

REGLAREA PROCESELOR BIOLOGICE ÎN LUMINA CIBERNETICII

Magda Mózes

Condiţia unei activităţi fizice şi psihice optime este starea de echilibru dinamic a organismului cu mediul său biologic şi social, adică posibilitatea de adaptare cu menţinerea concomitentă a integrităţii. Adaptarea este o proprietate care în cursul dezvoltării materiei vii s-a manifestat prin diferite forme şi modalităţi. Posibilităţile de adaptare sînt cu atît mai fine, cu cît organismul este mai superior, deoarece paralel cu dezvoltarea devine posibilă o analiză şi sinteză mai fină, se dezvoltă în număr mai mare legăturile condiţionate şi necondiţionate, precum şi posibilităţile mai precise de reglare.

Adaptarea pasivă constă din procese automate, de aceea nu necesită nici consum mare de energie şi nici activitate corticală intensă. Se pare că adaptarea este suma unor procese, în cursul cărora mai mulţi factori contribuie, în scopul ca organismul să-şi poată menţine constantele. În lumea materială însă, peste tot unde avem impresia că fenomenele pot fi explicate numai prin principii teleologice (adică pornind de la scop), avem de fapt de a face cu circuite de reglare. În această privinţă sînt importante constatările făcute în domeniul ciberneticii. Această ştiinţă are într-adevăr meritul că, reproducînd finalitatea în maşini, a subliniat cu noi argumente adevărul materialismului dialectic care a infirmat încă din secolul al XIX-lea principiul teleologiei. Nu se poate contesta că în activitatea organismului răspunsul adecvat, aşa numita finalitate, nu e altceva decît un proces de autoreglare.

Adaptarea la mediu nu este numai pasivă. Mediul inconjurător nu acţionează asupra organismelor în mod intimplător, deoarece omul, prin activităţi conştiente, împiedică manifestarea efectelor extreme. Aceasta este adaptarea activă. Ca rezultat al acestor două forme de adaptare, organismul îşi menţine identitatea cu toate că atît cantitatea cît şi calitatea excitaţiilor venite din mediul extern şi intern diferă de la moment la moment.

După *Bernstein* organismele nu se adaptează în cursul vieţii numai la diferite condiţii, ci ele se modifică cu scop bine definit pe fiecare treaptă a dezvoltării şi în fiecare moment de existenţă. Oul fecundat include în sine modelul proprietăţilor individului care se va dezvolta, model care trebuie să se îndeplinească. Tabloul de viitor nu este însă altceva decît rezultanta experienţelor antecedentelor, suma acestor caractere innăscute şi dobîndite care s-au dovedit potrivite pentru rămînea în viaţă. Pe baza acestora, *Bernstein* crede că organismul nu se adaptează me-

diului numai în mod pasiv sau activ, ci acționează asupra lui activ, învinge influențele mediului pentru ducerea la bun sfârșit a planului morfogenetic, de exemplu pentru dezvoltarea unei anumite constituții, culori a pielii, sau a altor caracteristici, chiar când condițiile de dezvoltare ale acestora nu sînt favorabile.

Condiția adaptării optime este reglarea precisă a proceselor fiziologice. Mecanismul de bază al proceselor de reglare este identic pe toate treptele de dezvoltare filogenetică, de la unicelulare pînă la cele mai complexe organisme.

Procesele celulare sînt reglate prin fenomenul de represie, echilibrul reacției, modificarea activității enzimatice etc. Nu cunoaștem în amănunte procesele subcelulare de autoorganizare și autoadaptare, dar în linii mari putem să afirmăm că în reglarea celulară un rol important îi revine metabolismului. După părerea lui Laborit gradul metabolismului celular acționează și reglează însăși procesele metabolice celulare și anume: atunci cînd se eliberează energie, membrana se depolarizează și permeabilitatea ei crește. Ioni de H sînt expulzați, ionii de K sînt reîntrași în celulă, de aceea dispare diferența de potențial, scade permeabilitatea membranei și se reduc procesele metabolice.

Procesele de la nivelul celulelor nervoase sînt foarte complexe. Moșil, cercețind interacțiunea și posibilitățile de asociere în neuroni, Nicolau și Bălăceanu, efectuînd modelul logicomatermatic al neuronului, au dovedit că posibilitățile de prelucrare ale informației sînt mult mai complexe decît s-a crezut. S-a constatat că celula nervoasă, în afară de starea de excitație, inhibiție sau inactivitate, mai poate exista și în numeroase alte stări funcționale.

Deoarece reglarea activităților trebuie să asigure adaptarea, aceasta nu poate să se mențină constantă. Efectele exterioare trebuie să aibe posibilitatea de a influența cercul de reglare. În aceste cazuri vorbim de servomecanisme. Astfel funcționează fiecare celulă, dar în același timp poate fi împiedicată de ex. și activitatea de stabilizare a glicemiei prin efecte exterioare ca muncă, spaimă etc.

Unele procese depind de comandă, adică rezultatul activității influențate nu acționează asupra centrului de reglare (reglare cu circuit deschis). Astfel este comandată de ex. depozitarea grăsimii în țesutul conjunctiv: cantitatea ei nu depinde de rezultat, adică de cantitatea depozitată în prealabil.

Alte procese sînt reglate, cu alte cuvinte, rezultatul modificării unei activități acționează asupra centrului de reglare (reglare cu circuit închis).

Pentru ca rezultatul activității reglate să poată ajunge la centrul de reglare, este nevoie de un anumit timp și de aceea și corecția unei devieri necesită timp (această întârziere se numește histereză). Reglarea cu circuit închis este mult mai răspîndită în organism decît cea cu circuit deschis și îi putem deosebi 3 forme:

a) Reglarea prin urmărire: înseamnă că creșterea unei valori atrage după sine intensificarea activității centrului respectiv și a organului interesat (reacția inversă pozitivă), de ex. creșterea cantității de bioxid de carbon din sînge excită centrul respirator și intensifică respirația.

b) Reglarea prin programare: este caracterizată prin faptul că activitatea este determinată de scopul ei. De ex. dacă alunecăm, intervin o serie de mișcări care tind să restabilească echilibrul. În aceste cazuri sistemul nervos central se informează pe baza excitațiilor primite despre starea momentană, iar pe baza experienței din trecut „programează” mișcările necesare. În cursul acestor procese centrul nervos trebuie să prevadă de fapt rezultatul activității ulterioare (care va decurge în viitor) și trebuie să planifice activitatea în baza acestei prevederi.

c) Reglarea prin stabilizare: ajută organismul să-și mențină la valoarea optimă constantele sale. Acele proprietăți, care în cursul dezvoltării speciei s-au dovedit favorabile în procesul de adaptare maximă la mediu, acelea deci, care reprezintă valoarea „necesară” în cursul filogenezei au devenit treptat ereditare. Aceste constante (temperatura corporală, glicemia etc.) asigură homeostazia, adică acele condiții ale mediului intern care sînt indispensabile activității diferitelor organe. Dacă valoarea momentană a uneia din constante diferă de valoarea normală, „compensarea” excitației sosite la centru cu valoarea „necesară”, produce modificări care

fac posibilă restabilirea valorii normale. Astfel de ex. în ficat depozitarea glicogenului decurge pînă în momentul cînd valoarea glicemiei nu scade sub valoarea „necesară”, adică, pînă cînd excitațiile sosite la centrul nervos nu opresc procesul de depozitare (reacție inversa negativă). În cursul asigurării constantelor, procesele de compensare se deslănțuie la diferite grade de deviere, din care cauză normalizarea valorii se face numai după oscilații mai mici sau mai mari; „stabilizarea” este condiționată de valoarea reglată, respectiv de direcția deviației. Astfel, de ex. valoarea colesterolului sau a sodiului seric poate suferi, fără a avea urmări patologice, deviații mai mari decît valoarea calciului seric. Totodată creșterea glicemiei sau devierea spre alcalinitate a reacției organismului se poate declanșa mai ușor decît hipoglicemia sau acidoza.

Dat fiind că orice proces de reglare este reflex, pentru elaborarea lui este necesar un arc reflex intact, adică excitanți (cu denumirea modernă: „informație”), receptori, cale aferentă, centru, cale eferentă și organ efector. În alcătuirea acestora ia parte sistemul neuro-umoral. Cu toate că în esență orice reglare este umorală (efectul este asigurat de acetilcolină sau adrenalină), totuși între aceste două sisteme există deosebiri importante.

Sistemul umoral acționează difuz, de aceea poate declanșa și activități nedorite, ca de ex. în cazul adrenalinei, cînd poate să fie favorabil efectul hipertensiv și de intensificare a respirației, dar nu e sigur, dacă xerostomia concomitentă este tot favorabilă. Tocmai prin efectul său difuz, sistemul umoral are un rol destul de important în coordonarea activității diferitelor organe. Procesele pe care le declanșează sînt ideospecifice, adică nu depind de caracteristicile excitației, sînt uniforme, monotone. În afară de aceasta, efectul umoral apare cu întîrziere, pentru că sinteza sau descompunerea substanței necesită timp. În tot cazul degrevează sistemul nervos, mai ales atunci, cînd activitatea trebuie să se modifice pe timp mai îndelungat. Astfel de ex. adaptarea la o modificare bruscă a temperaturii se realizează pe cale nervoasă, iar la modificarea de anotimp mai ales pe cale umorală.

Superioritatea reglării nervoase constă în faptul că modifică activitatea în mod localizat și specific, conform caracteristicilor excitației. Efectul pe care îl produce este alospecific, adică poartă amprenta excitației. Este de asemenea foarte important că dispune de codificarea ereditară a valorii „necesare” și că poate astfel asigura constantele mediului intern. Acest fapt subliniază importanța caracterului ereditar al proceselor de reglare.

În organism aceste două modalități de reglare sînt în cea mai strînsă legătură, ele se influențează reciproc, de aceea nici nu pot fi studiate separat. Acest fenomen se poate observa foarte clar prin faptul că dacă în organism există un surplus de hormoni tiroidieni, atunci răspunsul dat la o excitație nervoasă diferă de cel normal.

Conform principiului structurii sistemului nervos, cercurile reflexe de reglare sînt supraetajate, fiind tot mai complexe. Reflexele elementare sînt în directă legătură cu organele periferice prin căile aferente și eferente, pe cînd arcurile reflexe superioare nu au această proprietate și joacă rol mai ales în coordonarea diferitelor activități. Astfel, de ex. centrul reflecși din măduva spinării reglează numai unele activități, dar și pe acestea la un nivel elementar. Reglarea din trunchiul cerebral se manifestă asupra unor sisteme funcționale (de ex. coordonarea activității cardio-vasculare), hipotalamusul coordonează între ele diferitele sisteme funcționale (de ex. adaptează temperatura, circulația, respirația, excreția etc. unele la altele), pe cînd scoarța cerebrală face legătura cu excitanții mediului extern.

Prelucrarea formei de adaptare este determinată în sistemul nervos central de excitațiile sosite din mediul extern și intern, dar ele nu au toate același rol. Ceea ce se datorează celor două procese de bază din sistemul nervos: excitația și inhibiția. Și anume dacă organismul ar reacționa la toate excitațiile mediului intern și extern cu excitație, el s-ar distruge rapid. Capacitatea de inhibiție face posibil ca organismul să răspundă numai la acele excitații, care sînt de importanță vitală, deci care au rol biologic. Dar în cursul vieții organismului importanța excitanților poate să se modifice, de aceea răspunsul depinde de starea funcțională a

organismului din momentul în care acționează excitantul. Dat fiind că excitanții indiferenți pot influența dispoziția generală, nici aceștia nu rămân fără efect, ci influențează forma adaptării.

Activitatea centrilor nervoși superiori determină în ultimă instanță reacțiile de comportament. Excitațiile sosite din mediu și ajunse în substanța cerebrală urmează două căi: o parte trec spre scoarță, iar cealaltă parte spre regiunile subcorticale, mai ales spre centri vegetativi. Această din urmă legătură acționează asupra activității corticale, modificând tonusul funcțional al scoarței. De aici reiese că excitația sosită în sistemul nervos nu este acceptată de scoarță în mod pasiv ci ea este evaluată, atenuată sau mărită. Excitațiile mediului intern și extern produc efectul lor corespunzător relației cantitative, dar procesele care reprezintă intersecțiile mediului intern pot inhiba reacția la excitațiile mediului extern, chiar și atunci cînd ele sînt foarte puternice.

În ultimul timp se atribuie o importanță tot mai mare formației reticulare. Acest sistem este caracterizat de o extinsă aferență convergentă, ceea ce înseamnă că adună excitații dintr-un teritoriu foarte mare, adică are o activitate integrativă importantă. În afară de aceasta, prin căile reticulo-fugale poate exercita un efect de control și selecție asupra trecerii excitațiilor de la periferie spre scoarța cerebrală. Astfel permite în receptori recepționarea, respectiv trecerea pe calea aferentă, numai a acelor excitații care corespund stării actuale, respectiv mecanismelor vitale actuale ale organismului. Legăturile extinse cu talamusul explică influența mare a vieții afective asupra proceselor de reglare. Este cunoscut de mult că oboseala, bucuria sau supărarea acționează asupra vieții noastre vegetative.

Caracteristic pentru reglarea procesului din organismul uman este faptul că poate fi influențată și de factorii mediului social. Un cuvînt, cunoașterea unor fapte, voința, sugestia, etc. acționează la nivel cortical, deci și cel mai înalt cerc de reglare funcționează ca un servomecanism, atunci cînd activitatea nervoasă superioară acționează cu intensitate adecvată. Cercurile inferioare de reglare pot fi influențate de mediul social prin modificarea proprietăților biologice ale organismului. Astfel de ex. alimentația sau îmbrăcămintea necorespunzătoare îngustează limitele capacității de adaptare, iar grija și surmenajul psihic scad finețea reglării. Excitanții sociali și biologici acționează invers asupra cercurilor supraetajate de reglare: reglarea corticală este influențată mai ales de factorii sociali, iar reglarea medulară de factorii biologici.

Din cele de mai sus reiese că dacă nu există modificări organice, integritatea organismului este condiționată de o reglare optimă. De aceea, cîcînd se modifică activitatea vreunei părți a arcului reflex, reglarea este tulburată și sistemul nervos nu mai poate asigura adaptarea. Reglarea patologică se deosebește calitativ de cea fiziologică (Ado). În aceste cazuri „măsurile fiziologice de apărare“ (Pavlov) nu sînt în stare să apere, sau apără numai deficitar organismul atacat de agentul patogen.

În elucidarea proceselor de reglare ne-a dat ajutor cibernetica. Această știință afirmă că există anumite principii de organizare, care în diferite forme și cu diferite grade de complexitate pot fi observate atît în mașini automate cit și în organisme. Procesele menționate de reglare au fost cunoscute de fiziologie înaintea apariției ciberneticii. Totuși, această nouă știință a contribuit la formularea mai clară a legilor, a atras atenția asupra unor importante laturi secundare și a ridicat unele probleme noi.

Importanța cunoașterii proceselor de reglare este subliniată de faptul că științele medicale se ocupă azi tot mai mult de bolile funcționale. Pe cînd în trecut atenția cercetărilor a fost atrasă mai ales de îmbolnăvirile cu modificări histologice, azi, ca rezultat al aplicării pavlovismului, a trecut pe prin plan cercetarea acelor procese, la care nu putem observa nici o modificare organică, dar la care este tulburată reglarea neurală sau umorală. Aceasta este cu atît mai important, cu cît se știe că procesele de reglare nu joacă rol numai în menținerea unei activități adecvate, ci pot compensa într-o oarecare măsură și tulburările histologice, adică pot influența decursul unei boli organice.

Sosit la redacție: 23 ianuarie 1964.

Bibliografie

1. ADO A. D.: Problema calității în patologice din cartea „Probleme filozofice ale medicinei”. Ed. Med. Buc. (1963);
2. BERNSTEIN N. A.: Probl. filozofice, (1961). 6, 92;
3. BERNSTEIN N. A.: An. Rom. Sov. Medicină (1963), 1, 3;
4. DONHOFFER SZ.: Orvosképzés 38 (1963), 6, 401;
5. HORÁNYI B.: Orv. Htl. 104, (1963), 51, 2401;
6. LABORIT H.: Presse Med. (1958), 79;
7. LABORIT H.: Physiologie humaine. Ed. Masson, Paris (1961);
8. LISSÁK K.: Magyar Tudomány (1956), 4—6, 181;
9. MOISEEV V. D.: Probleme de cibernetică în biologie și medicină. Ed. Med. Buc. (1961);
10. NICOLAU E., BĂLĂCEANU C.: Cibernetica. Ed. Științifică, Buc. (1961);
11. PARIN D. V.: Ideile ciberneticii în biologie și în medicină din cartea „Dialectică marxistă și științele moderne” IV. Cibernetica. Ed. Polit. Buc. (1963);
12. PESTEL M.: Presse Med. (1963), 71, 21, 1071;
13. RADU I.: Fiz. norm. pat. (1963), 9, 2, 105;
14. ROVENSKI Z., UENOV A., UEMOVA A.: Mașina și gândirea. Ed. polit. Buc. (1962);
15. SĂHLEANU V., LEAHU L.: 2-e Congrès International de Cybernétique 3—10 Sept. 1958. Namur;
16. SĂHLEANU V.: Cercet. filoz. (1961), 4, 987;
17. SZENT-ÁGOTHAJ J.: Magyar Tudomány (1963), 4, 247;
18. WAGNER R.: Wiener klin. Wsch. (1952), 64, 35—36, 627.