



Prof. As. Dr. Adrian Restian

## Informatomul uman

### *Human informatom*

**A**tunci când privim un om sau un alt sistem biologic, noi vedem pielea, fața, ochii, mâinile, picioarele; cu alte cuvinte, vedem fenotipul, adică conformația lui anatomică și comportamentul.

Spre deosebire de Michelangelo, când l-a sculptat pe David, sau de Leonardo da Vinci, când a pictat-o pe Mona Lisa, noi știm astăzi că în spatele fenotipului pe care îl vedem se ascunde de fapt un genotip, că la baza fenotipului se află, de fapt, un genotip reprezentat de informația genetică. Mona Lisa a fost rezultatul unui genotip primit de la părinții săi. Leonardo da Vinci nu a făcut decât să copieze ceea ce a creat genotipul respectiv. Fenotipul pe care îl vedem noi când ne uităm în oglindă este rezultatul genotipului, adică al informației genetice pe care am primit-o de la părinții noștri, sau mai bine zis al relațiilor care s-au stabilit între genotip și mediul în care trăim.

Termenii „genetică”, „fenotip” și „genotip” au fost introduși de William Bateson (1906), care a reactualizat lucrările lui G. Mendel. După ce Wilhelm Roux a arătat, în 1883, că proprietățile ereditare ale sistemelor biologice se transmit prin intermediul cromozomilor, după ce Thomas Morgan a arătat, în 1910, că substanța care transmite caracterele ereditare este localizată în cromozomi, după ce Hans Winkle introduce, în 1920, termenul de „genom”, de la „genă” și „cromozom”, de unde a rezultat termenul „genom”, după ce Frederik Griffith a arătat, în 1928, că genele, în calitatea lor de unități de transmitere a informației genetice, pot fi transferate de la un genom la altul, marea problemă a oamenilor de

știință a fost aceea de a decoperi modul în care se transmit caracterele ereditare de la o generație la alta.

Iar acest lucru a început să fie descifrat din 1944, când O. Avery, C. MacLeod și M. MacCarty au descoperit la pneumococi că particularitățile ereditare se transmit prin intermediul acizilor nucleici.

În 1953, F. Crik și J.D. Watson au descris structura dublu-helicoidală a acizilor nucleici. Acizii nucleici sunt formați din înșiruirea unor nucleotide formate din câte o bază azotată purinică (adenina și guanina) sau pirimidinică (timina și citozina), o moleculă de pentoză, și anume riboza pentru acidul ribonucleic (ARN) sau deoxiriboza pentru acidul dezoxiribonucleic (ADN), și o moleculă de acid fosforic. Nucleotidele se leagă între ele prin intermediul acidului fosforic, care esterifică un oxidril din poziția a treia a unui nucleotid și un oxidril din poziția a cincea a celui alt nucleotid. Astfel, prin repetarea celor patru tipuri de nucleotizi, care se leagă între ei, ia naștere un lanț foarte lung de nucleotide care se leagă cu un lanț complemetar. Adenina dintr-un lanț se leagă cu timina și citozina cu guanina din celălalt lanț de ADN, rezultând astfel o structură filamentoasă dublu-helicoidală.

În 1960, George Gamow a arătat că, pentru a putea codifica sau, cu alte cuvinte, pentru a putea indica succesiunea celor 20 de aminoacizi din care sunt constituite proteinele organismului nostru, este necesară o combinație de câte trei nucleotide.

În 1965, M. Nirenberg a demonstrat experimental că, într-adevăr, o combinație de trei nucleotide poate specifica secvența aminoacizilor

Adresă de corespondență:

Prof. As. Dr. Adrian Restian, Catedra de MF, IOMC „Alfred Rusescu”, Bdul Lacul Tei nr. 120, sector 2, București  
e-mail: restian2003@yahoo.com

din structura proteinelor. Dar combinația de 4 elemente luate câte 3 dă 64 de combinații posibile, de aceea codul genetic este un cod degenerat, adică el conține mai multe triplete decât ar fi absolut necesare pentru a codifica fiecare din cei 20 de aminoacizi. De aceea un aminoacid poate fi codificat de mai multe triplete de nucleotide. De exemplu, valina este codificată de GUU, dar și de GUC, GUA, GUG, serina este codificată de UCU, dar și de UCC, UCA și UCG, iar alanina de GCU, dar și de GCC, GCA și GCG. Pe lângă tripletele care codifică aminoacizi, codul genetic mai posedă și niște triplete care codifică startul AUG și stopul UAA, UAG și UGA, activității de sinteză a proteinelor.

**1. De la genom la proteom.** Dar în timp ce genomul, care este depozitarul informației genetice necesare construirii viitorului organism, se află în nucleu, proteinele sunt sintetizate în citoplasmă, și anume în ribosomi, descoperiți de Emil Palade. De aceea, pentru a putea sintetiza proteinele organismului, informația genetică trebuie transmisă de la ADN din nucleu la ribosomii din citoplasmă. Iar Francois Jacob și Jaques Monod au arătat în 1960 că acest transfer al informației genetice din nucleu în ribosomi, unde are loc sinteza proteinelor, se face cu ajutorul ARN mesager.

ARNm preia informația genetică codificată în succesiunea bazelor azotate din ADN și o transferă succesiunii proteinelor care sunt sintetizate de ribosomi. În felul acesta informația genetică este transmisă de la genom la proteom.

Termenul „proteom“ a fost introdus de Mark Wilkins în 1994. Proteomul reprezintă totalitatea celor peste 100.000 de proteine, din care este constituit organismul uman. Proteinele intră în structura organitelor celulare, a membranelor, a substanței fundamentale și a unor mesageri chimici, cum ar fi hormonul de creștere și insulina.

Dar proteinele au și o funcție enzimatică extrem de importantă, deoarece ele accelerează și direcționează astfel reacțiile biochimice care au loc în organism. Glucoza care va stimula sinteza de insulină și de hexochinază va fi introdusă în celule sub influența insulinei și va fi transformată de hexochinază în glucozo-6-fosfat, care va fi transformat de fosfohexoizomerază în fructozo-6-fosfat, care va fi transformat de fosfofructokinază în fructozo-1,6-difosfat și așa mai departe, până când se ajunge la două molecule de acid piruvic și la două molecule de ATP care fi folosit de organism ca sursă de energie în reacțiile de sinteză endergonice.

În timp ce genomul reprezintă depozitarul informației genetice necesare construirii viitorului

organism, proteomul reprezintă matricea proteică a organismului. Pe această matrice proteică se construiește fenotipul și se desfășoară toate procesele metabolice catalizate de proteinele cu rol enzimatic.

**2. Între proteom și genom se află transcriptomul.** Dar dacă genomul reprezintă totalitatea informației genetice stocată în ADN, atunci ARN, care se interpune între genom și proteom, nu face parte din genom. Toate moleculele de ARNm, ARNt și ARNs formează transcriptomul. Transcriptomul reprezintă totalitatea moleculelor de ARN care iau parte la transferul informației genetice și la sinteza proteinelor de către ribosomi (Velculescu, 1997).

**3. De la proteom la metabolom.** În momentul în care informația genetică a trecut de pe ADN pe proteine, rolul ei s-a încheiat. Rolul informației genetice este acela de a contribui la sinteza proteinelor. De aici încolo este rolul proteinelor să contribuie la construcția și la funcționarea fenotipului. Iar proteinele realizează acest lucru prin construcția matricei proteice în care este înscrisă structura celulelor, a țesuturilor și a organelor și, pe de altă parte, prin faptul că intervin în calitate de enzime în desfășurarea reacțiilor biochimice care se desfășoară în aceste celule și organe.

Procesul de transcripție trece informația primită de la înaintași de pe codul genetic reprezentat de succesiunea bazelor azotate din molecula de ADN, pe conformația spațială a proteinelor, care va da naștere unei matrice, corespunzătoare informației primite din genom.

Structura inimii, a ficatului și a stomacului depinde de configurația spațială a proteinelor, iar aceasta depinde de succesiunea bazelor azotate din molecula de ADN.

Iar prin activitatea lor enzimatică, proteinele trec informația pe care au primit-o de la ADN pe niște procese biochimice pe care le autoreglează în așa fel încât reușesc să asigure nevoile substanțiale și energetice ale organismului. Iar totalitatea proceselor biochimice care au loc în organism formează metabolomul, care reprezintă totalitatea metaboliților, a enzimelor și nutrienților care intervin în procesul de metabolism (Harrigan, Goodacre, 2003).

Dar dacă proteomul reprezintă matricea proteică a organismului, metabolomul reprezintă o rețea de benzi rulante de-a lungul cărora se desfășoară numeroasele procese biochimice, catalizate de proteinele cu rol enzimatic.

Benzile rulante de-a lungul cărora se desfășoară diferitele reacții biochimice se intersec-

tează între ele, dând naștere unei rețele integrate care reușește să asigure nevoile plastice și energetice ale unui organism extrem de complicat. Până acum s-au identificat peste 2.500 de metaboliți care circulă de-a lungul acestor benzi rulate ale metabolismului uman.

Dar pentru a putea face față celui de al doilea principiu al termodinamicii, organismul trebuie să desfășoare în așa fel procesele sale biochimice încât să se poată opune numeroșilor factori perturbanți. Pentru aceasta diferitele elemente din care este format organismul trebuie să colaboreze între ele. Iar pentru a putea colabora, ele trebuie să comunice între ele.

De aceea, pe lângă genom, pe lângă proteom, pe lângă metabolom, pe lângă imunom, neurogenomică, conectomică, psihoproteomică și alte formațiuni care au fost descrise, organismul mai are nevoie și de un sistem de comunicații (Restian, 2010).

**4. De la metabolom la informatom.** Dacă pentru a da naștere fenotipului, informația genetică trebuie să treacă de pe genom pe transcriptom, de pe transcriptom pe proteom, de pe proteom pe metabolom, înseamnă că toate aceste componente trebuie să comunice între ele, prin intermediul unui sistem de comunicații.

Dacă între fiecare genă și ribosomi există un canal de comunicație, de-a lungul căruia ARNm transportă informația genetică până la ribosomi, unde o transferă pe structura proteinelor, dacă între fiecare proteină care transportă prin conformația ei spațială o informație moleculară și sistemul enzimatic pe care îl controlează există un sistem de comunicație, dacă între fiecare celulă endocrină care secretă un hormon și receptorul celular capabil să îl recepționeze există un sistem de comunicație, dacă între fiecare neuron presinaptic și fiecare neuron postsinaptic există un sistem de comunicație mediat de mesagerii sinaptici, dacă fiecare moleculă transportă odată cu substanța și energia din care este formată și o anumită informație moleculară, înseamnă că organismul uman trebuie să devină și sistem de comunicații.

Iar dacă la acestea mai adăugăm faptul că, pentru a-și putea asigura nevoile plastice și energetice și pentru a-și putea păstra stabilitatea într-un mediu foarte variabil și uneori chiar foarte ostil, organismul trebuie să transmită și să prelucreze nu numai informațiile generate dinăuntru său, ci și informațiile generate din mediul înconjurător, putem constata că organismul a trebuit să devină un extrem de complicat

sistem de comunicații, pentru că viața reprezintă un neîntrerupt flux de informații. Iar moartea înseamnă întreruperea acestui flux de informații.

De aceea, pe lângă genom, pe lângă transcriptom, proteom și metabolom, era necesar și un informatom, care reprezintă totalitatea sistemelor de comunicație și a informațiilor care circulă prin acest sistem de comunicații al organismului uman (Restian, 2010).

Prin informatom circulă în primul rând un flux de informații genetice, de la genom la proteom și de la proteom la metabolom, dar și un flux de informații din mediul extern spre genom. Acest lucru este demonstrat de faptul că nu numai informațiile senzoriale, ci și informațiile aduse de alimente și de medicamente ajung într-un fel sau altul la genom, după cum susține nutrigenomica și farmacogenomica.

Deși informația genetică este foarte bine protejată, ea este în permanență influențată de informația primită din mediu. În mod normal, genele sunt silențioase. Ele nu sintetizează proteine decât atunci când sunt stimulate de niște factori externi. Genomul nu sintetizează insulină decât atunci când este stimulat de prezența glucozei, care pentru a putea fi metabolizată trebuie să stimuleze sinteza de insulină și de hexochinază. După cum arată nutrigenomica (Simopoulos și Ordovas, 2004), la fel se întâmplă și cu ceilalți nutrienți care influențează sinteza de către genom a enzimelor care intervin în metabolizarea lor. Iar după cum ne arată farmacogenomica (Evans și McLeod, 2003), la fel se întâmplă și cu medicamentele care influențează funcționarea genomului (Cristea, 2013).

Influența informațiilor generate de mediul extern asupra genomului se face prin intermediul mecanismelor epigenetice, care reprezintă, după cum arată Leberder (2001) și Bell și Beck (2010), interfața dintre genom și mediul extern.

**5. Organismul uman ca sistem de comunicații.** Dacă noi suntem rezultatul unei informații genetice, dacă informația reprezintă, alături de aer, de apă, de hrană, de îmbrăcăminte și de locuință, una dintre nevoile fundamentale ale organismului uman, dacă fiecare celulă are nevoie, pe lângă substanțe plastice și energetice, și de anumite informații și dacă pentru transmiterea informației este nevoie de un sistem de comunicație, înseamnă că organismul uman este nu numai un sistem fizic, un sistem termodinamic sau un sistem chemodinamic, ci și un sistem de comunicații (Restian, 1986).

Desigur că pentru a putea ajunge la fiecare celulă, informațiile generate de modificările din

mediul intern și din mediul extern trebuie să fie transmise de-a lungul unor sisteme de comunicație și, pentru că organismul este un sistem anizotrop, ele trebuie să treacă de multe ori de pe un substrat pe altul. Pentru ca informația genetică să ajungă din nucleu la ribosomi, unde sunt sintetizate proteinele, ea trebuie să treacă de pe ADN pe ARNm. De multe ori ea trebuie să treacă de pe modificările fizice, cum ar fi variațiile tensiunii arteriale, sau de pe modificările chimice, cum ar fi creșterea glicemiei, pe niște semnale nervoase, de pe semnalele nervoase pe mediatorii sinaptici, de pe mediatorii sinaptici pe neurohormoni, de pe neurohormoni pe hormoni, de pe hormoni pe mesagerii secunzi și așa mai departe.

De aceea organismul uman a devenit un sistem de comunicații extrem de complicat, în care fiecare celulă și fiecare moleculă contribuie fie la edificarea sistemului de comunicații, fie la transmiterea semnalelor prin acest sistem (Restian, 1986).

Acest lucru este foarte important, pentru că dacă fiecare moleculă a organismului face parte din sistemul de comunicații, înseamnă că toți factorii patogeni care acționează asupra organismului acționează în același timp și asupra sistemului de comunicații sau asupra semnalelor care circulă prin acest sistem. De aceea unele boli vor putea fi produse de informația primită și vor avea deci o etiologie informațională, altele vor putea fi produse de tulburarea prelucrării și transmiterii informațiilor prin sistemul de comunicații și vor avea deci o patogenie informațională. Date fiind legăturile extrem de variabile dintre substanță, energie și informație, s-ar putea ca uneori să predomine aspectul substanțial, iar alteori să predomine aspectul energetic. Însă toate bolile vor avea și o anumită componentă informațională, care uneori s-ar putea să fie cea mai importantă (Restian, 1997).

În categoria bolilor cu etiologie informațională pot fi încadrate bolile psihice reactive, bolile psihosomatice și bolile imunitare, care lucrează cu informație imunitară, iar în categoria bolilor cu patogenie informațională pot fi încadrate bolile în care factorii patogeni acționează asupra transmiterii și a prelucrării informațiilor, așa cum se întâmplă în bolile genetice, în unele boli neuropsihice, în unele boli endocrine, cardiovasculare și așa mai departe.

Dar pentru a deveni un sistem de comunicații, organismul uman trebuie să dispună de niște surse de informație, de niște căi de comunicație, de niște mijloace de transmitere a semnalelor emise de sursă și de niște destinatari care să

recepționeze și să utilizeze informația respectivă în procesele de reglare necesare atingerii scopului propus.

Sistemul de comunicații al organismului uman este un sistem de comunicații extrem de complicat, deoarece el este format dintr-o mulțime de sisteme de comunicație, organizate pe mai multe niveluri, de la nivel cuantic, până la nivel organic. El dispune de o mulțime de sisteme de comunicație atât la nivel intracelular, cât și la nivel extracelular. Toate aceste sisteme de comunicație colaborează între ele pentru a da naștere, în cele din urmă, unui sistem de comunicații hiperintegrat capabil să-și păstreze identitatea chiar și în condițiile numeroaselor variații care au loc atât înăuntrul, cât și în afara organismului (Restian, 1981).

La nivel intracelular putem distinge, pe de o parte, niște sisteme de comunicație care transmit informația genetică de la nivelul genomului, din nucleul celulei, la ribosomii situați în citoplasmă, unde are loc sinteza proteinelor. Pe de altă parte, există o mulțime de sisteme de comunicație citoplasmatică, unde există foarte multe molecule, care transportă, odată cu substanța și energia din care sunt formate, și o anumită informație moleculară, cu ajutorul căreia reușesc să se recunoască și să interacționeze între ele, contribuind astfel la direcționarea și la autoreglarea numeroaselor procese biochimice care au loc în celulă.

Deoarece cele  $5 \cdot 10^{12}$  celule ale organismului nu pot veni în contact direct nici între ele și nici cu mediul înconjurător, organismele pluricelulare au trebuit să-și dezvolte niște sisteme de comunicație extracelulară care să asigure atât comunicarea celulelor cu mediul înconjurător, cât și comunicarea între ele a tuturor celulelor organismului.

În acest sens, toate celulele organismului primesc din mediul înconjurător, prin intermediul unor canale de comunicație extrem de complicate, atât substanțele, cât și energia și informația de care au nevoie.

Pe de altă parte, toate celulele organismului secretă o mulțime de substanțe chimice prin intermediul cărora încearcă să comunice și să colaboreze între ele pentru a putea sigura unitatea organismului. Celulele pot secreta o serie de substanțe care acționează asupra celulelor învecinate, dar și o mulțime de substanțe care acționează asupra unor celule țintă situate la distanță de celulele secretoare, așa cum cum se întâmplă în cazul sistemului endocrin.

De exemplu, în condiții de stres, hipotalamusul secretă factorul de eliberare al hormonului

corticotrop care acționează asupra hipofizei, care va secreta hormonul corticotrop, care va acționa supra glandelor corticosuprenale, care vor secreta hormonii corticoizi, care vor acționa asupra unor celule musculare, determinând creșterea catabolismului proteic, asupra celulelor osoase determinând scăderea absorbției de calciu, asupra celulelor cardiace determinând creșterea debitului cardiac, asupra celulelor gastrice stimulând creșterea secreției de acid clorhidric și așa mai departe.

De asemenea, celulele intestinale comunică cu pancreasul pentru a putea asigura păstrarea glicemiei. Atunci când în tubul digestiv ajunge o anumită cantitate de glucide, intestinul secretă niște substanțe, denumite incretine, care vor înștiința pancreasul că trebuie să crească secreția de insulină pentru a putea preveni creșterea glicemiei. Iar pancreasul va înștiința ficatul, prin intermediul insulinei, că trebuie să intensifice procesul de glicogeneză pentru sustrage glucoza din sânge și a păstra astfel homeostazia glicemiei.

Dar pe lângă comunicarea directă dintre diferitele organe, organismul mai folosește și comunicarea indirectă prin intermediul sistemului nervos și al sistemului endocrin. De exemplu, atunci când se produce o scădere a tensiunii arteriale, baroreceptorii din arborele circulator vor sesiza acest lucru și vor trimite centrilor de reglare a tensiunii arteriale din bulbul cerebral informațiile corespunzătoare, iar centrul de reglare al tensiunii arteriale vor trimite inimii și rinichiului comenzi corespunzătoare creșterii tensiunii arteriale. În felul acesta, sistemul nervos și sistemul endocrin contribuie la integrarea organismului și la eficientizarea mecanismelor de reglare la care participă foarte multe organe.

Pentru a putea intra în posesia informațiilor necesare, organismul dispune atât de niște receptori interni specializați în sesizarea și recepționarea informațiilor generate de mediul intern, cât și de niște receptori externi specializați în sesizarea și recepționarea informațiilor generate de mediul extern.

Acești receptori au capacitatea de a sesiza cantități foarte mici de substanță și de energie, care sunt purtătoare de informație. De exemplu, ochiul poate sesiza infima cantitate de energie luminoasă de 5.10 la -18 calorii. Urechea poate sesiza o energie de 10 la -11 ergi. Iar organul olfactiv poate sesiza infima cantitate de substanță de 2.10 la -8 mg/cm<sup>3</sup>. De aceea întreaga cantitate de informații primită de toate organele de simț nu depășește 2-3 calorii/zi.

Recepționând cantități foarte mici de energie și de substanță, sistemele biologice reușesc să prevină riscul de a veni în contact cu cantități foarte mari de substanță și de energie.

În funcție de informațiile pe care le sesizează și le recepționează, receptorii pot fi împărțiți în teloreceptori, care recepționează informațiile optice și acustice generate de niște surse mai îndepărtate, exteroreceptori, care sesizează informațiile olfactive, gustative, de contact, de presiune, de căldură și de durere generate de fenomenele cu care vine în contact, receptorii proprioceptivi care sesizează informațiile generate de mișcările și de poziția mușchilor, a articulațiilor și a tendoanelor, și receptori interni, care sesizează variațiile tensiunii arteriale, ale presiunii venoase, ale destinderii alveolelor pulmonare, ale presiunii parțiale a CO<sub>2</sub> și O<sub>2</sub>, ale presiunii osmotice, ale temperaturii sângelui și așa mai departe.

Deoarece toate celulele au nevoie de informații cu ajutorul cărora să poată regla și autoregla numeroasele procese metabolice, organismul uman dispune de foarte multe canale de transmitere a informațiilor, situate atât intracelular, cât și extracelular.

Toate celulele dispun de un canal genetic, prin intermediul căruia se transmite informația genetică de la ADN la ribosomi, unde are loc sinteza proteinelor.

De asemenea, toate celulele dispun de o serie de organite și de un reticul citoplasmatic, care facilitează deplasarea moleculelor care trebuie să se recunoască între ele. Iar cele care au o conformație spațială complementară se vor recunoaște și vor regla reacțiile biochimice care întrețin viața.

Pentru că cele 5.10<sup>12</sup> celule ale organismului nu pot veni în contact direct între ele și nici cu mediul înconjurător, organismul are nevoie de o serie întreagă de canale de comunicație extracelulare, prin intermediul cărora să transporte nu numai substanțele și energia, ci și informația necesară până la nivelul fiecărei celule. În acest sens a apărut mai întâi lichidul interstițial, iar apoi a apărut sistemul circulator și în cele din urmă sistemul nervos, care transportă nu numai substanțe și energie, ci și o mare cantitate de informație până la nivelul fiecărei celule.

Sângele a ajuns să fie nu numai un canal de transmitere a substanțelor plastice și energetice, ci și un canal de transmitere a informațiilor moleculare. Fiecare celulă elimină în lichidul interstițial anumite substanțe și vine în contact cu substanțele eliminate de celelalte celule. De

aceea fiecare celulă este în același timp și emițător, și receptor de informații moleculare. De exemplu, celula adipoasă dispune de peste 100.000 de receptori pentru insulină și receptori pentru catecolamine, pentru ACTH și pentru cortizon. Dar ea secretă în același timp o serie de adipocitokine, așa cum ar fi leptina, adiponectina, rezistina, angiotensina, estrogenii, TNF și o serie de interleukine, țesutul adipos devenind astfel cea mai mare glandă endocrină a organismului.

De asemenea, limfocitul T dispune de câteva sute de mii de receptori pentru antigen, interleukine, pentru hormonii timici, pentru catecolamine, pentru acetilcolină, pentru encefaline și pentru histamină. Dar secretă el însuși o serie întreagă de interleukine.

Toate celulele organismului intră astfel într-un dialog absolut necesar pentru a putea asigura coordonarea lor în jocul extrem de complicat pe care trebuie să îl poarte cu cel de-al doilea principiu al termodinamicii.

În acest sens se poate vorbi de o comunicare între celulele învecinate, așa cum se întâmplă în reglarea paraclină, efectuată prin intermediul unor hormoni locali, dar și de o comunicare la distanță, așa cum se întâmplă în reglarea endocrină efectuată prin intermediul hormonilor secretați de glandele endocrine și chiar de un monolog, așa cum se întâmplă în reglarea autocrină în care informația moleculară influențează chiar celula care a emis-o.

În cazul în care informația moleculară trebuie să ajungă la niște celule mai îndepărtate, ea este preluată de sistemul circulator și transportată prin tot organismul.

Pompat de inimă, sângele ajunge mai întâi în sistemul arterial, apoi în sistemul arteriolar, iar apoi în sistemul capilar, care conduce substanțele plastice până la cele mai îndepărtate celule. Ramificația arterelor în arteriole și în capilare este extrem de puternică. De exemplu, artera mezenterică se ramifică în peste 100 de milioane de capilare. Deși capilarele au numai 1 mm lungime, datorită numărului lor foarte mare, care poate ajunge până la 5.000 de capilare pe cm pătrat, puse cap la cap, toate capilarele organismului pot ajunge până la o lungime incredibilă de 100.000 de km și la o suprafață de schimb de 6.300 de metri pătrați.

Sângele se întinde ca o peliculă pe această imensă suprafață de schimb. La nivelul acestei imense suprafețe de schimb se fac schimburile de substanțe plastice și energetice, precum și schimburile de mesageri chimici între sectorul vascular și sectorul interstițial. Iar apoi schimburile dintre sectorul interstițial și sectorul celular.

Deoarece informația moleculară este transmisă foarte greu de la o celulă la alta și uneori ea trebuie trecută de pe o moleculă pe alta, așa cum se întâmplă în cazul receptorilor celulari care recunosc informația moleculară adusă de un mesager chimic, dar pentru a o putea transmite la organitele celulare, trebuie să o treacă pe niște mesageri secunzi, ele au căutat să-și construiască un sistem mai perfecționat pentru transmiterea informațiilor prin structura lor extrem de complexă.

Astfel, a apărut sistemul nervos, care este format din niște celule specializate în transmiterea informațiilor care pot trimite informațiile necesare mult mai rapid și mult mai direct la organul respectiv (Restian, 2011).

## 6. Integrarea sistemelor de comunicație ale organismului.

Dacă între genomul celular și ribosomi apar niște sisteme de comunicație, dacă între celulele endocrine care secretă hormoni și celulele țintă apar niște sisteme de comunicație, dacă între neuronul presinaptic și neuronul postsinaptic apar niște sisteme de comunicație, dacă între toate celulele care secretă citochine care ajung la alte celule apar niște sisteme de comunicație, dacă la toate nivelurile, atât la nivel intracelular, cât și la nivel extracelular, între diferitele celule și diferitele organe există anumite sisteme de comunicații, înseamnă că organismul uman este format dintr-o mulțime de sisteme de comunicații, care ar trebui să colaboreze între ele pentru a da naștere unui sistem unitar.

Astfel, pe lângă substanța fundamentală care integrează celulele într-o structură anatomică unitară, mai există și o rețea de sisteme de comunicație mai puțin vizibile, care integrează celulele într-o unitate funcțională.

Fiecare celulă dispune de mii de receptori celulari și primește în permanență mii de mesaje care caută să coordoneze activitatea tuturor celulelor în vederea păstrării stabilității organismului și realizării scopurilor propuse indiferent de variabilitatea condițiilor de mediu. Dar pentru a putea realiza acest lucru, toate sistemele de comunicație ale organismului trebuie să colaboreze între ele, în așa fel încât fiecare să contribuie la momentul oportun, cu activitatea lui specifică, la realizarea scopurilor propuse.

De exemplu, sistemele de comunicație care transmit comanda de efectuare a unei anumite activități vor trebui să colaboreze cu sistemele de comunicație care asigură energia și substanțele necesare efectuării acelei activități, cu sistemele care asigură sinteza enzimelor necesare proceselor metabolice care asigură energia

necesară, cu sistemele care cuplează procesele exergonice cu procesele endergonice și așa mai departe.

Astfel, sistemul de comunicație care recepționează semnalele aduse de acetocolină de la nivelul joncțiunii fibrelor musculare cu terminațiile nervoase ale nervilor motori trebuie să colaboreze cu sistemul de comunicație care recepționează semnalele aduse de insulină, care să faciliteze intrarea în celulă a glucozei, care trebuie să colaboreze cu sistemul de comunicație dintre genom și ribosomi, pentru a sintetiza enzimele necesare metabolizării glucozei și așa mai departe.

În cele din urmă, pentru ca celula să se poată susține activitatea organismului, toate sistemele de comunicație din celulă vor trebui să colaboreze, să se sincronizeze și să se integreze într-un sistem unitar.

Dar pentru a-și putea păstra stabilitatea și pentru a-și putea îndeplini scopurile, nu numai la nivel celular, ci și la nivel organic, toate sistemele de comunicație vor trebui să colaboreze între ele. Pentru a-și putea îndeplini scopurile sale, sistemul muscular trebuie să activeze în concordanță cu sistemul endocrin și cu sistemul cardiovascular. De aceea, atunci când organismul este supus unui stres, centrul de decizie de la lobul frontal vor trimite comanda respectivă nu numai la sistemul muscular, ci și la nivelul aparatului cardiovascular, care își va intensifica activitatea, și la sistemul endocrin, care va crește sinteza hormonilor catabolici, care să crească producția de energie necesară sistemului muscular.

În general, sistemele de comunicație sunt atât de strâns legate între ele încât în cele din urmă organismul devine un sistem hipercomplex și hiperintegrat, în care aproape totul se leagă cu totul. (Restian, 1990)

**7. Magistralele informaționale ale organismului.** Dacă avem în vedere numărul imens de circuite nervoase, numărul imens de mesageri chimici care sunt transportați de sistemul circulator, precum și numărul imens de receptori celulari, care închid sistemul de comunicație dintre celule, ajungem la concluzia că organismul uman este format dintr-un număr incomensurabil de circuite de comunicație. Dar deși sunt extrem de numeroase și de intricate, totuși căile de comunicație ale organismului ar putea fi încadrate în două magistrale informaționale, și anume o magistrală longitudinală, de-a lungul căreia se transmite informația genetică, și o magistrală transversală, de-a lungul căreia se transmite

informația primită din mediul intern și din mediul extern.

**Magistrala longitudinală.** De-a lungul magistralei longitudinale, care, după cum arată R. Dowkins, vine tocmai din Eden, adică de la Adam și Eva, se transmite informația genetică.

Dar magistrala longitudinală are la rândul ei două căi de comunicație, și anume o cale principală, de-a lungul căreia informația genetică se transmite prin replicare, de la o moleculă de ADN la o altă moleculă de ADN, dând naștere unei noi celule. Prin replicare, informația genetică se transmite de la o celulă la alta și astfel, prin replicare, iau naștere toate celulele care formează organele și țesuturile organismului.

Pe lângă această cale principală, magistrala longitudinală mai are și niște căi secundare, colaterale, de-a lungul cărora informația genetică se transmite prin transcripție, de la molecula de ADN pe o moleculă de ARN și apoi de pe molecula de ARN pe proteinele din care este constituit organismul.

De remarcat că, în timp ce prin replicare informația genetică se transmite de la o celulă la alta, prin transcripție informația genetică se transmite în cadrul aceleiași celule.

**Magistrala transversală.** Pentru a-și putea păstra însă identitatea structurilor sale într-un mediu foarte variabil, organismul uman trebuie să fie un sistem adaptativ. De aceea, pe lângă informația genetică, organismul uman mai are nevoie atât de informațiile generate de modificările din mediul intern, cât și de informațiile generate de modificările din mediul extern. De aceea structura organismului este în permanență traversată atât de informațiile generate de modificările dinăuntrul organismului, cât și din afara organismului.

De aceea, și în cazul magistralei transversale vom putea distinge două căi, și anume o cale de-a lungul căreia circulă informațiile generate de mediul intern și o cale de-a lungul căreia circulă informațiile generate de mediul extern.

De-a lungul acestei căi se transmit informațiile primite de la receptorii interni privind starea parametrilor, aparatelor și a organelor interne. Aceste informații sunt generate de diferitele modificări fizice sau chimice care au loc în mediul intern, cum ar fi cele generate de modificările temperaturii, ale tensiunii arteriale, ale frecvenței cordului, ale volemiei, ale glicemiei și așa mai departe. Aceste informații sunt recepționate de niște traductori, sau de niște receptori specifici, cum ar fi baroreceptorii din sinusul carotidian, din peretele aortei și din atrul stâng, glucoceptorii

și baroreceptorii din hipotalamus, receptorii propriceptivi din mușchi și articulații, la care am putea adăuga și informațiile moleculare și antigenice care circulă prin organism.

Informațiile recepționate de acești traductori sunt transmise mai departe spre centrul de comandă al mecanismelor de feedback, care vor lua deciziile corespunzătoare corectării modificărilor care au generat informațiile respective.

Informațiile culese din mediul extern, de către organele de simț, sunt transmise și ele de-a lungul magistralei transversale până la sistemul nervos central și, de acolo, până la organele periferice, care ar trebui să intervină în procesele de reglare a comportamentului.

Pe lângă informațiile nervoase primite de la organele de simț, organismul uman mai primește din mediul extern și o serie de informații moleculare aduse de alimente, de medicamente și de substanțele antigenice cu care vine în contact. De aceea, se vorbește de o nutrigenomică și de o farmacogenomică, care studiază modul în care informația pe care o aduc alimentele și medicamentele interacționează asupra factorilor genetici.

De remarcat că informațiile care circulă de-a lungul celor două magistrale nu se interesează între ele, deoarece circulă pe niveluri diferite. În timp ce magistrala transversală circulă în interiorul celulelor, magistrala transversală circulă în exteriorul celulelor. De aceea, de obicei, ele nu se întâlnesc.

Rolul informației genetice este acela de a genera structura sistemelor de comunicație, în care este înscris și programul de funcționare, adică modalitatea de conducere a informației prin această structură.

Rolul informațiilor primite din mediul ar fi acela de a circula pe acolo pe unde a stabilit informația genetică. Iar atunci când, datorită complexității și variabilității fenomenelor, informația genetică nu a putut stabili precis modalitatea de prelucrare a informațiilor, rolul lor este acela de a găsi singure modalitatea de păstrare a stabilității și de îndeplinire a scopurilor propuse de informația genetică, chiar și în condițiile care au generat informația respectivă.

**Creierul este singurul organ în care informația genetică se întâlnește cu informația primită din mediul.** Deoarece informația genetică reprezintă principala zestre a organismului, pentru a evita riscul alterării sale, organismul a luat măsura de a o proteja de influențele informațiilor venite din mediul. De aceea, de obicei cele două categorii de informații nu se intersectează între

ele deoarece unele circulă intracelular, iar altele extracelular.

Astfel, organismul reușește să păstreze nealterată experiența genetică care și-a dovedit utilitatea de-a lungul a milioane de ani. Dar pentru a nu pierde nici experiența pe care individul a dobândit-o în relațiile sale cu mediul, sistemele biologice mai evolute și-au dezvoltat un organ în care în care informația primită din mediul se poate întâlni, sau mai bine zis poate colabora, cu informația genetică. Acest organ este creierul. Creierul este singurul organ în care informația genetică colaborează cu informația primită din mediul.

Spre deosebire de toate celelalte organe, spre deosebire de inimă, de ficat, de plămâni și de stomac, pentru care informația genetică este suficientă pentru construirea și pentru maturizarea lor, creierul este singurul organ care, pentru a se putea dezvolta, pe lângă informația genetică mai are nevoie și de informația primită din mediul. Creierul nu se poate dezvolta numai sub influența informației genetice. Deși informația genetică este absolut necesară, pentru dezvoltarea creierului mai este necesară și informația primită din mediul. Fără a modifica informația genetică, ci actualizând prin intermediul epigenomului anumite potențialități genetice ale individului respectiv, informația primită din mediul face posibilă apariția unor circuite neuronale, a unor sinapse noi care vor prelucra informația într-un mod mult mai adecvat condițiilor din mediul respectiv, decât ar fi putut indica informația genetică. Deși formațiunile mai vechi ale creierului, așa cum este trunchiul cerebral, se structurează sub influența informației genetice, pentru structurarea formațiunilor mai noi este nevoie și de informația primită din mediul. De aceea trebuie remarcat faptul că singurul organ care se structurează și se restructurează în permanență sub influența informațiilor primite din mediul este creierul.

De-a lungul celor două magistrale se poate transmite o cantitate uriașă de informații. Deoarece toate moleculele organismului se află într-o continuă mișcare și toate moleculele transportă, pe lângă substanța și energia din care sunt constituite, și o anumită informație structurală, teoretic în fiecare moment s-ar putea transmite aproximativ  $10^{25}$  biți, cât conține de fapt organismul uman (Quastler, 1955).

Desigur că nu toate semnalele au aceeași încărcătură informațională, nu toate informațiile au aceeași importanță pentru desfășurarea proceselor de reglare și nu toate informațiile care circulă prin căile de comunicație ale organismului vor fi recunoscute de anumiți destinatari.



**Alte căi de transmitere a informațiilor prin organismul uman.** Pe lângă aceste magistrale informaționale mai bine cunoscute, în organismul uman ar mai putea exista și alte căi de transmitere a informațiilor, așa cum ar fi meridianele de acupunctură și chackrele.

Medicina tradițională chineză a descris o serie de meridiane de-a lungul cărora circulă energia vitală qi. Dar această energie vitală reprezintă de fapt o informație, deoarece orice energie modulată transportă de fapt o informație.

Deși nu sunt evidențiabile din punct de vedere anatomic, meridianele reprezintă niște canale care realizează legătura funcțională dintre diferitele segmente ale corpului și dintre diferitele organe. S-au descris 72 de meridiane, dintre care 12 reprezintă meridianele principale, pentru că de-a lungul lor sunt dispuse punctele de acupunctură, care sunt folosite de obicei în tratamentul diferitelor boli. Aceste meridiane au căpătat denumirea unui organ intern cu care se află în legătură funcțională.

De aceea stimularea unor puncte de pe meridianul plămân va fi indicată în bolile aparatului respirator, iar stimularea unor puncte de pe meridianul cord va fi indicată în bolile aparatului circulator. Unele meridiane, cum ar fi meridianul vezică, cuprind puncte cu ajutorul cărora pot fi influențate toate aparatele și organele.

De-a lungul acestor meridiane circulă o energie specială denumită qi, care este polarizată în yin și yang. Această polarizare este extrem de relativă. Yang ar reprezenta energia soarelui și principiul masculin, iar yin ar reprezenta energia lunii și principiul feminin. Această polarizare este foarte importantă, deoarece cele 6 meridiane descendente sunt de natură yang și cele 6 meridiane ascendente sunt de natură yin. Acest lucru este foarte important, deoarece bolile și simptomele lor pot fi și ele caracterizate din punct de vedere yin și yang.

În medicina tradițională indiană s-au descris o serie de centre energetice denumite chakre, de-a lungul cărora circulă un fel de energie vitală denumită prana. D. Diemer (2005) arată că chakrele sunt sisteme care primesc și emit informațiile necesare vieții.

S-au descris șapte chakre, și anume chakra rădăcină, în legătură cu organele de excreție, o chakră a splinei în legătură cu organele sexuale, o chakră ombilicală, sau a plexului solar, în legătură cu tubul digestiv, o chakră a inimii în legătură cu aparatul circulator și cu timusul, o chakră a gâtului în legătură cu aparatul respirator, o chakră al treilea ochi, în centrul frunții, în legătură

cu ochii și cu mezencefalul, și o chakră coroană, sau a creștetului, în legătură cu scoarța cerebrală.

**Cei doi poli informaționali ai informatomului uman.** Pe lângă cele două magistrale informaționale ale organismului, adică pe lângă magistrala longitudinală, de-a lungul căreia se transmite informația genetică, și pe lângă magistrala transversală, de-a lungul căreia se transmite informația primită din mediu, informatomul uman mai are și doi poli informaționali, și anume un *pol genetic*, în care este stocată informația genetică acumulată de la înaintașii noștri și de la care pleacă un flux de informații spre proteom, metabolom și informatom, și un *pol cerebral*, spre care vine un flux de informații din mediul extern și de la care pleacă un flux de informații spre organele interne și spre genom.

Fluxul de informație genetică pleacă de la genom spre proteom, metabolom și conectom și contribuie mai ales la construcția structurii, a hardului, iar fluxul de informație primită din mediu pleacă de la creier și contribuie mai ales la funcționarea organismului, adică a softului.

Singurul organ în care informația primită din mediu colaborează cu informația genetică în vederea construirii structurii sale este creierul.

Noi am arătat că secreția endocrină este influențată de informațiile primite din mediu. Informația primită din mediu influențează secreția de neurohormoni de către hipotalamus. Neurohormonii secretați de hipotalamus sub influența informațiilor venite din afară determină secreția de către hipofiză a hormonilor tropici. Aceștia vor determina secreția de către glandele periferice a hormonilor tirodieni, a hormonilor sexuali, a hormonilor glucocorticoizi, care vor acționa asupra receptorilor celulari, care acționează în cele din urmă, prin intermediul unor factori epigenetici, asupra genomului, influențând sinteza de proteine în funcție de nevoile concrete ale organismului.

**Dezvoltarea polului cerebral.** Dacă polul genetic poate rămâne relativ stabil de-a lungul mai multor generații, polul cerebral este mult mai variabil de la o generație la alta. La om polul cerebral s-a dezvoltat foarte mult. Dacă în decurs de 8 milioane de ani, creierul nu a crescut decât cu 200 de grame, în două milioane de ani el a crescut de la 500 de grame la 1.500 de grame. Cu cât polul cerebral este mai dezvoltat, cu atât el are șanse mai mari de a prelucra mai bine informațiile pe care le primește și de a asigura realizarea programului genetic, chiar și în condițiile

în care mediul se opune acestui lucru. De aceea omul a mizat pe creier – cu ajutorul creierului a devenit omul în stare de performanțe la care nici el nu s-ar fi gândit acum câteva mii de ani.

#### **Drumul informației de la genotip la fenotip.**

Dacă viața este expresia informației, ea se menține datorită fluxului de informație dinspre genotip spre fenotip și dinspre mediu spre genom și încetează atunci când acest flux informațional se oprește. Dar în transmiterea ei de la genotip la fenotip, informația este trecută nu numai după un substrat pe altul, de pe ADN pe proteine și de pe proteine pe metabolism, ci și de pe un cod pe altul.

În momentul în care informația, care vine din Eden, adică de la Dumnezeu, trece de pe genom pe proteom, ea trece de pe codul genetic reprezentat de succesiunea bazelor azotate în molecula de ADN, pe codul proteic reprezentat de succesiunea aminocizilor din moleculele de proteine, sau mai precis pe conformația spațială a moleculelor de proteine, care dă naștere unei matrice proteice, care se află la baza organismului uman.

Deci informația trece în primul rând de pe codul genetic pe codul matricei proteice din care este format organismul uman, iar apoi de pe matricea proteică pe rețeaua metabolică și pe structura mecanismelor de reglare.

În momentul în care în matricea proteică încep să se desfășoare anumite reacții biochimice reglate de acțiunea enzimatică a proteinelor din care este formată matricea proteică, informația venită din Eden, adică de la Dumnezeu, trece de pe matricea proteică pe benzile rulante ale proceselor metabolice.

Astfel, informația moleculară adusă de hexochinază și de celelalte enzime, sintetizate conform informației genetice, este trecută de pe structura proteică pe programul de funcționare al benzii rulante de degradare anaerobă a glucozei. Adică informația moleculară adusă de hormonii și de enzimele sintetizate conform informației genetice trece de pe codul genetic pe matrice proteică și de pe matricea proteică pe rețeaua de benzi rulante ale metabolismului.

Dar pentru a putea asigura îndeplinirea mesajului genetic în condițiile numeroaselor variații ale mediului înconjurător, erau necesare niște mecanisme de reglare, care să adapteze instrucțiunile genetice la variațiile condițiilor de mediu. De aceea informația venită din Eden, adică de la Dumnezeu, este trecută de pe codul genetic pe codul proteic, de pe codul proteic pe codul căilor metabolice și pe structura unor mecanisme de reglare.

În momentul în care informația, care este transmisă de-a lungul unui sistem de comunicație, ajunge la destinatar, ea declanșează o anumită activitate în destinatarul respectiv. În momentul în care informația genetică ajunge la ribosomi, ea declanșează sinteza proteinelor. În momentul în care informația moleculară recunoaște un substrat, ea declanșează transformarea substratului respectiv într-un produs final. În momentul în care informația genetică ajunge la anumite elemente ale sistemului, ele pot deveni traductori, centri de reglare sau organe de execuție.

Astfel, informația genetică, acumulată în timpul evoluției de înaintașii noștri, este trecută la un moment dat de pe codul genetic pe structura proteinelor, iar apoi de pe structura proteinelor pe structura mecanismelor de reglare. În felul acesta, unele organe vor deveni traductori, capabili să sesizeze variațiile elementului reglat, altele vor deveni centri de comandă capabili să prelucreze în mod automat informația primită de la traductori și altele vor deveni organe de execuție care îndeplinesc comenzile primite de la centrul de reglare. Astfel, apare, conform informației genetice, un mecanism de feedback, care contribuie la păstrarea homeostaziei, prin corectarea erorilor, conform unor programe genetice înscrise în structura lor.

Spre exemplu, conform informației genetice, apare sinusul carotidian care sesizează variațiile tensiunii arteriale, apar nucleii din bulbul rahidian care devin centri de comandă, iar musculatura netedă din arteriole, inima și rinichii devin organe de execuție pentru reglarea tensiunii arteriale.

În felul acesata informația genetică a trecut de pe ADN pe proteine și de pe proteine pe structura și pe programul de funcționare al mecanismelor de reglare.

Dar atât ribosomii, cât și rețelele metabolice și mecanismele de reglare, pentru a putea funcționa, au nevoie și de anumite substanțe plastice și energetice. De aceea, informația genetică a dezvoltat la un moment dat un sistem de instincte care să îndrepte comportamentul sistemului biologic spre satisfacerea acestor nevoi.

Deci la un moment dat informația genetică trece de pe proteom, de pe metabolism și de pe reglatom, pe un instinctom care reprezintă totalitatea instinctelor moștenite genetic, care îndreaptă comportamentul spre satisfacerea nevoilor alimentare, sexuale și de securitate ale organismului.

Dar pentru a-și asigura satisfacerea nevoilor, sistemele biologice mai evolute, așa cum au

fost mamiferele primitive, au întovărășit satisfacerea nevoilor cu o stare de confort, sau de plăcere. Plăcerea pe care o obțineau reprezenta un fel de recompensă pentru activitatea de satisfacere a nevoilor alimentare, sexuale etc. Chiar dacă nu există o concordanță absolută între nevoi și plăcere, totuși plăcerea întovărășește de obicei satisfacerea nevoilor individului și a speciei. Alimentele cu gust plăcut sunt de obicei și utile organismului. Ocrotirea puilor de către mamifere asigură supraviețuirea speciei. Iubirea partenerilor asigură creșterea puilor și așa mai departe.

Deci informația genetică trece la un moment dat de pe proteine, pe metabolom, de pe metabolom pe reglatom, de pe reglatom pe instinctom și de pe instinctom pe afectom, pe hedonom sau sentimentom, care reprezintă totalitatea trăirilor afective care întovărășesc anumite stări ale organismului.

Dar lucrurile nu se opresc aici, deoarece în condițiile în care în mediul foarte variabil și de multe ori chiar foarte ostil în care trăiește organismul se pot produce și evenimente imprevizibile, ce pot duce la tulburări care nu ar mai putea fi corectate, pe lângă mecanismele de feedback, care funcționează prin corectarea tulburărilor, sistemele biologice aveau nevoie de un mecanism de prevenire a erorilor, pe care noi l-am denumit mecanism de reglare anticipativă, sau mecanism de feedbefore (Restian, 1975).

Dar pentru a putea preveni erorile, mecanismul de feedbefore are nevoie, pe lângă informațiile generate din interiorul organismului, privind starea mediului intern, și de informațiile generate de starea mediului extern. El va trebui să prelucreze în așa fel informațiile primite încât să poată prevedea evoluția fenomenelor și să ia deciziile cele mai adecvate pentru prevenirea tulburărilor pe care acestea le-ar putea produce.

Dar acest mecanism nu poate fi construit doar cu ajutorul informației genetice, așa cum sunt construite mecanismele de feedback. Informația genetică nu poate prevedea deciziile pe care trebuie să le ia mecanismele de reglare în situațiile extrem de complicate și de imprevizibile care pot apărea în viața unui individ. De aceea, pe lângă informația genetică, în apariția și funcționarea mecanismului de feedbefore este necesară și informația generată de mediu.

Dacă informația genetică a fost suficientă până la nivelul mecanismelor de feedback, ea nu mai este suficientă pentru apariția și funcționarea mecanismelor de feedbefore, care trebuie să facă față unor situații care nu puteau fi prevăzute genetic. De aceea, rețelele nervoase care prelucrează informațiile primite din mediu, care anticipează evoluția fenomenelor și care caută să ia de fiecare dată deciziile cele mai adecvate, trebuie să ia naștere sub influența informațiilor primite din mediu.

Pentru a evita riscurile unei reglări insuficient de adaptative și pentru a nu pierde experiența pe care individul o câștigă în relațiile sale cu mediul, sistemele biologice mai evoluat au făcut posibilă colaborarea informației genetice cu informația venită din mediu care contribuie astfel, alături de informația genetică, la structurarea și restructurarea rețelelor nervoase care formează centrul de comandă al mecanismului de feedback și de feedbefore.

În felul acesta, după un șir foarte îndelungat și complicat de treceri succesive de pe un cod pe altul, informația genetică venită din Eden, adică de la Dumnezeu, ajunge, cu ajutorul informatomului, de la genotipul care o stochează și o transmite de la o generație la alta, la fenotipul care o exprimă prin structura, prin comportamentul și prin personalitatea lui.

## BIBLIOGRAFIE

- Avery, O., Macleod, C., McCarty, M.** – Studies on chemical nature of substance inducing transformation in pneumococcal types, *Journal of Experimental Medicine*, 2, 1944, 137-158
- Bateson, W.** – Model's principle of heredity, New York, 1906
- Bell, C.G., Beck, S.** – The epigenomic interface between genome and environment in common disease, *Functional Genomics*, 8, 2010
- Cristea, A.N.** – Aspecte de farmacogenomică, Congresul Asociației Medicale Române, mai 2013
- Dawkins, R.** – Selfish gene, Oxford University Press
- Dawkins, R.** – Un râu pornit din Eden, Humanitas, 2005
- Diemer, D.** – The ABC'S of charka therapy, Samuel Weiser, York Beach, 1999
- Evans, W.E., Mcleod, H.L.** – Pharmacogenomics, *New England Journal of Medicine*, 348, 2003, 538-549
- Harrigan, G.G., Goodacre, R.** – Metabolic Profiling: Its Role in Biomarker Discovery and Gene Function Analysis. Kluwer Academic Publishers, Boston, 2003
- Jacob, F.; Monod, J.** – Genetic regulatory mechanisms in the synthesis of proteins. *Journal of Molecular Biology* 3, 1961, 318-356
- Jaenisch, K., Bird, A.** – Epigenetic regulation of gene expression, how the gene integrate intrinsic and environmental signal, *Nature*

- genetics*, 33, 2003, 245-254
12. **Leberder, J., Bell, P., Beck, S.V.** – The meaning of epigenetics, *The Scientist*, 15, 2001, 6.
13. **Nirenberg, M., Leader, P., Bernfield, R.** – RNA code wards and protein synthesis, *Proceedings of Natural Academy Science*, 5, 1965, 1161-1168
14. **Quastler, H.** – Essay on the use of information theory in biology, Urbana Press, 1955
15. **Restian, A.** – Cybernetical sytem control by feedbefore mechanism, In *Modern trends in Systems and Cybernetics*, Springer Verlag, Berlin, 1975
16. **Restian, A.** – Homo ciberneticus, Editura Științifică, 1981
17. **Restian, A.** – Feedback and feedbefore mechanisms in biological systems, *Kybernetes*, 3, 1978, 317-319
18. **Restian, A.** – Medicina cibernetică, Editura Dacia, Cluj-Napoca, 1983
19. **Restian, A.** – Organismul uman ca sistem de comunicații, În *Semnalul biologic*, Editura Academiei, 1986
20. **Restian, A.** – *Integronica*, Editura Științifică, 1990
21. **Restian, A.** – Patologia informațională, Editura Academiei, 1997
22. **Restian, A.** – Modelul informațional al creierului uman, Conferința Națională de Neuroștiințe, București, 2009
23. **Restian, A.** – Informatomul uman, Conferința Națională de Neuroștiințe, București, 2010
24. **Restian, A.** – Cum a devenit creierul cel mai performant organ al omului, *Practica medicală*, 3, 2011
25. **Shannon, C.** – A mathematical theory of communication, *Bell System Technical Journal*, 27, 1948, 379-423
26. **Simopoulos, A. P., Ordovas, J. M.** – *Nutrigenetics and nutrigenomics*, Editura Krager, Basel, 2004
27. **Velculescu, V.E., Zhang, L., Zhou, W.** – Characterization of the yeast transcriptome, *Cell*, 24, 1997, 243-251
28. **Venter, J.C., Adams, M.D., Myers, E.W.** – The sequence of human genome, *Science*, 291, 2001, 1304-1351
29. **Watson, J.D., Crick, F.H.** – Molecular structure of nucleic acids; a structure for deoxyribose nucleic acid, *Nature*, 171, 1953, 737-738
30. **Wilkins, M.** – Proteomics data mining, *Expert review of proteomics*, 6, 2009, 599-603
31. **Wilkins, M.R., Williams, K.L., Appel, R.D., Hochstrasser, D.F.** – *Proteome research*, New frontiers in functional genomics, Springer Verlag, New York, 1997
- 

Vizitați site-ul

**SOCIETĂȚII ACADEMICE DE MEDICINĂ A FAMILIEI**

**www.samf.ro**