

## VIII. VARIA

WŁODZIMIERZ SEDLAK

### PODSTAWY BIOAKUSTYKI KWANTOWEJ

Wielu faktów doświadczalnie stwierdzonych w żywym ustroju nie można dotychczas zestawzić w spójną całość: a) ruchu i ewolucji tkanki mięśniowej oraz nerwowej z piezoelektrycznymi własnościami wszystkich tkanek, nie wyłączając kostnej i mięśniowej, b) piezoelektrycznych własności białek, aminokwasów, cukrowców z receptorem słuchu i wytworzeniem narządów głosu w ostatecznym ewolucyjnym wykształceniu, c) półprzewodnictwa związków organicznych biologicznie istotnych i uzależnienia wszystkiego, co się w żywym układzie dokonuje od metabolizmu.

Pomijając już skalę rozpiętości, zdarzenia wyżej wymienione wydają się zupełnie oderwane przyczynowo, jednak istnieją w żywym ustroju jakoś skorelowane.

Podstaw wszystkiego w życiu należy ostatecznie poszukiwać w kwantowych wymiarach, a więc w molekularnych i submolekularnych wielkościach. Rozpatrując kinematykę, nawet w skali fizjologicznej, trzeba było przyjąć polaryzację i depolaryzację na skutek transportu jonowego i zmianę biopotencjałów nerwowych, jak również przekaz synaptyczny o podwójnej roli biochemicznej i elektronicznej. Sytuacja synaptycznego przewodzenia nie została jeszcze mimo wszystko definitywnie określona (4).

Od kilku jednak lat narastają nowe fakty eksperymentalne, których elektrofizjologia w tradycyjnym ujęciu nie uwzględnia, ani nie modyfikuje swych wniosków celem objęcia nowego zespołu zdarzeń biologicznych.

#### Od ruchu do akustyki

Odkryto w nader licznych badaniach półprzewodnictwo białek, kwasów nukleinowych i wielu innych związków biologicznie ważnych (2,5).

Wykazano, że najbardziej „biologiczne” ze związków, jak porfiryny, są półprzewodnikami (6). Procesy chemiczne i elektryczne w sumie dają biologiczne ferroelektryki (1), a wszystkie tkanki roślinne oraz zwierzęce są piezoelektrykami (13). Tym samym zresztą odznaczają się aminokwasy, białka, kwasy nukleinowe, cukrowce. Jak zmieścić nową gamę faktów w dawnej interpretacji nie wychodzącej poza transport jonowy na membranach? Warto się tutaj zająć samymi choćby tylko piezoelektrykami, a więc materią, która w zespole sił mechanicznych o charakterze ściskania, rozciągania czy sytuacji skrętnych polaryzuje się zmieniając biegunowość, odpowiednio do wektora przyłożonej siły mechanicznych oddziaływań. Piezoelektryk jest transformatorem energii mechanicznej na elektryczną i odwrotnie, przyłożone zmienne pole elektryczne powoduje zmianę parametrów liniowych i objętościowych, następuje bowiem strykcja. Przy dużej częstotliwości zmian pola elektrycznego strykcja zsynchronizowana z rytmem elektrycznym generuje falę akustyczną. Piezoelektryk jest kwantowym wibratorem fononów. Zmienne sytuacje elektryczne i mechaniczne dają w rezultacie falę akustyczną. Jesteśmy u podstaw kwantowej bioakustyki. Wynika ona z odkrycia piezoelektrycznych własności tkanek i związków organicznych oraz dużo wcześniej odkrytych zmiennych potencjałów elektrycznych w bioukładach. Konfrontacji tych dwóch kategorii faktów nie można było uniknąć. Bioelektronika musiała się z problemem pogranicznym spotkać, choć tradycyjna elektrofizjologia jeszcze nic o konieczności uzgodnienia, jak się zdaje, nie wie.

Dalej zaś wszystkie sytuacje znane dotychczas z różnicy potencjałów, na skutek ruchu jonów zarówno w komórce miofibryli, jak i membranach biologicznych czy pracującym włóknie nerwowym poza efektem zmiany potencjału elektrycznego, w zestawie z piezoelektrycznymi własnościami związków organicznych układów tkankowych muszą doprowadzić do strykcji tychże, a tym samym do generacji fali akustycznej o częstotliwości zmian elektrycznych.

Kinematyka biologiczna nie jest więc tylko naruszeniem relacji przestrzennych poszczególnych elementów anatomicznych względem siebie, lecz jednocześnie procesem elektrycznym zmiennego potencjału, zjawisk piezoelektrycznych regulujących strykcję elementów kurczliwych pod wpływem wariacji pola elektrycznego i jednocześnie efektów kwantowej akustyki. Kinematyka łączy się ze zmianą potencjałów elektrycznych, zmianą relacji mechanicznych w skali molekularnej oraz zjawiskami akustobiologicznymi. Ruch przestraża elektrycznie żywy układ, nie jest w żadnym wypadku ruchem przyrządu fizycznego. W ruchu tym zaangażowana jest cała energetyka bioukładu, nie wyłączając metabolizmu, o czym

świadczą zmiany biochemiczne oraz nieswoista odporność w następstwie ćwiczeń ruchowych.

Ewolucja ruchu łączy się wobec tego nie tylko z filogenetycznym wytworzeniem tkanki mięśniowej i nerwowej, w konsekwencji kostnej (7). Rozwój ruchu jest bardziej pierwotny niż wymienione tkanki, istnieje on bowiem u znacznie niżej zorganizowanych zwierząt (pierwotniaki) oraz glonów i bakterii. Występuje w dodatku u roślin wyższych jako ruch bierny. Wszędzie jednak istnieje taka sama reakcja energetyczna, jakiej należy oczekiwać u piezoelektryka w zmiennej sytuacji chemicznej i elektrycznej. Podstawy ruchu są znacznie pierwotniejsze niż histologia tkanki mięśniowej, nerwowej i kostnej. Początki ruchu sięgają bowiem kwantowych podstaw związków organicznych, ich piezoelektrycznych cech i półprzewodnictwa.

### Fotony i fonony w układzie biologicznym

Zestawiając dwie podstawowe cechy elektryczne związków organicznych: półprzewodnictwo i piezoelektryczność, narzuca się pewien dwutor falowych skutków, jak kwantowa emisja fotonów i fononów. Procesy radiacyjne należą do pospolitych zjawisk w półprzewodnikach wzbudzonych jakąkolwiek energią. W układzie biologicznym istnieje wiele okoliczności teoretycznie upoważniających do przypuszczenia kwantowej emisji fotonów (jonizacja, rekombinacja jonów, termiczne wzbudzenie, wzbudzenie chemiczne w zjawiskach chemiluminescencyjnych, elektroluminescencja, fluoryzujące własności białek i kwasów nukleinowych oraz wymuszona fotoemisja). Dla tego działu nieliniowej optyki biologicznej opracowano już możliwości efektów laserowych w żywym układzie (11).

Zjawiska elektromagnetyczne są konsekwencją półprzewodnictwa podstawowych związków organicznych ustroju i zostały zakwalifikowane jako konieczny czynnik do uwzględnienia w ogólnym zestawie bioenergetycznym. Co więcej, można nawet mówić o elektromagnetycznej przemianie energii na równi i obok chemicznej przemiany metabolizmu. „Elektromagnetyczny” metabolizm jest konsekwencją poszerzonego oglądu bioenergetyki układu w następstwie elektronicznych własności organizmu.

Teoretyczne założenia stwierdzono w biologicznej rzeczywistości jako fakt. Wykazano kwantową emisję fotonów z pracującego mięśnia i nerwów oraz słabą luminescencję w skali widzialnej u wszystkich organizmów.

Piezoelektryczne własności, jak wspomniano, warunkują kwantową produkcję fononów. Z elektroniki wiadomo o wzajemnych oddziaływaniach fotonów i fononów. Pozostało więc najtrudniejsze pole, a może tylko

najmniej zbadane, relacji fotonów i fononów autogenne pochodzenia w biologicznym układzie, a więc w piezoelektrycznym substracie. Fala elektromagnetyczna ze zmiennym polem elektrycznym i magnetycznym winna powodować zsynchronizowaną w częstotliwości elektrostrykcję z emisją fali akustycznej. Fonony przy odpowiedniej energii winny znów powodować wzbudzenie elektronów z radiacją elektromagnetyczną, procesy bowiem dokonują się w półprzewodzącym i piezoelektrycznym ośrodku.

Nie można jednoznacznie, zdaje się, na razie orzec, czy następuje bezpośrednie oddziaływanie fotonów na fonony i odwrotnie; w każdym razie elektronika półprzewodnikowa zna takie sytuacje i dobrze je opracowała, nawet w skali technicznych urządzeń.

Zdaje się, że wdziące pole pracy będzie przedstawiać rytmika około 10 Hz stwierdzona jako mikrowibracje całej muskulatury (8), pulsacja fal alfa mózgu o tej samej częstotliwości, mikrowibracje skorupy ziemskiej i atmosferyki w tym samym przedziale częstotliwości. Mamy tutaj zdaje się podstawowy kompleks piezoelektryka organicznego, fali elektromagnetycznej i akustycznej autogenne pochodzenia w korelacji z rytmiką mechaniczną i elektromagnetyczną geofizycznego środowiska. Wymieniony kompleks winien stanowić „węzeł gordyjski” bioakustyki i elektromagnetyki w zakresie niskich częstotliwości.

### Wewnętrzna informacja bioukładu

Fala akustyczna i elektromagnetyczna stanowić musi dwa zasadnicze szlaki informacyjne wewnątrzukładowe, szlaki koordynujące procesy biochemiczne z elektromagnetycznymi. Polowa informacja podkreślana już dawniej (12) znajduje drugiego partnera w postaci fali akustycznej przenoszonej przez środowisko organiczne piezoelektryka. Jednocześnie na tych dwóch podstawach informacyjnych organizm „orientuje się” w zmianach środowiskowych zarówno typu mechanicznego, jak ciśnienie, rozciąganie, fala akustyczna, jak również elektromagnetyczne sytuacje szerokiego zakresu widma.

Wszelka informacja mechaniczna środowiska jest przekładana przez organizm na zmianę elektrycznej charakterystyki układu, i odwrotnie — informacja elektromagnetyczna z otoczenia daje ten sam skutek w półprzewodniku zmieniając jego cechy, ponadto w piezoelektryku powoduje powstanie fali akustycznej. Układ żywy reaguje więc elektrycznie, akustycznie i mechanicznie w postaci strykcji.

Polaryzacji pod wpływem fali akustycznej ulegają drobiny metaboli-

zujące oraz drobiny enzymów, musi się więc nieznacznie, ale dostrzegalnie zmienić metabolizm pod działaniem akustycznym efektów wewnątrzukładowych (3). Istnieje też odwrotne zjawisko pod działaniem zmiennego pola elektrycznego, strykcja zmienia relacje przestrzenne molekularnej skali. Centra aktywne, wymieniane dotychczas w układach enzymatycznych, rzekomo w wyniku przestrzennego zbliżenia i bez podania charakteru energetycznego oddziaływań, stają się w podanej tu interpretacji bardziej oczywiste, a przede wszystkim podbudowane energetycznie. Są to nie tyle centra aktywne, co aktywowane fononami bądź fotonami. Działyby więc one na zasadzie wzbudzenia elektronowego w drobinie pod wpływem kwantu elektromagnetycznego lub akustycznego. Biochemia jest tu jak najściślej złączona z bioelektroniką. Inaczej zresztą nie można sobie wyobrazić takiego układu w akcji.

### Bilans energetycznego żywego ustroju

Jednostronne ujęcie energetyki żywego ustroju w naukach biologicznych wystarczało w okresie zupełnej hegemonii procesów chemicznych. Z chwilą jednak odkrycia elektronicznych podstaw zachodzi konieczność włączenia w bilans energetyczny życia nie tylko energii wiązań chemicznych, ale również generowanych kwantowo pól elektromagnetycznych i fali akustycznej. Istnieją nie tylko układy enzymatyczne, które powodują frakcjonowany przepływ elektronów podczas reakcji chemicznych, ale także transformacje energii mechanicznej na elektryczną i odwrotnie oraz przemiany energii elektromagnetycznej i mechanicznej na chemiczną. W półprzewodzącym i piezoelektrycznym ośrodku podlegającym reakcjom chemicznym ważne są nie tylko elektrony, ale również fotony i fonony. Submolekularne podstawy życia upraszczają się więc do minimum. Zróżnicowanie natomiast prowadzi w dalszym etapie ewolucji biofizycznej aż do wytworzenia receptorów zmysłowych.

### Kwantowe podstawy mowy i słuchu

Przywykłym do biochemicznego wyrażania procesów życiowych wydawać się musi zaskakujące stwierdzenie, że u swych kwantowych podstaw życie jest już „rozgadane” produkcją fononów w piezoelektryku białkowym. „Mowa” ta w molekularnych wymiarach łączy się z ruchem przynajmniej w postaci strykcji. Piezoelektryk jest bowiem podwójnie sprężysty mechanicznie i elektrycznie. Kwantowa „mowa” jest słyszalna przez

inne drobiny i zapewne dobrze rozumiana, stanowi to bowiem podstawę akustycznej informacji wewnątrzustrojowej.

Narząd mowy w dalekiej filogenetycznej drodze, od kwantowych podstaw piezoelektryka poczynając, nie inaczej rozwinął swą funkcję, jak przez ruch strun głosowych i związane z tym kwantowe procesy akustyczne. Strykcja jest bowiem u podstaw ewolucji nie tylko mięśni, ale również pracujących nerwów (9).

Układ żywy ponadto „słyszy” całą naturą piezoelektryka każdy głos, transformuje go na zmienną polaryzację elektryczną, wprawiając się w drgania odpowiedniej częstotliwości. Co więcej, piezoelektryk „słyszy” nawet falę elektromagnetyczną na dużo prostszej zasadzie niż działanie fonii w odbiorniku radiowym. Po prostu „słyszy” sobą — piezoelektrycznymi własnościami w formie strykcyj, działa więc jak molekularna membrana w żywym mikrofonie. Tym się jednak od przyrządu technicznego różni, że odbiór połączony jest nieodwołalnie z metabolizmem, reakcje bowiem chemiczne niemniej „słyszą” każdą zmianę energetyczną ustroju, zarówno natury elektromagnetycznej, jak i kwantowoakustycznej.

#### Bibliografia

1. Athenstaedt H., Ferroelektrische und piezoelektrische Eigenschaften biologisch bedeutsamer Stoffe, „Naturwissenschaften”, 48 (1961), s. 465.
2. Burnel M.E., Eley D.D., Subramanian K., Semiconduction in Nucleic Acid and its Components, „Annales New York Academy of Science”, 158 (1969), s. 191.
3. Caserta G., Cervigni T., Piezoelectric Theory of Enzymic Catalysis as Inferred from the Electromechanochemical Principles of Bioenergetics, „Proceedings National Science USA”, 71 (1974), s. 4421.
4. Eccles J. C., Fizjologia synaps nerwowych, Warszawa 1968.
5. Eley D. D., Electron Transport in Biological Systems, [w:] From Theoretical Physics to Biology, M. Marois (Ed.). Basel 1973, s. 147.
6. Gouterman M., Excited States of Porphyrins and Related Ring Systems, [w:] C.W. Shoppee (Ed.). Excited States of Matter, Texas 1973, s. 63.
7. Reinisch G. B., Nowick A. S., Piezoelectric properties of bone as function of moisture content, „Nature”, 253 (1975), s. 626.
8. Rohrer H., Inanaga K., Die Mikrovibration, Bern—Stuttgart—Wien 1969.
9. Ross M. H., Reith E. J., Perineurium: Evidence for Contractil Elements. „Science”, 165 (1969), s. 604.
10. Sedlak W., Kwantowe podstawy ruchu w świecie organicznym, RF, 19 (1971), z 3, s. 91.
11. Sedlak W., Laserowe procesy biologiczne, „Kosmos A”, 21 (1972), s. 533.
12. Sedlak W., Dynamika bioplazmy i metabolizm, „Kosmos A”, 24 (1975), s. 261.
13. Shamos M. H., Lavine L. S., Piezoelectricity as a Fundamental Property of Biological Tissues, „Nature”, 213 (1967), s. 267.