat subțire de clorură de argint, și acest bastonaș este în legătura cu conductori metalici (AA' și BB'), care'l pun în comunicație cu galvanometru.

Pe unul din electrozi îl așezăm la suprafața longitudinală a mușchiului iar pe celalt la una din extremitățile lui. Când stabilim circuitul, între mușchiu și galvanometru, vedem că firul galvanometric suferă o mișcare către stânga și apoi se oprește pe loc.

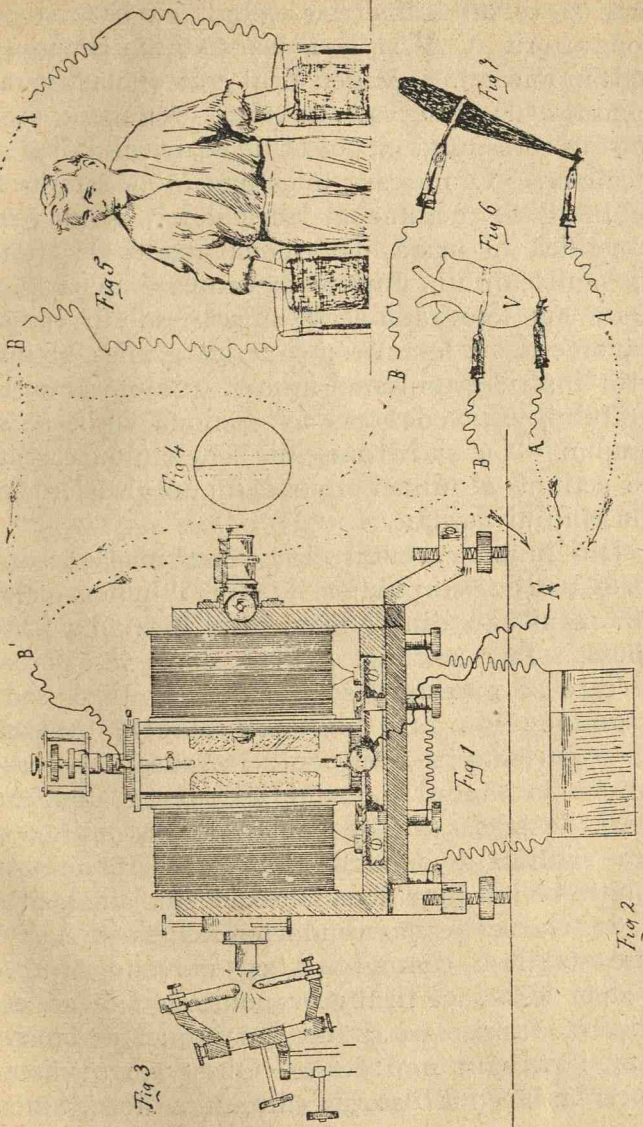
Această mișcare este datorită curentului electric, care în stare de repaos al mușchiului, circulă dela suprafața lui longitudinală către extremități. Să excităm acum nervul, care merge în acest mușchiu; vedem cum firul se întoarce înapoi, către punctul de plecare sau zero al galvanometrului și poate chiar să treacă în partea cealaltă.

Acesta este curentul de activitate al mușchiului, zis și variație negativă fiindcă el este de sens contrar curentului de repaos.

Să trimitem în nervul acestui mușchiu un curent electric întrerupt de 25 de ori pe secundă; mușchiul intră în contracție susținută sau tetanos.

Vă reamintiți forma curbei de scurtare a mușchiului în tetanos, înscrisă cu miograful. Fig. 14. Penița miografului trage o linie dreaptă în tot timpul tetanosului muscular. Acî vedem din contra că firul galvanometrului nu stă pe loc ci vibrează și dacă vom înscrie în acelaș timp aceste vibrațiuni și întreruperile curentului, cu care excităm nervul, vom vedea că ele se suprapun. Deci curentul de acțiune al mușchiului urmează de aproape toate fazele excitantului aplicat pe nerv, ceea ce penița miografului nu poate face.

Nu numai mușchii scheletului produc electricitate; acela al inimii produce de asemenea și în cantitate însemnată la fiecare pulsație. — Avem aci descoperită o inimă de broască Fig. 6 P I



PLANȘA I

Fig. 1) Galvanometrul; Fig. 2) Acumulatori; Fig. 3) Lampă cu arc pentru a inscrie curentul electric de acțiunea inimii la om; Fig. 6) Dispozitiv experimental pentru a proiecta pe ecran; Fig. 5) Dispozitiv experimental pentru a inscrie curentul electric de acțiunea inimii la om; Fig. 7) Microscopul combinat, construit în scopul cercetării electrice a mișcărilor inimii.

— Punem unul din electrozi impolarizabili în contact cu vârful inimei iar cellalt cu baza și prin conductorii A A' și B B' să stabilim circuitul cu galvanometrul. — Vedeți firul galvanometric mișcându-se la intervale de timp regulate; aceste mișcări corespund cu pulsațiile ventriculului și auriculelor. — O mișcare mică mai întâi, datorită curentului de acțiune al auriculelor, și una mai puternică în urmă, datorită curentului de acțiune al ventriculului, după care urmează o pauză. — Dacă am fotografia aceste mișcări ale firului galvanometric și le-am compara cu grafica obținută prin înscrierea pulsației inimei, cu ajutorul cardiografului, am vedea că aceste două curbe se suprapun. — Ca și în mușchii scheletului, curentul de acțiune al inimei urmează în totul deformarea mușchiului cardiac.

Din inimă curentul electric se răspândește în toate părțile corpului și la om îl putem culege din mâni sau dintr'o mână și piciorul din partea opusă. — Iată aci Fig. 5. Pl I. două vase poroase în care se găsește o soluție de clorură de sodiu, 9 grame la 1 litru de apă; mânele persoanei în experiență se introduc în vasele poroase; acestea la rândul lor sunt așezate în altele mai mari, de sticlă sau de pământ, care conțin o soluție saturată de sulfat de zinc; în această din urmă soluție se introduc două lame de zinc amalgamate și de ele se leagă conductorii metalici A și B, care stabilesc comunicația cu galvanometrul. — Vedem și aci că firul galvanometric face aceleași mișcări ritmice ca și în cazul inimei de broască, numai că sunt mai dese. — Observăm o mișcare mică la început, datorită curentului de acțiune al

auriculelor, și apoi alta mai puternică, datorită curentului de acțiune al ventriculelor, după care urmează o pauză. —

Această metodă de studiu, a electricității mușchilor și inimii, este prețioasă nu numai pentru fiziologist dar și pentru medic. În adevăr înscrierea curentului de acțiune al mușchiului cardiac dă în multe cazuri indicații foarte importante, despre diferitele alterațiuni ale sale, — de aceea în spitalele bine organizate există și o instalație de galvanometrie. — La Leyden (Olanda) spitalele se găsesc în comunicație prin fire telegrafice cu laboratorul de fiziologie al profesorului *Einthoven*, unde se înscriu curbele electrice, zise și electrocardiografe, ale diferiților bolnavi, evitându-le cu modul acesta oboseala drumului.

Mușchii nu sunt singurile organe din corpul animal, care produc electricitate ; sistemul nervos produce de asemenea și se poate dovedi aceasta atât pe nervi cât și pe centri nervoși, ca măduva spinărei, creier etc. — Retina produce electricitate ca și centri nervoși. — Pielea, glandele (ficat, pancreas, glande salivare etc.) produc electricitate. — Prin urmare electricitatea ca și căldura se degajă în protoplasma oricărei celule vii, în cantitate variabilă după felul acestor celule și provine tot din energia potențială închisă în alimente.

Ce devine electricitatea produsă în corpul animal ? Ea contribuie cu siguranță la menținerea unui nivel electric, constant pentru fiecare specie, întocmai cum căldura, produsă de pasări și mamifere, servă la menținerea constantă a temperaturii corpului lor. — Dată fiind abundența electricității în lumea fizică sau mediul extern, trebuie

să ne așteptăm a găsi în corpul animalelor, mai bine zis în mediul lor intern o stare electrică proprie lor tot așa de trebuincioasă vieții ca și căldura pentru pasări și mamifere.—Cum însă electricitatea se degajă fără întrerupere în timpul activității diferitelor organe, ceia ce trece peste nivelul trebuincios, este dată afară, întocmai cum

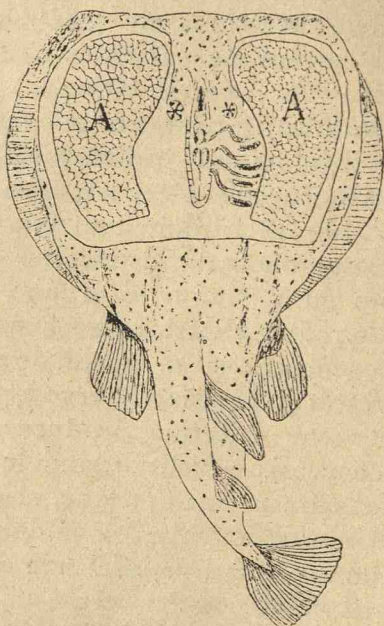


Fig. 17. — Torpilă. A. A=Organele electrice (După Winterstein)

organismul dă afară prisosul de căldură.— Ea nu se elimină însă ca atare, ci se transformă în căldură, energie inferioară, care știm prin ce mecanism părăsește corpul animalului.

Sunt organisme, la care s'au dezvoltat aparate

speciale pentru producerea electricității în cantitate cu mult mai mare. — Așa în clasa peștilor cunoaștem mai multe specii, prevăzute cu astfel de aparate. Iată aci, Fig. 17, dispoziția aparatului electric dela torpilă. Sunt două organe simetrice, așezate îndărătul capului și foarte dezvoltate în raport cu volumul corpului. Ele sunt alcătuite dintr'un mare număr de coloane prizmatice, strâns aplicate unele contra altora în toată grosimea organelor.

Fiecare coloană este formată dintr'un mare număr de plăci sau lamele suprapuse și separate între ele prin strate de țesut conjunctiv Fig. 18. Putem face o apropiere între această dispoziție, a elementelor din coloana electrică, și aceea, pe care o cunoaștem în pila lui Volta.

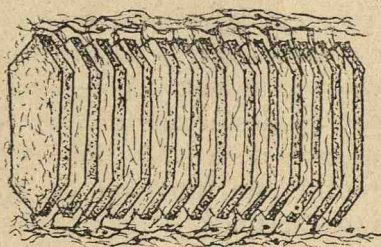


Fig. 18. — Coloană din organul electric. Dispoziția plăcilor și a țesutului conjunctiv.

Atât din punctul de vedere morfologic, cât și din cel funcțional, există multă asemănare între organele electrice și mușchi. Embriologia ne arată în adevăr că aceste organe se dezvoltă pe socoteala mușchilor, a căror structură se modifică foarte mult. Fiecare lamelă sau placă din coloana

electrică trebuie considerată ca o fibră musculară în care substanța contractilă este înlocuită printr-o masă de protoplasmă granuloasă, prezentând striiațiune numai pe margini și de altă natură. La unii pești, cum este Raia lamelele electrice păstrează urme de adevărată striiație musculară.

Funcțiunea organelor electrice constă în a produce electricitate în mare cantitate, pe care o elimină sub formă de descărcări, asemănătoare cu acelea ale condensatorilor electrice. Aceste descărcări sunt supuse voinței animalului ca și mișcările pe care le fac mușchii scheletului. Asemănarea descărcărilor electrice cu mișcările voluntare se menține și din punctul de vedere al mecanismului lor. Noi știm ca mișcarea voluntară, cea mai simplă, este un tetanos muscular provocat printr'un mare număr de excitații nervoase (50 pe secundă) trimise de creier mușchilor. Tot forma aceasta o are și descărcarea organului electric, dovadă este senzația ce avem când primim o astfel de descărcare și care se aseamănă cu aceea pe care ne-o dă o bobină de inducție în care curentul este întrerupt de un mare număr de ori pe secundă.

Puterea descărcărilor electrice ale peștilor este foarte mare; acelea dela torpilă de exemplu sunt foarte dureroase pentru om și pot chiar să-l paralyzeze. Aceste efecte sunt însă mult mai pronunțate asupra animalelor mici, care formează hrana peștilor electrice; toate acelea care se găsesc în zona descărcării lor electrice sunt ucise ca de trăsnet.

Acești pești fac din electricitatea, ce ei produc, și un mijloc de apărare căci la orice iritație

care-i supără sau le amenință viața, ei răspund prin descărcări electrice.

Ca și mușchii, organele electrice cheltuesc energie potențială în timpul activității lor, și au nevoie de un oarecare timp pentru repararea perderilor ocazionate de fiecare descărcare electrică. Ele se obolesc în adevăr ca și mușchii când descărcările lor sunt prea dese și aceasta ne arată trebuința și pentru aceste organe ca și pentru mușchi de un regim permanent de funcționare.

Concluzii

Din cele spuse rezultă că mișcarea, căldura și electricitatea, forme de energie actuală sau cinetică, pe care le produc animalele, sunt identice cu cele din lumea fizică. Ele introduc în corpul lor energie superioară chimică, în alimentele sintetizate de plante și elimină energie actuală sub una sau alta din formele arătate. Acestea toate, ajung, în cele din urmă, la termenul de căldură puțin concentrată, care este o formă de energie inferioară.

Plantele și animalele sunt deci adevărate transformatoare de energie universală. Găsindu-se în drumul, ce această energie face între soare, pământ și spațiile interplanetare, ființele vii nu fac decât să întârzie degradarea ei închizând-o pentru un oarecare timp în diferiți compuși organici din corpul lor.

VERIFICAT
2017

VERIFICAT
1987

VERIFICAT

BIBLIOTECA
CENTRALĂ
UNIVERSITĂȚII "CAROL I"
BUCUREȘTI