

BIOSTRUCTURI ȘI BIOCÎMP ELECTROMAGNETIC. EFECTUL INTERACȚIUNILOR DINTRE BIOCÎMP ȘI CÎMPURILE ELECTROMAGNETICE APLICATE DIN EXTERIOR

P. JITARIU

membru titular al Academiei Republicii Socialiste România

Comunicare prezentată în ședința Secției de științe biologice, din 7 martie 1978

BIOSTRUCTURES AND ELECTROMAGNETIC BIOFIELD. EFFECT OF THE INTERACTION BETWEEN THE BIOFIELD AND THE ELECTROMAGNETIC FIELDS APPLIED FROM THE OUTSIDE. In order to give an explanation of the mechanisms by which the electromagnetic fields, acting on animal organisms, produce different effects in accordance with the type of field used, the moment and duration of its application, — the hypothesis was put forward that the proteic molecules have a major role in the genesis of an electromagnetic field, that is a 'biofield'.

In the first place, it was considered that the biostructures, starting with simple organic components, up to complex structures of proteic molecules are asymmetrical. The asymmetrical molecules are in general polarized, that is, they have both electric and magnetic asymmetry. The first depends on the charge distribution within the molecule, whereas the latter is due to the distribution of \vec{J} currents that define the magnetic moment \vec{M} .

The electric and magnetic asymmetry could be considered as a condition and a way of getting molecular reactivity. Depending on its structure, the living molecule has an electromagnetic biofield and sometimes a bio-radiation; therefore an energy generated by the biostructures is capable to influence, in its turn, the biostructures.

If an electromagnetic field or radiation met other fields or radiations these would be either annihilated or amplified by interference.

Taking into account all these aspects, one could explain the effects produced in organism subjected to electromagnetic treatment.

Experimental data about the effects produced by the electromagnetic fields of low frequency (50 or 100 Hz) and 300 Oe intensity are also presented.

În literatura de specialitate există o serie de date experimentale care atestă existența unei influențe a cîmpului electromagnetic asupra organismelor, nu numai sub aspect funcțional, ci și sub aspect morfologic [35]. Ele constituie un dublu argument în favoarea existenței unor efecte produse de astfel de cîmpuri. Cu toate acestea, în momentul de față există încă în lumea științifică un oarecare scepticism, ce se sprijină pe faptul că pînă în prezent nu s-a putut identifica existența unor organe receptoare a energiei electromagnetice, care să constituie punctul de plecare al declanșării mecanismului de răspuns, așa cum se întîmplă în mod obișnuit cu celelalte forme de energie. Din acest motiv, ea nu este considerată ca un agent excitant și, în consecință, nu poate fi considerată că poate să determine efecte. Sîntem, prin urmare, în situația de a considera, cel puțin în stadiul actual, că aceste irradiații ar interveni asupra substanței vii, pe alte căi decît cele folosite de ceilalți excitanți și că deci ne găsim în fața unei excepții, nu mai puțin importantă și nu cu mai puține consecințe din punct de vedere fundamental și aplicativ.

Studiul influenței pe care o exercită cîmpurile electromagnetice create de om a început, mai ales în ultimele două decenii, să preocupe în

măsură din ce în ce mai mare pe mulți biologi de pe toate meridianele globului [18]. Poate că la aceasta a contribuit, în primul rînd, explozia tehnico-științifică la care asistăm și care modifică neconținut fondul ecologic în care viețuim, îl poluează cu doze mari de radiații electromagnetice. Tocmai din acest motiv, studiul efectelor a devenit actual și preocupă atenția cercetătorilor din punct de vedere al consecințelor pe care le poate avea asupra vieții, în general, și asupra omului, în special.

După evaluările Conferinței mondiale de energie, ce a avut loc în București, în iulie 1971, la sfîrșitul anului 1970, puterea totală instalată a tuturor centralelor energetice de pe glob depășea 5 trilioane Kwh. Prognoza prevede că în anul 2000, producția totală de energie va atinge 30—32 trilioane Kwh. [48], [68]. Din aceasta, o parte deosebit de mare se pierde sub formă de irradiație în atmosferă. Prin urmare, nu există nici o îndoială că această formă de energie devine un factor ecologic în continuă creștere, care trebuie studiat din timp, întrucît organismele vegetale și animale nu suportă astfel de schimbări fără să reacționeze.

Ipoteze referitoare la modul cum acționează cîmpurile electromagnetice aplicate din exterior asupra organismelor au fost formulate de diverși oameni de știință, în marea lor majoritate fizicieni. Ei au evidențiat, în principal, numai posibilitatea inducerii unor fenomene fizice la nivel atomic, cum ar fi: orientarea momentelor magnetice, reducerea oscilațiilor atomului și moleculelor etc. Ele nu se referă la faptul că în organism există macromolecule de mare specificitate, integrate în structuri de o complexitate uriașă. Din aceste considerente, cîmpurile electromagnetice nu vor produce în organismele vii numai efecte primare, ci și efecte mult mai complexe [16]. Efectele primare nu sînt suficiente pentru a ne explica diversitatea răspunsurilor organismului la acțiunea energiei electromagnetice. De aceea, împreună cu colaboratorul nostru C. Pavelescu [43], [44], pornind de la formularea teoriei cîmpurilor electromagnetice de către Maxwell, teorie care a deschis vaste orizonturi privind interpretarea și cercetarea nu numai în fizică, ci și în biologie, am elaborat o teorie nouă asupra modului de acțiune a cîmpurilor electromagnetice asupra ființelor vii. Se știe că electronul în mișcare produce un cîmp electromagnetic și că metabolismul este un proces de oxido-reducere, cu înlănțuire precisă, în care electronii purtați de enzimele respiratorii specifice generează potențiale electrice de oxido-reducere, deci cîmpuri electromagnetice care stau la baza procesului biochimic. Am denumit „biocîmpuri” aceste cîmpuri electromagnetice generate de organismele vii.

Noțiunea de „biocîmp electromagnetic (C.E.M.)” a fost impusă deci de necesitatea de a interpreta rezultatele experimentale obținute în laborator cu privire la efectele apărute în organismele vii în urma aplicării, din exterior, a unor tratamente cu cîmpuri electromagnetice de mică intensitate și joasă frecvență.

Am considerat necesară introducerea acestei noțiuni și pentru clarificarea multor fenomene biologice încă neelucidate, care au loc la scara celulară și subcelulară.

Înțelegem prin „biocîmp” cîmpul electromagnetic generat de structuri, atît în cursul activității lor fiziologice normale, cît și în stări patologice. Elementul generator de bază, care are rolul cel mai important

în geneza cîmpului, este macromolecula proteică, deși nu putem exclude participarea și a altor molecule, ioni și sarcini care fac parte din biostructuri.

Noi considerăm că structura biocîmpului electromagnetic nu diferă de aceea a C.E.M. nebiologice. Este un C.E.M. cu cele două componente perpendiculare între ele și amîndouă perpendiculare pe direcția lui de propagare. Între biocîmp și biostructură există o strînsă interdependență pentru că o anumită biostructură creează un anumit biocîmp și un anumit biocîmp influențează în mod specific biostructurile. Spre deosebire de C.E.M. naturale sau create de om, biocîmpul trebuie să fie mult mai distorsionat, deoarece este generat de structuri cu asimetrie înaltă și cu variații funcționale foarte importante și permanente.

Această interdependență este în concordanță cu noțiunea primară a teoriei cîmpului lui Maxwell-Faraday, în care fenomenele electromagnetice se reduc la variațiile cîmpului. Aceste variații au putut fi exprimate într-un sistem coerent de ecuații diferențiale, care leagă vectorii cîmpului din diverse puncte ale spațiului, în momente vecine de timp. De aceea, orice variație (perturbație) a cîmpului, într-un punct „P”, influențează direct numai punctele vecine ale lui „P” și se transmite treptat din aproape în aproape, deci de la un punct la altul, în intervale finite de timp. Cîmpul electromagnetic se propagă sub formă de unde, transportînd o cantitate de energie ce se poate transforma în alte forme, cum ar fi: mecanică, termică, chimică etc. Viteza cu care se propagă aceste perturbații electromagnetice a fost calculată de Maxwell. Această viteză este egală cu viteza de propagare a luminii în vid, adică: $3 \cdot 10^{10} \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$

În cazul radiației, energia electromagnetică este independentă de densitatea sarcinilor (ρ) și a curenților (\vec{J}).

Cîmpul electromagnetic emite în spațiu o anumită cantitate de energie și exercită, prin urmare, o forță asupra sarcinilor care se află în cîmp. Ea poartă numele de „forța lui Lorenz”, exprimată în formula:

$$F = q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B}$$

Se constată deci că forța lui Lorenz se compune din:

- 1) componente electrice $q\vec{E}$ și
- 2) componente magnetice $q\vec{v} \times \vec{B}$, considerate ca o consecință relativistă a componentei electrice.

Se mai constată că prima parte din această ecuație, ce reprezintă forța cu care cîmpul electromagnetic, deci și biocîmpul, acționează asupra unei sarcini, nu depinde de viteza sarcinii și este orientată asupra direcției lui „ \vec{E} ”.

A doua parte, considerată urmarea relativistă a lui „ E ”, este perpendiculară pe direcția sarcinii și pe direcția lui „ B ”.

În mod convențional, cînd $E \neq 0$ și $B = 0$, considerăm cîmpul electric și cînd $E = 0$ și $B \neq 0$, considerăm cîmpul magnetic.

Deci legile biocîmpului electromagnetic sînt cuprinse în ecuațiile lui Maxwell, care descriu complet aspectul dinamic al cîmpului, în general. Dacă în aceste ecuații, termenii ce conțin diferențialele în raport cu „ t ” sînt considerați constanți, ei se anulează (derivata unei constante este

zero). În aceste condiții convenționale, sînt considerate cîmpurile electrostatice și magnetostatice [14], [15].

În organismele vii nu poate fi vorba de existența unor cîmpuri electrostatice și magnetostatice, deoarece în ele există o activitate intensă a biostructurilor. Reacțiile biochimice care au ritmuri și viteze mari impun aproape de la sine caracterul electrodinamic al cîmpului biologic, ceea ce ar corespunde și cu stabilitatea moleculei proteice care nu poate fi explicată decît tot pe cale dinamică.

Termenii încă mult utilizați, de electrostatic sau magnetostatic, sînt convenționali. Ei aduc ușurință în calcule, dar nu vor reprezenta adevărul, mai ales în biologie, unde elementul dinamic este atît de evident.

BIOCÎMPUL ȘI RADIAȚIA ELECTROMAGNETICĂ

După cum am mai afirmat, biocîmpul are aceeași structură ca orice alt cîmp electromagnetic nebiologic. El este sub dependența ecuației lui Maxwell.

Examinarea sistemului de ecuații al lui Maxwell a dus repede la constatarea că acest cîmp poate exista și independent de sarcinile și curenții care îl generează. În aceste condiții, ecuațiile cîmpului nu mai conțin factorii ρ și \vec{J} , iar cîmpul devine o radiație, adică independent de sursele care l-au generat.

Electronica cuantică folosește noțiunea de „cîmp” considerînd că numai astfel se poate întreprinde studiul forțelor care acționează asupra sarcinilor [50]; în acest caz, este vorba de o interacțiune. Am amintit că în acest mod, ecuațiile lui Maxwell, completate cu factorii ρ și \vec{J} sînt foarte utile în cazul microcîmpurilor, într-un mediu oarecare, în cazul nostru mediul biologic, în care se vor introduce ρ și \vec{J} . În acest caz, pot fi studiate biocîmpurile locale, care, după cum am spus, sînt generate de ρ și \vec{J} .

Dar problema radiației biologice nu poate fi exclusă și sînt dovezi multiple că ea există sub forma radiațiilor ce se propagă independent de sursele generatoare ρ și \vec{J} . Propagarea acestei radiații se face în conformitate cu relațiile date de Maxwell pentru mediile mobile: $\vec{\partial} / \varepsilon_0$

$$\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad \text{și} \quad \nabla \times \vec{H} = \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \quad \text{sau} \quad \left. \begin{array}{l} \text{rad. } \vec{E} = \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \\ \text{și } \vec{H} = \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \end{array} \right\}$$

Se poate spune că radiația e.m. se deplasează în spațiu. Amortizarea acestor unde, produse de oscilatori, poate fi absorbită în regiuni

unde există sarcini sau alte câmpuri care le pot anihila prin interferență distructivă, după cum pot fi și amplificate, prin interferență constructivă, fenomene ce depind de amplitudinea oscilațiilor.

Molecula proteică, prin distribuția dipolmomentelor oscilante și a momentelor magnetice, dispune de mijloace proprii de stingere sau amplificare, după caz, a radiației propriu-zise, după cum, prin variația parametrilor câmpului, are posibilitatea să-l facă să tindă spre omogenitate, dar fără a ajunge vreodată la omogenitate pură.

Considerînd că biocîmpul macromoleculei proteice reflectă foarte bine structura sa, sîntem de părere că el reprezintă modalitatea prin care se face transferul energiei din aproape în aproape, de la un element la altul al biostructurilor, sub formă de radiație înalt codificată. Această codificare are un rol foarte important în procesele de la nivelul macromoleculei proteice și în cel celular. Înaltul conținut informațional al moleculei proteice, rezultat direct al structurii sale, stă la baza imensei varietăți de acțiuni funcționale, cum ar fi reacțiile biochimice în lanț, care se produc automat și fără greșală.

După părerea noastră, impulsul venit pe cale nervoasă are rol numai în amorsarea acestor procese, structura macromoleculei proteice, cu marele său bagaj informațional, asigurînd executarea programului înscris.

Problema biocîmpului generat de structurile biologice, în modul în care a fost abordată anterior, pune și problema stabilității acestora. Această problemă foarte importantă este legată de aceea a absorbției și emisiei de radiație de către molecula proteică. Dar, în același timp, se pune și problema asigurării unei reactivități biologice care se opune unei stabilități mari ce ar diminua mult această reactivitate [7].

Ambele probleme, stabilitatea necesară pentru asigurarea specificității funcției, precum și un anumit grad de instabilitate, sînt legate de reactivitatea biologică și de modalitatea transferului de energie.

Transferul de energie este strîns legat de biocîmp; prin intermediul acestuia, macromolecula va primi sau ceda energie; desigur că cedarea sau primirea de energie de către macromolecula proteică se va realiza în condiții cuantice, pentru ca macromolecula să păstreze energia necesară stabilității și, în același timp, să capete energia utilă pentru activitate.

ASIMETRIA BIOSTRUCȚURILOR ȘI GENEZA BIOCÂMPULUI

Se cunoaște de mult timp că biostructurile, începînd de la componente chimice simple și pînă la complexa structură a macromoleculei proteice, sînt asimetrice [57]. Această asimetrie nu este deloc întîmplătoare, ci are o profundă semnificație biologică. Vom încerca să descifrăm originea și sensul ei.

După cum se știe, în materia organică care se găsește la baza biostructurilor, atomul de carbon este elementul de bază. El este tetravalent și aceste valențe reprezintă cea mai uniformă distribuție spațială: se formează un tetraedon avînd la mijloc atomul de C.

În cazul cînd valențele sînt ocupate de patru radicali identici, tetraedonul este regulat. De exemplu: CH_4 , CCl_4 .

Atomul de C are și tendința să-și satureze valențele cu patru radicali diferiți. În acest caz, tetraedonul care se formează este cu totul neregulat și deci atomul de C este asimetric.

În categoria corpurilor cu carbon asimetric se includ și aminoacizii, care au mare importanță în biochimie și care formează, prin polimerizare, marea moleculă proteică. În acest fapt se găsește baza asimetriei biologice.

În afară de aceasta, atomii de carbon au tendința de a forma lanțuri, legându-se covalent, iar prin aminoacizi în lanțuri, fibre sau helixuri, este posibilă formarea proteinelor; sînt proteine care pot conține 200—300 și chiar mai mulți aminoacizi. Datorită acestei asimetriei a atomului de C, aminoacizii posedă activitate optică care depinde de poziția grupării aminice față de carbonul asimetric.

Aminoacizii naturali fac parte din seria L (levogiră).

Molecula proteică fiind un polimer înalt al aminoacizilor, fiecare fiind asimetric, va poseda și ea o asimetrie înaltă.

Asimetria moleculei biologice nu este în nici un fel asemănătoare cu alte asimetrii, de exemplu din cristalografie.

Asimetria moleculei biologice ar fi mai ușor de înțeles dacă am adopta termenii de „simetrie” și „asimetrie electrică”, precum și aceia de „simetrie” și „asimetrie magnetică”.

După cum se știe, fiecare moleculă posedă dipolmomentul care se calculează după expresia:

$$p = e \cdot l$$

în care p = dipolmomentul

e = sarcina (+ e și $-e$)

l = distanța dintre sarcini

Dacă l este mic față de R_1 și R_2 , ansamblul sarcinilor se numește dipol (pol dublu). De aici urmează:

$$R_1 R_2 = R^2$$

$$R_1 - R_2 = l \cos$$

O substanță chimică în molecula căreia atomii sînt aranjați simetric are dipolmomentul 0 (zero). De exemplu: CO_2 sau CH_4 . Aminoacizii avînd carbonul asimetric și sarcini electrice de sens contrar, în centre diferite ale moleculei, au dipolmomente electrice mari și, prin aceasta, măresc constanta dielectrică a apei în care sînt dizolvați.

Pe bază de calcul termodinamic, s-a constatat că în soluția aminoacizilor nu pot fi molecule neutre decît tranzitoriu și în cantități foarte mici (7).

Totodată, dizolvarea aminoacizilor în apă provoacă apariția unor puternice forțe în molecula solventului și a dizolvantului (forțe ioni-dipoli). De exemplu, dizolvarea unei molecule de glicocol (75 g cu vol. 47 cm^3) produce scăderea volumului soluției la 43 cm^3 (fenomen numit electrostricție).

Moleculele asimetrice sînt în general polarizate; se consideră că centrul de greutate al sarcinilor „+” nu corespunde cu acela al sarcinilor „-”.

Polarizarea moleculei asimetrice este dependentă de T° (Kelvin).

În afară de asimetria electrică, mai poate exista și simetria magnetică. Dacă simetria electrică depinde de distribuția sarcinilor din moleculă, momentul magnetic depinde de distribuția curenților \vec{J} , care definesc momentul magnetic \vec{M} .

Considerînd că fiecare sarcină în mișcare determină un curent dependent de \vec{S} , atunci curentul are momentul magnetic $M = JS$ (în atom, momentul este dat de curentul provocat de electroni).

În atomi și molecule, momentul magnetic total depinde de modul cum se compensează momentele magnetice orbital și de spin. În cazul cînd se compensează, molecula sau atomul nu au moment magnetic (adică el este zero). Se consideră că atunci cînd molecula are un număr par de electroni are $\vec{M} = 0$, dar regula nu este lipsită de excepții.

Din punctul nostru de vedere, asimetria are importanță, pentru că este una dintre fețele asimetriei electrice și magnetice, care constituie o condiție și o modalitate a reactivității moleculei.

În general, substanțele introduse în cîmpul electric pot suferi două procese opuse: a) conductibilitate și b) polarizabilitate.

În cazul conductibilității, dacă substanța are sarcini libere (e^- , p^+ , ioni $^\pm$), acestea se pun în mișcare.

În cazul polarizabilității, sarcinile se vor deplasa în jurul unei poziții de echilibru, molecula putînd fi orientată într-un anumit mod sau chiar să facă mici deplasări.

Dacă o moleculă sau un atom cu simetrie sferică sînt introduse în circuitul electric, norul electronic se deplasează față de nucleu și se produce asimetria. De variabilitatea momentelor electrice și magnetice depinde posibilitatea transferului de energie.

Moleculele proteice, prin extrema lor varietate și asimetrie, prin extrema lor mobilitate funcțională, sînt — credem noi — generatoare de microcîmpuri electromagnetice tot atît de variabile și tot atît de numeroase ca și proteinele care le generează. Asimetria structurală a moleculelor proteice asigură un anumit grad de polaritate electrică, datorită faptului că centrul de greutate al sarcinilor pozitive din molecule nu corespunde cu cel al sarcinilor negative. Dar, concomitent și în afară de asimetria electrică, există și o asimetrie magnetică dependentă de distribuția curenților care definesc momentul magnetic. De aceea, noi considerăm că această asimetrie electromagnetică asigură un anumit grad de reactivitate a moleculei și, în special, a transferului de energie. Este imposibil să nu admitem a priori că aceste biocîmpuri interacționează și că au un rol fundamental în transferul de energie de la un element structural la altul, de la o moleculă la alta, de la un organ la altul. Nu-i exclus ca pe această cale să se realizeze o comunicare de informație codificată, care stă la baza automatismului funcțional atît de complex al organismului animal. Deci, aceste microcîmpuri biologice, așa cum remarcă și Pressman [59], [60], [61], pot constitui factori de legătură funcțională între părțile constituente ale organismului, dar, în același timp, pot fi și iradiate activ de structurile vii și să constituie astfel o modalitate de legătură între indivizi.

Deoarece am amintit despre transferul de energie, considerăm necesare câteva completări pentru a lămurii spinoasă problemă a interacțiunii biocîmpului cu cîmpul electromagnetic nebiologic.

Fizica actuală înțelege prin cîmp o proprietate vectorială a spațiului prin care fiecărui punct al acestuia i se poate atașa un vector de acțiune. Noțiunea e clasică și asupra ei nu insistăm.

Dacă este admisă reprezentarea vectorială a cîmpului este de la sine înțeles că acest cîmp reprezintă o însumare de acțiuni, cu alte cuvinte, o energie, sau, mai bine zis, o capacitate de lucru în diferite forme.

Tot în prezent, în fizică, „cuanta de acțiune” este considerată ca „particulă” a cîmpului și pe seama acesteia sînt puse interacțiunile ce au loc în interiorul cîmpului sau între cîmpurile care se intersectează. Aceste particule pun în evidență cîmpul electromagnetic, fie biologic, fie generat de substanțele inerte.

Relația dintre masă și energie, a lui Einstein, ne spune că producerea unei energii este legată, în mod absolut, de existența unei mase materiale, iar prezența unei mase presupune, invariabil, posibilitatea degajării energiei acesteia printr-un mijloc oarecare. Cîmpul electromagnetic care, după cum am mai spus, reprezintă o energie, posedă, după cum s-a dovedit, și calitățile materiei: masă, impuls, inerție etc.

Trecînd la structurile vii, constatăm că ele produc energii, dar în acest caz intervin doi factori caracteristici materiei vii, și anume:

- a. energia degajată depinde de structura țesutului respectiv și are loc într-un ritm lent, dar cu respectarea legilor de conservare cunoscute;
- b. energia este eliberată de aceste structuri, în porțiuni caracteristice lanțului biochimic enzimatic, compus dintr-un număr de etape specifice fiecărui proces fizico-biochimic.

Ar fi poate necesar să adoptăm, pentru primul caz, termenul de „energia structurii”, deoarece energia eliberată variază în raport cu tipul structurii respective, iar, pentru al doilea caz, termenul de „structura energiei”, deoarece de o anumită structură depind mărimea și distribuția energiei eliberate. Rezultă deci că molecula vie posedă, dependent de structura sa, un biocîmp și uneori o bioradiație, deci o energie și că biocîmpul generat de biostructuri va influența la rîndul său biostructurile.

Pînă acum am considerat biocîmpul generat de biostructuri, de activitate specifică a substanței vii și am afirmat că el este produsul configurației sarcinilor și al deplasării lor în cursul activității biologice.

Vom încerca, în continuare, să completăm această ipoteză cu considerații care se vor referi, mai ales, la moleculele helicoidale ale proteinelor, care, după cum se știe, sînt și ele formate dintr-o înșiruire bine precizată de aminoacizi, în care radicalii sînt cuplați prin legături peptidice. De-a lungul acestor catene sau între lanțurile peptidice se pot forma și alte legături, de exemplu, cea disulfidică, prin care se compensează excesul electronic al atomului de azot. Legătura de hidrogen din molecula peptidică este mai puternică decît cea a punților de hidrogen dintre moleculele de apă. Mai sînt apoi legături ionice între legăturile carboxilice și aminice, între care există forță de atracție, precum și legături apolare între care se exercită forța Van der Waals.

Rezultă deci că aminoacizii care conțin în molecula lor sarcini electrice de sens contrar au dipolmomente electrice mari, prin care măresc constanta dielectrică a apei.

Cum molecula proteică este formată dintr-o înșiruire de aminoacizi, considerăm că distribuția dipolmomentelor electrice ale acestora formează în jurul moleculelor proteice o rețea, prin variația căreia se produce un biocîmp. Transferul de energie într-un sistem molecular nu este posibil dacă dipolmomentele variază foarte puțin sau deloc. Această ipoteză împacă foarte bine condiția de stabilitate cu una de reactivitate cerută de molecula proteică și care este necesară schimbului de energie în cadrul sistemului în care se găsește.

Examinînd cele afirmate anterior, considerăm importantă următoarea observație: energia biologică este degajată treptat, pas cu pas, în porțiuni determinate, pe treptele lanțului enzimatic, oricare ar fi acesta.

Reflectînd la acest mod de degajare a energiei, este aproape imposibil să nu facem comparație cu modul de cuantificare al energiei, introdus pentru prima oară de Planck și utilizat azi în fizică. În mod inerent se pune întrebarea dacă nu există o „biocuantă”, o cantitate de energie indivizibilă, cu caracter de unitate, care ar constitui un minimum absolut necesar pentru obținerea energiei de activare și deci de amortizare a reacției enzimatice în lanț.

Aceste reacții au loc în cadrul biocîmpului în care fotonul (cuanta) are rolul important în acțiune și interacțiune. Astfel, bioenergetica, admitînd această nouă noțiune de „biocuantă”, ar putea trece la studiul energiilor la nivel molecular, adică la energia biologică, care ar putea fi evaluată prin numere întregi de biocuante. În legătură cu aceasta, nu trebuie să uităm că proteinele posedă un bagaj informațional înscris într-o engramă transmisă din depărtatele ere geologice, o experiență care se pierde în profunzimile timpului. Datorită acestei engrame, organismele vii dau un mare randament energetic.

Studii riguroși efectuate pe organisme inferioare indică randamente ce ating 85—90%, ceea ce constituie o dovadă a mării perfecționări a structurilor vii în utilizarea și distribuirea energiei.

Parametrii acestor biocîmpuri elementare nu pot fi încă cunoscuți, din motive tehnice. Structurile biologice cu o înaltă organizare sînt într-o continuă activitate și ca atare modelul de calcul ar trebui considerat în dinamica sa, ceea ce pare a fi extrem de dificil. Dacă parametrii biocîmpurilor nu pot fi încă calculați, în schimb rezultanta biocîmpurilor celulelor ce formează un organ ar putea fi calculată măcar cu aproximație și, folosind o aparatură adecvată, ar putea fi verificată experimental. Deja cercetătorii americani au obținut unele rezultate încurajatoare în ceea ce privește biocîmpul magnetic al inimii și al creierului, iar recent I. Fl. Dumitrescu [13] a izbutit să confecționeze o aparatură care a pus în evidență existența unor astfel de biocîmpuri.

DISTRIBUȚIA BIOCÎMPULUI ÎN ORGANISM.

RELAȚIILE SALE CU APA ȘI SÎNGELE

Biocîmpul este distribuit în organism neomogen. Parametrii vor varia după activitatea biofiziochimică a biostructurilor.

Rolul cel mai important al biocîmpului se manifestă în transferul de energie între elementele constitutive ale celulei și, în primul rînd, între macromoleculele proteice.

Organismul conține o mare cantitate de apă. Numai acest fapt este suficient pentru a admite că apa posedă un rol important în organismul viu.

Studiile din ultimul timp au arătat că structurile apei sînt mult mai variate și complexe decît cele cunoscute pînă acum [14], [49], [65].

Apa este dealtfel un lichid excepțional : posedă cel mai mare interval dintre punctul de topire al gheții și cel de fierbere, 100°C , are densitatea maximă la 4°C , la 0°C avînd volum mai mare cu 10%, deci o densitate mai mică.

Molecula de apă are dipolmoment egal cu 1,64 u.D. Apa are căldura specifică foarte ridicată (1 calorie), căldura de evaporare înaltă (37 calorii), conductibilitate termică mai mare decît a altor lichide. În aceste condiții apa este un foarte bun reglator, poate ceda sau primi cantități mari de căldură, cu mici modificări de temperatură.

La $27,5^{\circ}\text{C}$, apa are pH neutru.

Lichidul intracelular reprezintă dublul cantității de apă care se găsește extracelular, adică 50% din greutatea corporală.

Natura asociației moleculelor de apă este cunoscută, și anume : formarea legăturilor de H, care formează un tetraedru. În formula lui Pauling, asociația aceasta are număr de coordinație 4, în raport cu așezarea compactă care are numărul 12.

Odată cu creșterea temperaturii, numărul de punți de hidrogen scade, la 40°C , la cca $1/2$ (temperatura la homeoterme este cuprinsă între $37-41,5^{\circ}\text{C}$).

În această zonă termică, în care punțile de hidrogen ale structurilor apei oscilează între forma de agregare lichidiană și starea de agregare a gheții, apa este cel mai important solvent.

Experiența efectuată de Minenko și Pressman arată că sub influența cîmpurilor magnetice apa are o mai mică duritate și totodată își schimbă și proprietatea de absorbție a luminii.

În spațiile microcapilare care acoperă diferitele structuri membranoase ale celulei, apa capătă caracterul de corp semicristalin. După cum a arătat Szent-Györgyi [64] și apoi Tait și Francis [65], proprietățile diferite ale apei joacă un rol important în refacerea și desfășurarea diferitelor procese biochimice din celule. Dacă schimbarea proprietăților fizico-chimice ale apei, sub influența cîmpurilor magnetice, așa cum au arătat experiențele amintite anterior, poate fi adevărată și pentru sistemele biologice, atunci efectele electromagnetice observate pot fi atribuite și schimbărilor pe care le suferă apa în urma tratamentului.

În biostructuri apa are tendința să se organizeze în straturi, iar structura fibrilo-helicoidală favorizează structurile ce pot forma gheața (spre deosebire de cea globulară). În aceste condiții, rolul apei este foarte important, fiind unicul solvent biologic cunoscut.

Pentru elucidarea rolului apei în organism este însă absolut necesar să se ia în considerație raporturile dintre moleculele proteice și interferențele lor, pe de o parte, și biocîmpurile acestor structuri, pe de altă parte.

Astfel, sistemul „biostructuri, biocîmp și apă” formează un sistem legat și cu un important rol funcțional.

Sîngele, atît de important, are aici un rol deosebit, deoarece el transportă, pe lîngă multe alte elemente, și apa, cu toate substanțele ce sînt solvate în ea. El joacă un rol important în menținerea constantelor chimice și fizice, în limitele homeostaziei fiziologice.

Dacă fenomenele se petrec astfel, atunci microcîmpul biologic ar putea să fie considerat ca un adevărat mediu intern care participă la toate procesele biologice. Iată de ce noi am căutat să influențăm condițiile în care molecula proteică creează biocîmpul, prin aplicarea unor cîmpuri electromagnetice exterioare pulsante și de intensitate și frecvență mică. În aceste condiții, noi am încercat deci să supunem biocîmpul unei acțiuni perturbatoare și să urmărim efectele care se produc.

Motivul pentru care am folosit astfel de cîmpuri a fost acela că intensitatea cîmpului electromagnetic se diminuează la puterea întîi, în raport cu sursa, iar energia lui scade în raport cu pătratul distanței. Faptul prezintă un avantaj față de cîmpurile statice, la care intensitatea scade în raport cu distanța la cub, iar energia, cu puterea a șasea. Cîmpurile folosite de noi au deci avantajul că persistă mai multă vreme și își păstrează nivelul energetic la valori mai ridicate, deoarece cele două componente, electrică și magnetică, perpendiculare una pe alta în propagarea lor în spațiu, se întrețin reciproc. În acest fel, cîmpurile electromagnetice aplicate de noi pătrund în întregul organism animal cu o viteză care se modifică în raport cu proprietățile magnetice ale mediilor pe care le străbat. Din această cauză, cîmpurile electromagnetice își vor modifica unii parametri pentru ca, în final, să interacționeze cu microbiocîmpurile produse de molecula proteică.

S-a dovedit deja, pe cale experimentală, că molecula proteică are proprietăți paramagnetice, adică are un moment magnetic diferit la zero, deoarece la numărul foarte mare de electroni care fac parte din această moleculă, șansa ca spinii să se compenseze este foarte mică. Un rol important în pătrunderea cîmpurilor electromagnetice în corpul viețuitoarelor îl joacă apa. Totodată, trebuie să menționăm că studiile de radioliză a apei au arătat că în timpul descompunerii ei în ioni apare și un element tranzitoriu, numit electron hidratat, față de care moleculele cu azot sînt deosebit de reactive. În acest mod, apa devine din unicul solvent al mediului intern un factor activ al reacțiilor biochimice.

Noi am utilizat cîmpuri electromagnetice variabile și de intensitate mică, în raport cu cele utilizate de alți cercetători. Am procedat astfel, deoarece am ținut cont de faptul că biocîmpurile electromagnetice au o mare variabilitate și au parametri reduși. Dacă am fi folosit cîmpuri electromagnetice variabile și puternice, s-ar fi putut crea stări incompatibile cu fenomenele biologice. Nu am folosit nici cîmpuri statice puternice de zeci de mii de gaussi, deoarece ele ar fi putut fixa moleculele proteice în anumite poziții, ceea ce ar fi avut ca rezultat, datorită interacțiunii lor cu biocîmpurile existente, anihilarea acestora din urmă. Am căutat deci ca perturbările pe care le provocăm să nu altereze prea accentuat relațiile funcționale normale, păstrîndu-ne pe cît posibil în limitele unei homeostazii cît mai puțin alterate. Menținîndu-ne în limita acestor parametri ai cîmpului, am căutat să înregistrăm răspunsuri la diferite niveluri de

organizare a ființelor vii și să surprindem cât mai multe aspecte funcționale care se modifică în condițiile noastre experimentale. Am căutat, deci, să înlăturăm în general crearea unor efecte ireversibile, care, evident, nu sînt compatibile cu funcționarea normală a organismului și, în consecință, nu am folosit cîmpuri de intensitate foarte mare. Totuși, în unele experiențe s-au folosit și cîmpuri magnetice statice neomogene, de intensități mijlocii, pînă la maximum 6 000 Oerstezi.

Expunerea materialului biologic s-a făcut în mai multe variante, determinîndu-se acțiunea lor atît în regim de aplicare continuu, cît și în regim întrerupt, ritmic și aritmic. În funcție de frecvența și forma impulsului curentului electric cu care au fost alimentați și orientați solenoizii au variat și caracteristicile cîmpului produs.

O problemă esențială care a intervenit în cursul experiențelor noastre a fost aceea de a stabili dacă există vreo corelație între doza electromagnetică cu care s-a iradiat preparatul biologic și efectele obținute și dacă se poate stabili un prag eficace al intensității cîmpului utilizat.

Barnothy [1], [2], [3], [4] afirmă că efectul biologic obținut, după expunerea animalului în cîmp, este un proces complex, deoarece energia de cîmp excitantă trebuie să acționeze un anumit timp pînă să atingă pragul biologic de reacție. Aceasta presupune că efectele biologice depind de mărimea dozei transmise probei biologice, într-un anumit interval de timp. Dacă efectul ar fi într-adevăr dependent numai de doză, atunci ar urma ca dozele mari, adică intensitățile mari ale cîmpului, să provoace efecte biologice într-un timp proporțional mai scurt. Ar însemna, după aceste considerații, că fenomenele ar trebui să se petreacă într-un mod similar cu consecințele efectelor biologice provocate prin intermediul excitanților electrici. Pentru verificarea acestor considerații, colaboratorii noștri Hefco, Bîrcă și Haba [17] au efectuat o serie de experiențe pe șobolani, determinînd variațiile acizilor piruvic, lactic și ale glucozei, după iradierii cu cîmpuri electromagnetice variabile, generate de curenți alternativi de 50 Hz ori de curenți continui, fără întreruperi. Tratamentul s-a făcut cu două bobine legate în serie sau cu polii inversați, pentru a accentua neuniformitatea cîmpului. În aceste condiții experimentale s-a putut stabili că există o relație evidentă între diverse intensități ale cîmpului, adică între doza de energie și amploarea efectelor biologice. Însă efectele sînt dependente și de durata de timp în care animalul primește această doză. Dacă aceeași doză magnetică este dată animalului eșalonat, în 5 zile, cîte 5 minute pe zi, se obțin efecte biologice semnificativ mai mari decît atunci cînd aceeași doză este aplicată într-o singură ședință de 30 minute. Dar nu numai doza de energie are importanță, ci și felul cum este ea aplicată. Cînd cîmpul pulsatoriu se aplică cu întreruperi, fenomenul biologic la aceeași doză se accentuează față de efectele provocate de un cîmp continuu, fără întreruperi.

Aceste rezultate ne arată clar că atunci cînd cîmpurile se aplică în ritmuri, are loc o sensibilizare treptată a organismului; fiecare succesiune de impulsuri acționează asupra unui substrat modificat, cu un prag de excitare mai mic, provocat de trenul aritmic de impulsuri, ceea ce accentuează efectul biologic. Fenomenul apare ca și în cazul excitărilor subliminare electrice, dar cînd ne referim la efectul de doză de energie, comparația nu mai poate fi făcută.

Un alt fapt important care a rezultat din aceste experiențe este acela că dacă doza electromagnetică a atins un prag, prin aplicarea ei fracționat, câte 5 minute zilnic, timp de 15 zile, creșterea ei în limite de până la 9 ori nu determină o amplificare cu efecte corespunzătoare. Deci răspunsul organismului rămîne, de la un timp, la o valoare constantă, deși cîmpul crește ca intensitate.

Un al doilea factor care se degajă în cercetările noastre este acela că țesuturile care posedă o activitate intensă au sensibilitate mai mare față de iradiatii. În această categorie intră măduva hematopoetică [43], [45], [46], [47], în care celula-sușă este transformată, printr-o activitate enzimatică în lanț, într-o celulă adultă ce este eliminată prin citodiabază în torentul sanguin și se integrează în structura mielogramei periferice. Din cercetările întreprinse rezultă că mielograma de iepure, ca urmare a interacțiunii biocîmpului cu cîmpul electromagnetic produs de noi, prezintă două tipuri principale de modificări: în primul rînd, se modifică dinamica de maturație atât a granulocitelor neutrofile, cît și cea a eritroblastelor; în al doilea rînd, apar modificări și în ceea ce privește ritmul maturației, iar cele două serii de celule au comportări diferite în funcție de durata interacțiunii cîmpurilor. Ritmul leucocitelor neutrofile scade puțin după 5 ședințe de tratament și crește foarte semnificativ după 10 ședințe, cînd timpul de maturație se prelungește cu 225% față de valorile-martor. În aceleași condiții experimentale, ritmul de maturație al eritrocitelor prezintă un tablou diferit, deoarece după tratament se scurtează semnificativ. Aceste date ne arată că acțiunea cîmpului are un caracter selectiv, fapt pe care noi l-am observat și menționat și în alte modele experimentale și că în urma interacțiunii biocîmpului cu cîmpul electromagnetic creat de noi, se zdruncină interdependența seriilor citologice ale mielogramei, care, din solidare, devin independente, măduva osoasă nemai-comportîndu-se ca un organ unitar. Dacă considerăm interdependența seriilor-martor egală cu unitatea, după 5 ședințe ea scade la 0,93, iar după 10 ședințe — la 0,19.

Paralel cu aceste modificări și, poate, ca o consecință a lor, are loc și o variație în permeabilitatea membranelor de care depinde citodiabaza, care asigură pătrunderea în sînge a elementelor mature și care se reflectă și în mielograma periferică. Tabloul morfologic sanguin arată o creștere a numărului de leucocite circulante cu 12,1 și 21,8%, după 5 și respectiv 10 zile de tratament, paralel cu modificarea formulei leucocitare în care se constată o nouă distribuție a elementelor.

Redistribuția elementelor din formula leucocitară se realizează prin scăderea neutrofilelor, concomitent cu o creștere, diferențială pe un număr de ședințe, a eozinofilelor, bazofilelor, limfocitelor și monocitelor.

În același timp, hematiile suferă o ușoară reducere numerică de la 4,3 la 3,8 milioane pe mm^3 , dar cu o creștere a valorii globulare de la 0,87 la 1,05, probabil ca o compensare capabilă să asigure o oxigenare normală.

O redistribuire a formulei leucocitare a fost semnalată și la puii de găină, de către Neaga [55] care constată că după tratamentul ouălor cu cîmp pulsatoriu apare o creștere semnificativă a heterofilelor și o scădere corespunzătoare a limfocitelor, la 15 zile după ecloziune, care se menține pînă în a 45-a zi.

Cercetări efectuate în laboratorul nostru aduc date concordante cu privire la stimularea organelor proteinoformatoare, la iepuri și la găini [22], [36], ca urmare a efectelor interacțiunii biocîmpului cu cîmpuri electromagnetice aplicate la animale adulte sau în timpul proceselor ontogenetice. Cercetările efectuate dovedesc că după tratament, la iepurii adulți [39] are loc o creștere a proteinelor totale plasmatică cu 7,5 g^o/100. Această creștere este însoțită de modificări procentuale ale fracțiunilor proteice, în funcție de felul cîmpului aplicat și de timpul lui de acțiune. Creșterea are loc pe seama albuminelor și mai puțin pe cea a gamma-globulinelor. Este important să semnalăm, cu această ocazie, faptul că odată cu aceste modificări cantitative au loc și schimbări în ceea ce privește proprietățile lor reacționale. Aceasta se deduce, pe de o parte, din faptul că zahărul vehiculat de albumine scade cu 10,7%, cel vehiculat de β și γ globuline crește cu 1,9 și respectiv cu 8,8%, iar pe de altă parte, din comportarea factorilor proteici care participă la procesul de coagulare. Într-adevăr, în aceste condiții de experimentare, timpul de coagulare se mărește, deși după tratament cresc numărul trombocitelor, timpul Howell și Quick, timpul de proaccelerină și scade numai timpul de proconvertini. Normal ar trebui ca timpul de coagulare să se scurteze, nu să crească. Dacă totuși el crește, aceasta nu poate fi atribuit decît faptului că a avut loc o diminuare a reactivității moleculare a proteinelor interesate în acest proces. Totodată investigațiile noastre ne-au arătat că lungimea timpului de coagulare este mai mare sub acțiunea cîmpurilor electromagnetice pulsatorii sau continui, aplicate separat, decît sub acțiunea lor combinată.

Lazăr și colab. [53] găsesc la puii de găină că și afinitatea proteinelor pentru lipide se modifică în funcție de felul cîmpului utilizat. Ei [52], [54] constată la puii de găină iradiați o creștere constantă a proteinemiei, urmărită o perioadă de 150 de zile, cu o evidentă accentuare între 25 și 100 de zile, mai ales pe seama globulinelor. O stimulare a albuminogenezei la puii de găină constată și Stavăr și colab. [62].

În directă legătură cu stimularea gamma-proteinogenezei, am efectuat un studiu cu privire la efectul acestor cîmpuri asupra funcției de apărare, prin formare de anticorpi. S-a constatat că titrul toxinei anti-tetanice la cobai crește pînă la 160% față de martori [26], [29], [30], [38], [40], [58], [59], [66], [67].

O creștere a concentrației anticorpilor hemolitici la puii de găină a fost evidențiată și de Stavăr și colab. [63], care atribuie acest fapt unei acțiuni de stimulare a cîmpului electromagnetic asupra celulelor producătoare de anticorpi din sistemul reticulo-histiocitar. Imunoelectroforegramele obținute evidențiază o creștere a numărului de fracțiuni gamma-globulinice interesate în dobîndirea imunității.

În perfectă concordanță cu creșterea proteinemiei totale [52] sînt și datele colaboratorului nostru Lazăr [53], [54] cu privire la modificările ce apar în metabolismul ADN și ARN, constatate în mușchii și ficatul puilor tratați în aceleași condiții.

Creșterile înregistrate sînt semnificative pentru ambii acizi nucleici, atît în țesutul hepatic, cît și în cel muscular.

Toate modificările semnalate pînă acum ne arată clar că sub influența cîmpurilor electromagnetice se modifică amploarea proceselor meta-

bolice și, odată cu ele, și mecanismele de reglare neuro-endocrine evidențiate de M. Zirra, G. Dimitriu și M. Comnoiu. Din aceste considerente, au fost studiate modificările survenite în intensitatea proceselor oxidative în diferite țesuturi, precum și raporturile funcționale dintre hipofiză și suprarenale [8], [9], [10], [11], [12], [23], [34], [56], [68], [69], [70].

Folosind omogenate de țesut hepatic de la cobaii supuși 9 zile unui cîmp pulsant cu întreruperi, am urmărit fosforilările oxidative în corelație cu respirația omogenatului [28], [32]. Rezultatele obținute arată o creștere a raportului P/O cu 20,8%. O creștere a acestui raport a fost găsită de M. Isac și în omogenatul de creier integral, la șobolani albi, cu sensibilitate audiogenă manifestată prin crize epileptiforme, la excitații auditive.

O intensificare a proceselor respiratorii tisulare în mușchi și ficat a fost găsită [33] și la unii pești marini (*Gobius*), după tratamente similare. Creșterile ating valori de pînă la 29% și ele prezintă unele variații în funcție de anotimp. Dar, modificările metabolice nu se reflectă numai sub aspect respirator, ci și sub cel al metabolismului glucidic și al cantității de vitamina C. Aceasta din urmă a fost găsită crescută în mușchii de *Gobius* și scăzută în creier și ficat.

Modificările metabolismului glucidic se deosebesc după treapta metabolică considerată, după felul cîmpului aplicat, după intensitatea și durata lui de aplicare, ca și după specia și organul cercetat [31], [37], [41], [42]. În laboratorul nostru au fost urmărite aceste efecte pe pești, păsări, cobai, șobolani și cîini. La pești apare o creștere a glicogenului hepatic. Aceeași creștere o găsesc Hefco și colab. la cobai, în paralel cu scăderea glicogenului muscular.

Urmărind variațiile cantității de glucoză, în primele zile de incubație, la ouăle de găină tratate, am constatat, după 3 zile, o scădere a acesteia în albuș și o creștere la lotul de control, pentru ca treptat, pînă la a 10-a zi de incubație, valorile să se egaleze. Aceleași dozări, efectuate la aceleași date pe gălbenuș, demonstrează că după 3 zile glucoza crește la lotul tratat, în următoarele 6 zile scade, iar după alte 4 zile se egalează cu cea de la lotul martor. Rezultatele ne arată că sub influența iradiațiilor electromagnetice apare un decalaj de 3 zile în favoarea ouălor expuse, mai întii în albuș, apoi în gălbenuș.

În ultimii 10 ani, împreună cu colaboratorii noștri, am urmărit modificările metabolismului glucidic, sub diferite aspecte, pe animale expuse acestor radiații, cu impulsuri de forme diferite și timpi diferiți de aplicare și am obținut întotdeauna, pe pești, cobai, cîini, o scădere a glicemiei, care varia de la 10 la 23%. Durata acestei hipoglicemii la cîine era de 5—6 zile după întreruperea tratamentului.

Hefco și colab. [17], reluînd acest studiu pe șobolan, găsesc o gamă variată de răspunsuri, în funcție de parametrii cîmpului, care evoluează de la scăderea glicemiei, de 25,8%, pînă la creșteri de 10%. Determinarea paralelă a acidului piruvic și lactic, în sîngele aceluiași șobolan, arată însă numai scăderea lor, cu valori pînă la 19,6% și respectiv 22%. Scăderea acidului piruvic și lactic a fost găsită și în sîngele cobailor [19], [20], precum și în ficatul și mușchiul acestor animale. Pe baza acestor rezultate, noi am ajuns la concluzia că influența radiațiilor electromagnetice afectează ansamblul sistemelor de reglare care intervin la nivelul diferitelor verigi ale metabolismului glucidic. Este posibil ca diminuarea

cantității de acid piruvic și lactic să se datoreze accentuării altor căi de degradare a piruvatului, cum ar fi transformarea acestuia în acizi aminici sau degradarea prin ciclul pentozofosfat, contribuind astfel la sinteza acizilor nucleici, care, în condiții experimentale identice, s-a dovedit a fi accentuată. Elucidarea deplină a mecanismelor implicate în aceste aspecte va necesita încă o serie de cercetări.

Un prim pas în această direcție a fost făcut de colaboratorii noștri [9], [10], [11], [12], [24], [25], care au efectuat un studiu amplu privind efectele interacțiunii biocîmpurilor cu cîmpurile electromagnetice aplicate la cobai de diferite vârste, asupra relațiilor hipofiză-suprarenală. Ei constată, pe cobai, apariția unor modificări în activitatea sistemului hipofiză-suprarenală, în funcție de vârsta animalului și numărul ședințelor de tratament. Considerînd nivelul descărcării ACTH-ului hipofizar ca factor responsabil de modificarea a răspunsului suprarenal, influența cîmpului electromagnetic se traduce printr-o stimulare a sistemului hipofiză-suprarenală la pui, o stimulare mai slabă la adulți și o inhibare la animalele bătrîne. Această concluzie a fost trasă pe baza modificărilor ce apar în cantitatea acidului ascorbic și a colesterolului suprarenalelor. În același timp, se constată că odată cu creșterea numărului de tratamente zilnice, pînă la 15, are loc o creștere a colesterolului la pui și o scădere la animalele tratate cu ACTH-oxigen, timp de 5 pînă la 15 zile, cînd se observă o stimulare a activității suprarenalelor la toate vîrstele. Blocarea descărcării hipofizei de ACTH prin prednisolon duce la o scădere a producției de corticosteroizi. Aplicarea concomitentă a prednisolonului și a cîmpului determină o amendare aproape totală a blocajului produs de prednisolon și o creștere a corticosteroizilor. Deci cîmpul influențează nivelul de descărcare de ACTH, probabil printr-un fenomen de permeabilizare a membranelor. Studiile histologice arată că ceea ce este stimulat din corticala suprarenală este zona fasciculată și apoi cea reticulată, adică zonele care fabrică glicocorticoizii și corticoizii sexuali. Fabricarea glicocorticoizilor în surplus nu concordă însă cu datele anterioare referitoare la metabolismul glucidic, deoarece în aceste condiții ar trebui să apară o creștere a glicemiei și nu o scădere a ei. Probabil că această neconcordanță se datorește faptului că iradiațiile electromagnetice influențează și activitatea pancreasului endocrin, pe lîngă cea a tiroidei și a medulei suprarenale și astfel se creează un nou echilibru glicoregulator, cu predominarea efectelor anabolizante.

În sprijinul celor afirmate vin și rezultatele obținute de Margareta Comnoiu [8], care, urmărind dinamica morfofuncțională a suprarenalei, după iradierea cu cîmp electromagnetic, constată că atît corticala, cît și medulara răspund acestui tip de excitări și că celulele epiteliale ale glandei își păstrează integritatea morfofuncțională, ceea ce duce la concluzia că acest agent fizic este bine tolerat de organism. Totodată, s-au putut surprinde și identifica răspunsurile specifice de cele nespecifice și, prin aceasta, interrelațiile dintre ele în elaborarea hormonilor din corticală și din medulara suprarenală, fără să piardă din vedere că răspunsul lor este diferențiat și, în același timp, unitar. În ceea ce privește medulara, ea răspunde printr-o modificare a raportului noradrenalină — adrenalină, care, față de martori, crește de la 0,56 la 1,1.

Experiențele efectuate în laboratorul nostru aduc dovezi că, sub influența cîmpurilor electromagnetice pulsante, permeabilitatea membranelor se schimbă [27]. Noi nu am putut urmări modificările în membranele celulare, dar le-am determinat pe structuri celulare membranoase, reprezentate prin epiteliul de broască. Ussing arată că epiteliul de broască reprezintă un material care se pretează la determinarea transportului activ al sodiului. Bazat pe aceste date, am studiat modificările transportului activ al sodiului, prin pielea broaștelor, ținute timp de 3 ore sub influența cîmpului electromagnetic pulsant. Fragmente de piele au fost apoi montate în aparatul conceput de Ussing și Zerahn și, cu ajutorul electrozilor de calomel, au fost măsurate variațiile potențialelor de membrană. Datele înregistrate ne arată că, după tratament, are loc o intensificare a difuziunii sodiului, care — statistic — este foarte semnificativă, dovedind că iradiațiile folosite de noi pot determina modificarea unor procese biologice, influențînd permeabilitatea tegumentului fie indirect, fie prin intermediul sistemului nervos și hormonal.

Însă datele obținute nu ne permit încă să tragem o concluzie în legătură cu stabilirea factorului căruia i se poate atribui o schimbare de permeabilitate.

Dacă permeabilitatea membranelor se modifică, aceasta trebuie să aibă repercusiuni și asupra metabolismului mineral. Dovezi în acest sens au fost aduse de Lazăr și colab. [51], [53]. Ei au observat că metabolismul mineral suferă devieri în urma tratamentelor în cîmp și că aceste devieri persistă un timp îndelungat după încetarea tratamentului. În urma experiențelor efectuate pe 1 260 pui de găină din rasa Rock, proveniți din ouă tratate în timpul incubăției, rezultă modificări semnificative în cantitatea ionilor de Na, K, Ca din plasmă, în raport cu vârsta puilor. Aceste modificări sînt fazice. Ionii scad la vârsta de 55 de zile și cresc apoi la vârsta de 80 de zile, rămînînd la aceste valori încă o perioadă îndelungată.

Determinînd ionii de Na și K în diverse organe, Lazăr constată variații importante numai în mușchii pectoral și cardiac și o inversare a raportului Na/K între plasmă și hematii, cu creșterea sodiului plasmatic. Este interesant de remarcat faptul că după iradiere cu cîmp omogen de 6 300 Oerstezi, în majoritatea țesuturilor apare o creștere a ionilor de Na și o scădere a celor de K, deci efecte inverse cu cele obținute după aplicarea cîmpurilor pulsante.

Stimularea proceselor anabolice constatate, ca și modificările ce apar în activitatea unor diastaze și a unor glande endocrine, au repercusiuni și se reflectă și în ritmul diviziunilor celulare. Cercetările efectuate împreună cu R. Brandsch arată că, după influența cîmpurilor cu regim întrerupt, apare o creștere semnificativă a numărului de mitoze a celulelor din stratul generator al epiteliului intestinal de broască. Aceste rezultate confirmă pe cele obținute de Perakis, care a folosit cîmpuri neomogene de 440 Oerstezi, dar contravin celor obținute de Barnothy cu cîmpuri statice omogene puternice, pe celule de tumoare ascitică sarcoma G 37. Întrucît Pressman consideră că influența cîmpurilor s-ar putea exercita atît prin afectarea mecanismelor de reglare centrală a proceselor metabolice, cît și printr-o acțiune directă asupra structurilor periferice, ne-am gîndit că un material adecvat pentru urmărirea

efectelor asupra diviziunii celulare este oul de *Tubifex*. Lehman a arătat că acesta își modifică succesiv și într-un ritm determinat starea de sol și gel a protoplasmei și apoi aceea a membranei [5], [6].

Avantajul oferit de aceste experiențe, în care se urmărește diviziunea unei celule-ou, îl constituie faptul că fenomenul nu este influențat de mecanismele de reglare neurohumorale ale unui organism. Urmărirea diviziunii se face ușor și în detaliu, deoarece este permisă de dimensiunile relativ mari ale oului. Studiul conduce la concluzii importante, deoarece diviziunea celulară este un proces fundamental.

Segmentarea oului de *Tubifex* este un exemplu tipic de segmentare spiralată. Primul plan de clivare are o poziție asimetrică, încât separă un blastomer mic și unul mare. Poziția asimetrică a planului de clivare reprezintă o posibilitate sensibilă de măsurare a unor modificări spontane sau induse în mod experimental în timpul diferențierii citoplasmatică. Din aceste considerente, el este un material foarte util pentru a trage unele concluzii directe cu privire la modificările ce apar la nivel celular, în urma tratamentului cu câmp magnetic.

Acest material experimental a fost supus acțiunii unor câmpuri magnetice omogene și neomogene, la intensități și gradienti diferiți. Câmpul a fost generat de niște electromagneți adaptați mărimii materialului experimental (0,2—0,3 mm). S-au folosit câmpuri omogene de 5 200 Gauss și câmpuri neomogene de 3 600 Gauss.

Cu acest model experimental s-a constatat că un efect asupra segmentării este evident numai în condițiile unui câmp neomogen. Tratatul cu câmp neomogen, aplicat în decursul celei de-a doua diviziuni de maturare și al primei diviziuni de segmentare, duce, în 15% din cazuri, la blocarea ireversibilă a segmentării. Cu toate că după iradiere se păstrează o activitate exagerat de puternică a cortexului celular, ea nu este totuși capabilă să formeze un inel contractil funcțional care să ducă la separarea în două a citoplastului. În același timp, secțiunile histologice prin celulele-ou tratate, ce se găseau în faza mitotică a celui de-al doilea ciclu celular, arată lipsa aparatului mitotic. Aceasta dovedește că sub acțiunea câmpului neomogen a fost blocată asamblarea microtuburilor aparatului mitotic. Are loc deci o disociere a funcțiilor legate de structurile microtubulare în decursul citochinezei, a celor legate de inițierea activității corticale caracteristice pentru perioada mitotică.

În timp ce segmentarea este blocată au loc reinițieri ale activității corticale, corespunzătoare intervalului de timp în care, în mod normal, au loc două diviziuni de segmentare. Acest fapt arată că pentru inițierea activității corticale nu este necesară prezența aparatului mitotic, însă prezența lui este absolut necesară pentru formarea inelului contractil.

Majoritatea ouălor de *Tubifex*, tratate timp de două cicluri celulare, care durează 5 ore, nu au segmentarea blocată în mod ireversibil. După încetarea tratamentului, ele își reiau activitatea de segmentare, însă diviziunile nu se mai fac după un plan asimetric, caracteristic cazului normal, ci după un plan simetric. Cele două celule formate în urma diviziunii vor fi deci de mărime egală. Modificarea poziției planului de segmentare din asimetric în simetric este suficientă pentru a împiedica diferențierea normală a celulelor și blocarea embriogenezei în faza de gastrulare.

Dacă se urmăresc efectele produse de cîmp de-a lungul ciclului celular, atunci se constată că acțiunea acestui agent fizic prezintă o perioadă critică, un așa-numit „punct de tranziție”, de sensibilitate maximă. Dacă se depășește acest punct de tranziție, acțiunea cîmpului nu mai duce la perturbarea diviziunii. În cazul celulei-ou de *Tubifex*, ce corespunde începutului profazei, activitatea biochimică este crescută și modificările survenite în urma interacțiunii cîmpului aplicat din exterior cu biocîmpul sînt persistente. Totodată, experiențele noastre au arătat că timpul dintre terminarea celei de-a doua diviziuni și începutul primei citochineze se scurtează. Modificările observate de noi, în urma tratamentului aplicat, se pot explica prin schimbările survenite în structura spațială a proteinelor, prin alterări ale diferitelor legături importante ale structurii stereochemice a macromoleculilor proteice. Această schimbare structurală se accentuează în decursul mai multor cicluri celulare și poate avea drept consecință blocarea parțială sau completă a diviziunii celulare.

O dovadă indirectă în acest sens a fost adusă, urmărind efectul citostaticelor, colchicină, teofilină, pe ouă de *Tubifex* — martor și pe ouă tratate cu cîmp. Rezultatele obținute ne arată că la tratament combinat, citostatic + cîmp, procentajul de inhibiție a diviziunii, produs de citostatic, se reduce, ceea ce denotă că sub influența cîmpului se instalează o modificare a permeabilității membranei.

Acesta ar fi tabloul succint și, într-o oarecare măsură, incomplet al rezultatelor cercetărilor întreprinse într-un domeniu nou de investigație, ce prezintă încă multe necunoscute, dar care, tocmai din această cauză, merită a fi abordat cu pasiunea necesară, pentru a se ajunge la înțelegerea deplină a mecanismelor de acțiune care stau la baza efectelor constatate.

În această fază a cercetărilor, noi am elaborat ipoteza pe care am expus-o pe scurt la începutul acestui articol. Astfel, noi credem că acțiunea cîmpurilor electromagnetice și magnetice ar putea fi explicată prin modificarea prin inducție a parametrilor unor biocîmpuri, ce ar duce la activarea sau inactivarea reactivității structurilor care le generează.

Ar putea deci fi vorba de o acțiune directă asupra unor enzime sau proteine care sînt în permanență în stare potențială de activitate, prin deplasarea unor sarcini electrice periferice mai puțin stabile ce fac parte din structura lor, determinînd ionizarea moleculelor, prin crearea de biocurenți de diverse densități, în biostructuri active și prin modificarea permeabilității unor membrane celulare sau a organitelor celulare.

Din întregul material se desprind cîteva concluzii :

1) Alături de biostructuri, trebuie să admitem existența unui cîmp electromagnetic.

2) Biostructurile și biocîmpurile sînt legate indisolubil, ca și masele de energie.

3) Aceste noțiuni, pe care le considerăm fundamentale, ne dau posibilitatea să interpretăm procesele vitale sub aspecte noi și, în același timp, să le legăm morfofuncțional.

4) Structurile vii posedă caracteristicile necesare desfășurării neîntrerupte a proceselor vitale și ele sînt reprezentate prin asimetria

moleculară, care se reduce în fond la simetria electromagnetică. Aceasta, la rândul ei, asigură reactivitatea structurilor și, prin procese termodinamice ireversibile, asigură fluxul permanent de energie necesar proceselor vitale.

BIBLIOGRAFIE

1. BARNOTHY M. P., *Nature*, 1963, **200**, 279.
2. BARNOTHY M. P., *Biological effects of magnetic fields*, Plenum Press, New York, 1964.
3. BARNOTHY M. P., *Theoretical considerations of an effect of magnetic fields on spontaneous mutation*, Third International Biomagnetism Symposium, Illinois, 1966.
4. BARNOTHY M. P., *Nature*, 1968, **193**, 1 243.
5. BRANDSCH R., JITARIU P., *Rev. roum. biol., Zoologie*, 1970, **15**, 6, 431.
6. BRANDSCH R., *Ațiunea unor cimpuri magnetice statice asupra diviziunii oului de Tubifex* (teză de doctorat), Iași, 1973.
7. BRAY H. G., WHITE K., *Kinetics and thermodynamics in biochemistry*, J. A. Churchill Ltd. Londra, 1957.
8. COMNOIU M., *St. și cerc. embr. și cit.*, 1970, **7**, 1, 13.
9. DIMITRIU G., *Anal. șt. Univ. Iași*, 1968, **14**, 1, 15.
10. DIMITRIU G., *Comunicări de fiziologie animală*, 1969, **1**, 147.
11. DIMITRIU G., *Anal. șt. Univ. Iași*, 1970, **16**, 1, 1.
12. DIMITRIU G., *Cercetări cu privire la ațiunea cimpurilor electromagnetice asupra raporturilor funcționale dintre hipofiză și suprarenală* (teză de doctorat), Iași, 1971.
13. DUMITRESCU I. FL., *Omul și mediul electric. Fenomene bioelectrice de suprafață*, Edit. științifică și enciclopedică, București, 1976.
14. EISENBERG D., KAUZMAN W., *The structure and properties of water*, Oxford University Press, Londra, 1969.
15. FEINMANN R. P., *Fizica modernă (Electromagnetismul)*, Edit. tehnică, București, 1970.
16. GEICULESCU V., CUNGARU L., *St. și cerc. balneol. fizioterapie*, 1964, **6**, 239.
17. HEFCO V., BÂRCĂ G., HABA M., *Rev. roum. biol., Zoologie*, 1969, **14**, 3.
18. HOLODOV A. I., *Magnetismul în biologie*, Edit. științifică, București, 1974.
19. JITARIU M., JITARIU P., ISAC M., *Anal. șt. Univ. Iași*, 1965, **11**, 2, 193.
20. JITARIU M., ISAC M., HEFCO E., MÜLLER W., JITARIU P., *Anal. șt. Univ. Iași*, 1969, **15**, 1, 9.
21. JITARIU P., LAZĂR M., *St. și cerc. șt. biol. și șt. agr.*, 1961, **12**, 1, 101.
22. JITARIU P., JITARIU M., LAZĂR M., DIMITRIU G., NEAGA N., ACATRINEI G., DINCULESCU T., MĂCELARU A., PUNGOCI V., *Anal. șt. Univ. Iași*, 1962, **8**, 1, 1.
23. JITARIU P., LAZĂR M., MĂRCULESCU C., TOPALĂ N., AGRIGOROAI ȘT., *Anal. șt. Univ. Iași*, 1962, **8**, 1, 17.
24. JITARIU P., AGRIGOROAI ȘT., AGRIGOROAI G., ȚIBU M., VISCRIAN I., *Anal. șt. Univ. Iași*, 1963, **9**, 1, 1.
25. JITARIU P., AGRIGOROAI ȘT., AGRIGOROAI G., ȚIBU M., VISCRIAN I., *Anal. șt. Univ. Iași*, 1963, **9**, 1, 9.
26. JITARIU P., TOPALĂ N., AILIESEI O., *St. și cerc. biol., Zoologie*, 1964, **16**, 3, 205.
27. JITARIU P., AGRIGOROAI ȘT., *Anal. șt. Univ. Iași*, 1964, **10**, 1, 9.
28. JITARIU P., HEFCO V., *Anal. șt. Univ. Iași*, 1964, **10**, 1, 13.
29. JITARIU P., LAȘCU N., TOPALĂ N., LAZĂR M., *Rev. roum. biol. Zoologie*, 1965, **10**, 1, 33.
30. JITARIU P., TOPALĂ N., *Rev. med. chirurg.*, 1965, **4**, 855.
31. JITARIU P., DIMITRIU G., *Anal. șt. Univ. Iași*, 1966, **12**, 1, 1.
32. JITARIU P., HEFCO V., *Anal. șt. Univ. Iași*, 1966, **12**, 2, 249.
33. JITARIU P., HEFCO V., *Anal. șt. Univ. Iași*, 1966, **12**, 2, 255.
34. JITARIU P., DIMITRIU G., *Anal. șt. Univ. Iași*, 1966, **12**, 2, 259.
35. JITARIU P., *Rev. roum. Biol. Zoologie*, 1966, **11**, 1, 2.
36. JITARIU P., PAVELESCU C., PORUMB S., *Anal. șt. Univ. Iași*, 1967, **12**, 2, 191.
37. JITARIU P., ISAC M., *Anal. șt. Univ. Iași*, 1967, **13**, 1, 1.
38. JITARIU P., WASSERMANN L., ISAC M., LEPORDA C., FILIP M., *Anal. șt. Univ. Iași*, 1967, **13**, 1, 5.

39. JITARIU P., JITARIU M., ISAC M., Rev. roum. Biol. Zoologie, 1967, **12**, 2, 91.
40. JITARIU P., TOPALĂ N., Rev. roum. Biol. Zoologie, 1967, **12**, 3, 173.
41. JITARIU P., HEFCO V., HEFCO E., BÂRCĂ G., BRANDSCH R., Anal. șt. Univ. Iași, 1968, **14**, 1, 7.
42. JITARIU P., HEFCO V., Lucrările Stațiunii de cercetări marine „I. Borcea”, 1969, **III**, 113.
43. JITARIU P., PAVELESCU C., CHERA E., Rev. roum. Biol. Zoologie, 1970, **15**, 5, 335.
44. JITARIU P., PAVELESCU C., CHERA E., Rev. roum. Biol., Zoologie, 1971, **16**, 2.
45. JITARIU P., PAVELESCU C., CHERA E., Rev. roum. Biol., Zoologie, 1971, **16**, 3.
46. JITARIU P., PAVELESCU C., CHERA E., Rev. roum. Biol., Zoologie, 1971, **16**, 4.
47. JITARIU P., PAVELESCU C., CHERA E., Rev. roum. Biol., Zoologie, 1971, **16**, 4.
48. JITARIU P., PAVELESCU C., BRANDSCH R., Rev. roum. Biol., Zoologie, 1973, **18**, 3.
49. KAYUSKIN L. P., *Water in biological systems*. Plenum Press, New York, 1969.
50. LANDAU L. D., LIFSITȚ E. M., *Teoria cimpului*, Edit. tehnică, București, 1963.
51. LAZĂR M., BÂRCĂ G., Anal. șt. Univ. Iași, 1968, **14**, 1, 31.
52. LAZĂR M., BÂRCĂ G., Anal. șt. Univ. Iași, 1969, **15**, 245.
53. LAZĂR M., *Ațiunea cimpurilor electromagnetice pulsatorii de intensitate mică asupra dezvoltării ontogenetice la găini* (teză de doctorat), Iași, 1971.
54. LAZĂR M., BÂRCĂ G., NEAGA N., Anal. șt. Univ. Iași, 1971, **17**, 1, 7.
55. NEAGA N., *Efectul cimpurilor magnetice asupra puilor bursectomizați și nebursctomizați* (teză de doctorat), Timișoara, 1971.
56. NEAGA N., LAZĂR M., BAZGAN O., St. și cerc. biol., Zoologie, 1971, **23**, 3, 253.
57. PAULING L., *Chimie generală*, Edit. științifică, București, 1972.
58. PERAKIS N., C. R. Acad. Sc. Paris, 1939, **208**, 1 686.
59. PRESSMAN A. S., *Isledovanie biologiceskogo deistvia microvlni*, Moscova, 1964, **I**.
60. PRESSMAN A. S., *Zarubjenia radioelectronica*, Moscova, 1964, **II**.
61. PRESSMAN A. S., *Electromagnitnie polia i jivna priroda*, Izd. Nauka, Moscova, 1968.
62. STAVĂR P., JURENCOVA G., POPOVICI D., St. și cerc. biol., seria zoologie, 1960, **6**, 253.
63. STAVĂR P., JURENCOVA G., POPOVICI D., TEODORESCU V., Lucr. științifice I.C.Z., 1968, **26**, 547.
64. SZENT-GYÖRGYI A., *Bioenergetic*, Acad. Press. Inc. New York, 1957.
65. TAIT M. J., FRANCIS F., Nature, 1971, **230**, 91.
66. TOPALĂ N., AILIESEI O., NIMIȚAN E., Anal. șt. Univ. Iași, 1966, **13**, 2, 267.
67. TOPALĂ N., AILIESEI O., Anal. șt. Univ. Iași, Secția a II-a, Biol., 1968, **14**, 1, 25.
68. TYLER E. P., Ann. of New York Academy of Sci., 1975, **247**, 6.
69. ZIRRA A. M., VOICU A., MĂCELARU A., St. și cerc. balneol. fizioterapie, 1963, **5**, 284.
70. ZIRRA A. M., VOICU A., COMNOIU M., STRATULAT L., St. și cerc. balneol. fizioterapie, 1964, **6**, 134.

Filiala Iași a Academiei Republicii Socialiste România
Str. Universității, nr. 16