

Osnove spoznavanja v luči nove biologije

UVOD

Večina sodobnih naravoslovcev in v njihovem okviru biologov je prepričanih, da temelji življenje na najnižji ravni svojega obstoja – na molekularni ravni. Za to raven pa naj bi obstajali statistični procesi brez kakršnega koli širšega reda. Tako kompleksen pojav, kot je življenje, naj bi torej temeljil le na kratko-sežnih, stičnih povezavah med mikroskopskimi molekulami. V takih okvirih razmišljanja lahko sleherna percepcija – kot osnova spoznanja – temelji le na višjih nivojih organizacije življenja, kjer se pojavi kot emergentna lastnost.

Toda v novejšem času se kopičijo tako empirični dokazi kot teoretično filozofski in matematični razmisleki, da življenja ne podčrtuje red (ali raje nered) Brownovega gibanja, temveč povsem drugačen red, ki temelji na koherentnem bioelektromagnetnem polju (Vitiello 1992). V tem polju se tudi molekule ne vedejo kot slepo zaletavajoči se osamelci, temveč kot občutljive in s celoto vzajemno povezane enote, ki izražajo celo neko mero inteligence oziroma prilagodljivosti. Temu novemu pogledu na življenje, ki se šele počasi uveljavlja, pravimo – zaradi pomanjkanja kakega širše sprejetega in bolj specifičnega izraza – tudi nova biologija. Po spoznanjih nove biologije je osnove spoznavanja treba iskati že na ravni molekul – seveda ne vzetih izolirano, temveč povezano v širši biološki sistem.

ŽIVO STANJE KOT STANJE GLOBALNE ORGANIZEMSKÉ KOHERENCE

EMPIRIČNE OSNOVE

Eden od pomembnih virov za naziranje, da so v organizmih procesi že a priori koherentni, so nekatera novejša spoznanja o zelo hitrih in simultanih bioloških procesih. Biologija videnja na primer kaže, da so konstante kemijskih reakcij, predpostavljjenih za prenos fotonske energije do ustreznega živčnega impulza, precej počasnejše, kot traja dejanski prenos. Poleg tega je poznano, da lahko ena sama fotonsko aktivirana rodopsinska molekula tako rekoč trenutno aktivira okoli 500 molekul transducina ne-encimatsko. Noben biokemiji poznani, zgolj na Brownovem gibanju temelječ, mehanizem ne zna tega razložiti. Gre preprosto za *trenutni prenos in ojačanje* vhodnega signala (Ho 1989, 1993, str. 6-7). Podoben primer je skrčenje mišice. Tudi tu vse kaže, da se energija za to delo ne prenaša na kemijski način oziroma po difuziji, temveč z neposrednim resonančnim prenosom, in da je pri tem potrebna *daljnosežna koherenca pri prenosu energije*. Resonančni prenos energije hkrati pomeni zelo majhno entropijo (oziroma izgubo za delo sposobne energije) in s tem zelo visoko učinkovitost, poleg tega je lahko zelo selektiven. To je spoznal McClaire že na začetku 70. let (McClare 1971, 1972).

Najpomembnejši in daleč najbolj raziskan empirični indikator za obstoj biološkega koherentnega polja so izsledki raziskav s področja *ultrašibke biološke luminescence*. Spoznanja znanstvenikov s tega področja kažejo, da je šibko sevanje fotonov na širokem razponu valovnih dolžin (brez normalnega padanja intenzivnosti z zmanjševanjem valovne dolžine) značilno za skoraj vse vrste organizmov. To sevanje je tako šibko, da ga lahko opazujemo le s posebnimi elektronskimi fotopomnoževalnimi sistemi in ga ne smemo mešati z bioluminescenco kakih kresnic, ki je mnogo močnejša. Tipična ultrašibka fotonska emisija znaša nekaj 10 do nekaj 100 fotonov/cm².s in jo merijo med valovnimi dolžinami 200-800 nm (glej npr. Popp 1981, 1984, Popp in sod. 1992). Posamezna celica organizma torej le redko izseva kak foton. To pa še ne pomeni, da je ta svetloba dejansko šibka. Nasprotno, vse kaže, da je svetloba v organizmih dejansko precej intenzivna, vendar se skoraj ne siplje (ostaja v organizmu). Sevanje je intenzivirano med hitro delitvijo celic in pri malignih celicah.

Podrobne raziskave ultrašibke bioluminescence kažejo, da gre za koherentno, torej laserju podobno sevanje (Popp 1986). To je sposobno integrirati precej široka področja organizmov (visoki časi koherence). O koherenci in visoki sposobnosti

skladiščenja svetlobe v organizmih priča tudi t. i. hiperbolično izsevanje svetlobe po obsevanju organizma. Biofotoni sodelujejo pomembno tudi pri sinhronizaciji organizmov. Tako so zaznali visoko korelacijo v fotonski emisiji med organizmi, ki so bili optično povezani, in ne-korelacijo ob pretrganju povezave (Popp in sod. 1988). Glede na povezavo med fiziološkimi stanji organizma in značilnostmi ultrašibkega sevanja znanstveniki sklepajo, da svetloba ni nikakršen epifenomen (stranski produkt), temveč da je za življenjske procese vitalnega pomena. Ob zastrupitvi na primer celice niso več sposobne zadržati svetlobe in jo močnejše izsevajo (Ruth, Popp 1976), ravno tako ob smrti.

TEORIJE BIOLOŠKE KOHERENCE

Teorije koherentnih EM oscilacij imajo svoj začetek v 70. letih, ko je angleški biofizik Herbert Fröhlich razmišljal o celicah z vidika njihovega električnega polja in polarnih molekul. To delo je postavilo temelje novi biologiji, ki je utemeljena na osnovah (bio)fizike. Že konec šestdesetih let je postal Fröhlich pozoren na izjemne dielektrične lastnosti živih materialov v živih celicah in kasneje iz teh lastnosti izvedel tudi svojo predpostavko o koherentnih oscilacijah (glej Fröhlich 1975, 1988). V svoji novejši teoriji vidi predvsem tri bistvene lastnosti živih sistemov: 1) so stabilni, a daleč od ravnotežja – torej metastabilni, 2) označuje jih ne-trivialni red (dinamični, nelinearni) in 3) izjemne dielektrične lastnosti. Vse tri lastnosti so skupaj povezane v koherentne (metastabilne) oscilacije endogenega celičnega elektromagnetnega polja s frekvenco okoli 1011Hz. Energijo zanje daje seveda metabolna energija, frekvenco pa narekuje celična membrana. Tu je treba opozoriti, da je jakost električnega polja skozi membrano kar 107V/m! Koherentne (istofazne) EM oscilacije v celici so osnovni način njihovega medsebojnega *nestičnega* kontaktiranja. To daje možnost urejenih medmolekularnih procesov in selektivnih privlakov med encimi in ustreznimi substrati. Zaradi daljnosežnosti koherentnih oscilacij, ki se raztezajo tudi *med celicami*, te oscilacije niso le temelj znotrajceličnega reda, temveč tudi zunajceličnega. S tem v zvezi je zanimivo, da je po Fröhlichovem (in ne le po njegovem; glej npr. Cooper 1979) mnenju rak predvsem posledica dejstva, da nekatere celice zaradi spremenjenih notranjih lastnosti uidejo koherentnemu polju, ki obvladuje (nadzira) red v okoliškem tkivu. Če je takih celic naenkrat preveč, se stabilno iztrgajo nadzoru in začne se neovirana maligna rast. Zanimivo je, da je tudi lastnost ultrašibke svetlobe pri malignih celicah dokazano spremenjena.

Glede emisije – se pravi tudi možnosti detekcije koherentnih oscilacij – ugotavlja Fröhlich, da mora biti zaradi normalnega

resonančnega prenosa energije, značilnega za koherentne oscilacije (skoraj brez izgub), le zelo majhna in predvsem značilna za defekte na notranjih površinah. Kljub temu je zanimivo, da sta Pollock in Pohl preko mikrodielektroforeze potrdila emisijo EM oscilacij iz celic, čeprav resda na nekoliko nižjih frekvencah (4,2 – 9 Mhz; Pohl 1980, Pollock, Pohl 1988). Maksimalni učinki te emisije so bili vidni ob mitozih (v skladu s Fröhlichovo napovedjo) in niso bili opaženi pri mrtvih celicah. Emisijo so zaznali v vseh glavnih taksonomskih skupinah organizmov. Podobno empirično podporo pomenijo vrstno specifične agregacije živih eritrocitov v obliki svitkov (Giudice in sod. 1984).

Izhajajoč iz Fröhlichovega dela, je verjetno najbolj temeljito teorijo koherentnega biološkega polja razvila italijanska Giudicejeva skupina (Giudice in sod. 1984, 1988). Njeno teoretično izhodišče za obravnavanje živih bitij je *kvantna teorija polja*. Ta teorija je sposobna napovedati, kako izhaja makroskopski red (npr. pri feromagnetih, pri supraprevodnikih) iz kolektivnih lastnosti mikroskopskih komponent. Seveda pa za razliko od statičnega reda (strukture) kristalov, magnetov ipd. živo bitje označuje drugačen, dinamičen (prostorsko časovni) tip urejenosti. Najpomembnejši parameter reda je tu *gostota električne polarizacije*. V tem kontekstu je živo bitje (precej nenavadna in sveža definicija!) *končna postaja dinamične evolucije, ki izhaja iz osnovnih interakcij v množici električnih dipolov*. Ob določeni gostoti dipolov in pri stalnem dotoku proste energije postanejo polarizacijske oscilacije koherentne. Kvantna teorija polja zahteva za elektrodinamiko takega sistema, da se začne EM polje obnašati kot delec s silno majhno maso, se omeji v tanke filamente ter se ne širi v prostor. Taka filamentozna struktura je precej stabilna in traja celo nekaj časa po ukinitvi podčrtujočega reda dipolov. Zanimivo je, da korelacije med dipoli ne smejo biti niti premočne niti prešibke, če naj se vzpostavi filamentozni režim; življenje torej obstaja na meji med redom (koherenco) in neredom (nekoherenco) oziroma med različno urejenimi področji. Filamentozno EM polje v organizmih seveda ni nekakšna zanimiva posebnost, epifenomen, temveč je centralna entiteta, ki urejuje in koordinira kemijske in (mikro)mehanske procese v celici. To polje naj bi vodilo nastanek in razgradnjo mikrotubulov ter drugih mikrofilamentov, ki sestavljajo celično ogrodje in gibalni sistem. Če se frekvenca EM filameta (resonančno) ujame s frekvenco okoliške molekule, jo privleče na zunanjo površino in jo hkrati orientira. V filamentoznem polju se torej preko resonančne indukcije urejujejo kemijske reakcije in se resonančno povežejo med seboj. Filamentozno polje je pomembno tudi s termodinamskega vidika: končna energija kemijske reakcije se tu ne razprši, temveč potuje kot polarizacijski val naprej. Podobno

kot Fröhlich tudi Giudicejeva skupina ugotavlja, da polje "uhaja" le ob razpokah in da je pri tem na vseh frekvencah koherentno. Zelo zanimivo je, da se ta teoretična predvidevanja ujemajo s Poppovimi empiričnimi ugotovitvami o značilnostih ultrašibke bioluminescence (glej npr. Popp, Nagl 1988). Filamentozno polje ima še druge zanimive lastnosti: ob filamentih se npr. vzpostavi supraprevodni električni tok, kar daje osnovo za hipersenzitivnost na magnetno polje – tudi dejansko odkrito.

Ideje Libermana ter Fröhlichove in del Giudicejeve šole združuje delo Hameroffa in drugih avtorjev, ki so se predvsem osredotočili na organizacijske in informacijske lastnosti celičnega skeleta (Hameroff 1988). Hameroff ugotavlja, da nudijo koherentne oscilacije Fröhlichovega tipa možnost medmolekularne kognicije. Citoskelet naj ne bi bil le celično ogrodje in gibalo, temveč zlasti informacijsko omrežje celice, katerega osnovo predstavlja filamentozno polje Giudicejevih del. To potrjujejo empirična spoznanja o elektromagnetni, piroelektrični in piezoelektrični naravi citoskeletnih elementov, zlasti mikrotubulov. V podporo svojim hipotezam navaja vrsto različnih empiričnih ugotovitev, med drugim tudi dejstvo, da so različni informacijski senzorji v čutnicah dejansko sestavljeni iz mikrotubularnih elementov (npr. preobražene cilije). Na podlagi koherentnih oscilacij bi lahko med elementi citoskeleta nastala holografska interferenca, ki bi nudila vsakemu elementu celice informacijo o celoti. Rudimentarno spoznanje se po pogledih nove biologije torej lahko osnuje že na podcelični ravni.

Neposredno na Fröhlichovo in Giudicejevo delo se navezujejo tudi empirične in teoretične ugotovitve v zvezi z elektromagnetnimi lastnostmi encimov. Pri raziskovanju proteinov je prišel Kell do spoznanja, da morajo te molekule, če naj bodo biološko zares visoko funkcionalne, imeti *intramolekularno* koherenco (Kell 1988). Ta mora biti povezana z medmolekularno koherenco, ki zagotavlja učinkovit prenos energije (skoraj brez izgub) preko resonance. Tak sistem prenosa energije naj bi bil na primer značilen za membranski sistem elektronskega prenosa. Hkrati je pomembno, da so proteini lahko zelo občutljivi na delovanje zunanjega električnega polja in da lahko ob aplikaciji le-tega spremenijo svojo konformacijo in s tem encimatsko aktivnost. Sicer pa sposobnost encimov, da "lovijo" in transmitirajo prosto energijo iz zunanjega oscilirajočega električnega polja empirično ugotavljajo tudi drugi avtorji (Westerhoff in sod. 1986). O še bolj nenavadnih lastnostih encimov vis a vis EM polju poroča Smith (Smith 1988). Preko sistematičnih raziskav lizozima v različnih EM poljih je spoznal, da nanj lahko vplivamo tako s statičnim magnetnim poljem kot z nizkofrekvenčnim in visokofrekvenčnim – celo s svetlobo ter s protonsko magnetno resonanco. Učinek te spremembe je ostal

celo dalj časa po ekspoziciji, zaradi česar govori o nekašnem spominu encima. Z različnimi frekvencami (od 50 kHz do 300 MHz) ga je lahko aktiviral ali inhibiral, kar jasno kaže na resonančne efekte.

Zanimive stvari pa se nam odprejo tudi, če pogledamo na raven samih molekul. Tudi tu se nam lahko pokaže precej drugačna slika od tiste, ki jo dobimo po učbenikih. Liberman s sodelavci na primer trdi, da lahko posamezna molekula preko svojih vibracij (fononov) trenutno "razišče" vse celične molekularne strukture in se na ta način v celici pravilno orientira oziroma vstopa urejeno v odnose z drugimi molekulami (Liberman in sod. 1989). Temu pravijo tudi *kvantno molekularni računalnik*. Fononi naj bi raziskali celično celoto in se nato absorbirali na ustreznem akceptorju (se partikularizirali). Conrad celo matematično dokazuje, kako lahko molekula na ravni valovne funkcije (Bohmovem implikatnem redu) razišče različne energetske konfiguracije in najde optimalno za povezavo z drugo molekulo – v tem stanju se nato zgodi kolaps valovne funkcije (Conrad 1993). Molekula torej deluje kot poseben računalnik ali raje senzor na ravni kvantne mehanike. Ta ideja je podobna Bohmovi ideji o kvantnem potencialu, ki vsakemu partiklu (elektronu, atomu ipd.) podaja trenutno informacijo o širokem prostoru, v katerem se nahaja, in ga na neki način usmerja pri njegovi poti (Bohm, Hiley 1975). Pri sistemih, kjer je v interakciji hkrati veliko delcev, postane moč kvantnega potenciala v primerjavi z navadnimi potenciali zanemarljivo majhna, zato se makroskopski sistemi ne obnašajo alokalno. Drugačna situacija pa nastopi, kadar so makroskopski sistemi notranje urejeni, koherentni – tedaj se lahko subtilni kvantno mehanski alokalni efekti pokažejo tudi na zunaj. Če torej povežemo biološko koherentno polje in kvantno mehansko naravo molekul, ki se nahajajo v takem polju, pridemo do povsem nove slike o naravi živega stanja, kjer vihti vajeti alokalni kvantni potencial.

PERCEPCIJA IN SPOZNAVANJE

Po spoznanjih nove biologije se spoznanje ne osnuje na ravni visoko razvitih in organiziranih bioloških sklopov, temveč že na ravni molekul. To spoznanje je morda nekaj povsem drugačnega od našega pojmovanja tega pojava, toda glede na spoznanja Conrada, Kella, Libermana, Hameroffa, Bohma in drugih lahko rečemo, da obstaja že na tej ravni neka definitivna percepcija okoliškega prostora – tako kratkosežnega kot daljnosežnega. V organizmih pa zaradi koherentnega režima ta percepcija ni vpeta le v eno molekulo, temveč se preko

kaskadnega prenosnega sistema prenese na mnogo širšo celoto, postane kolektivna. V tej obliki je to lahko že osnova organizmome percepcije. Percepcija in spoznanje v tej sliki nista več ločena, kot je to pri klasičnem obravnavanju organizmov. Po slednjem je percepcija nevrofiziološki pojav, ki ga označuje sprejem signala na čutnici, pretvorba v električni impulz (akcijski potencial) in končno poniknjenje v možganih, kjer na misteriozen način naenkrat nastane zavestna izkušnja – čutno spoznanje.

Pri novi biologiji ni več takšne misterioznosti, ni več klasičnega “vse ali nič” sistema, ko imamo na eni strani opraviti z (z vidika zavesti) inertno, brezčutno materijo, na drugi pa z zavestjo. Povezovalac med obema naj bi bila le visoko organizirana materija možganov, morda celo le človeških! Ta descartesianska paradigma je v novi biologiji presežena s pogledom, ki je veliko bolj zvezen in po svoje hילוzoističen. Lahko ga povežemo z Bohmovo teorijo implikatnega reda. Zavest in spoznanje obstajata na ravni implikatnega reda ustrezne enote (lahko molekule, lahko celice, celega organizma,...). Od globine tega reda pa je odvisna globina našega spoznanja: lahko je le čutno, občutkovno lahko racionalno, lahko intuitivno (brez posrednika) itd. Nikjer ni videti začetka in nikjer konca. Spoznanje ima torej načeloma lahko tudi kamen, toda vendarle obstaja pomembna razlika med njim in med organizmi – razlika, ki končno tudi osmišlja biološko znanost. Organizmi so sposobni skozi svoje koherentno polje izražati tudi v eksplikatnem redu del svojega implikatnega reda. Zato tu spoznanje ni le subjektivno pasivna kategorija, temveč objektivno udejanjajoča. Pri organizmih postane spoznanje dejavna sila, ki spreminja eksplikatni red.

Igor Jerman, Inštitut za bioelektromagnetiko in okolje.

LITERATURA

- BOHM, D. J., HILEY, B. J. (1975): *On the Intuitive Understanding of Nonlocality as Implied by Quantum Mechanics*, *Foundations of Physics*, 5(1): 93-109.
- CONRAD, M. (1993): *Emergent computation through self-assembly*, *Nanobiol.* 2(1): 5-30.
- COOPER, M. S. (1979): *Long range dielectric aspects of the eukaryotic cell cycle*, *Physiol.Chem.Phys.*, 11(5): 435-443.
- FR(HLICH, H. (1975): *The extraordinary dielectric properties of biological materials and the action of enzymes*, *Proc.Natl. Acad.Sci.*, 72: 4211-4215.
- FR(HLICH, H. (1988): *Theoretical physics and biology. Biological Coherence and Response to External Stimuli*. Springer Verlag., Berlin, str. 1-24.

- GIUDICE, E. DEL, DOGLIA, A., MILANI, M. (1984): *Order and structures in living systems, Nonlinear Electrodynamics in Biological Systems*, Plenum Publ. Corp., str. 477-487.
- GIUDICE, E. DEL, DOGLIA, A., MILANI, M., VITTELLO, G. (1988): *Structures, correlations and electromagnetic interactions in living matter, Biological Coherence and Response to External Stimuli*, Springer Verlag, Berlin, str. 49-64.
- HAMEROFF, S. R. (1988): *Coherence in the Cytoskeleton, Biological Coherence and Response to External Stimuli*, Springer Verlag, Berlin, str. 242-265.
- HO, M. W. (1989): *Coherent excitations and the physical foundation of life. Epigenetic and Evolutionary order*, Edinburgh Univ. Press, Edinburgh.
- HO, M. W. (1993): *The Rainbow and the Worm*, World Scientific, Singapore.
- KELL, D. B. (1988): *Coherent Properties of Energa-Coupling Membrane Systems, Biological Coherence and Response to External Stimuli*, Springer Verlag, Berlin, str. 231-241.
- McCLARE, C. W. F. (1971): *Chemical machines, Maxwell's demon and living organisms*, *J. Theor. Biol.*, 30: 1-34.
- McCLARE, C. W. F. (1972): *A "molecular energy" muscle model*, *J. Theor. Biol.* 35: 569-595.
- POHL, H. A. (1980): *Oscillating fields about growing cells*, *Internat. J. Quantum Chem.: Quantum Biology Symposium*, 7: 411-431.
- POLLOCK, J. K., POHL, D. G. (1988): *Emission of Radiation of Active Cells, Biological Coherence and Response to External Stimuli*, Springer Verlag, Berlin, str. 139-147.
- POPP, F. A. (1986): *On the coherence of ultraweak photonemission from living systems*, in *"Disequilibrium and Self-Organisation"*, C. W. Kilmister (Eur), D. Reidel, Dortrecht.
- POPP, F. A. et all (1981): *Emission of Visible and Ultraviolet Radiation by Active Biological Systems*, *Collective Phenomena* 3: 187-214.
- POPP, F. A. et all (1984): *Biophoton Emission: New Evidence for Coherence and DNA as a Source*, *Cell Biophysics* 6: 33-52.
- POPP, F. A., Li, K. H., Gu, Q. (1992): *Recent advances in Biophoton Research and its applications*, Editors, World Scientific, Singapore.
- POPP, F. A., LI, K. H., MEI, W. P., GALLE, M., NEUROHR, R. (1988): *Physical aspects of biophotons*, *Experientia* 44: 576-585.
- POPP, F. A., NAGL, W. (1988): *Concerning the question of coherence in biological systems*, *Cell Biophysics*, 13: 218-220.
- RUTH, B., POPP, F. A. (1976): *Experimentelle Untersuchungen zur ultraschwachen Photonemission biologischer Systeme*, *Zeitschrift Naturforschung* 31c: 741-745.
- SMITH, C. W. (1988): *Electromagnetic Effects in Humans, Biological Coherence and Response to External Stimuli*, Springer Verla., Berlin, str. 205-232.
- VITIELLO, G. (1992): *Coherence and electromagnetic fields in living matter*, *Nanobiology*, 1(2): 221-228.
- WESTERHOFF, H. V. in sod. (1986): *How enzymes can capture and transmit free energy from an oscillating electric field*, *Proc.Natl.Acad.Sci.*, 83: 4734-4738.