

CELULA NERVOASĂ: UN VEAC DE CERCETARE, REVELAȚII TULBURĂTOARE – OMAGIU ACADEMICIANULUI GHEORGHE MARINESCU

Iuliana ZAHARIA¹
iulia_zaharia@yahoo.com

ABSTRACT: This paper aims to introduce the reader into the neuron's gradual discovery since the late nineteenth century and it also become an opportunity to pay homage to the great Romanian neurologist, professor and academician Gheorghe Marinescu.

Methodologically, this paper is a bibliographic study focused on two works that summarize the results of the neuron' scientific researches both at the beginning of the XXth and XXIst centuries: 1. G. Marinescu, 'Data and new research on the nerve cell's biology' (1916) and 2. R. Brillaud, L-Y. Bocquet, E. Abdoun, 'Incroyables neurones!' (2012).

The results of the paper points out, on one hand, the major neurological scientific contribution of the professor and researcher Gheorghe Marinescu in its period of time, and on the other hand, they introduce in neuroscience as it is perceived nowadays, mainly by interdisciplinary approach... while the neuro-continent goes on provoking, intriguing and defying researchers' limits.

KEYWORDS: Gheorghe Marinescu, neurology, neuroscience

Introducere

Scopul lucrării vizează marcarea a două momente majore în dezvoltarea neurologiei, fiind capete de interval semnificative: pe de o parte începuturile, marcate de contribuția științifică a academicianului român Gheorghe

1 Asistent dr. la Facultatea de Management, Inginerie Economică în Agricultură și Dezvoltare Rurală a Universității de Științe Agronomice și Medicină Veterinară, București; membru asociat al Diviziei de istoria Științei a CRIFST al Academiei Române.

Marinescu, iar pe de altă parte date relevante pentru ultimul secol de cercetare a celulei nervoase, actualizând informația spre a o face utilă practic cititorului contemporan.

Metodologic, este vorba despre un studiu bibliografic centrat pe două lucrări: 1. Marinescu, G., *Date și cercetări nouă asupra biologiei celulei nervoase*; 2. Brillaud, R., Bocquet, P-Y., Abdoun, E., *Incroyables neurones!*

Structural, conținutul este organizat în trei subpărți: 1. Gheorghe Marinescu (1863–1938), medalion profesional; 2. *Date și cercetări nouă asupra biologiei celulei nervoase* (1916); 3. Neuro-continentul după un secol de cercetare, (2012).

Prin demersul de expunere și corelare a lui „atunci” cu „acum” observăm, omagial, că prezentul, cu progresul specific, nu ar fi fost posibil fără verigile anterioare reprezentate de iluștrii înaintași, minți scilpitoare și voințe neobosite de cercetare, cum a fost și cea a savantului român, argumentând prin trimitere directă la scrierile acestuia.

Gheorghe Marinescu (1863–1938), reper în istoria neurologiei. Medalion profesional

Numele medicului neurolog și profesorului Gheorghe Marinescu este legat de fiecare pas pe care l-a făcut neurologia în primele decenii ale secolului XX. Elev și ulterior colaborator al maeștrilor neurologiei franceze, Charcot, Raymond, Pierre Marie etc., a cultivat deopotrivă clinica și laboratorul, revizuiind prin metode noi pentru acea vreme știința neuronului și nelimitându-se la țesutul fixat sub microscop, ci orientându-și studiul spre celula nervoasă vie.

Teme de cercetare: structura și compoziția chimică a protoplasmei și a nucleului, conexiunile neuronale, alterațiile fizico-chimice sub influența excitanților fiziologici (repaus, oboseală, febră, senilitate) – oxidozele din celula nervoasă, fenomenele de reacție și atrofie a citoplasmei și nucleului provocate prin secțiunea sau smulgerea axonului, procesul de reparare a aparatului cromatic din protoplasmă, fenomenele de degenerescență și regenerare ce apar în nervii separați de centrul lor trofic, transformarea rețelei neurofibrilare prin frig, virus rabic, inaniție, stricnină și alte otrăvuri. Rețin atenția contribuțiile sale originale asupra unor fenomene ca troficitatea reflexă, cromatoliza, neuronofagia, degenerescența retrogradă ca urmare a secțiunii axonilor. Prin cercetări la ultramicroscop a aplicat datele teoriei coloizilor la structura neuronului.[4]

A studiat patologia nervoasă: sifilis nervos, encefalita letargică, scleroza în plăci, nevromul de regenerare studiat asupra plăgilor nervoase de război etc. Dintre studiile sale de neurologie clinică sunt de menționat descrierea reflexului palmo-mentonier în afecțiunile sistemului piramidal (împreună cu Anghel Radovici) și descrierea unui sindrom neurologic ereditar cunoscut în literatură sub numele de Sindromul Marinesco-Sjörgen.

Lucrări de referință:

1898, cu ajutorul operatorului Constantin M. Popescu, realizează primul film științific din lume, *Tulburările mersului în hemiplegia organică*;

1909, *La Cellule Nerveuse* – considerată cea mai completă monografie a vremii, la editura Doin, două volume din marea colecție Encyclopédie Scientifique, Paris, cu o prefață de renumitul histolog spaniol Santiago Ramon y Cajal;

1914, *Materie, viață și celulă*;

1924, *Cercetări histo-chimice asupra fermentilor oxidanți în fenomenele vieții*;

1929, *Bătrânețe și reîntinerire*;

1931, *Nouvelle maladie familiale caractérisée par une cataracte congénitale et un arrêt du développement somato-neuro-psychique. Encephale* (Marinesco G, Draganesco S, Vasiliu D.) și două studii asupra isteriei și reflexelor condiționate; ulterior, în 1933, studiază legătura dintre vorbire, afazie și reflexele condiționate;

1935, *Asupra reflexelor condiționate* (împreună cu elevii săi, Sager și Kreindler.);

1937, *Tonusul mușchilor striati* (împreună cu Nicolae Ionescu-Șișești, Oskar Sager și Arthur Kreindler, prefațată de celebrul neurofiziolog Sir Charles Sherrington);

1938, *Determinism și cauzalitate în domeniul biologiei*

și să notăm între valoroasele colaborări cu colegii francezi capitolul *Miopatii* din marele tratat de medicină publicat sub direcția lui Brouardel și Gilbert, precum și atlasul cu aspectele anatomopatologice ale maladiilor sistemului nervos central, publicat împreună cu patologul francez Paul Oscar Blocq.

În afara monografiilor a publicat peste o mie de articole în reviste de specialitate. La această activitate se adaugă participarea la numeroase congrese și reuniuni științifice, la care de multe ori a fost raportor principal.

Recunoaștere națională și internațională: foarte prețuit profesor la Facultatea de Medicină din București (din 1897), medic șef al spitalului Pantelimon din București (secția boli nervoase), membru al Academiei Române (din 1906), membru corespondent al Academiei de Medicină din Paris (1912), membru corespondent al Societăților de Neurologie din Paris și Moscova și al multor altor societăți străine, președintele Reuniunii biologice din București etc.

În timpul războiului, în pribegie, renumele său a făcut ca în toate țările prin care a trecut să fie invitat să țină cursuri, conferințe, să contribuie la diferite studii. A desfășurat lungul șir de cercetări parte în laboratoare din străinătate (Charcot – laboratorul de la Salpêtrière Paris, Berlin, Londra, Belgia), parte în clinica de boli nervoase din Pantelimon – și a lucrat întodeauna și în orice împrejurări, oricât de modeste au fost uneori mijloacele pe care le-a avut la dispoziție.

După război, în 1919, clinica de boli nervoase se mută și rămâne timp de 41 de ani la Spitalul Colentina, iar aici Gheorghe Marinescu se înconjoară cu o echipă de colaboratori valoroși, care vor constitui nucleul *Școlii Românești de Neurologie*. [5]

Date și cercetări nouă asupra biologiei celulei nervoase. 1916

Lucrarea debutează cu observația autorului că de la publicarea studiului morfologic *La Cellule Nerveuse* (2 vol. Encyclopédie scientifique, Paris 1909) și până în prezent (1916), metodele de investigație a structurii celulare „pe piese fixe și colorate [...] sunt insuficiente spre a mai face progrese însemnate”; în consecință, G. Marinescu afirmă importanța noilor cercetări în domeniul fizico-chimiei și anunță că urmează să expună rezultatele studiilor sale din ultimii cinci ani, studii întreprinse pe „celule vii nervoase, cu ajutorul ultramicroscopului și a colorației vitale” [2], p. 1.

Partea I a expunerii confirmă, prin cercetările proprii corelate cu date obținute de cercetătorii vremii și numeroase exemplificări din practica laboratorului, că materia vie este o substanță coloidă și sumarizează proprietățile acesteia, cu predilecție la nivelul celulei nervoase, care „urmează legile de constituțiune cunoscute azi în chimia coloidelor și în fizico-chimie”:

– eterogenă (un amestec de diferite faze coloidale), ale cărei particule „se află într-o mișcare continuă”, neregulată (trepidație). Concepția unui sistem coloidal polifazic este o „concepție dinamică față de cea statică anterioară; una fiziologică în locul celei istologice” [2], p. 3, 11;

– „coloidale nu transportă electricitatea”, iar „după încărcătura lor se impart în electro-pozitive și electro-negative” (cu excepția hemoglobinei, toate substanțele din compoziția corpurilor vii sunt electro-negative). „Prin creșterea concentrației, sau prin adăugarea unor substanțe, precum sunt electrolitele, lichidul coloidal se transformă în gel. Sunt două moduri de transformare a stării coloidale: precipitarea și coagularea.”² [2], p. 4;

– „Coloidul organizat nu are aceeași duritate, nici aceeași tenacitate ca cristaloidul, însă recâștigă în supleță.[...] Nu e posibil să dăm o formulă precisă asupra gradului de consistență și vâscozitatea citoplasmei și karioplasmei celulelor nervoase, deoarece aceasta variază cu diferiții centri nervoși la diferite animale.” [2], p. 7;

– analizând ganglioni spinali, G.Marinescu notează că la compresie citoplasma și nucleul celulei nervoase „se bucură de un oarecare grad de elasticitate”, variația temperaturii corelează cu variația gradului de luminozitate a celulei, iar „tonalitatea colorilor este în raport cu forma, volumul și poate cu natura granulațiilor coloidale” [2], p. 9;

– examenul microscopic și ultramicroscopic al celulei nervoase nefixate sau în stare vie nu demonstrează prezența neurofibrilelor, dar argumente din studiul anatomopatologic al neurofibrilelor sau observate experimental „par a dovedi că în celula nervoasă neurofibrilele există în timpul vieții și au un rol capital în funcțiunea neuronilor, fiind organul conductibilității influxului nervos. Nu există alte celule în organism cari să aibă un aparat identic ca al neurofibrilelor [...]” [2], p. 11;

– există diferență esențială între starea coloidală a citoplasmei și cea a carioplasmei, ultima prezentând „vid optic complet, ceea ce arată că granulațiile coloidale cari intră în constituția sa sunt amicroscopice”, iar „granulațiile coloidale cari există în citoplasma tuturor celulelor nervoase nu au nici aceleași proprietăți fizico-chimice, nici aceleași funcțiuni” [2], p. 14. Reamintind rolul microchimiei, G.Marinescu notează particularități ale mitocondriilor (Benda, 1899, mitocondriile nu lipsesc din nici o celulă) cu rol însemnat în „fenomenele de nutrițiune precum și în transmiterea

2 „Structura soarelui, a gelurilor și a emulsoidelor prezintă o importanță considerabilă, întrucât atinge problema structurii fundamentale a protoplasmei, care a fost considerate, rând pe rând, ca având o structură granulară, spongioasă sau fibrilară.” Din experiențele efectuate „se poate deduce că structurile descrise **nu** sunt preexistente în protoplasma vie, ci se formează sub influența fixatorilor. [...], dar ar fi prea absolut a considera toate structurile ce se observă în celule și în special în celula nervoasă ca un produs artificial.” [2], p. 6

proprietăților ereditare”, precizând că nu este exclus ca și alte granule din citoplasmă să se împartă în momentul diviziunii celulei [2], p. 15 și prezintă ceea ce consideră a fi caracterele morfologice ale mitocondriilor celulelor nervoase.

Concluzia părții I este că nu se cunoaște (și cu tehnologia timpului său nici nu se poate cunoaște) cu precizie constituția chimică a protoplasmei vii: „Se pot izola diferitele substanțe ce participă la formarea protoplasmei, precum: apă, săruri, hidrați de carbon, grăsimi și lipoide, albumine, acid nucleic etc.; însă nu putem ști în mod precis în ce raport reciproc se găsesc aceste substanțe pentru a forma materia vie. De asemenea nu putem avea date sigure asupra compoziției sucului celular” [2], p. 19. În acord cu Danilewski, este un complex chimic de molecule care reacționează contra influențelor exterioare perturbatrice ca o substanță omogenă și unică. Protoplasma diferă la animalele superioare, față de cele inferioare.

„Studiindu-se construcția moleculară a proteinelor întâlnite în natură s-a găsit că în toate celulele revin aceleași elemente simple constitutive, adică aceiași aminoacizi (pietre de construcție), în număr de vreo douăzeci”, iar posibilitățile numerice de combinare a acestora, într-un calcul teoretic, conduc la un număr de proteine ce ar „întrece numărul organismelor de pe pământ”. „Se pare că există anumite grupări funcționale, cari se păstrează în toată scara zoologică, așa de ex. celula hepatică a tuturor spețelor animale ar avea o grupare în raport cu funcția biligenă, identică la toate spețele și pe lângă ea alte amino-acide specifice, cari le diferențiază între ele. Același lucru pentru celula renală, nervoasă etc.” [2], p. 20.

...Și oricum „o substanță vie nu e niciodată formată dintr-o singură substanță proteică. E întotdeauna un amestec de un mare număr de albumine.”... „Ce ar fi dacă vom face să intervină în acest calcul și celelalte elemente ale conținutului celular, ca mineralele, nucleo-proteide, lipoide, grăsimi, hidrați de cărbune, dintre care cel puțin unii sunt constituanți permanenți ai celulei vii” [2], p. 21...

Partea a II-a introduce problemele biologice derivate din noile observații și experimente științifice, între care „cea fundamentală a nutrițiunii” [2], p. 21 dezvoltată în contextul schimburilor de substanță, informație și energie cu mediul.

„Toate ființele vii ascultă în mod fatal de legea universală a evoluțiunii, și această lege se aplică nu numai ființelor organizate, ci fiecărui din elementele lor constituante. [...] ființa vie nu este decât o federațiune de ființe

elementare evoluând pe propria lor socoteală.” [2], p. 21 – așadar (și) celula nervoasă „crește, declină și moare” sub influența a „doi factori esențiali: ereditatea și nutriția”.

„Nutriția consistă într-o schimbare continuă de particule din cari este compusă celula; într-o reînnoire continuă a edificiului organic al elementului celular, fiecare parte a celulei nervoase lucrează fără încetare, se alimentează în mediul înconjurător și aruncă deșetele și produsele sale.” Evoluția este „nutriția în totalitatea sa, privită într-o clipă în diferite faze succesive”, respectiv „creșterea, perioada de creștere, descreșterea” [2], p. 22. Transformările se petrec în plan chimic, fizic, electric, radioactiv: „Totul e mișcare în viața celulei, care se operează la fiecare secundă în interiorul ei” (decompoziție și sinteză prin reducere și oxidație), astfel celulele animale, vegetale, nu au formă interioară fixă; fizic, celula nu are niciodată o stare de echilibru perfect, „mărirea și scăderea tensiunii osmotice” fac ca „volumul celulei să sufere variațiuni continue”; „fiecare schimbare fizică sau chimică se însoțește de modificări în starea electrică”; la fel se modifică și „starea de radioactivitate, căci e probat azi că toate țesuturile sunt radioactive” [2], p. 23, „materia organică e radioactivă și fermentii lucrează asupra electronilor” [2], p. 24.

„Reacțiunea de mediu joacă un rol considerabil în fenomenele vieții” [2], p. 25, „reacțiunea mediului intern nu este aceeași în toată celula nervoasă”, „energia funcțională este mai intensă la suprafață decât în adâncimea celulei” și „nu toate celulele au aceeași energie specifică” [2], p. 26. „Calitățile ereditare se transmit nu numai prin nucleu, dar și prin protoplasmă” [2], p. 27. „Temperatura exercită o influență considerabilă asupra fenomenelor vieții.” (idem)

Se exemplifică și expune argumentat cazul corpusculilor lui Nissl³ și al degenerării studiate în urma secționărilor de nervi (în unul sau două puncte – cu diferențe) care indică faptul că „16–20 ore după secțiunea nervului se poate constata în cele mai multe cilindre axe de la extremitatea capului periferic nu un fenomen de degenerare, ci o adevărată regenerare terminală și colaterală și analoagă cu ceea ce există în fibrele terminale din

3 „Acești corpusculi ai lui Nissl nu există. Este vorba de o formațiune artificială datorită agenților precipitanți și coagulanți ai citoplasmei nervoase. Nimic nu este mai ușor decât a produce acești corpusculi, sub ochii nostril, la microscop, întrebându-i diferiții agenți cari lucrează asupra granulelor electro-negative ale citoplasmei.” (p.24)

capătul central, [...] însă aceasta este fugace, ca și acțiunea fermenților care a produs-o.” [2], p. 35.

„Ajunsă la apogeul său de dezvoltare, celula (nervoasă) își menține integritatea ei structurală, coloidală și morfologică un timp mai mult sau mai puțin lung, după rezistența sa individuală; și apoi faza de involuție începe să apară tot așa de fatală în manifestările sale ca și faza de evoluție. E important, cu toate acestea, să remarcăm că, cu toată sensibilitatea foarte mare a celulei nervoase față de substanțele toxice, ea prezintă o mare rezistență, mai mare decât oricare alt element din organism. Ar trebui poate să căutăm rațiunea acestei rezistențe probabil în absența fenomenelor de multiplicare a celulei” [2], p. 36. Adaugând și mențiunea că nu găsește semnificație pentru „celulele gemene, adică elemente cari se prezintă două câte două, adăpostite în aceeași capsulă”, G. Marinescu conturează premisele pentru afirmația, „celula nervoasă, bine dezvoltată, se bucură de o viață tot așa de lungă ca și a organismului cărui aparține.” [2], p. 37 – infirmată ulterior.

Problema bătrâneții și a morții naturale: este discutată teoria lui Metchnikoff („Degenerescența senilă este caracterizată prin atrofia elementelor nobile și specifice ale țesuturilor și înlocuirea lor prin țesutul conjunctiv ipertrofiat”) raportată pro sau contra, cu argumente provenite din practică, la alte teorii din contextul epocii, Weissman, Cohnheim, Ribbert, Levi, Cajal, Havet, Mühlmann, Bechold, Stoffel, Bloch, Spencer, Albrecht, Herlizka ș.a. Se structurează date din studii asupra conținutului nucleului celular, considerat „organul generațiunii, al diviziunii celulare”; fazele de dezvoltare a celulei nervoase cercetate în raport cu vârsta animalelor (Mühlmann: „în nucleu se găsește la început un abundant deposit de nucleină care scade continuu” micșorându-se proliferarea); „în îmbătrânirea coloidelor este vorba de un proces de deshidratare a granulațiilor colidale și de un început de aglutinare” (Samec).

Marinescu: bătrânețea ca degradare a bogăției fiziologice, a energiei chimice, o diminuare a tensiunii osmotice și a difuziunii (deoarece celulele nervoase bătrâne au o consistență mai mare decât a celor tinere și rezistă la compresiune) – converg către bătrânețe și moarte ca două fenomene inerente evoluției materiei vii. Pune în discuție, cu argumente din tabere opuse, rolul florei intestinale (hrănim microbi care trăiesc în simbioză cu organismal uman sau care ne amenință existența?) și mijloacele vremii de a o influența în mod favorabil organismului. Neagă, în baza propriilor

experimente, „invadarea celulelor nervoase de fagocite în bătrânețea omului și a animalelor superioare, [...] adevărata neuronofagie nu e decât necrofagie.” [2], p. 56

„Ipoteza pe care am expus-o anterior asupra mecanismului fizico-chimic al morții naturale e concordantă cu degradarea energiei intraatomice și cu evoluția materiei. Într-adevăr, evoluția se continuă acolo unde viața nu mai este, toate coloidale evoluează și printre ele sunt unele de origine pur minerală. Sulfurul moale nu constituie o formă a materiei stabile la temperatura ordinară. Evoluează substanțele radioactive (metale radioactive și emanațiuni). Au o viață mijlocie proprie, care se numără cu secolele sau minutele, după specii, ca și viața vegetalelor sau animalelor. De altfel limita care s-a crezut de netrecut între materia neorganică și material organizată se șterge din ce în ce. Fiecare din fenomenele care caracterizează evoluția materiei nu-i aparțin în propriu. Regăsim aceste fenomene în gradul lor oarecum primitive în material lipsită de viață. Astfel nutriția poate fi redusă la acest singur fapt, că un germen pus într-un mediu apropiat își asimilează anume elemente. Un cristal pus într-o soluție potrivită, saturată sau suprasaturată, crește în dauna elementelor împrumutate lichidului, provocând o schimbare de stare, dacă nu o reacție chimică propriu-zisă.” [2], p. 57.

În viața ființei animale (naștere, dezvoltare, nutriție) sunt reacții fizico-chimice sub legea „degradațiunii energiei”; „îndoitul ritm” (Spencer), respectiv balansul eterogenitate-omogenitate, se regăsește atât în viața celor mai elementare finite, cât și în cea mai simplă din schimbările de stare fizică „condus de condiția de a provoca într-una sau alta din aceste faze, în diferențierea, ca și întoarcerea la omogen, o degradare de energie.” (idem)

„Fenomenele vitale continua a se produce și după moarte și ele poartă numele de autoliză” (idem), caracterizată prin coagularea hialoplasmiei și precipitarea granulațiilor coloidale, procese influențate în derularea lor de vârstă și temperatură.

În concluzie, „Chimismul materiei vii este departe de a fi o problemă rezolvită, cercetările din acest ingrat domeniu sunt abia la începutul lor” [2], p. 41, marcând începutul limbajului fizico-chimic care „va înlocui pe cel descriptiv și impresionist care domină actualmente în neuro-bio-citologie și histologia normală și patologică.” [2], p. 59.

Neuro-continentul după un secol de cercetare. 2012

Începem această parte a lucrării cu repere cronologice în cercetarea celulei nervoase[1]:

1873, C. Golgi a văzut doar rețeaua nervoasă, *nu* a identificat celula, de unde concluzia creierul e format din „fibre”;

1888, Raymond y Cajal observă neuronul, dar contestă neurogeneza la vârsta adultă;

1897, C.S. Sherrington observă sinapsele;

1949, Hebb a demonstrat cum conexiunea sinaptică, cu cât este mai solicitată, cu atât este mai întărită – respectiv legătura directă dintre sinapsă și memorizare, descoperire fundamentală pentru științele cognitive, v.rolul major al învățării, indiferent de vârstă;

1950, se afirmă că transmiterea influxului nervos este pur electrică, dar ulterior se corectează/ completează cu observația că este și chimică (v. neurotransmițătorii, cum ar fi acetilcolina);

1962, Altman și Bayer anunță descoperirea neurogenezei la cobai adulți (fără ecou în epocă...!);

1970, s-a impus abordarea interdisciplinară (anatomie, fiziologie, psihologie, endocrinologie, farmacologie, chimie etc.), ajutată de imagieria cerebrală care devine posibilă chiar cu anii '70⁴;

1989, A.F.Nottenbohm face să fie recunoscută în sfârșit *neurogeneza la vârsta adultă* (la păsări), apoi F. Gage o confirmă și pentru om. Este vorba despre această capacitate nebanuită a neuronilor de a se naște pe tot parcursul vieții (zilnic, între 10 000 și 30 000 de neo-neuroni se formează din celule sușă, în principal în hipocamp) – infirmând astfel dogma creierului condamnat la îmbătrânire și la pierderea iremediabilă a celulelor sale⁵. Un studiu recent al Institutului Pasteur relevă că activarea forțată a acestor neo-neuroni accelerează capacitatea noastră de învățare și că această învățare persistă chiar și după o perioadă de latență.

Mai mult, Gage arată că *fiecare neuron este unic din punct de vedere genetic*, descoperire care bulversează dogmele neurologiei și geneticii,

4 Evoluția tehnologiei de studiu a celulei nervoase s-a făcut treptat: 1. anii '70 – rezonanță magnetică, tomografie cu pozitroni, electroencefalogramă, dar toate acestea nu permiteau să se vadă cum funcționează neuronul; 2. anii '90 – patch-champ, microscopie confocală, microscopie bifotonică; 3. adevărata revoluție tehnologică s-a produs în jurul anului 2005 când a treia generație tehnologică (nanoscopică) permite observarea activității neuronilor în situația dorită, unul câte unul.

5 J.-G. Barbara, *Istoria neuronului*, apud [1].

cutremurând unul din stâlpii identității: în nucleul neuronilor, fragmente de AND se deplasează „sărind” dintr-un loc în altul de-a lungul cromozomilor, modificând câte puțin, cu fiecare salt, genomul individului purtător – ceea ce nu se întâmplă și în cazul altor tipuri de celule care ne compun, acestea menținând linia patrimoniului genetic inițial ce marchează profilul unui individ pe tot parcursul vieții.

Între genele mobile, trei familii sunt cunoscute a fi foarte active în celulele noastre germinale, în care origineză spermatozoizii și a ovulele: elementul L1 (o secvență de circa 6000 de nucleotide, care codează pentru două proteine ce îi permit inserarea aleatorie în genom), precum și Alu (300 nucleotide) și SVA (3000 de nucleotide) care declanșează spre funcționare mașinăria lui L1 (sunt retrotransportori⁶ și, perturbând programarea genetică a celulelor germinale, ei creează variabilitatea genetică la fiecare generație, dotând speciile cu capacitatea adaptativă).

Spre finele primului deceniu al secolului XXI, experimente efectuate au confirmat faptul că aceste mutații în genom (fenomen a cărui *amploare* surprinde), influențează excitarea neuronului, rapiditatea, eliberarea neurotransmițătorilor, maturarea neuronilor – și se produce cu precădere în țesuturi care „nu se deplasează” pe parcursul vieții individului, iar la nivelul neuronilor genele prezintă cel mai mare grad de mobilitate; așadar, aceste fragmente de AND „sar” în stadiul precoce al dezvoltării embrionare, dar și de-a lungul întregii vieți, în virtutea neurogenezei (confirmând spre exemplu diferențele între gemeni în ceea ce privește capacitatea de a învăța, caracterul etc.) și astfel genele conferă creierului o plasticitate care trece dincolo de ce am moștenit de la părinții noștri. Pe de altă parte, se pune în evidență legătura dintre genele mobile și anumite maladii (e.g. sindromul Rett din autism).

F.Gage și A.Moutri presupun că „Aceste gene mobile ar putea conferi fiecărui neuron capacități diferite de cele ale vecinilor săi. Acest mecanism ar crea astfel diversitatea neuronală care face din fiecare ființă o entitate unică și, creând o asemenea variabilitate în celulele cerebrale, genele mobile fac organismele mai flexibile, mai apte de adaptare la un mediu nou”. Cei doi cercetători apropie acest fenomen de cel care se produce în celulele sistemului imunitar, singurele celule umane despre care astăzi se

6 Retrotransportori – fragmente de ADN care se reproduc prin intermediul unei fărâme de ARN și-și lasă „dublura” să se insereze mai departe, „copier-coller”

cunoaște că-și reorganizează genomul cu scopul furnizării unei game vaste de antigeni.

Se reafirmă astfel trăsătura fundamentală comună a neuronilor, *plasticitatea (capacitatea de a evolua în funcție de mediu, de solicitări*, cu cât o conexiune sinaptică este mai solicitată, cu atât este întărită, de aici rolul major al învățării, indiferent de vârstă), deși prezintă o tipologie extrem de diversă variind după 1. formă, 2. dimensiune, 3. capacitatea de a stabili sinapse (creierul de reptilă permite unui neuron cca 10 sinapse, pe când neuronii din cortex pot stabili mai mult de 10000 de contacte cu cei învecinați), 4. viteza de răspuns (milisecundă – motoneuronii, sau secundă – neuronii implicați în învățare, memorare).

Mai mult, grație tehnologiei cu care se studiază în prezent neuronul, s-a observat că acesta nu comunică numai prin sinapse, ci la acest proces participă și celulele gliale; că potențialul de acțiune nu are intensitate constantă mereu; că o informație poate traversa neuronul în dublu sens; că poate recurge la mai mulți neurotransmițători. Aceste constatări lasă deschise o serie de întrebări care preced/condiționează înțelegerea modului în care rețelele neuronale influențează memoria, mișcările, limbajul, conștiința: au fost descoperiți toți neurotransmițătorii? Cum decide neuronul declanșarea unui potențial de acțiune? Care este rolul exact al astrocitelor și al altor celule gliale în funcționarea neuronilor? Unde și cum sinapsele stochează informațiile din memoria noastră? Cum explicăm conștiința? [1]

Neurobiologii încearcă să facă legătura între regiuni cerebrale și capacitățile noastre mentale (conștiința), explorând cât mai detaliat formațiuni neuronale corespunzătoare diferitelor arii, ajungând la investigația individuală a neuronilor, deoarece „caracteristicile celor mai mici componente orientează asupra celor de nivel superior”⁷. Se afirmă *posibilitatea emergenței conștiinței în baza aptitudinii neuronului de a activa sincronizat cu alte milioane de neuroni (deși s-a constatat experimental că fiecare neuron are un ritm propriu de funcționare⁸)*, permițând schimbul de informații (integrarea și analiza lor) între diferite arii cerebrale, învecinate sau îndepărtate, senzoriale și de nivel mai înalt (care procesează

7 A. Triller apud [1], p. 66

8 „Neuronii seamănă cumva cu supapele și pistonii unui motor. Fiecare piesă este animată de o mișcare proprie, care nu informează asupra mișcării mașinii, dar suma mișcărilor acestor piese generează deplasarea.” Mark Churchland, apud *op. cit.* p. 68

informația). Creierul uman găzduiește cca 100 mld. de celule nervoase cu forme variate și concomitent aceleași organite ca ale celorlalte celule din corp, iar fiecare neuron este conectat în medie la alți 1000 de neuroni și poate transmite semnale electrice/chimice, iar ansamblul tuturor semnalelor pe care le recepționează determină semnalul pe care îl emite. În plus, strategia de transmitere a informației de către neuroni poate să varieze și după funcția lor (de exemplu neuronii implicați în văz și motoneuronii urmează strategii foarte diferite).

Luarea deciziilor este de asemenea un proces cu un aspect surprinzător, observat încă din anul 2004 de către echipa A. Sirigu a Institutului de Științe cognitive din Lyon: momentul executării *conștiente* a unei acțiuni este declanșat *anterior* la nivel cerebral.

Toate datele expuse mai sus îi conduc pe specialiști la concluzia că ambiția de modelare a creierului uman (*Human Brain Project*) necesită tehnologie de o mie de ori mai performantă decât actuala, iar fiecare progres în cunoașterea neuronului face și mai dificil acest proiect.

Concluzii

1. În lucrarea *Date și cercetări nouă asupra biologiei celulei nervoase* (1916), Gheorghe Marinescu sintetizează rezultatele studiilor sale întreprinse pe celule vii nervoase de până la acea dată, cu ajutorul ultramicroscopului și a colorației vitale, respectiv proprietățile materiei vii, cu precădere a țesutului nervos și neuronului – iar aceste contribuții științifice ale sale, raliate celorlalte cercetări pe care le-a efectuat sau coordonat, fiind printre primii medici din lume care a aplicat în domeniul neurologiei metode histochimice și electrofiziologice, îl consacră drept personalitate marcantă, internațională, a neurologiei din primele decenii ale secolului XX.

2. Pentru mai bine de un secol, cercetarea celulei nervoase a îmbinat ineluctabil progresul tehnologiilor și al studiului efectuat prin intermediul acestora. Între informațiile care au reconfigurat radical neuroștiința, cercetarea conexă și însăși imaginea omului asupra propriului său potențial biologic notăm: legătura directă dintre sinapsă și memorizare prin exersare repetată; transmiterea electrică și chimică a influxului nervos; neurogeneza adultă; abordarea interdisciplinară în neuroștiință; unicitatea fiecărui neuron din punct de vedere genetic; plasticitatea ca trăsătură fundamentală comună a neuronilor; rolul celulelor gliale; variația intensității potențialului de acțiune; faptul că o informație poate traversa neuronul în

dublu sens și că în procesul comunicării acesta poate recurge la mai mulți neurotransmițători; momentul executării conștiente a unei acțiuni este declanșat anterior la nivel cerebral etc.

În prezent, comunitatea științifică afirmă posibilitatea emergenței conștiinței în baza aptitudinii neuronului de a activa sincronizat cu alte milioane de neuroni (deși fiecare neuron are un ritm propriu de funcționare).

3. Încheiem cu remarca, actuală atunci și acum, deși la interval de un secol studiul celulei nervoase era plasat pe fundamente epistemice diferite: cercetarea științifică, pe măsură ce câștigă teren în profunzime, câștigă teren și în problematică, mai mult chiar în problematică decât în răspunsuri și soluții, dar aceasta nu descurajează, ci mobilizează continuu cercetătorii autentici, în galeria cărora se înscrie cu prisosință Gheorghe Marinescu.

Bibliografie:

- [1] Brillaud, R., Bocquet, P-Y., Abdoun, E., *Incroyables neurones!*, *Science&Vie*, no. 10/2012, p. 52–69.
- [2] Marinescu, G., *Date și cercetări nouă asupra biologiei celulei nervoase*, *Analele Academiei Române*, ședința de la 14 (27) mai 1916.
- [3] Marinescu, G., *Problema bătrâneții și a morții naturale* (notă despre autor de A. Radovici), București, Imprimeria Fundației Culturale Principele Carol I, 1924.
- [4] Marinescu, G., *Pagini alese din opera lui Gh. Marinescu* (studiu introductiv de C.I. Gulian), București, Editura Academiei Republicii Populare Române, 1955.
- [5] http://ro.wikipedia.org/wiki/Gheorghe_Marinescu [2 Apr 2013].