

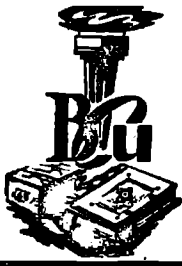
IV 516183

STERIE CIULACHE

NICOLETA IONAC

# CLIMATOLOGIE COMPORTAMENTALĂ

**Editura Universității din București**



BIBLIOTECA CENTRALĂ  
UNIVERSITARĂ  
București

Cota N 516183  
C109901761  
Inventar

SIRIE CIUACHE

NICOLETA IONAC

# CLIMATOLOGIE COMPORTAMENTALĂ

**Editura Universității din București**

**- 1998 -**

Referenți științifici: Prof. dr. MIHAI GRIGORE  
Conf. dr. EMIL VESPREMEANU

BIUCACIA

BIBLIOTECA CENTRALĂ UNIVERSITĂȚII  
BUCUREȘTI  
COTA IV 516 AR3

217/99

© Editura Universității din București  
Șos. Panduri 90-92, București - 76235; Tel./Fax: 410.23.84

B.C.U. București



C199901761

ISBN 973 - 575 - 275 - 1

## INTRODUCERE

Titlul acestei lucrări ar putea sugera, în opinia unora, o extravagantă juxtapunere lexicală, care nu poate fi argumentată printr-o solidă susținere conceptuală, din cauza lipsei parțiale a unor dovezi vizibile și palpabile. Aceste opinii ar putea fi îndreptățite, deoarece se presupune că omul din pragul secolului XXI a acumulat suficientă cunoaștere pentru a-și crea o "mândră lume nouă" prin care să se elibereze de tenebroasele influențe externe, în primul caz, și suficientă rațiune pentru a nu crede în ceea ce nu poate vedea, în al doilea caz. Dar aceasta nu înseamnă că între cei doi termeni ai ecuației n-ar putea exista o legătură, chiar dacă aceasta are un caracter criptic.

În realitate, adoptând viziunea multidimensională impusă de știința contemporană de avangardă, descoperim că miraculoasa armonie a universului cognoscibil se datorează multiplexelor și insidioaselor legături dintre elementele componente ale sistemului fizic, pe care noi, oamenii, îl explorăm și extindem continuu. Din acest punct de vedere, orice domeniu al științei se poate extinde tridimensional, dincolo de frontierele convenționale unanim acceptate, pentru a pătrunde în sferile ascunse ale unei cunoașteri complexe superioare, al cărei substrat gnoseologic se recrează perpetuu prin suprapunerea, aparent illogică, a mai multor sensuri și semnificații axiologice.

" **Climatologia comportamentală** " este o lucrare al cărei subiect rupe tradiția abordărilor climatologice consacrate și deschide calea cercetării relațiilor existente între condițiile climatice și comportamentul uman. Tema este vastă și extrem de dificilă. Fascinantă prin amploarea și ineditul efectelor pe care clima le are asupra omului și paralizantă prin complexitatea și caracterul mijlocit care obscurizează adesea respectivele legături de dependență, ea pretinde cercetătorului incursiuni adânci, riguros specializate, nu numai în domeniul climatologiei, meteorologiei, ci și în domeniul geneticii, medicinei și psihologiei.

Fără a avea pretenții de exhaustivitate, considerăm că, în cadrul prezentei lucrări, au fost decelate, până la epuizare, toate, sau aproape toate, posibilele forme de influență pe care clima, locală sau globală, le exercită asupra comportamentului uman, individual sau colectiv, insistând asupra valențelor lor stimulative sau restrictive, în scopul vizibil de a compune o imagine interconectivă cât mai completă.

Astfel, multitudinea formelor de manifestare ale relației analizate se reflectă prin însăși tematica lucrării, care dezbate amploarea fenomenului corelativ, demontându-l în dimensiunile detaliate ale efectelor proprietăților atmosferei, factorilor meteorologici sau oscilațiilor climatice asupra comportamentului uman biologic și psihologic, individual sau colectiv, ocazional sau permanent.

Tema acestei lucrări nu are numai un rol teoretico-explorativ, menit să inițieze noi direcții de cercetare comparativă, ci și un rol practico-aplicativ, destinat să ofere cercetătorilor și cursanților în " Studii aprofundate de climatologie aplicată" un util îndreptar de termeni, formule și indicatori pentru uzul unor științe asociate climatologiei, cum ar fi biometeorologia, climatologia medicală, meteoropatologia, climatoterapia, etc., precum și o bază factuală de apreciere a strategiilor de planificare a diverselor activități umane : sportive, turistice, militare, economice.

Dar mai presus de acestea, lucrarea de față încearcă să promoveze o concepție novatoare cu privire la modul în care resursele sau riscurile climatice pot optimiza sau, dimpotrivă, limita amplitudinea potențialului biologic și intelectual al indivizilor sau colectivităților umane, dovedind cu prisosință că, în ciuda avatarurilor tehnologiei moderne, printr-o cunoaștere complexă și adecvată a mecanismelor intime de interacțiune cu mediul natural înconjurător, omul își poate dezvolta capacitatea creativă la niveluri performante, care printr-un efect de feed-back pozitiv, să determine îmbunătățirea comportamentului cultural de adaptare la condițiile ambientale date.

**A u t o r i i**

# 1. INFLUENȚA ELEMENTELOR ATMOSFERICE ASUPRA FIZIOLOGIEI UMANE

Omul este o ființă cosmică care nu se poate sustrage influențelor externe. Însă din fericire pentru el, învelișul de aer din jurul planetei pe care o populează constituie un eficient strat-tampon care atenuază acțiunea extremă a factorilor cosmici, permițând întreținerea funcțiilor vitale care-i asigură supraviețuirea fiziologică. Atmosfera terestră deține o serie de proprietăți care, prin efectul lor conjugat sau separat, determină tipul mecanismelor de reglare și integrare fiziologică a organismului uman. Acesta dezvoltă reacții flexibile care favorizează adaptarea dinamică a întregului sistem fiziologic, astfel încât nivelul său funcțional să nu scadă sub parametrii săi limită. Din acest motiv, diverșii senzori fiziologici nu numai că avertizează sistemele centrale de control metabolic asupra variabilității factorilor meteorologici, dar și diminuează agresivitatea acestora, asigurând deplina protecție a structurilor biochimice interne. În unele situații, intensitatea și amploarea solicitărilor atmosferice întrec limitele potențialului fiziologic de adaptare, aducând grave prejudicii echilibrului intern care, în absența unor măsuri imediate, poate fi modificat ireversibil. Pragul "stării de alarmă" diferă de la un individ la altul, de la o populație la alta, în funcție de gradul de adaptare anterioară la condițiile specifice de stress meteorologic, iar labilitatea reflexelor involuntare de reglare fiziologică poate determina comportamente psihice și motrice anormale, favorizând declanșarea unor stări patologice. Omul modern, înconjurat de toate avatarurile super-tehnologiei, pe care el o crede infailibilă, tinde să neglijeze banalele aspecte legate de starea vremii, considerându-se total eliberat de influența lor zilnică, sezonieră sau anuală. Simpla protecție împotriva efectelor atmosferice vizibile (precipitații, vânt) nu oferă soluția integrală pentru anularea influențelor externe deoarece acțiunea, deseori insesizabilă dar pătrunzătoare, a unor forțe atmosferice nevăzute (electricitatea atmosferei, gradul de ionizare a aerului etc.) poate determina deteriorarea "barometrului fiziologic" al acestui om supraincrezător în forțele sale, provocându-i o stare confuză de disconfort care, în mod inevitabil, îi va afecta starea psihică cotidiană. Însă, din cauza inexistenței unui climat ideal, în care acesta să fie ferit de agresivitatea ocazională sau permanentă a elementelor climatice, el trebuie să-și conștientizeze dimensiunea biometeorologică și să adopte comportamente voluntare care să-i asigure protecția fiziologică necesară.

Fiind o ființă meteorosensibilă, omul trebuie să țină cont de factorii meteorologici sau microclimatici care-i determină atmosfera ambientală în care își desfășoară activitatea, pentru a putea preveni eventualele situații de risc ce îi pot afecta productivitatea și creativitatea

## 1.1. DENSITATEA AERULUI

Densitatea aerului variază amplu de la o regiune geografică la alta, în funcție de condițiile specifice de temperatură, presiune, umezeală a aerului și altitudine. În mod normal, densitatea aerului nu constituie un factor major de influență fiziologică, dar efectul acestei proprietăți atmosferice nu mai poate fi neglijat în zonele populate situate la altitudini considerabile (4.000 m în Mt.Anzi și 6.000 m în Podișul Tibet) sau în regiunile cu climat tropical-umed (Asia de Sud-Est), unde, din cauza scăderii extreme a presiunii atmosferice, în primul caz, și a creșterii temperaturii și umidității aerului, în al doilea caz, valorile densității atmosferice scad sensibil, afectând eficiența reacțiilor motrice ale indivizilor.

Astfel, se apreciază că, prin scăderea densității aerului, pierderile energetice suferite de organismul uman în timpul efectuării unui lucru mecanic vor fi mult mai reduse, datorită diminuării forței de frecare rezultată în urma scăderii corespunzătoare a rezistenței aerului. Numai pe această bază se poate explica uimitoarea capacitate de efort mecanic a unor grupuri de amerindieni (din zona andină) sau șerpași (din zona tibetană) care, deși trebuie să învingă neajunsul creat prin insuficiența volumului de oxigen inspirat ( $VO_2$  max.), reușesc să efectueze munci fizice grele, cu intensități energetice de peste 400 W, la înălțimi obișnuite de 6 000 m.

Acest "avantaj cinetic", pus pe seama scăderii densității aerului, este intens utilizat în probele sportive, care încearcă să obțină îmbunătățirea performanțelor cronometrice și de distanță. Așadar, din calculele balistice efectuate, rezultă că, din acest motiv, la aruncarea greutății se pot câștiga 5,8 cm, la ciocan - 53 cm, la suliță - 69 cm, iar la disc - 162 cm. De asemenea, la probele de viteză, performanțele sportive se pot îmbunătăți cu 10% pe distanțele de 400 m, 5 000 m și 10 000 m și cu 36% la 800 m alergare.



Aceste efecte au fost sesizate cu surprindere cu prilejul ediției din 1968 a Jocurilor Olimpice de Vară, desfășurate la Ciudad de Mexico (Mexic), în condițiile unui climat tropical-umed caracteristic altitudinii de 2.260 m, despre care se credea că va avea un efect negativ asupra sporturilor ce necesită un consum energetic predominant aerob. Acțiunea "adjuvantă" a densității aerului a anulat însă efectul contrar al hipoxiei (insuficiență respiratorie de oxigen) favorizând obținerea, la aceste discipline sportive, a unui număr de recorduri olimpice egal cu cel al edițiilor precedente.

## 1.2. GRAVITAȚIA

Gravitația este o însușire a atmosferei terestre care influențează eficiența mișcărilor kinestezice ale corpului omenesc. Valoarea sa normală de la nivelul suprafeței terestre ( $9,81 \text{ m/s}^2$ ) determină formarea unei forțe de gravitație orientată, pe direcție verticală, spre centrul Pământului, care exercită o presiune conformă asupra centrului individual de greutate (gravitație), asigurând menținerea echilibrului său ortostatic. În poziție verticală, centrul de greutate al unui bărbat adult este situat în regiunea coapselor, la 56-57% din înălțimea sa totală (măsurată de la podea), la femei, acesta fiind plasat mai jos (la 55% din înălțimea lor totală) datorită taliei lor mai reduse. În timpul unei acțiuni motrice, centrul de greutate (gravitație) se deplasează în direcția mișcării, cu o viteză medie a cărei valoare reprezintă semisuma vectorilor de viteză din momentul inițial (starea de repaos) și cel final (mișcarea uniform accelerată efectuată în intervalul de timp considerat).

În spațiul cosmic însă, absența gravitației determină alterarea sistemului de echilibru static sau cinetic, mișcările corpului omenesc suferind accelerații din ce în ce mai ridicate, care îi impun un comportament motric dezordonat, lipsit de coordonare kinestezică. Aceste efecte se relevă în mod special în timpul revenirii pe Pământ, printr-o acută dezadaptare la gravitația terestră.

Studiile efectuate pe cosmonauți și astronauți au arătat că, în absența condițiilor gravitaționale terestre specifice, organismul uman suportă modificări fiziologice semnificative, îngrădindu-i libertatea de mișcare și acțiune.

**1.2.1. Tulburările ortostatice** se datorează modificării sistemului de distribuire a sângelui în organism. Prin dispariția componentei gravitaționale a presiunii hidrostactice din vasele sanguine, sângele nu se mai acumulează în partea inferioară a corpului, cum este normal în poziția verticală terestră, ci se redistribuie în favoarea extremităților superioare, dând astronautului impresia de plenitudine cefalică exprimată prin senzația de "a fi cu capul în jos".

Într-o primă fază, aceasta va determina, prin reacții succesive, pierderea, în primele 6 zile de zbor, a unui important procent de masă corporală. Mai întâi, prin intensificarea transportului sanguin din interiorul venelor jugulare, fizionomia se rotunjește și se "umflă", în detrimentul circulației cardiace și toracice care se diminuează. Volo-receptorii nervoși plasați la acest nivel vor stimula, pentru compensare, mărirea volumului sanguin toracic care, la rândul său, determină diminuarea secreției de hormoni antidiuretici (ADH), ce controlează metabolismul hidromineral, impunând intensificarea pierderilor hidrice (700 ml/zi) și diminuarea senzației de sete.

Într-o a doua fază, apreciabilele pierderi hidrice (peste 60%) determină scăderea conținutului de sodiu (Na) și potasiu (K) din volumul sanguin circulant, favorizând reducerea cu 8% a masei de globule roșii aflate în circulația sistemică și atrofierea masei musculare. În aceste condiții, diminuarea reflexelor cardiovasculare de luptă împotriva gravitației determină o accentuată intoleranță ortostatică, astfel încât, în poziție de repaus, corpul omenesc adoptă o poziție de tip fetal, caracteristică în absența gravitației.

Faza de adaptare fiziologică se produce de abia la sfârșitul a 4-6 săptămâni de ședere în spațiul cosmic, prin instalarea unei noi stări de echilibru hidroelectrolitic care permite restabilirea capacității motorii. Pentru atenuarea efectelor anterioare, cosmonauții trebuie să se supună unor complicate programe de pregătire fizică, care să le permită anularea restricțiilor vasomotrice și menținerea unui tonus muscular funcțional.

**1.2.2. Dispariția reflexelor musculare voluntare** se datorează scăderii extreme a presiunii gravitaționale exercitate asupra aparatului osos și muscular.

În primul rând, datorită intenselor pierderi minerale suferite (6 gr. calciu, 222 gr. fosfor și 4 gr. azot pe zi), sistemul osos este supus unui marcant proces de decalcifiere, ilustrat prin gravele deformări ale calcaneului, care se micșorează cu 4,5-7,9%.

În al doilea rând, mărirea volumului discurilor intervertebrale determină distensia coloanei vertebrale, astfel încât înălțimea totală a corpului crește cu aproximativ 2,5 cm.

În al treilea rând, fenomenul de "topire" musculară, reprezentat prin pierderea unui volum de peste 800 cm<sup>3</sup> de masă musculară, determină alterarea reflexelor musculare, provocând, la revenirea pe Pământ, grave tulburări ale mersului și dureri musculare.

Pentru prevenirea acestor efecte negative, astronauții trebuie să poarte "pantaloni anti-G(ravitație)", prevăzuți cu greutate suplimentare (80 kg.) care să permită deplasarea centrului de greutate spre direcția membrilor inferioare, asupra cărora se exercită o presiune permanentă de 90 mm Hg, în vederea atenuării presiunii de 10 mm Hg de la nivelul taliei. Pe complexul orbital SKYLAB s-a folosit dispozitivul *Sandows*, alcătuit dintr-o placă de teflon rulantă, pe care astronauții trebuiau să efectueze 90 de minute de exerciții musculare tip "du-te-vino", împotriva unei forțe verticale echivalente greutății corpului lor de la sol.

**1.2.3. Orientarea spațială și locomoția** reprezintă complexe procese fizio-motorii de integrare a informațiilor primite de la diverși receptori.

Cel mai grav afectat va fi aparatul otolitic, localizat în urechea internă, care reprezintă singurul receptor fiziologic specializat în menținerea echilibrului gravitațional al corpului omenesc. Acesta este alcătuit din membrane ce conțin otolite (cristale de carbonat de calciu - CaCO<sub>3</sub>), care adăpostesc cilii celulelor senzoriale. În absența gravitației, prin deformarea cililor, celulele senzoriale nu mai fac distincția între valoarea și direcția celor două tipuri de accelerație motorie (liniară și unghiulară), astfel încât, componenta unghiulară dispare, iar cea liniară, care însoțește mișcările corpului, se intensifică, provocând starea de cinetoză (rău de transport).

Aceasta se datorează fenomenului de basculare reflexă a ochilor spre spate, producând iluzia mișcării în picaj a corpurilor, dispariția noțiunii de sus-jos, dezorientare, incapacitatea coordonării gesturilor, tulburări de echilibru, care îmbracă forme patologice reprezentate prin stări de indispoziție, greață, vărsături. Pentru a împiedica apariția și perpetuarea simptomelor de "cinetoză spațială", astronauții trebuie să efectueze un lung antrenament în "fotoliul turnant", care să le permită adaptarea corespunzătoare a pragului percepției motorii.

De asemenea, deformarea canalelor semicirculare din aparatul vestibular, specializate în reglarea accelerației unghiulare care însoțește mișcările de rotație ale corpului, determină dispariția sensului de orientare, materializat prin confuzie spațială, obținută prin suprapunerea celor trei câmpuri dimensionale.

În plus, receptorii cutanați își pierd funcția de înregistrare a senzației de presiune, generată, în prezența câmpului gravitațional normal, prin atingerea corpurilor din jur, accentuând starea de dezorientare.

În aceste condiții, efectul absenței gravitației asupra activităților locomotoare depinde de natura acestora. Astfel, muncile fizice mai grele ridică probleme pe plan mecanic, datorită lipsei de coordonare a gesturilor. Pentru prevenirea unor situații de incapacitate motorie, astronauții trebuie să-și însușească în prealabil, prin învățare repetată, întreaga gamă de activități pentru care, probabil, vor fi solicitați în timpul zborului.

**1.2.4. Somnul și igiena personală** necesită o atenție deosebită deoarece, în absența gravitației, acestea vor suferi serioase perturbări.

La început, se înregistrează lipsa somnului, nu atât datorită dispariției ritmului nictemeral (zi-noapte), cât mai ales datorită lipsei senzației de contact sau de presiune a analizatorilor cutanați (situați pe suprafața corpului omenesc), cu patul. După trecerea perioadei de acomodare agravitațională, durata și profunzimea somnului revin la normal. Stadiile 1 (de adormire) și 2 (somm ușor) nu sunt afectate; în schimb, durata somnului din stadiile 3 și 4 (somm profund) crește sensibil.

În timpul misiunilor efectuate în spațiul cosmic, astronauții nu au acuzat probleme deosebite de ingestie, digestie și excreție. Cu toate acestea, ei trebuie să dispună de un regim alimentar de 2.500-3.000 Kcal/zi, mult îmbunătățit în substanțe minerale vitale (Ca, K, Na). Aceasta face ca volumul total al hranei transportate să depășească uneori câteva tone, ridicând probleme serioase de menținere a greutateii optime a vehiculului.

Singura problemă nesatisfăcător rezolvată se referă la reciclarea și epurarea microclimatului creat în cabina spațială etanșă, care poate constitui un stress fiziologic la fel de important ca și cel datorat absenței gravitației sau acțiunii radiațiilor solare și cosmice.

### 1.3. CANTITATEA DE OXIGEN

Cantitatea de oxigen conținută în aerul atmosferic din diferite regiuni geografice influențează intensitatea proceselor energetice ale metabolismului uman, prin absorbția și transportul său în aparatul respirator, cardiovascular și muscular. În mod normal, concentrația acestui element chimic în atmosfera terestră inferioară atinge valoarea de 20,94%, manifestând tendințe de scădere în sens altitudinal.

Volumul de oxigen inspirat ( $VO_2$ ) reprezintă un important indicator al condiției fizice individuale, permițând evaluarea capacității de efort în diferite medii și tipuri de activități umane. În mod teoretic, prin consumarea unui litru de oxigen, organismul uman degajă o putere energetică de 5 Kcal, dar în realitate, energogeneza îmbracă forme diferite în funcție de volumul maxim de oxigen ( $VO_2$  max.) disponibil în aerul inspirat, de greutatea corporală proprie și de tipul de efort depus.

Astfel, în stare de repaus, un om cu greutate medie consumă în jur de 3,5 ml  $O_2$ /kg de greutate corporală în timp de 1 minut (ml/kg-1/min-1), dar în timpul efortului,  $VO_2$  crește de aproape 10-20 de ori, atingând valori de 42 ml/kg-1/min-1 în timpul eforturilor maxime (cum ar fi probele sportive de maraton).

Femeile au un  $VO_2$  max. cu 10-15% mai redus decât al bărbaților datorită nivelului mai scăzut al hemoglobinei din sânge și țesutului adipos suplimentar, ceea ce face ca, în probele sportive feminine, valoarea timpilor de performanță să fie mai scăzută decât cea a bărbaților.

Volumul total de oxigen conținut în aerul atmosferic scade pe măsura creșterii altitudinii, mai întâi constant, iar apoi din ce în ce mai rapid la înălțimi de peste 6.000 m, determinând scăderea corespunzătoare a capacității de efort.

Dacă în zonele situate la altitudini mici și medii, efectele acestei slabe variații sunt insesizabile, în regiunile situate la mari înălțimi (Podișul Tibet, Munții Anzi), ele compun un adevărat **stress** fiziologic, limitând posibilitățile energetice ale indivizilor neaclimatizați.

În schimb, populația indigenă, adaptată la condițiile hipoxiei (insuficienței respiratorii de oxigen), nu manifestă semne clinice, putând desfășura orice fel de activități fizice, fără vreo restricție fiziologică. Velasquez (1969) a demonstrat aceste efecte diferențiale printr-un studiu comparativ efectuat pe loturi egale de indieni din Lima (situată în Peru, la nivelul mării) și Morocochas (amplasată la peste 5.500 m altitudine în Anzii Peruvieni), care au fost supuse unor teste de oboseală ce constau din alergarea pe o pantă de 11%, cu o viteză de 132,4 m/min., echivalând cu un efort fizic moderat, efectuat la o altitudine simulată de 10.000 m (Tabel 1).

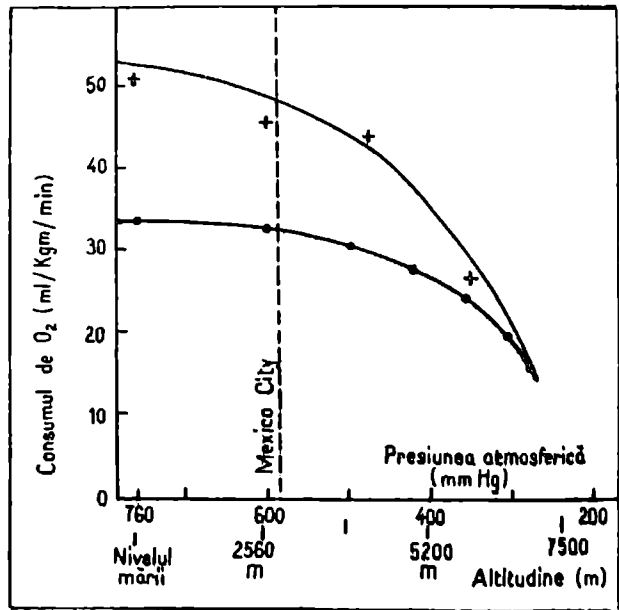
**Tabelul 1.** Influența hipoxiei asupra capacității de efort.

	Grup locuitori Lima (0 m)	Grup băștinași Morocochas (5500 m)
Timp de toleranță mediu	34 min.	59 min
Maxim	60 min.	96 min.
Distanța parcursă	4,55 km	7,85 km
VO <sub>2</sub> consumat	2,66 ml/min.	2,43 ml/min.
Eficiența netă	19,9	22,2

Rezultatele experimentului au arătat în mod clar că hipoxia de altitudine limitează posibilitățile energetice ale indivizilor neacclimatizați, ea putând fi tolerată numai în condițiile unei adaptări genetice. De fapt, insuficiența respiratorie de oxigen declanșează în organism o serie de reacții fiziologice (glicoliza anaerobă), care determină creșterea, cu 66-70%, a conținutului de mioglobină din mușchi, în vederea măririi volumului de stocare a substanțelor energizante interne. Această proprietate fiziologică este intens exploatată în antrenamentul sportiv, care, desfășurat în condiții de hipoxie naturală, poate determina sporirea intensității efortului maximal și îmbunătățirea performanței sportive.

În condiții normale, reducerea altitudinală a VO<sub>2</sub> atrage după sine scăderea toleranței la efort; datele experimentale efectuate pe sportivi arătând că la 2.250 m altitudine se pierde 6-8% din capacitatea totală de efort, la 3.000 m - 10%, la 4.500 m - 20%, la 6.000 m - 50%, la 7.500-8.000 m - 80-90%. De altfel, observăm că, dacă la nivelul mării, VO<sub>2</sub> consumat în timpul mersului obișnuit este inferior celui solicitat de eforturi fizice intense, la altitudini de peste 7.000 m, acesta se egalizează pentru ambele tipuri de exerciții fizice, anulând orice tentativă de a presta o activitate motorie normală (Fig. 1). Cu toate acestea, prin strategii speciale de antrenament, hipoxia poate deveni un factor adjuvant, impunând tipul de efort care poate avantaja anumite ramuri sportive.

**Fig.1.** Volumul maxim de oxigen consumat în timpul efortului (curba de sus) și în timpul mersului obișnuit (curba de jos) la diferite altitudini.



În practica medicinei sportive curente se înregistrează două forme de efort fizic: anaerob (ce se obține pe baza arderilor metabolice, fără participarea directă a oxigenului) și aerob (obținut pe baza arderilor oxidative celulare cu participarea directă a oxigenului), care, printr-o combinație rațională, pot determina îmbunătățirea performanței sportive.

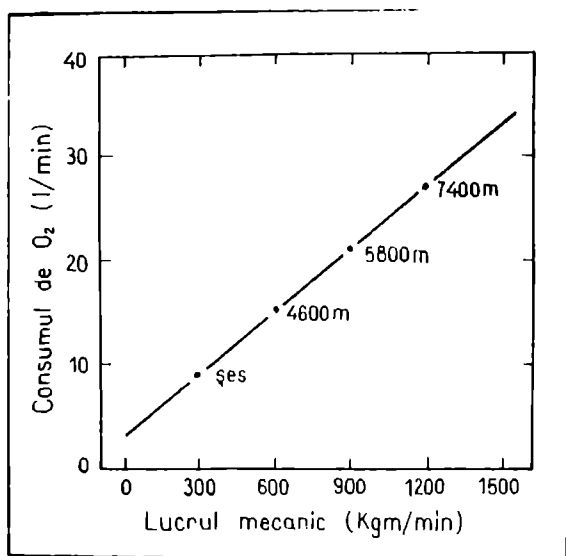
Astfel, în timpul efortului anaerob, organismul acumulează un deficit de oxigen, care e lichidat la câteva secunde după încetarea efortului. În această fază, se poate atinge cea mai mare intensitate posibilă a efortului fizic, dar numai timp de 8-45 secunde, avantajând probele de viteză sau forță explozivă. În schimb, în probele de rezistență, efortul aerob maxim este limitat prin creșterea consumului de oxigen, arderile energetice fiind asigurate pe baza resurselor anaerobe (Tabel 2).

**Tabelul 2.** Natura efortului fizic pe diferite distanțe de concurs.

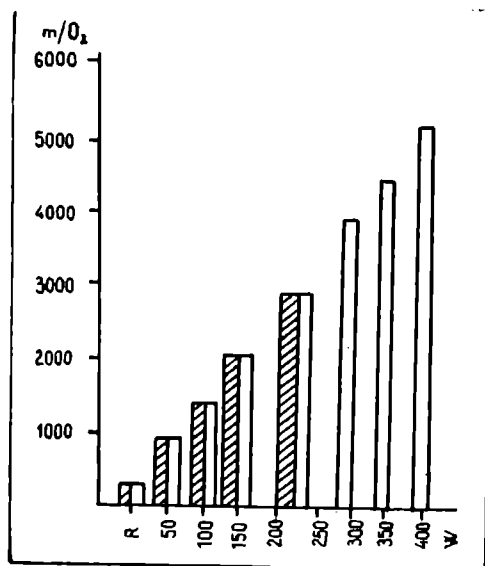
Distanța	Proces energetic		Datoria de O <sub>2</sub> (%)	Pierderi energetice (%)
	(l) anaerob	Aerob		
200 m	90	10	12	-2
400 m	75	25	16	-4,4
800 m	55	45	18	-5,2
1.500 m	35	65	18	-5,6
5.000 m	10	90	18	-14,4
10.000 m	5	95	16	-28,8

Tehnicile speciale de antrenament trebuie să țină cont de aceste premise energetice, pentru a permite dozarea volumului, intensității și duratei efortului, astfel încât lucrul mecanic efectuat să se mențină în parametri funcționali. Astfel, în cazul probelor sportive ce solicită eforturi aerobe, volumul efortului de antrenament se reduce cu 10-15%, prin lungirea duratei și sporirea numărului de pauze cu 50%. De asemenea, antrenamentul sportiv nu se va desfășura mai târziu de orele 18-19, pentru a preveni cumulara efectelor hiperexcitabilității motorii și corticale, care pot agrava procesul de refacere fiziologică a sportivilor prin accentuarea insomniei. La început, se va efectua un antrenament ușor, iar apoi, intensitatea efortului va crește constant până se atinge nivelul normal anterior, dar între succesele exerciții repetitive se vor adopta intervale mai lungi de repaus.

**Fig.2.** Relația dintre consumul de oxigen (l/min) și lucrul mecanic (kgm) efectuat la diferite altitudini.



**Fig. 3.** Consumul de oxigen la diferite trepte de efort pentru subiecți neantrenați (coloane hașurate) și sportivi.





Însă nivelul performanței sportive nu depinde numai de tipul energetic al efortului depus (aerob sau anaerob), ci și de intensitatea acestuia, exprimată prin cantitatea de lucru mecanic efectuată în unitatea de timp. După cum se observă și în Figura 2., lucrul mecanic eliberat la diverse niveluri altitudinale depinde de volumul disponibil de oxigen, iar acesta, la rândul său impune limitele de intensitate ale efortului fizic. Astfel, oamenii neantrenați, dispunând de o capacitate mai redusă de efort aerob, sunt nevoiți să se oprească la treapta la care efortul are o intensitate de numai 225 W, pe când maratonistii de performanță, aclimatizați la condiții hipoxice prin antrenamente la altitudine, dezvoltă o putere energetică de 400 W, îmbunătățind nivelul performanței sportive (Fig.3).

În practica sportivă, intensitatea efortului fizic se gradează în funcție de consumul de oxigen și durata sa în :

- maximală, în probele de rezistență cu regim de viteză sau forță explozivă (rezistență neuromusculară) (alergare pe 100 și 200 m, sărituri și aruncări) cu durate de 8-15 secunde. În aceste tipuri de eforturi predomină consumurile energetice anaerobe, care pot totaliza peste 1.000 ml oxigen;

- submaximală, în probele de rezistență cardiovasculară (alergări pe distanțe de 400-10.000 m) cu durate de 40-60 secunde. Tipurile energetice de efort se succed în ritmuri alternante, ele devenind cu atât mai aerobe cu cât distanța ce trebuie parcursă este mai mare, iar consumul de oxigen depășește 3.000 ml.

- moderată, în probele de rezistență energetică (maraton, canotaj, înot), în care predomină procesele aerobe, cu durate mai mari de 60 minute și care ating consumuri de oxigen de cca 5.000 ml.

În mod teoretic, intensitatea optimă a eforturilor fizice efectuate în timpul probelor sportive este cea care ridică consumul de oxigen la 70% din  $\text{VO}_2$  max. al sportivului, specific proceselor energetice predominant aerobe. De aceea, pentru a spori toleranța sportivilor la consumuri interne reduse de oxigen, și pentru a dezvolta calități motrice intens aerobe, care favorizează probele energetice explozive, antrenorii sportivi apelează invariabil la soluția unică a aclimatizării sportivilor la hipoxia cronică, prin efectuarea unor stagii de pregătire fizică la altitudine, cu durate de 2-3 săptămâni înaintea tuturor competițiilor importante.

Efectele fiziologice ale hipoxiei de altitudine se transpun, pe plan social, prin tendința de diminuare a dimensiunilor populaționale, datorită scăderii ritmului fertilității naturale. În grupurile sociale răspândite în spațiul andin, căsătoriile se fac la vârste timpurii, iar vârsta medie a primei sarcini este mult devansată, în scopul atenuării efectelor negative ale hipoxiei de altitudine. De asemenea, pentru a-și menține nealterat tiparul numeric al familiei, muntanii bogați (mestizo) își trimit soțiile însărcinate în zonele de mică altitudine, în vederea asigurării condițiilor optime de gestație.

Asemenea reacții culturale demonstrează flexibilitatea comportamentului uman, care, în absența unor pârghii fiziologice acționate prin mecanisme voluntare, este forțat să se supună limitelor de dezvoltare impuse de solicitări specifice (în cazul de față, hipoxia de altitudine), dar, totodată, să adopte eficiente măsuri de protecție individuală și colectivă.

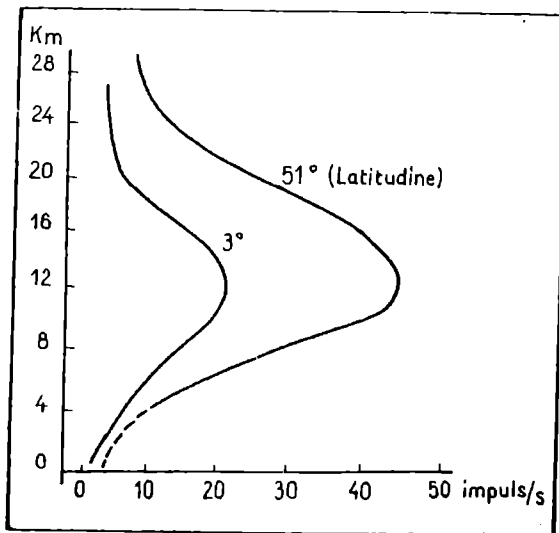
#### 1.4. IONIZAREA AERULUI

Ionizarea aerului este o proprietate a atmosferei terestre cu profunde implicații asupra proceselor fundamentale ale metabolismului energetic uman.

Presiunea continuă pe care vântul solar o exercită asupra câmpului magnetic terestru face ca, din centurile de radiații ale Pământului, să evadeze permanent particule care, urmând traiectorii helicoidale de-a lungul liniilor de flux ale câmpului magnetic, pătrund adânc în atmosferă și ionizează moleculele din componența aerului.

Gradul de ionizare a aerului scade pe măsura creșterii latitudinii (maximul de ionizare înregistrându-se în dreptul latitudinilor temperate, datorită intensității mai mari a radiațiilor ionizante și grosimii mai mici a stratului de aer (8-9 km) (Fig.4), și altitudinii (valori maxime de ionizare atingându-se în stratul de aer situat până la înălțimea de 20 km, caracterizat prin valori ridicate ale densității aerului).

Fig.4. Variația concentrației de ioni in latitudine

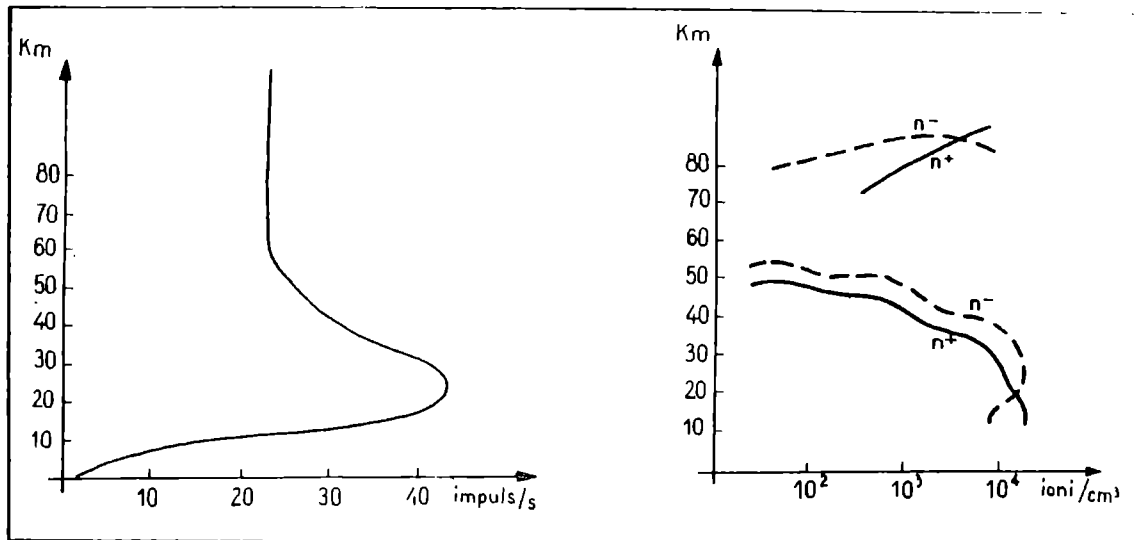


De fapt, diagramele variației altitudinale ale ionizării aerului, întocmite de Whipple Jr. (1965) pe baza datelor culese de rachetele V2 deasupra Canadei, relevă tendințe diferite de niveluri altitudinale (Fig.5).

Astfel, procesele de ionizare încep să se facă simțite doar mai jos de înălțimea de 40 km, la care atmosfera terestră devine relativ mai consistentă, pentru a atinge valori maxime în jurul altitudinii de 20 km, unde aerul este sensibil mai dens și poate absorbi cea mai mare parte a radiațiilor corpusculare solare.

La 10-km înălțime față de suprafața terestră, cantitatea de ioni se menține ridicată datorită propagării în "cascadă" a proceselor de ionizare, deși intensitatea radiațiilor solare secundare (corpusculare) se reduce la jumătate, dar în același timp, raportul calitativ al ionilor se inversează, astfel încât ionii pozitivi îi exced cantitativ pe cei negativi, care suferă procese de absorbție electrostatică produsă de vârfurile dipolilor noroși. La nivelul suprafeței terestre, cantitatea de ioni se diminuează sensibil, ca urmare a reducerii rapide a intensității radiațiilor solare ionizante, dar prezintă mari variații spațiale și temporale, în funcție de distribuția surselor artificiale de ionizare a aerului și de evoluția factorilor de ionizare.

Fig.5. Variația concentrației de ioni în altitudine.

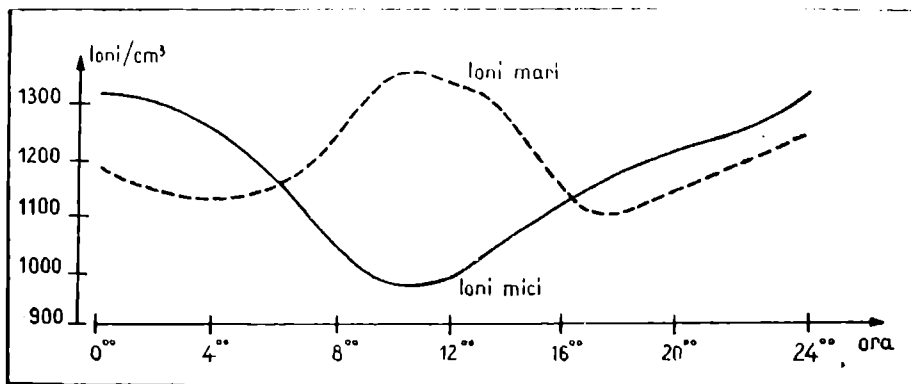


Ionii existenți în stratul de aer din apropierea suprafeței terestre au diferite stări fizice și origini chimice, datorită diversității elementelor chimice din compoziția atmosferei și modului diferit de ionizare. Din punct de vedere chimic, ionii pot fi:

- gazești instabili, produși în urma acțiunilor de rupere mecanică a electronilor, cum ar fi:  $N_2^+$ ,  $N_2^-$ ,  $O_2^+$ ,  $O_2^-$ ,  $NO^+$ ,  $NO^-$ ,  $CO_2^+$ ,  $CO_2^-$ , etc.
- gazești de structură, rezultați în urma procesului de evaporare a apei:  $OH^-$  și  $H_3O^+$ .
- lichizi de structură, rezultați prin condensarea ionilor gazești de apă sub formă de picături microscopice, conținând un număr inegal de ioni  $OH^-$  și  $H_3O^+$ .

Din punct de vedere al stării lor fizice, ionii pot fi clasificați în funcție de dimensiunile lor efective în: ioni mici (din care fac parte ionii gazești instabili și ionii gazești de structură:  $N_2^+$ ,  $N_2^-$ ,  $O_2^+$ ,  $O_2^-$ ,  $NO^+$ ,  $NO^-$ ,  $OH^-$ ,  $H_3O^+$  etc.), ioni mijlocii (care rezultă din condensarea vaporilor de apă sub formă de picături ultrafine) și mari (formați prin condensarea vaporilor de apă pe cristale microscopice de gheață sau particule de praf ce îndeplinesc rolul de nuclee de condensare). Datorită atracției electrostatice naturale, o parte din ionii mici se asociază, formând ionii mijlocii, din care rezultă apoi ionii mari. De exemplu, geneza ionilor mari poate fi demonstrată de evoluția zilnică naturală a ionilor mici, în care se observă cum nivelurile cele mai scăzute ale concentrației de ioni mici corespund nivelurilor maxime ale concentrației de ioni mari și invers (Fig.6).

**Fig.6.** Evoluția zilnică a concentrației de ioni pe teritoriul României.



Din punct de vedere al mobilității lor (redată prin viteza de circulație a ionilor într-un câmp electric etalon cu valoarea de 1 volt/cm), ionii pot fi: ușori (cu viteze de 0,1-2 cm/s), medii (cu viteze de 0,001-0,1 cm/s) și grei (cu viteze sub 0,0001 cm/s).

Din cele prezentate anterior, rezultă că ionii mici au un comportament fizic și chimic cu totul diferit de cel al ionilor mari, ei exercitând forțe diferențiate de influență asupra organismului uman.

În primul rând, ionii mici din atmosferă, între care figurează cu prioritate oxigenul ( $O_2^+$  și  $O_2^-$ ) și apa ( $OH^-$  și  $H_3O^+$ ), afectează procesele tisulare implicate în metabolismul energetic, care funcționează, în principal, pe baza aportului extern de oxigen.

Astfel, aerul cu un conținut mai ridicat de ioni pozitivi, de oxigen, fiind puternic oxidant, va facilita creșterea rezervelor energetice ale organismului uman prin intensificarea funcțiilor celulare, în schimb, aerul cu un conținut mare de ioni negativi, de oxigen, fiind mai puțin oxidant, va determina diminuarea resurselor energetice ale celulelor. În acest sens, testele comparative efectuate pe subiecți voluntari afectați de diverse procese patologice, au arătat că excesul de ioni pozitivi a determinat creșterea gradului de morbiditate, în timp ce, prin expunere la un tratament cu ioni negativi, numărul îmbolnăvirilor a scăzut simțitor (Poliuc A., 1984).

Procesul principal de oxidare tisulară este **fosforilarea oxidativă**, care are loc în particulele tripartite Fernandez-Moran, înglobate în membrana internă a mitocondriilor celulare, și constă dintr-o reacție de tip redox cuplată cu una de "fosforilare" într-un mecanism complex, al cărui principal agent motor îl reprezintă transferul electronilor, captați de la atomii de hidrogen celular, spre moleculele de oxigen atmosferic, printr-un bogat echipament enzimatic organizat într-un lanț de donatori și acceptori cu forte electron-motrice diferite.

În cazul în care, volumul total de oxigen atmosferic inspirat de un individ conține cantități egale de ioni de semn contrar, procesul de fosforilare oxidativă se desfășoară ca și cum în celule ar exista numai oxigen neutru ( $:O - O:$ ). Dar, dominanța unui singur tip de ioni de oxigen va face ca bilanțul general al procesului de fosforilare oxidativă să fie dirijat de reacția separată, corespunzătoare tipului de ion în exces existent la un moment dat în celule. Astfel, excedentul de ioni pozitivi mărește eficiența procesului sus-menționat, iar cel de ioni negativi o diminuează.

Spre deosebire de oxigen, apa poate pătrunde din mediul extern în cel intern nu numai prin epiteliul pulmonar, în timpul inspirației, ci și prin cel gastric, prin ingerarea de lichide. Ionii specifici ai apei ( $H_3O^+$  și  $OH^-$ ) sunt înglobați în fondul de apă liberă al organismului, căruia îi modifică echilibrul acido-bazic. Această reacție electrochimică se produce în funcție de tipul excedentar de ioni.

Prin urmare, ionii negativi ( $OH^-$ ), care prezintă un deficit de protoni, măresc valoarea indicelui pH ( $pH > 7,0$ ) imprimând mediului intern un caracter bazic, în timp ce ionii pozitivi ( $H_3O^+$ ), cu exces de protoni, scad valoarea indicelui pH la niveluri acide ( $pH < 7,0$ ).

În acest fel, când mediul celular are caracter bazic, o parte din echipamentul enzimatic al celulelor devine mai activ, stimulând schimbul de  $H^+/Na^+$ , urmat de absorbția de  $Ca^{2+}$  și  $PO_4^{2-}$  și intensificarea reacțiilor de sinteză; iar când mediul celular are caracter acid, se activează cealaltă parte a echipamentului enzimatic, stimulându-se schimbul de  $H^+/K^+$ , care inhibă absorbția anionilor și cationilor din mediu, astfel încât se intensifică reacțiile de hidroliză.

La nivelul sistemului nervos central, reacțiile acide favorizează procesele de conducție și transmitere sinaptică a impulsului nervos, determinând stări psihice de euforie, excitabilitate, bună dispoziție; în timp ce reacțiile bazice, induse sub acțiunea unui mediu cu un conținut ridicat de ioni negativi, exercită efecte inhibitive, de depresie nervoasă, destindere psiho-somatică.

Exploatând aceste efecte fiziologice, practica medicinei sportive apelează frecvent la metodele de "dezobosire" artificială a sportivilor, prin expunerea lor la surse de ionizare negativă (sisteme electronice de accelerare a electronilor).

Rezulta așadar că, aerul atmosferic este un mediu cu proprietăți electrochimice variabile, care exercită influențe fiziologice diferite în funcție de cantitatea și calitatea conținutului său de ioni.

Din punct de vedere cantitativ, se consideră că aerul natural de la nivelul solului are un conținut normal de ioni mici atunci când numărul acestora este cuprins între 1.500-2.000 ioni/cm<sup>3</sup> aer; este subîncărcat pentru concentrații cuprinse între 800 și 1.500 ioni/cm<sup>3</sup> și supraîncărcat pentru cantități ce depășesc 2.000-100.000 ioni/cm<sup>3</sup> aer.

Din punct de vedere calitativ, se consideră că raportul normal între cantitatea de ioni pozitivi și negativi variază între limitele  $n^+/n^- = 1,2-1,4$ , ce corespund lunilor de vară când organismul uman se află în plenitudinea capacităților sale funcționale; excesul de ioni negativi inducând un raport inferior ( $n^+/n^- = 0,3-1,2$ ), iar cel de ioni pozitivi - un raport superior ( $n^+/n^- = 1,4-2$ ).

Aceste considerații cantitative și calitative au o relevanță deosebită în explicarea mecanismelor energetice celulare, care funcționează pe baza principiului "energiei de activare" (propus de Arrhenius S.) și a "reacțiilor înlănțuite" (emis de Semionov N.N., Hinshelwood C.I. și Pauling L.). Conform acestora, cantitățile mici de ioni conținuți în volumul total de oxigen atmosferic pătruns în celule reprezintă centre de acțiune care declanșează și de la care se propagă în lanț procesul de fosforilare oxidativă, necesar inițierii travaliului celular și tisular curent. Treptele de reactivitate somatică se diferențiază în funcție de cantitatea excedentară de ioni pozitivi sau negativi conținută de aerul atmosferic și de durata expunerii individuale.

Astfel, prin expunerea la mediul aerian cu caracter electrochimic acid, se disting următoarele etape de reactivitate datorat prezenței în exces a ionilor pozitivi ai oxigenului  $O_2^+$  și apei  $H_3O^+$  :

Treapta I - scăderea pragurilor senzitive ale tuturor receptorilor (văz, auz, miros, gust), creșterea vitezei de reacție la orice stimul extern; intensificarea gradului de atenție; creșterea rapidității și corectitudinii deciziilor; predominanța sentimentelor de siguranță, satisfacție, euforie.

Treapta II - pragurile senzitive ale receptorilor scad atât de mult încât stimulii neidentificați în mod curent devin iritanți; viteza de reacție crește foarte mult, astfel încât se execută mișcări mai rapide decât este necesar; instalarea iritabilității nervoase determină scăderea corectitudinii deciziilor; apariția unei stări de agitație, enervare agresivă, tendința spre manifestări violente.

Treapta III - atinge limita patologică care atrage după sine declanșarea insomniilor, cefalee, stress nervos cu manifestări agresive.

Treptele de reactivitate psiho-somatică induse ca urmare a expunerii într-o atmosferă cu caracter electrochimic bazic datorat prezenței în exces a ionilor negativi ai oxigenului  $O_2^-$  și apei  $OH^-$  sunt diferențiate astfel:

Treapta I - creșterea pragurilor senzitive ale tuturor receptorilor (văz, auz, miros, gust); scăderea vitezei de reacție la stimulii externi ca urmare a măririi timpului de integrare și răspuns; scăderea gradului de atenție referitoare la percepția simultană a stimulilor externi; scăderea rapidității și corectitudinii deciziilor; predominanța sentimentelor de incertitudine, insatisfacție, melancolie.

Treapta II - pragurile senzitive ale receptorilor cresc atât de mult încât cortexul cerebral nu mai înregistrează decât intensități mari ale reacției acestora; reducerea vitezei de reacție determină încetinirea ritmului execuțiilor motorii; diminuarea atenției determină întârzierea deciziilor, care de multe ori sunt eronate; apariția unei stări de somnolență, nesiguranță, frică.

Treapta III - atinge limita patologică care atrage după sine o stare de astenie, cefalee, stress psihic cu manifestări depresive.



Incidența acestor stări fiziologice depinde de variația periodică (diurnă și anuală) și neperiodică (în funcție de ciclul activității solare, starea vremii) a complexului atmosferic electro-termo-baric, care se află în continuă schimbare datorită acțiunii radiațiilor solare.

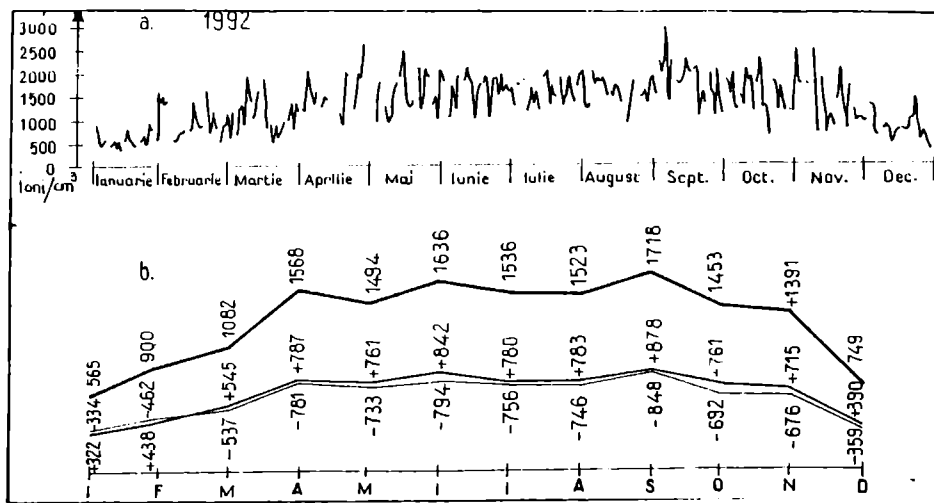
**Regimul diurn** al conținutului atmosferic de ioni mici variază direct proporțional cu valoarea presiunii atmosferice și invers proporțional cu temperatura aerului (vezi Fig.6). Prin urmare, în timpul zilei (ora 6-18), creșterea temperaturii aerului determină, pe de o parte, intensificarea reacțiilor chimice tisulare dar, pe de altă parte, inhibă procesul de dizolvare a  $VO_2$  în plasma sanguină, ca urmare a scăderii presiunii atmosferice. În consecință, efectul de diminuare a  $VO_2$  dizolvat în masa celulară se asociază cu cel de reducere a caracterului oxidativ al aerului, inhibând procesele metabolismului energetic. În compensație, sistemul nervos vegetativ este antrenat imediat în travaliul de integrare și reglare pe axa simpatică, favorizând creșterea consumului energetic al rezervelor (molecule macroergice tip ATP) acumulate anterior în celule. În această situație, reacțiile psiho-somatice, dobândesc un caracter de hiperexcitabilitate, corespunzătoare celor induse prin expunerea într-un mediu puternic ionizat cu ioni pozitivi.

În schimb, în timpul nopții (ora 18-6), situația se inversează, în sensul că scăderea temperaturii aerului inhibă reactivitatea chimică a celulelor dar, totodată, determină creșterea  $VO_2$  dizolvat în plasma sanguină, ca urmare a creșterii presiunii atmosferice. Astfel, aerul atmosferic dobândește proprietăți oxidante superioare, care stimulează intensificarea arderilor energetice tisulare și declanșează mecanismul de integrare și reglare neurovegetativă pe axa parasimpatică, favorizând accelerarea procesului de fosforilare oxidativă, ceea ce permite refacerea rezervelor energetice ale organismului. Până la completa restabilire a echilibrului energetic, organismul va adopta reacții de hipo-activitate psiho-somatică, asemănătoare celor induse prin expunerea într-un mediu puternic ionizat cu ioni negativi.

O imagine complet diferită este oferită de **regimul anual** al concentrației de ioni mici care, de data aceasta, variază direct proporțional cu temperatura aerului și invers proporțional cu presiunea atmosferică. În diagrama întocmită, în acest scop, pentru orașul București (Fig.7), se observă că, pe parcursul unui an calendaristic, cele mai ridicate concentrații minime, medii și maxime de ioni mici se înregistrează în sezonul cald, când, pe fondul unei atmosfere cu proprietăți oxidative superioare, organismul uman dezvoltă reacții psiho-somatice deosebit de active și precise; în timp ce, în cursul

iernii, predominanța situațiilor sinoptice care favorizează persistența aerului cu proprietăți oxidative reduse determină scăderea generală a acuității reflexelor și diminuarea pragurilor senzoriale de reacție.

Fig.7. Evoluția anuală a concentrației de ioni pe teritoriul României. (1992)

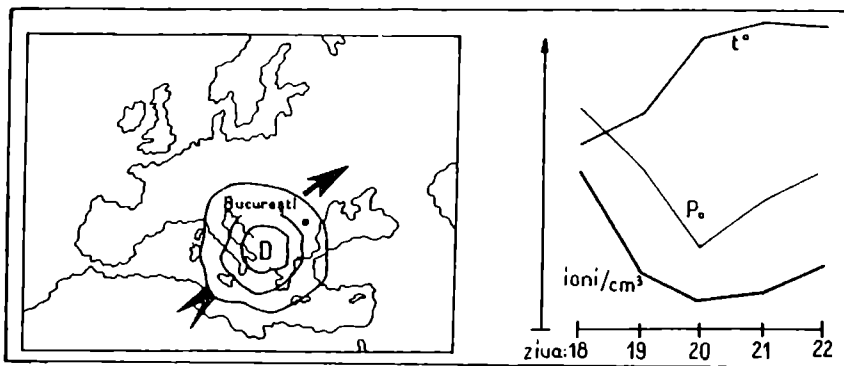


**Variația neperiodică** a concentrației de ioni mici din atmosferă depinde de starea vremii și ciclul activității solare.

În primul caz, tipul masei de aer dezvoltată deasupra unei regiuni geografice imprimă direcția desfășurării proceselor oxidative metabolice.

De exemplu, în situațiile sinoptice datorate invaziei unei **mase de aer tropical**, care menține teritoriul țării noastre într-un câmp baric depresionar, evoluția contradictorie a temperaturii și presiunii aerului determină scăderea concentrației de ioni mici în stratul de aer situat în apropierea solului, dar formarea excedentară a ionilor negativi, care induc stări de intensificare a tonusului nervos (Fig.8).

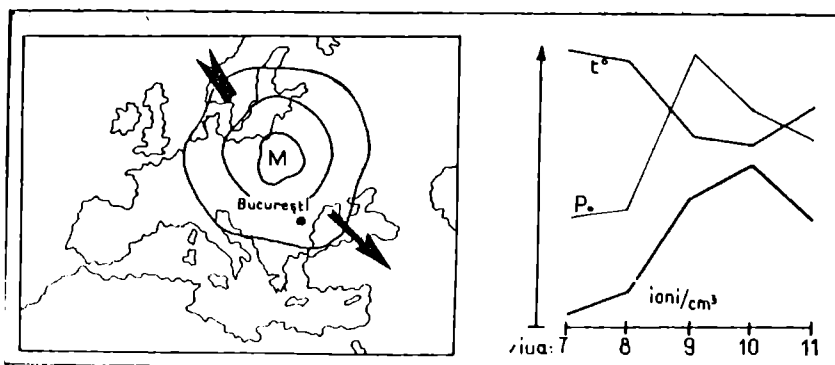
**Fig.8.** Variația parametrilor electro-termo-barici într-o masă de aer tropical



Testele efectuate într-o astfel de situație sinoptică (înregistrată în intervalul 18-22 iulie 1994) pe pacienți voluntari, au arătat că, deși în timpul zilei predomină sistemul simpatic de reglare neuroendocrină, predominanta parasimpatică este mult mai extinsă și foarte intensă, favorizând persistența unei stări de somnolență, urmată de somn lung în timpul nopții.

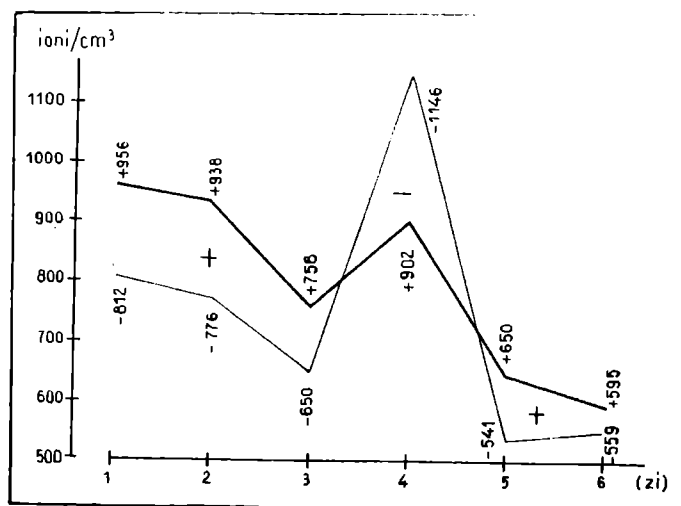
În schimb, în situațiile sinoptice caracterizate prin persistența unui câmp baric anticlinal (7-10 ianuarie 1995) datorat invaziei unei **mase de aer polar**, conținutul excedentar de ioni pozitivi din stratul de aer de la sol determină intensificarea consumului tisular de oxigen atmosferic, ceea ce se manifestă prin scăderea pragurilor senzitive, intensificarea atenției, imaginației și fanteziei, ușurința gândirii sau creșterea libidoului (Fig.9).

**Fig.9.** Variația parametrilor electro-termo-barici într-o masă de aer polar.



O situație deosebită se întâlnește însă la schimbarea maselor de aer cu proprietăți fizice și electro-chimice diferite de-a lungul liniilor de **front atmosferic**. În acest caz, dacă diferența dintre parametrii meteorologici ce caracterizează cele două mase de aer este redusă, iar schimbarea maselor de aer se produce treptat, organismul are posibilitatea să-și regleze lent mecanismele energetice, fără a resimți un stress fiziologic acut. Consecințele diferă atunci când succesiunea rapidă a maselor de aer provoacă modificarea bruscă a parametrilor meteorologici. La rândul lor, aceștia determină ampla variabilitate a conținutului de ioni atmosferici (după cum se poate vedea în diagrama întocmită pentru intervalul 1-6 octombrie 1994 în București) (Fig.10), care exercită presiuni fiziologice diferite, în funcție de ordinea succesiunii maselor de aer.

**Fig.10.** Variația concentrației de ioni la trecerea unui front atmosferic.

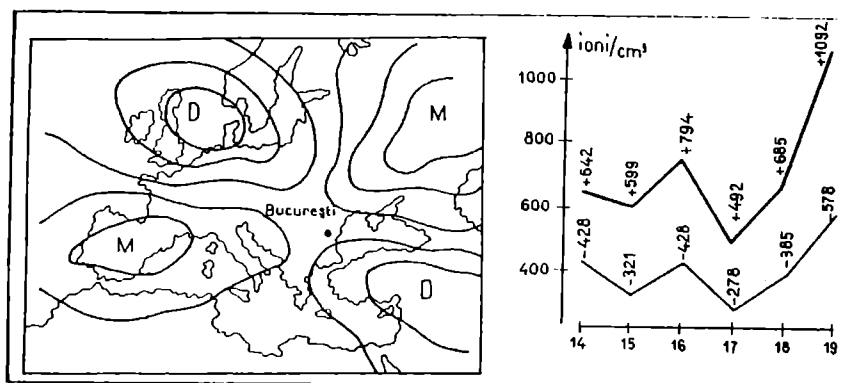


Astfel, în cazul în care o masă de aer cald, cu presiune atmosferică redusă și excedent de ioni negativi (mediu electrochimic bazic), este înlocuită cu o masă de aer rece, cu presiune ridicată și excedent de ioni pozitivi (mediu electrochimic acid), organismul uman va fi surprins într-o stare deficitară a rezervelor energetice, epuizate de efortul de adaptare la aerul cald, cu proprietăți oxidante inferioare și o presiune parțială de oxigen ( $pO_2$ ) scăzută, drept pentru care va declanșa mecanismele simpatice de reglare neurovegetativă, provocând o vasoconstricție sistemică bruscă, ce declanșează dureri "albe" de cap și insomnii accentuate.

În cel de-al doilea caz, când masa de aer rece cu presiune atmosferică ridicată și conținut excesiv de ioni pozitivi (care formează un mediu electrochimic acid) este înlocuită cu una caldă, cu presiune redusă și excesiv de ioni negativi (mediu electrochimic bazic), organismul uman este surprins în plin travaliu de sinteză energetică și declanșează mecanismele nervoase de reglare parasimpatică care provoacă vasodilatația sistemică, ce are ca efect o stare de somnolență și letargie prelungită în timpul zilei, asociată cu dureri "roșii" de cap.

În ambele cazuri, după reglarea rapidă, pe cale neurovegetativă, se produce reglarea lentă, pe cale neuro-endocrină. Adevărate crize fiziologice dureroase se produc atunci când concentrația de ioni mici din aer este extrem de scăzută, iar cantitatea de ioni pozitivi devine prevalentă. O astfel de situație s-a înregistrat la București în 14-19 ianuarie 1994, într-o configurație de "șa barică", care constă în dispunerea încrucișată a două arii depresionare cu două arii anticiclonale (Fig.11). O astfel de "conjunctură" sinoptică nefavorabilă, nu numai că accentuează morbiditatea, dar determină și creșterea ratei mortalității bolnavilor cardiovasculari.

**Fig.11.** Evoluția concentrației de ioni din aerul de la sol într-o "șa barică".

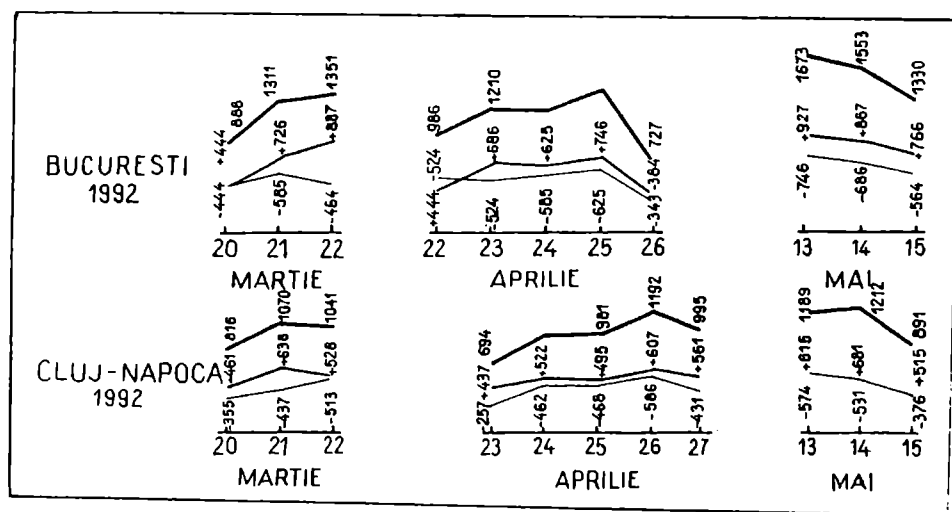


Concentrația de ioni mici conținuți în stratul de aer din apropierea suprafeței terestre crește brusc în timpul **erupțiilor cromosferice**, ca urmare a intensificării activității solare. În urma impactului dintre radiațiile solare de mare energie și viteză și moleculele de azot și oxigen atmosferic rezultă o cantitate "explozivă" de ioni mici, al căror efect negativ asupra fiziologiei umane va fi cu atât mai accentuat cu cât în atmosfera situată deasupra punctului de observație considerat, acționează o masă de aer anticlonală, care intensifică caracterul electrochimic acid, datorat predominanței ionilor pozitivi. În cazul unor asemenea manifestări radiative, efectele fiziologice se "grupează" în cazuri de îmbolnăviri "epidemice", în care frecvența bolilor contagioase atinge cote alarmante.

Într-un studiu efectuat cu ajutorul unor medici specialiști, în secția de boli interne a Spitalului Municipal Sibiu, pe parcursul unei asemenea erupții, se observă că numărul hemoragiilor digestive crește brusc în intervalele afectate de furtuni magnetice deoarece intensificarea activității solare a imprimat atmosferei un caracter electro-chimic profund acid.

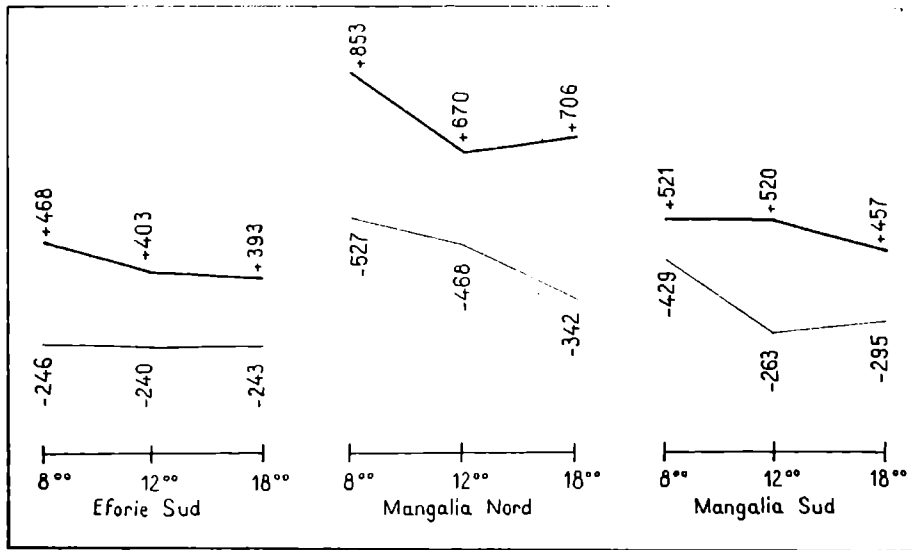
Distribuția spațială a concentrației de ioni mici deasupra teritoriului României depinde de natura maselor de aer care evoluează în diverse regiuni geografice și de viteza lor de deplasare. Aceasta înseamnă că în două localități aflate sub influența aceleiași mase de aer, evoluția concentrației de ioni diferă în funcție de condițiile topoclimatice specifice. Pentru exemplificare se prezintă evoluția vernală a concentrației de ioni mici din orașele București și Cluj-Napoca care, deși sunt aflate sub incidența aceluiași câmp baric, prezintă diferențieri cantitative ca expresie a efectului de "barieră atmosferică" datorat conformației specifice a arcului carpatic (Fig.12).

**Fig.12.** Variația concentrației de ioni in orașele București și Cluj-Napoca.



Asemenea diferențieri regionale se atenuază în zonele montane și de litoral care mențin un microclimat specific. În acest sens se redă evoluția concentrației de ioni mici pe parcursul zilei de 2 iulie 1993, în câteva localități amplasate pe litoralul românesc al Mării Negre, pentru a ilustra efectul ionizant al brizei marine, care determină intensificarea evaporării apei sărate a mării și formarea unei cantități excedentare de ioni pozitivi (Fig.13).

Fig. 13. Variația diurnă a concentrației de ioni din sezonul estival, de pe litoralul românesc al Mării Negre.



Pentru organismul sănătos, mediul atmosferic cu caracter electrochimic acid specific regiunilor de litoral este foarte tonic, mărind eficiența proceselor metabolismului energetic. Din acest motiv, cura helio-marină este indicată persoanelor cu o constituție fiziologică robustă, dar total contraindicată nevroticilor și cardiacilor, cărora le amplifică travaliul tisular, impunând riscuri patologice acute. Din nefericire, puțini oameni conștientizează aceste efecte sau, chiar dacă li se atrage atenția asupra lor, le ignoră.

Într-o "anchetă" efectuată pe plaja stațiunii Mamaia, în sezonul estival al anului 1993, am constatat cu stupeoare că, dintr-un total de 60 de persoane "intervievate", cu vârste cuprinse între 8 și 62 de ani, venite din toate regiunile țării, doar 9 (= 11,6%) au ales deliberat acest "mediu de vacanță" din motive fizio-patologice bine întemeiate, restul subiecților declarând cu "snobism" că o "vacanță la mare este singurul privilegiu al unor oameni care se respectă!" chiar dacă sistemul lor nervos a suportat travaliul incomensurabil al unui mediu hipertonic. De altfel, constatăm că și alte grupuri populaționale prezintă simptomele unui astfel de comportament "hazardant", ignorând posibilele efecte negative ale expunerii prelungite într-un mediu cu proprietăți oxidative superioare mediului în care acestea își desfășoară activitatea cotidiană.

De exemplu, într-un studiu referitor la preferințele estivale ale italienilor, publicat în revista Panorama din 3 mai 1992 (Nr.1359/Roma) se arată că numărul turiștilor care și-au petrecut vacanța de vară în stațiunile italiene de pe țărmul Mediteranei a întrecut de 5-45 de ori pe cel al populației locale, demonstrând că "goana după soare și mare" a atins proporțiile unui fenomen de masă, intens mediatizat de mijloacele de publicitate (Tabel 3).

**Tabelul 3.** Preferințele estivale ale italienilor (1992).

Localitatea	Numărul locuitorilor	Numărul turiștilor
Ibiza (Insulele Baleare)	40.000	220.000
Saint Tropez	6.800	70.000
Mentone (Franța)	30.000	139.000
Stiutino (Corsica)	1.100	45.000
Portovechio (Sardinia)	9.700	100.000
Taormina (Sicilia)	10.000	105.000
Capri	13.000	25.000+ 7-8.000
Forte dei Marmi	10.000	30.000 + 10.000
Copalbio	4.000	12.000 + 8.000

Dimpotrivă, în stațiunile montane înconjurate de păduri extinse, aerul dobândește un caracter electrochimic bazic, datorită surplusului de ioni negativi (eliminați în exces prin procesele de fotosinteză) care exercită puternice efecte calmante. De exemplu, în stațiunea Herculane se înregistrează în mod curent peste 2.000 ioni/cm<sup>3</sup>, raportul dintre cantitatea de ioni pozitivi și cei negativi fiind în jur de 0,8. Acest tip de mediu ionizat diminuează eficiența procesului de fosforilare oxidativă, impunând organismului o stare de relaxare psihică și confort fiziologic.

În marile orașe industriale, nivelul concentrației de ioni mici scade în mod dramatic datorită gazelor de eșapament și particulelor de praf care, ridicate în aer, neutralizează sarcina electrică a ionilor.

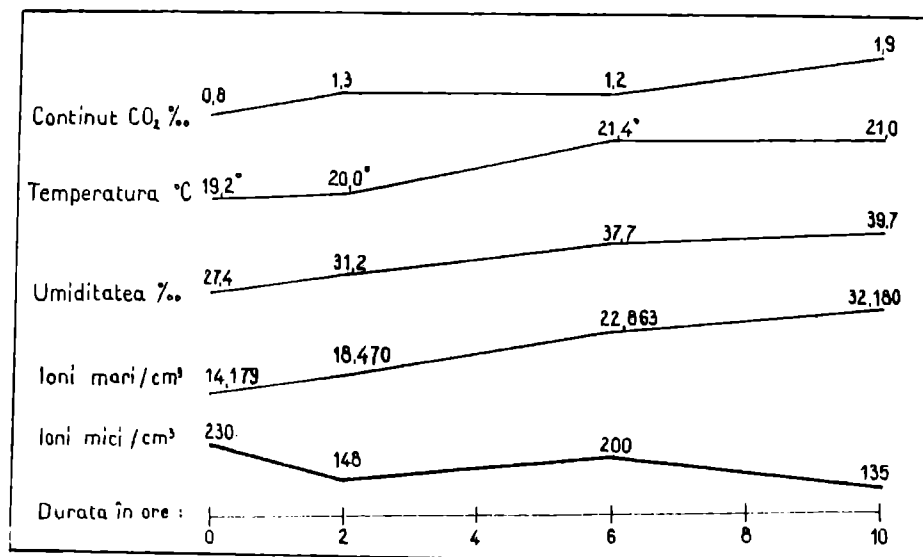
În acest sens, se citează că în orașul San Francisco (SUA) s-a atins, în 1972, nivelul limită inferior de 80-100 ioni/cm<sup>3</sup>, provocând o adevărată tragedie "fiziologică" în rândul populației locale.



De altfel, nu este nevoie să ne deplasăm până-n marea metropolă americană ca să testăm efectele unei atmosfere subionizate deoarece aceleași rezultate pot fi obținute și într-o încăpere închisă pe parcursul unei întregi zile de muncă. De fapt, nivelul concentrației de ioni mici din aerul unei încăperi este cu atât mai redus cu cât numărul personalului existent și timpul său de staționare este mai mare. Măsurătorile efectuate în atmosfera stației "Unirii 1" a metroului bucureștean (care a fost aleasă în acest scop pentru faptul că este cea mai aglomerată stație de tranzit) arată, de exemplu, că nivelul concentrației de dioxid de carbon depășește valoarea de 1,9 g/kg, iar cel al ionilor mici scade la aproape 135 ioni/cm<sup>3</sup> (Fig.14), indicând existența unei atmosfere inferioare din punct de vedere calitativ. Efectele de oboseală accentuată resimțite de personalul stației respective de metrou, precum și de conducătorii garniturilor de tren, se amplifică cu atât mai mult cu cât durata expunerii atinge 8-10 ore/zi, iar instalațiile de aclimatizare nu reușesc să introducă în subteran curenți de aer proaspăt fiindcă gurile de aspirație sunt plasate la nivelul străzii, de unde captează gazele de eșapament emise de automobilele care așteaptă la semafor.

Prin urmare, se impun măsuri severe de îmbunătățire a "microclimatului" stațiilor de metrou prin păstrarea permanentă a unei concentrații ionice corespunzătoare din punct de vedere cantitativ și calitativ, celei naturale optime. Poate că introducerea pe scară largă a generatoarelor de aeroioni ar fi o soluție viabilă pentru atenuarea greșelilor de vigilență ce pot apărea frecvent în astfel de situații.

**Fig.14.** Evoluția concentrației de ioni din stația de metrou "Unirii 1" din București (iulie, 1993).



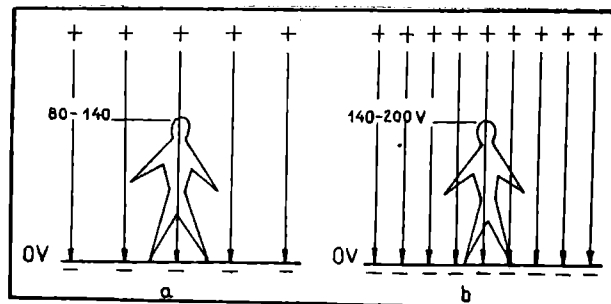
## 1.5. ELECTRICITATEA ATMOSFEREI

Electricitatea atmosferei reprezintă o proprietate variabilă care solicită organismului uman o reacție permanentă de adaptare dinamică la liniile invizibile de forță ce caracterizează câmpul aeroelectric natural. Acesta se exprimă prin suprafețe echipotențiale (planuri ce însumează toate punctele cu aceeași valoare a intensității câmpului aeroelectric) a căror formă se modifică în funcție de dimensiunea și natura obstacolelor situate pe suprafața terestră. Intensitatea câmpului aeroelectric natural variază în limite largi în funcție de cantitatea generală de dipoli noroși și de distanța până la cele mai apropiate fronturi noroase. Cum însă atmosfera terestră nu este un mediu omogen, repartiția inegală a dipolilor noroși determină formarea unor calote senine, corespunzătoare, de obicei, ariilor de maximă presiune atmosferică, și a unora în care densitatea dipolilor noroși variază în funcție de tipurile fronturilor atmosferice (individualizate în masele de aer ciclonale) și de natura suprafeței active.

În consecință, cele mai reduse densități de dipoli noroși (0,001 dipoli medii standard/km<sup>2</sup>) se întâlnesc în timpul iernii australe, iar cele mai mari (0,004 dipoli medii standard/km<sup>2</sup>) - în timpul verii australe datorită maximei extensiuni a suprafeței oceanice, care întreține un activ schimb hidrologic cu aerul de deasupra sa prin procese de evaporare-condensare.

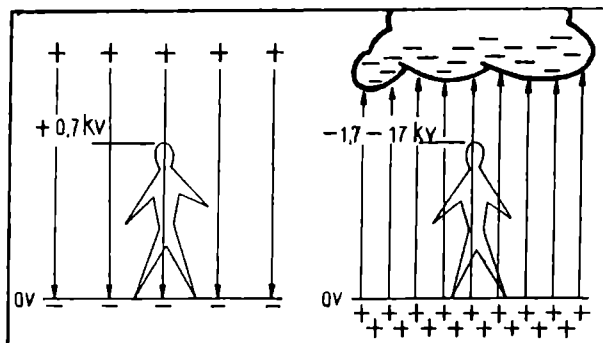
În mod normal, în calotele senine, organismul uman se află sub influența unui câmp aeroelectric a cărui intensitate este de 50-80 V/m în timpul verii și 80-120 V/m în timpul iernii. În această situație, între vârful capului și tălpile picioarelor se va crea o diferență de potențial electric de 80-140 V vara și 140-200 V iarna (Fig. 15).

**Fig.15.** Diferența de potențial electric care se exercită asupra organismului uman în calotele senine.



Datele problemei se modifică însă substanțial în cazul apariției dipolilor noroși, a căror frecvență variază în funcție de anotimp. Intensitatea câmpului aeroelectric pozitiv crește până la 450 V/m la apropierea dipolilor noroși, iar apoi devine negativ, cu valori obișnuite de 1.000-10.000 V/m, atunci când aceștia se situează deasupra observatorului. De data aceasta, diferența de potențial dintre extremitățile organismului uman atinge valori de 700 V în fata dipolului și 1.700-17.000 V sub el (Fig.16).

**Fig.16.** Diferența de potențial electric care se exercită asupra organismului uman în momentul apariției unui dipol noros.



Intensitatea câmpului aeroelectric măsurat sub dipolii noroși variază în sens latitudinal (Tabelul 4 A) și altitudinal (Tabelul 4 B), în funcție de frecvența nebulozității. Se observă că cele mai mari valori se ating în regiunile polare (datorită intensificării nebulozității de-a lungul suprafețelor frontale subpolare) și pe marile înălțimi (ca urmare a apropierii față de sursa potențialului electric - norii).

**Tabelul 4.** Intensitatea câmpului aeroelectric la nivelul solului (v/m)

**A. În raport cu latitudinea**

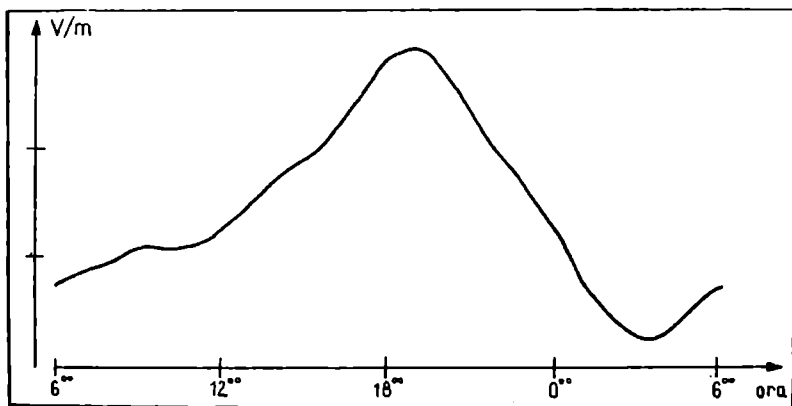
Latitudinea	0°	30°	45°	60°	90°
Intensitate câmp electric	+107	+120	+132	+145	+157

**B. În raport cu altitudinea**

Altitudinea (m)	0	500	1500	3000	6000	9000
Intensitate câmp electric	+130	+50	+30	+20	+10	+5

Dat fiind faptul că intensitatea câmpului aeroelectric este determinată de regimul nebulozității atmosferice, ea va prezenta o evoluție zilnică și anuală care va urmări îndeaproape apariția, dezvoltarea și disiparea formațiunilor noroase rezultate prin ample procese de evaporare oceanică sau continentală. În regim diurn (Fig. 17), intensitatea câmpului aeroelectric se reduce simțitor în timpul nopții (orele 3-4) datorită scăderii temperaturii aerului, care determină diminuarea potențialului de evaporare. La un interval de aproximativ 3-4 ore după momentul de trecere la tipul radiativ de insolație, intensitatea câmpului aeroelectric crește progresiv (pe măsura dezvoltării formațiunilor noroase și sedimentării sarcinilor lor electrice) până în jurul orei 17-19, când se atinge maximul de volum al dipolilor noroși. În unele situații, condiții topoclimatice specifice pot determina apariția unui maxim secundar între orele 8-9, însă evoluția generală rămâne neschimbată.

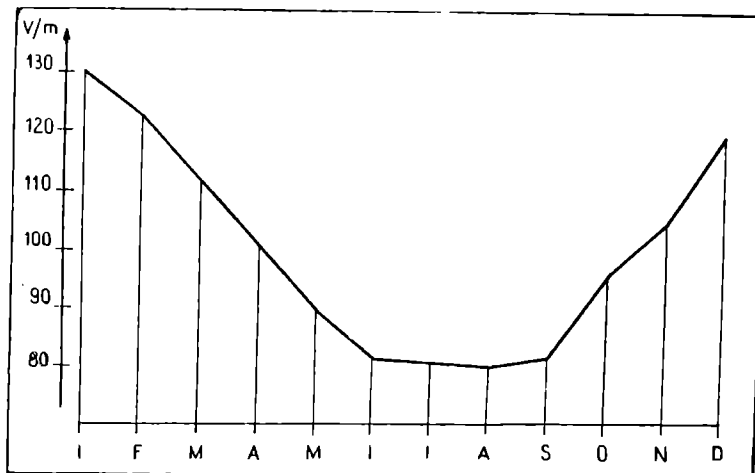
**Fig.17.** Variația zilnică a câmpului aeroelectric natural.



**Regimul anual** al intensității câmpului aeroelectric prezintă diferențieri sensibile între cele două emisfere datorită distribuției neuniforme a suprafețelor oceanice și continentale.

Astfel, valorile sale maxime se ating în timpul verii australe datorită potențialului ridicat de evaporare oceanică pe care emisfera sudică îl deține. În emisfera nordică (Fig.18), intensitatea câmpului aeroelectric crește în lunile ianuarie-februarie, ca urmare a intensificării activității frontale și scade în lunile de vară (iunie-august).

**Fig.18.** Variația anuală a câmpului aeroelectric natural.

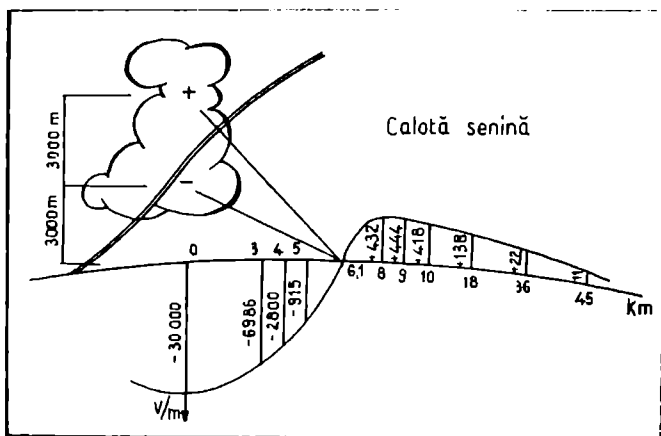


Însă trebuie să remarcăm faptul că, în cazul accentuatei activități frontale din timpul iernii boreale, intensitatea câmpului aeroelectric depinde de distanța față de axul frontului de dipoli noroși.

· Luând ca exemplu un dipol noros cu baza electrică negativă situată la cca. 3.000 m înălțime și centrul pozitiv cu sarcina de +2 dispus la 6.000 m față de sol (Fig. 19), care dezvoltă la nivelul solului un potențial aeroelectric variabil, constatăm că influența sa electrică maximă se face simțită numai la o distanță de aproximativ 10 km față de vârful său, (câmpul înregistrând o intensitate de aproape +450 volți pe fiecare metru de înălțime), pentru ca la 6 km acțiunea câmpului electric să devină nulă. Într-un cerc cu diametrul de 12 km trasat sub nor se formează un câmp electric negativ, a cărui intensitate crește de la valoarea 0 în exterior, la 30.000 V/m în axul dipolului.

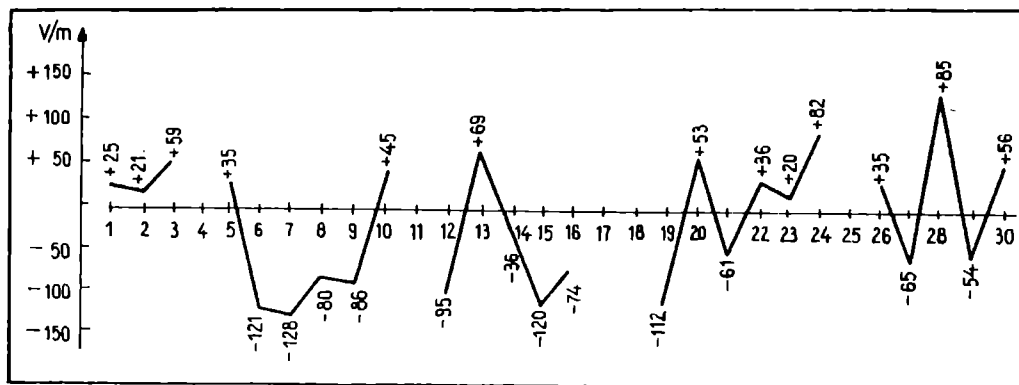
În cazul fronturilor dezvoltate pe sute sau mii de kilometri, formate din diverse tipuri de nori, aflate în diverse câmpuri de sedimentare a sarcinilor electrice, intensitatea câmpului aeroelectric de la nivelul solului este mai redusă, oscilând între +100 și -500 V/m, dar mai persistentă în timp.

**Fig.19.** Intensitatea câmpului aeroelectric natural la nivelul solului sub dipolul noros mediu standard.



În diagrama variației intensității câmpului aeroelectric de la nivelul solului (Bucuresti, iunie 1992) (Fig.20), se observă cu claritate că persistența fronturilor noroase a determinat menținerea îndelungată (6-10 iunie) a unui câmp aeroelectric cu valori negative de -80 -120 V/m.

**Fig.20.** Intensitatea câmpului aeroelectric sub formații de nori (iunie 1992).



Spre deosebire de câmpul aeroelectric natural, a cărui intensitate variază amplitudine de la 50 - 120 V/m în calotele senine la 15.000 - 30.000 V/m în timpul descărcărilor electrice generate de trecerea fronturilor de dipoli noroși, câmpul aeroelectric indus în apropierea liniilor electrice de înaltă tensiune sau a stațiilor și echipamentelor electroenergetice

dobândește un potențial excepțional, cuprins între 40.000 și 140.000 V în cazul rețelelor electrice cu intensitate de 220 kV și respectiv 400 kV, care creează un microclimat specific ce impune solicitări fiziologice intense pe întreaga durată a programului de muncă.

În principiu, câmpul aeroelectric natural sau industrial se manifestă prin linii de forță invizibile care generează efecte fizice reprezentate prin atragerea sau respingerea particulelor dipolare libere sau încărcate electric situate în raza lor de acțiune. În condițiile în care organismul uman este un corp fizic, care înglobează în structura sa o sumă de particule libere sau slab legate chimic, este de așteptat ca acesta să reacționeze activ la orice modificare a potențialului electric din jurul său.

În primul rând, organismul uman este un volum conductor care, supus unei diferențe de potențial electric, generează un câmp electric intern a cărui intensitate variază în funcție de distanța și puterea sursei electrogeneratoare. Într-un studiu efectuat pe un lot de muncitori din centrul de Distribuție a Energiei Electrice - RENEL Sibiu (1991) s-a constatat că, deși intensitatea curenților electrici induși în organism variază de la câteva zeci de  $\mu\text{A}$  până la câteva sute de  $\mu\text{A}$  (Tabelul 5), nu s-au înregistrat perturbări funcționale ale organelor senzoriale deoarece limita inferioară de percepție (1,1 mA pentru bărbați și 0,7 mA pentru femei) este mult mai ridicată decât intensitatea curenților electrici interni. (Le Bars H., Andre G., 1976)

**Tabelul 5.** Intensitatea curenților electrici induși în organism de câmpul aeroelectric generat de liniile de transport ale energiei electrice.

Condiții de măsurare*	Curent măsurat	
	$\mu\text{A}/\text{cm}^2$	$\mu\text{A}$
La distanța de 2,30 m față de conductorul aflat la 138 kV	0,028	125
La distanța de 2,30 m față de conductorul aflat la 345 kV	0,066	395

\* Subiecții au fost așezați pe un material izolant, legătura lor cu pământul realizându-se prin intermediul unui fir ecranat, ce avea intercalat un ampermetru, iar la capătul opus se termina cu electrod aplicat direct pe piele.

Epiteliul cutanat s-a dovedit a fi cea mai sensibilă structură fiziologică la acțiunea câmpului aeroelectric, pe suprafața sa înregistrându-se existența a numeroase trasee și puncte electrodermice prin care electronii din structura intimă a celulelor epiteliale sunt eliberați în mediul exterior, ca urmare a scăderii rezistenței electrice interne.

Tabloul efectelor fiziologice induse pe cale aeroelectrică se complică însă dacă ținem cont de faptul că organismul uman este un conductor electric neomogen, format dintr-un mediu intern "lichid", în care ponderea principală o deține apa liberă, alcătuită din molecule legate prin punți de hidrogen (2 - 8 kcal/mol), în care sunt disociați ionii liberi  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$  ai elementelor figurate și celule organice care, prin legături ionice, covalente și coordinative (20 - 200 kcal/mol), formează agregate supermoleculare în care apa este legată fizic, determinând creșterea coeziunii interne a materiei și, implicit, creșterea vâscozității celulare. Iar cum permeabilitatea electrică depinde de gradul de vâscozitate al substanței expuse unui potențial electric, rezultă că "lichidul" circulant al organismului va fi sensibil mai permeabil decât celulele organice la acțiunea câmpului electric. Presiunea exercitată de forțele de flux ale câmpului aeroelectric exterior va determina, așadar, slăbirea legăturilor chimice ale protonilor de  $\text{H}^+$  și ionilor mici de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  (proveniți din dizolvarea sărurilor minerale) și intensificarea mobilității lor.

Astfel, câmpurile electrice cu intensități mai mici de 10 kV accelerează viteza de mișcare a acestor ioni, intensificând ritmul reacțiilor electrochimice la care aceștia participă, dar cele cu intensități mai mari de 10 - 100 kV pot determina dizlocarea ionilor din contextul lor electrochimic (efectul Wien provocând adevărate traume fiziologice prin creșterea anormală a potențialului electric transmembranal al tuturor celulelor). În aceste condiții, se reduce permeabilitatea celulară pentru substanțele nutritive primare, ceea ce atrage după sine diminuarea eficienței principalului proces de producere a energiei (fosforilarea oxidativă).

În consecință, personalul de exploatare al stațiilor de transformare și distribuție a energiei electrice acuză frecvent o stare de slăbiciune generală și somnolentă, ceea ce arată că sistemul nervos resimte imediat orice tendință de creștere a potențialului electric transmembranal. Aceste reacții se datorează, în principal, înrăutățirii condițiilor de travaliu a neuronilor motori care determină creșterea perioadei latente a reflexelor și vitezei de reacție la stimulii exteriori



Un studiu efectuat pe un grup de 25 muncitori (21 bărbați și 4 femei) dintr-o stație electrică de întreținere a rețelelor de 400-500 kV, ce depun o activitate zilnică de 4 ore într-un câmp electric a cărui intensitate variază între 2-26 kV relevă: apariția tulburărilor nerologice motoare după cca. 3 ore de expunere, instalarea unei stări de slăbiciune generală, somnolență și cefalee supărătoare în cazul amplificării potențialului electric, scăderea memoriei spre sfârșitul perioadei de muncă. Toate aceste manifestări au dispărut imediat după părăsirea zonei afectate sau, în cel mai rău caz, după odihnă.

Trebuie să remarcăm că asemenea simptome pot apărea și în cazul expunerii într-un câmp aeroelectric natural cu valori cuprinse între 2 și 26 kV/m, al cărui efect specific se conjugă cu cel hipotonic datorat excesului de ioni negativi care predomină sub dipolii noroși.

Din aceasta deducem că, în natură, acțiunea câmpului aeroelectric se combină sinergic cu cea datorată capacității reduse de oxidare a aerului, determinând înrăutățirea condițiilor de travaliu ale întregului organism.

În cazul unui experiment efectuat pe un grup de sportivi în vârstă de 25-35 de ani, supuși unei probe de efort pe un ergograf, cu sarcina de 15-18 kg, acționat într-un ritm de 31 mișcări/minut, într-un câmp electric cu intensitate de 16 kV, mișcărilor devin din ce în ce mai puțin economice, capacitatea de efort scade vizibil, iar stereotipul dinamic se realizează tot mai greoi. În paralel, s-a înregistrat și tendința de reducere a tensiunii arteriale (de la  $112,1 \pm 9,65$  la  $106,2 \pm 8,88$  în cazul expunerii unui câmp electric cu potențial  $-/+$  și de la  $118,41 \pm 7,68$  la  $112,08 \pm 8,16$  într-un câmp cu sensul  $+/-$ ) a pulsului (de la  $70,2 \pm 9,16$  la  $64,0 \pm 9,71$  în primul caz, și de la  $80,66 \pm 8,28$  la  $77,33 \pm 10,13$  în al doilea caz) și reducerea ritmului respirator și a amplitudinii respirației. În plus, din declarațiile unor muncitori de la stațiile electrice de transformare, se constată că expunerea îndelungată (> 8 - 10 luni) într-un câmp electric intens determină diminuarea potentei sexuale.

În aceste condiții se impune adoptarea unui comportament preventiv care, prin diminuarea duratei maxim admisibile de expunere sau folosirea unui echipament electroizolant de protecție, să permită menținerea sistemelor de integrare fiziologică în limite normale de funcționare.

## 1.6. RADIAȚIILE ELECTROMAGNETICE ȘI CORPUSCULARE

Radiațiile electromagnetice și corpusculare reprezintă, în esență fluxuri variabile de linii invizibile de forțe de natură electrică și magnetică ce se propagă simultan în spațiu și timp cu o viteză de 300.000 km/s. Cercetările întreprinse până acum au arătat că amploarea efectelor biologice provocate de acestea variază invers proporțional cu pătratul distanței dintre punctul de emisie al radiației și cel de interceptie a materiei organice și depinde atât de energia și densitatea radiației, cât și de durata expunerii.

În funcție de tipul efectelor biologice pe care le produc, radiațiile electromagnetice sunt grupate în **radiații neionizante**, care determină accelerarea vitezei de deplasare a electronilor și ridicarea lor pe orbitali superiori (în această categorie încadrându-se unele corespunzătoare spectrului de audiofrecvență, unele radiometrice, microundele, radiațiile infraroșii, radiațiile luminoase și radiațiile ultraviolete); și **radiațiile ionizante** (roentgen și gamma) care produc efecte electrochimice reprezentate prin dizlocarea electronilor din atomii bioelementelor iradiate și ionizarea materiei organice. Același efect este generat și de radiațiile corpusculare alcătuite dintr-un flux de particule elementare ce se deplasează cu viteze foarte mari. Impactul acestor tipuri de radiații asupra organismului uman se resimte până la nivelul învelișului de electroni din masa substanțelor organice. Dar datorită neomogenității țesuturilor și multitudinii de combinații chimice din structurile celulare, se diferențiază trei tipuri de procese de interacțiune:

- prin reflexie, o parte din fluxul radiativ intrat în coliziune cu electronii din atomii bioelementelor va fi direcționat înapoi spre sursa de emisie, reducând sensibil amploarea efectelor biologice.

- prin difuzie, o parte a radiațiilor electromagnetice sunt deviate lateral, ciocnindu-se cu electronii din atomii altor bioelemente și își consumă energia inițială, provocând o serie de perturbații fiziologice a căror amploare depinde de profunzimea la care acestea se produc.

- prin absorbție, radiațiile electromagnetice pătrund în țesuturile organice printr-un **efect fotodinamic**, care provoacă un transfer energetic la nivelul electronilor expuși radiației, prin care este posibilă ruperea unor legături de valență dintre bioelemente și apariția radicalilor liberi (de exemplu, o undă radiativă cu energia de 3,9 - 4,2 eV poate determina

ruperea legăturilor C-C și C-N din numeroase molecule organice) (Coulson, 1952); sau printr-un **efect de ionizare**; în urma căruia, prin coliziune radiativă, electronii sunt dizlocați de pe orbitalii lor energetici obișnuiți și proiectați cu mare viteză în afara atomului din care fac parte, determinând ionizarea acestuia. De multe ori, acest fenomen se propagă "în cascadă", afectând grav proprietățile chimice și electrochimice ale bioelementelor. În acest caz, fenomenul de ionizare tisulară începe din straturile superficiale ale învelișului cutanat și se propagă în adâncime în funcție de energia și densitatea radiațiilor ionizante.

Organismul uman prezintă tendințe de relativă permeabilitate pentru toate tipurile de unde electromagnetice, deși undele radiometrice și microundele sunt în principal reflectate sau difuzate încă de la nivelul țesuturilor cutanate superficiale datorită energiei lor foarte scăzute. Absorbția radiațiilor infraroșii la nivelul epidermei se datorează prezentei proteinelor intramoleculare (Scheuplein, R.J., 1964) și melaninei (Edwards, E.A., 1951) și se efectuează gradat, în funcție de lungimea lor de undă.

Astfel, radiațiile infraroșii cu  $\lambda = 0,3 \text{ mm} - 3 \mu$  sunt total absorbite la nivelul epidermei; cele cu  $\lambda = 3 - 1 \mu$  se transmit prin epidermă și sunt anihilate în derma de profunzime (corium); iar cele cu  $\lambda = 1 - 0,76 \mu$  sunt deviate de la direcția inițială de propagare, pătrunzând în țesutul subcutanat până la o adâncime de 2 mm (Tregeaer, R.T., 1966). Majoritatea radiațiilor luminoase, cu  $\lambda = 0,76 \mu - 4.000 \text{ \AA}$ , traversează epiderma și pătrund în țesuturile subcutanate până în vasele de sânge de unde sunt reflectate înapoi, dând culoarea pielii și evidențiind parțial și culoarea lichidului circulant (hemoglobinei) (Edwards, E.A., 1951). Pe măsura apropierii de spectrul radiațiilor ultraviolete ( $\lambda < 3.000 \text{ \AA}$ ), permeabilitatea țesuturilor organice se reduce încă de la nivelul stratului cornos. În plus, procesul de intensificare a pigmentării pielii contribuie semnificativ la stoparea propagării acestor radiații cu pronunțate efecte fotochimice nocive.

Din nefericire, toate țesuturile organice devin aproape complet permeabile pentru radiațiile roentgen, gamma și corpusculare care produc efecte fiziologice ireversibile pe întreaga lor direcție de propagare (Grodstein, 1957).

Multitudinea efectelor biologice induse prin acțiunea radiațiilor electromagnetice permite evaluarea potențialului de adaptare fiziologică a organismului uman numai prin defalcarea lor în funcție de tipul dominant de radiații generatoare.

**1.6.1. Radiațiile corespunzătoare spectrului de audiofrecvență** (radiații infraacustice, acustice și ultraacustice), care dispun de o putere energetică extrem de scăzută (sub 1 eV) se propagă sub forma undelor electromagnetice, cu o viteză de 300.000 km/s, se deosebesc în mod radical de sunete, care reprezintă condensări și rarefieri consecutive ale aerului, provocate de vibrațiile diverselor corpuri din natură (și au viteze de propagare de numai 335 m/s). Acestea radiații sunt prezente în permanență în atmosfera terestră, sub formă de trenuri de unde care, în cazul apropierii unor fronturi de dipoli noroși ce produc descărcări electrice, își măresc intensitatea, devenind perceptibile. În calotele senine, efectul lor acustic se atenuează foarte mult, fondul lor energetic datorându-se descărcărilor electrice din zonele mai îndepărtate .

În prezent, la aceste tipuri de radiații se adaugă și cele generate de transmisiile radio, rețeaua liniilor de înaltă tensiune ce transportă curentul alternativ de la electrocentrale în orașe, sau de diversele utilaje industriale și aparate electrotehnice casnice.

Deși, inițial s-a crezut că radiațiile electromagnetice corespunzătoare spectrului de audiofrecvență nu prezintă nici o importanță pentru organismul uman, prin efectuarea unor experiențe *in vivo*, s-a constatat că structurile învelișului cutanat uman nu numai că le recepționează, dar chiar determină creșterea amplitudinii lor, punând în evidență funcția de antenă a acestui organ. Recepția semnalelor acustice se face diferit în diverse părți ale corpului (fenomenul datorându-se probabil impedanței variabile a epitelului cutanat), astfel încât fiecărei zone corporale îi corespunde un anumit interval de frecvență pentru care amplitudinea captată este maximă.

Aceasta ar putea avea o semnificație fiziologică deosebită deoarece punctele electrodermice receptoare se află în strânsă legătură cu organele interne prin intermediul sistemului nervos central, ceea ce presupune funcționarea unui sistem integrat de protecție internă.

În plus, frecvența semnalelor acustice culese în diferite puncte electrodermice variază între 2 și 25 kHz, înglobând complet intervalul de 16-20 kHz aferent sunetelor care pot fi percepute de urechea umană, indicând uriașa capacitate de toleranță a organismului uman la agresiunea unor stimuli externi.

**1.6.2. Undele radiometrice**, având potențial energetic foarte scăzut, sunt prezente în atmosfera terestră, atât în timpul zilelor senine, cât și al celor noroase, când intensitatea lor se amplifică ca urmare a descărcărilor electrice ce au loc între dipolii noroși. Desigur că la acestea se adaugă și cele induse pe cale antropică, în activitățile industriale sau casnice.

Încă de la inventarea aparatelor de recepție radio este cunoscut faptul că organismul uman captează și amplifică radiațiile electromagnetice cu proprietăți radiometrice, putând înlocui cu succes o antenă obișnuită de recepție pe lungimile de undă medii, lungi sau foarte lungi. Practica depanărilor aparatelor de radio-TV a demonstrat însă că intervalul de amplificare de 2 - 25 kHz nu este fix, ci se poate deplasa spre frecvențele mai înalte din domeniul undelor medii, intermediare sau scurte, în funcție de situațiile sinoptice. Astfel, într-o zi senină, înlocuirea antenei aparatului recepție radio-TV cu corpul depanatorului determină diminuarea semnalului sonor sau luminos, în timp ce într-o zi înnorată, când vaporii de apă conținuți în aerul atmosferic formează un ecran ce reduce amplitudinea semnalului ajuns la receptor, înlocuirea antenei metalice cu corpul depanatorului va determina intensificarea sunetului sau imaginii receptorului, demonstrând calitățile "radio-conductive" ale organismului uman. Aceste efecte se datorează modificărilor rezistenței transmembranale produse de-a lungul traseelor electrodermice (care sunt legate de funcția de antenă a organismului). De aceea, în zilele înnorate, creșterea conductivității punctelor și traseelor electrodermice determină deplasarea intervalului de amplificare a undelor electromagnetice spre frecvențe mai scurte.

Pe de altă parte, prin observații atente efectuate asupra unor subiecți umani nevrotici, sensibili la procesele aeroelectrice, s-a constatat că trenurile de unde emise cu prilejul descărcărilor electrice din timpul nopții provoacă senzații de înțepături violente la nivelul cutanat în punctele situate pe față, piept, ceafă sau spate; tresăriri sau spasme scurte, dar violente, ale membrilor inferioare sau superioare în fazele premergătoare instalării somnului; insomnii urmate de o stare de iritare generală.

În aceleași condiții, la subiecții normali se înregistrează un somn animat de multe mișcări incoerente, de multe răsuciri și visuri cu scene violente pe care subiecții pot să le povestească dacă sunt treziți imediat, sau le uită dacă sunt lăsați să-și continue somnul.

**1.6.3. Microundele**, a căror energie nu depășește valori de 10-5 eV, sunt prezente în atmosfera terestră atât ca produse ale activității solare, ajungând la nivelul solului prin ferestrele ionosferice, sau fiind generate de mișcările sarcinilor electrice din timpul formării dipolilor noroși și a descărcărilor electrice, cât și ca urmare a emisiilor radar sau radio-TV. Ele se propagă în unde continue, dacă sunt de origine solară, sau pulsatile, ca în cazul celor produse prin descărcări electrice și emisii radar.

Din punct de vedere biologic, microundele pulsatile au un efect penetrant mai puternic datorită intensității mari a undei și distribuției sale spațiale eterogene. Acestea provoacă două tipuri de efecte fiziologice:

- un efect specific, datorat radiațiilor de mică intensitate, care determină demodularea vibrațiilor electromagnetice ale structurilor microscopice din celule, afectând activitatea bioelectrică a sistemului nervos central, ce se manifestă prin astenie, cefalee, tulburări de comportament, amețeli; a celui cardiovascular, exprimate prin scăderea tensiunii arteriale; și endocrin, prin diminuarea potenței sexuale. Cercetări efectuate pe operatorii stațiilor radar au confirmat acest sindrom asteno-vegetativ care poate duce la incapacitate de muncă de diferite grade.

- un efect termic, datorat microundelor cu intensități mai ridicate, care afectează sistemul de termoreglare umană. Astfel, undele cu  $\lambda = 10-30$  cm sunt absorbite în proporție de 20 - 100% la nivelul țesutului adipos în funcție de grosimea acestuia, iar cele cu  $\lambda < 10$  cm (având frecvențe  $> 3.000$  MHz) sunt absorbite în întregime de epitelul cutanat, creșterea temperaturii țesuturilor interne datorându-se fenomenului de conductibilitate termică a epidermei. Având în vedere asemenea efecte, state ca S.U.A. sau Rusia au impus legiferarea unor standarde de toleranță în funcție de tipul activității de producție.

**1.6.4. Radiațiile infraroșii** dispun de o energie cuprinsă între 0,001 și 0,1 eV, având lungimi de undă de 2,3 - 0,76  $\mu$ . Sursa principală de emisie a acestui tip de radiații este Soarele, dar, teoretic, la nivelul suprafeței terestre, acestea pot proveni și de la orice aglomerare de particule materiale, a căror temperatură este mai mare decât 0°K (-273°C).

În principiu, se consideră că organismul uman captează radiații infraroșii și din atmosferă, atunci când temperatura acesteia o depășește pe cea corporală. Printre sursele artificiale care emit astfel de radiații putem menționa cuptorul de topit metale, de preparat sticla sau procese de prelucrare ale unor elemente materiale aflate în stare incandescentă (blooming, forje etc.)

Totuși, la nivelul solului, ponderea cea mai importantă revine radiațiilor infraroșii de origine solară. Acestea prezintă mari variații cantitative și calitative în cursul unei zile sau unui an. De exemplu, în regim diurn, atât cantitatea, cât și intensitatea acestora prezintă variații pulsatorii, în funcție de unghiul înălțimii Soarelui deasupra orizontului (Tabel 6).

**Tabelul 6.** Compoziția radiațiilor infraroșii la nivelul solului în raport cu poziția Soarelui pe bolta cerească.

Radiație ( $\lambda$ )	Înălțimea Soarelui					
	Orizont	70°	50°	30°	10°	Amiază
0,76 - 1 $\mu$	19	19,2	19,5	20,3	23,5	25,9
1,0 - 3,0 $\mu$	27,7	28,1	28,5	29,0	34,5	39,2
3,0 - 5,0 $\mu$	2,1	2,1	2,1	2,2	2,5	2,8
Total 0,76 - 5 $\mu$	48,8%	49,4%	50,1%	52,2%	60,5%	67,9%

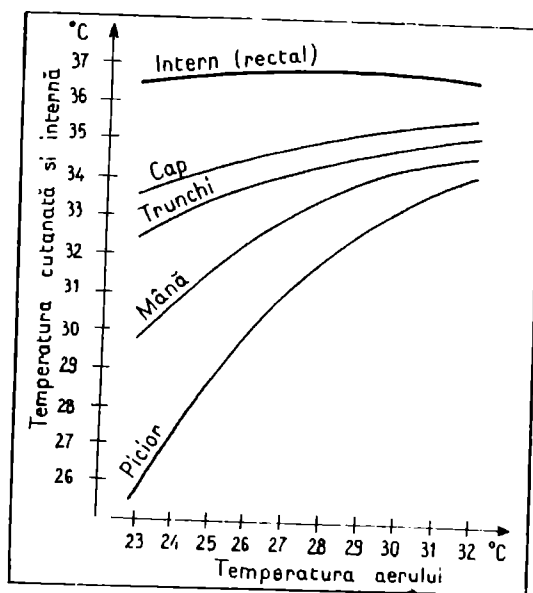
În acest caz, se observă cu claritate că ponderea cea mai mare de radiații infraroșii este deținută de spectrul cuprins între 1 -3  $\mu$ , alcătuit din unde scurte, cu mare putere de penetrare. Regimul anual se caracterizează prin prezența unui maxim de intensitate, conținut și durată în timpul sezonului cald și un minim în timpul sezonului rece.

În ciuda caracterului lor variabil, radiațiile infraroșii solare reprezintă sursa indispensabilă de energie care întreține procesele vitale ale materiei vii în general, și organismului uman în special. Prin absorbția lor la diferite niveluri organice structurale (bioelemente - organite celulare - țesuturi - organe), se produce, în principal, un **efect termodinamic**, caracterizat prin ridicarea electronilor pe orbitali corespunzători energiei termice absorbite și transportul caloric, prin conductibilitate moleculară spre țesuturile învecinate, și, de acolo, prin sânge, în întregul organism.

Acest fenomen determină micșorarea forțelor de coeziune dintre atomi sau molecule, permițând creșterea reactivității lor chimice în schimburile biologice, care asigură energia metabolică necesară întreinerii funcțiilor vitale.

Apa, care constituie mediul fundamental de desfășurare a tuturor reacțiilor chimice din organism, reprezintă compusul chimic cu cel mai intens spectru de absorbție a radiațiilor infraroșii. Dar, dacă aceasta ar absorbi întreaga cantitate de radiații infraroșii recepționată la suprafața corpului omenesc, întregul sistem de reglare și integrare fiziologică ar suferi dereglări ireversibile datorită intensificării ritmului reacțiilor moleculare. Pentru prevenirea acestei situații hazardante, organismul uman este înzestrat cu un eficient sistem de filtrare radiativă selectivă, localizat la nivelul învelișului cutanat. Astfel, datorită mării sale capacități de absorbție, epiderma acționează ca un ecran radiativ, reglând cantitatea de căldură pe care trebuie să-o primească fiecare organ, în funcție de necesitățile energetice proprii. Acest lucru se vede clar și în figura 21 care prezintă variațiile temperaturii mediului intern și a epitelului cutanat în raport cu cantitatea de căldură absorbită din exterior (temperatura aerului).

**Fig.21.** Variația temperaturii interne a corpului omenesc în funcție de temperatura aerului.



De altfel, se știe că radiațiile infraroșii cu lungimi de undă de peste  $1,5 \mu$  sunt complet absorbite de straturile superficiale ale epitelului cutanat, iar cele cuprinse între  $0,7$  și  $1,3 \mu$  pot străbate epiderma, pătrunzând în dermă până la o adâncime de  $5 \text{ mm}$ , unde încălzesc hemoglobina din capilarele sanguine.



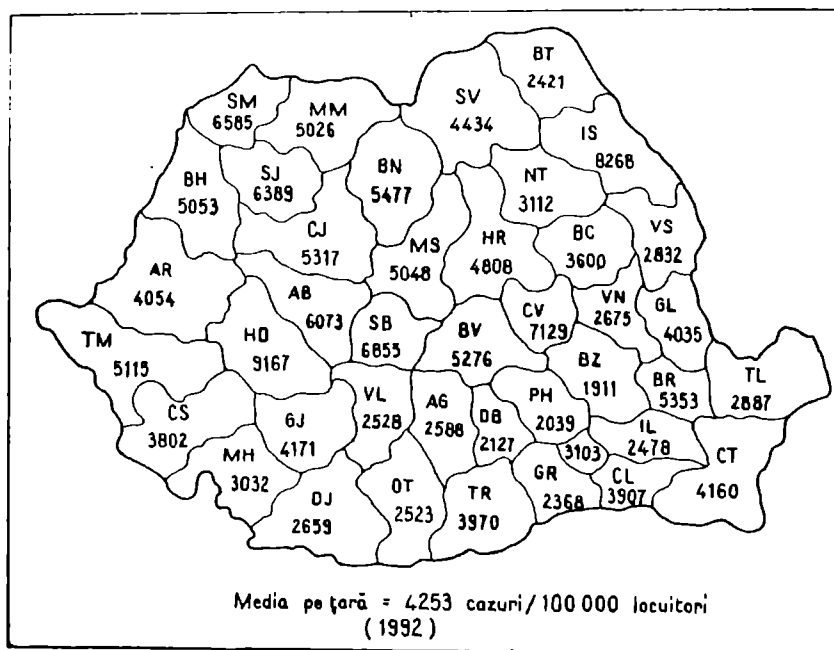
De asemenea, măsurătorile efectuate la nivelul globului ocular arată că, spre exemplu, cristalinul absoarbe radiațiile cu  $\lambda = 1,4 - 1,6 \mu$  și  $1,8 - 2,0 \mu$ ; iar umoarea apoasă retine radiațiile cu  $\lambda = 0,95; 1,2; 1,43$  și  $1,95 \mu$ . În ceea ce privește craniul, unde grosimea epiteliului cutanat este destul de mică, se precizează că numai 1% din cantitatea totală de radiații infraroșii incidentă pe suprafața sa poate străbate oasele craniene și afecta direct țesuturile meningeale, provocând leziuni cerebrale ireversibile.

În ansamblu, limita până la care organismul uman suportă acțiunea radiațiilor infraroșii, expunând reacții de protecție prin intermediul sistemelor de integrare și reglare fiziologică, este de  $1,5 - 3 \text{ cal./cm}^2 \times \text{min}$  (Cârsteanu M., Dumitru R., 1976). Dincolo de acest prag, organismul uman dezvoltă reacții patologice temporare, reprezentate prin eritem, arsuri, colaps caloric, crampe calorice, soc termic sau insolație, iar dacă expunerea se prelungește, apar modificări patologice ireversibile, cum ar fi cataractele oculare, afecțiunile nervoase, endocrine etc.

O imagine interesantă în acest sens ne oferă figura 22. care prezintă repartiția pe județe a numărului de cazuri de boli de piele și țesut celular subcutanat din România (1992). Harta, întocmită pe baza datelor statistice obținute de la Institutul de Igienă din București, ne arată că, în general, cel mai mare număr de îmbolnăviri se înregistrează în județele de câmpie (Satu Mare, Bihor, Arad, Timiș, Dolj, Teleorman, Constanta, Iași, Vaslui, Mureș), care, datorită așezării lor geografice, dispun de cel mai ridicat potențial radiativ de pe întreaga suprafață a țării (sumele medii anuale ale radiației solare totale atingând valori de peste  $115 \text{ kcal/cm}^2$  în Câmpia de Vest și Moldovei și  $120 - 125 \text{ kcal/cm}^2$  în Câmpia Română).

Desigur, nu putem absolutiza aceste corelații într-atât încât să susținem că intensitatea mare a radiației solare (predominant infraroșie) incidentă în aceste regiuni constituie cauza unică a acestui gen de morbiditate, pentru că, de exemplu, un număr la fel de mare de cazuri se înregistrează și în județele Hunedoara, Alba, Cluj sau Brașov, ceea ce ne face să credem că, în aceste cazuri, procesele industriale cu un anumit specific ar putea constitui o cauză suplimentară generatoare de astfel de boli, dar nici nu putem neglija evidenta influenței factorilor radiativi, cu atât mai mult cu cât, urmărind gradul de incidentă pe un șir mai lung de ani, observăm că relația se păstrează (anul 1992 fiind considerat ca an reprezentativ în acest sens, datorită bogatei sale activități solare).

**Fig.22.** Harta repartiției pe județe a numărului de cazuri de boli de piele și țesut celular subcutanat în România, 1992.



Asemeni tuturor celorlalte corpuri materiale din mediul terestru, și organismul uman expune un comportament radiativ caracterizat prin menținerea unui echilibru rațional între fluxurile radiative (infraroșii) absorbite și cedate din/și spre exterior (aer). În consecință, acesta dispune de mecanisme fiziologice capabile nu numai să absoarbă radiații infraroșii (calorice), dar că le și emită, în același scop de menținere a funcțiilor sale vitale. Se știe că, prin reacții biochimice exoterme, corpusculi celulari specializați (mitocondriile) eliberează surplusul caloric acumulat în celule în urma proceselor oxidative. Radiațiile calorice (infraroșii) degajate în aceste reacții sunt preluate de fondul de apă liberă din compoziția circulației sistemice, omogenizând nivelul energetic al tuturor bioelementelor din organism la o valoare relativ constant exprimată prin temperatura internă convențională de 37°C.

Având în vedere faptul că organismul uman trebuie să asigure schimburi calorice cu aerul din jurul său pe o suprafață de peste 140 m<sup>2</sup>, el trebuie să dispună de eficiente mecanisme de termoreglare, care să asigure funcționalitatea schimbului radiativ extern.

Principalele modalități prin care organismul uman emite radiații infraroșii (calorice) sunt:

- **Transferul de căldură prin radiație** reprezintă cca 40-60% din cantitatea totală de energie cedată mediului extern, fiind alcătuit din radiații infraroșii cu  $\lambda = 9,44 \mu$  emise la nivelul epitelului cutanat.

- **Transferul de căldură prin conducție și convecție** reprezintă 15-20% din cantitatea totală de energie cedată mediului extern, și constă în încălzirea, prin excitație electronică, a moleculelor de aer aflate în contact direct cu pielea umană și înlocuirea lor cu molecule a căror temperatură este inferioară celei corporale.

- **Transferul de căldură prin evaporarea** apei de pe suprafața epitelilor de separație atinge 30-32% din totalul energetic cedat mediului (18% prin piele +14% prin plămâni și mucoase). Întrucât nivelul energetic al electronilor moleculelor de aer este permanent variabil, rezultă că și aceste trei tipuri de transferuri calorice ale organismului uman variază direct proporțional cu diferența de temperatură dintre corp și aerul din jurul său (Fig. 23).

După opinia lui M.I. Budyko (1974), în condițiile unui regim staționar, când temperatura de la suprafața corpului înregistrează slabe variații în timp, ecuația bilanțului caloric al organismului uman are forma:

$$R + M = E + C \quad \text{în care:}$$

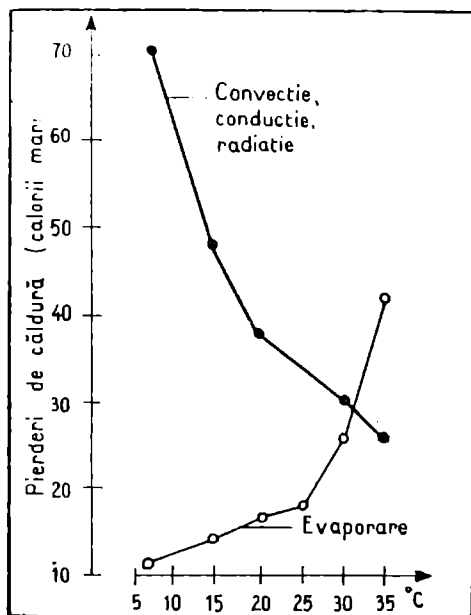
R = bilanțul radiativ de la suprafața corpului.

M = cantitatea de căldură metabolică determinată pe baza aportului cantitativ și caloric de alimente asimilat într-o perioadă de timp considerată.

E = transferul caloric prin evaporare.

C = schimbul caloric turbulent (prin conducție și convecție) de la suprafața pielii.

**Fig.23.** Schema proporției pierderilor de căldură ale organismului uman în funcție de temperatura de la suprafața corpului (°C).

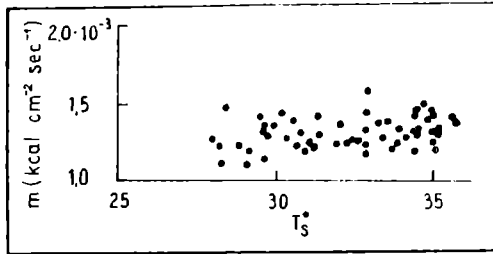


Se observă că această ecuație nu include și componenții minori ai bilanțului caloric dintre organism și mediul înconjurător, cum ar fi pierderile calorice prin procesele de respirație, deși, atunci când temperatura aerului scade sub  $-40^{\circ}\text{C}$ , acestea se ridică la aproape 1/5 din pierderile calorice totale.

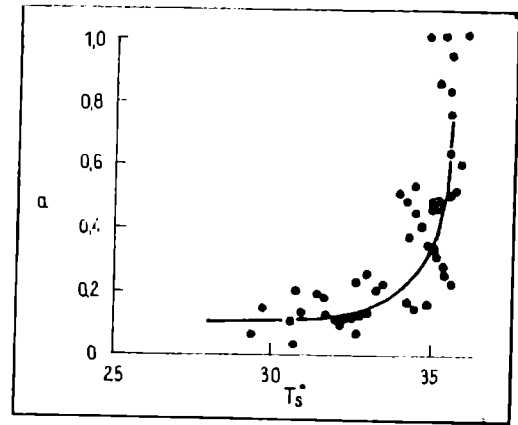
Conform calculelor efectuate de acest autor, cantitatea de căldură metabolică ( $M$ ) degajată de o persoană aflată în stare de repaus în condiții de confort termic, este mai mult sau mai puțin stabilă și se cifrează la aproximativ  $40\text{-}50 \text{ kcal/m}^2 \times \text{h}^{-1}$  ( $= 1,1 \times 10^{-3} - 1,4 \times 10^{-3} \text{ cal/cm}^2 \times \text{sec}$ ) depinzând și influențând nemijlocit regimul termic al organismului (Fig.24), care se menține în zona confortului termic.

În ceea ce privește pierderile calorice pe care organismul uman le suferă prin evaporarea apei de pe suprafața pielii, se apreciază că valoarea coeficientului de evaporare ( $\underline{a}$ ) nu mai prezintă aceeași stabilitate ca în cazul producției de căldură metabolică ci variază în limite foarte largi în funcție de temperatura corporală. Aceste rapide modificări se datorează în mare parte activității diferențiate a glandelor sudoripare, care constituie un eficient sistem de reglare a regimului termic uman. În figura 25 se observă că pentru temperaturi corporale cuprinse între  $29$  și  $35^{\circ}\text{C}$ , coeficientul de evaporare ( $\underline{a}$ ) înregistrează valori din ce în ce mai mari, devenind factorul substanțial de influență a procesului de termoreglare. La valori termice corporale mai mari de  $35^{\circ}\text{C}$ ,  $\underline{a}$  devine aproape punctiform, corespunzând, probabil, unei stări de disfuncționalitate fiziologică datorată hipertermiei.

**Fig.24.** Cantitatea de căldură metabolică (kcal/cm<sup>2</sup> x sec) produsă de organismul uman în funcție de temperatura de la suprafața corpului (°C)



**Fig.25.** Variația cantității de căldură pierdută de organismul uman prin evaporare (a) în funcție de temperatura de la suprafața corpului (°C)



O evaluare generală a bilanțului caloric al organismului uman, efectuată de același M.I. Buyko (1974), apreciază că la latitudini temperate, într-o zi de vară, principala sursă de căldură este reprezentată de cantitatea totală de energie radiativă calorică (infraroșie) incidentă pe suprafața pielii (reprezentând 70-75% din aportul caloric total al organismului), la care se adaugă cantitatea de căldură metabolică produsă prin procese oxidative celulare (= 30-25%). Acestea sunt consumate diferențiat, în funcție de regimul temperaturii aerului. Astfel, la temperaturi ambientale mari, transportul caloric prin evaporare devine cel mai important mijloc de pierdere calorică (totalizând 75-80% din cantitatea totală emisă în exterior) dar la temperaturi scăzute, valoarea acestuia, care scade la 20-25%, este depășită de cea a transportului caloric turbulent prin conducție și convecție, care se ridică la 50-60%.

Data fiind importanta vitală a menținerii constante a temperaturii sale interne, organismul uman este dotat cu senzori specializați, repartizați pe întreaga suprafață a corpului, prin intermediul cărora sistemul nervos central este permanent informat asupra stării energetice interne și externe.

Temperatura mediului extern la care cantitatea de energie emisă de organismul uman este egală cu cantitatea de energie absorbită de mediul extern fără intervenția mecanismelor de termoreglare poartă numele de **temperatură de neutralitate termică**, și variază în limite destul de largi, în funcție de vârsta și sexul subiecților (aceasta fiind de 17-25°C pentru indivizii care locuiesc la latitudini temperate sau 29-34°C pentru cei de la latitudini tropicale).

**1.6.5. Radiațiile vizibile** sunt unde electromagnetice alcătuite din particule de fotoni care se propagă în linie dreaptă, cu lungimi de undă  $\lambda = 0,40 - 0,76 \mu$  și putere energetică de 1 - 7 eV (situat la limita dintre radiațiile infraroșii și cele ultraviolete). Radiațiile vizibile sunt, în principal, de proveniență solară, dar o cantitate redusă este emisă și de alte corpuri cerești (în special Luna), prin reflexia luminii solare. De asemenea, acestea pot fi induse pe cale artificială, prin procedee foarte variate (de la flacără deschisă până la gaze aflate în stare de excitație electrostatică).

Radiațiile vizibile au o mare putere de penetrare în structurile biologice. Efectul lor termic este cu aprox. 60% mai redus decât cel al radiațiilor infraroșii, în schimb, acestea provoacă un **efect fotodinamic** accentuat, reprezentat prin ridicarea nivelului energetic al orbitalilor electronici și captarea surplusului energetic de către oxigenul intracelular care, astfel, devine foarte activ din punct de vedere chimic, combinându-se cu proteinele celulare și formând peroxizii (importanți produși de sinteză).

Din cercetările efectuate până în prezent reiese că structurile celulare din compoziția organismului uman reflectă cca. 50% din cantitatea totală a radiațiilor conținute în spectrul luminos. Această proprietate este determinată printre altele, și de valoarea destul de ridicată a albedoului pielii umane, care este egală, în medie, cu 30%. Trebuie însă să menționăm faptul că valoarea albedoului pielii umane variază de la o populație la alta, în funcție de gradul lor de pigmentare. Prin urmare, și cantitatea radiațiilor luminoase absorbite de țesuturile epiteliale depinde de gradul lor de transparentă și, implicit, de cantitatea de pigment din substratul acestora. În ceea ce privește strict puterea de penetrare a diverselor radiații din spectrul luminos în structurile tegumentelor, se constată că aceasta diferă în funcție de lungimea de undă caracteristică. Astfel, radiațiile galbene, portocalii și roșii pătrund cu atât mai adânc cu cât lungimea lor de undă este mai mare, iar cele verzi, albastre, indigo și violet sunt respinse dacă lungimea lor de undă se micșorează prea mult.

Prin proprietățile de care dispun, radiațiile luminoase reprezintă stimulul fizic al activității întregului ansamblu de celule din care este constituit organismul uman, coordonând intensitatea travaliului principalelor sisteme de integrare și reglare fiziologică.

În primul rând, radiațiile vizibile determină inervația senzorială ai retinei oculare, singurul organ specializat în acest tip de relații cu mediul extern. Aceasta este alcătuită din straturi succesive de neuroni fotosensibili dispuși în două structuri distincte: celule tip "bastonașe", specializate în captarea radiațiilor albe și negre (culori acromatice) și celule tip "conuri", specializate în captarea radiațiilor colorate (culori cromatice).

Prin acțiunea radiațiilor electromagnetice luminoase, bioelementele din compoziția neuronilor fotosensibili suferă reacții fotochimice reversibile, din care rezultă compuși proteici care determină modificarea potențialului de membrană al nervilor fotosensibili. Aceste impulsuri chimice sunt preluate de neuronii următori și transmise, prin nervul optic, până în zona de proiecție din scoarța cerebrală, unde se compune imaginea percepută.

În al doilea rând, radiațiile vizibile roșii, portocalii și galbene, apropiate spectrului infraroșu, produc, prin absorbție, un efect termic care activează mecanismul de termoreglare.

În al treilea rând, radiațiile vizibile albastru-violete, apropiate de cele ale spectrului ultraviolet, determină intensificarea producției de melanină (pigment epidermic) și proliferarea (stimularea) producției de melanină, ca reacție de protecție la efectul fotochimic indus de acestea.

În fine, deși nu în ultimul rând, caracterul alternant al radiațiilor vizibile, datorat mișcărilor de rotație și revoluție ale Pământului, determină instalarea ritmurilor nictemerale (veghe-somn) și anuale în toate structurile fiziologice ale corpului omenesc.

În principiu, bioritmul circadian (diurn) reprezintă caracterul fundamental al timpului biologic uman și are un tipar de evoluție bifazic, exprimat prin alternarea unei perioade de intensă activitate metabolică (în timpul zilei) cu una de repaus relativ (în timpul nopții). Acest ritm zilnic are caracter filogenetic și se definitivează de abia la vârsta de 10 ani, caracterizând activitatea tuturor structurilor fiziologice din organismul uman. (Tabel 7).

**Tabelul 7.** Bioritmul principalelor funcții fiziologice umane.

Funcția fiziologică	Intervalul orar cu activitate	
	Maximă	Minimă
Temperatura corpului	16 – 20	4 - 8
Frecvența pulsului + tensiunea arterială	12 – 18	2 - 4
Consumul de oxigen	18 – 22	06 - 10
pH sanguin	04 -14 acid	14 - 04 alcalin
Numărul leucocitelor	17 – 20	11 - 14
Cantitatea de hemoglobină	11 – 14	16 - 18
Concentrația ureei și acidului uric	12 – 16	4 - 6
Volumul urinar	14	10
Concentrația – azotului	16	8
- sodiului	10 – 11; 18 – 20	0 - 4
- potasiului	8	0 - 4
Glanda tiroidă și suprarenală	10 – 16	4 - 8
Hipofiza posterioară	22 – 04	10 - 16
Activitatea sudoripară	14 – 18	22 - 04

Instalarea bioritmului circadian are loc prin adaptarea sincronă a funcțiilor organismului la fenomenele externe. Dar modificarea forțată a condițiilor ambientale care au stabilit un anumit bioritm, poate determina grave dereglări senzoriale și psihice, reprezentate prin amnezii, pierderi ale capacității de orientare în timp, dereglarea organelor centrale de coordonare nervoasă etc. Uneori, tulburările se pot extinde și în sfera somatică, impunând (generând) dereglarea ritmului cardiac, al ciclului menstrual etc., cu urmări semnificative asupra randamentului uman.

Unul din cazurile crono-patologice frecvent întâlnite în condițiile civilizației moderne este **sindromul jet-lag**, datorat dezadaptării cronobiologice survenite în urma unei călătorii aeriene transcontinentale, când trecerea de la un fus orar la altul se face extrem de rapid.



Modificarea stimulilor ritmici inițiali, prin schimbarea bruscă a caracteristicilor climatice sau comprimarea ritmului veghe-somn, creează un adevărat stress biologic, care ridică probleme dificile de adaptare. Din fericire însă, conștiința joacă un rol important în reglarea bioritmului circadian, ceea ce face ca efectele sindromului *jet-lag* să fie reversibile. Cu toate acestea, el reprezintă un important factor de conduită a comportamentului uman. De exemplu, sportivii care se deplasează la competiții internaționale desfășurate în localități situate la distanțe mari, au nevoie de cel puțin 3 - 5 zile de reglare a bioritmului, în vederea recuperării integrale a capacității inițiale de efort.

Bioritmul anual (sau sezonier) prezintă o perioada mai mare de evoluție, permițând organismului uman să se adapteze gradat la condițiile climatice ce se modifică de la un anotimp la altul. Dar cum, în acest caz, influența directă a radiațiilor vizibile este mai puțin sesizabilă, amânăm discuția până în capitolul 1.2., unde se vor prezenta pe larg dimensiunile cronobiologice ale comportamentului uman fiziologic și patologic.

Pe de altă parte însă, radiațiile vizibile pot avea și efecte nocive asupra organismului uman. De exemplu, având în vedere faptul că lumina solară are o intensitate de ordinul a peste 100.000 de lucși (în timp ce în interiorul caselor pătrund de abia 50 - 1.000 de lucși), structurile cutanate pot fi afectate, prin expunere îndelungată, de fotodermatoze, arsuri sau eritemuri, iar ochii de fototraumatisme retiniene care se accentuează în timpul iernii, datorită albedoului ridicat al zăpezii (80-90%). Pentru prevenirea acestor efecte negative, oamenii au adoptat reacții culturale de protecție, specifice zonelor în care trăiesc: cum ar fi ochelarii de soare sau de zăpadă, vestimentația și accesoriile vestimentare caracteristice.

**1.6.6. Radiațiile ultraviolete**, cu lungimi de undă cuprinse între 2.800 și 4.000 Å, dispun de cel mai mare potențial energetic din categoria radiațiilor neionizante (energia lor măsurând câteva zeci de eV). Deși principala lor sursă emisivă este Soarele, la nivelul suprafeței terestre nu ajung decât cca 45% din totalul cantității de radiații ultraviolete emise de acesta (33% prin absorbție directă și 12% prin procese de difuzie și reflexie), deoarece o parte din acestea sunt absorbite de moleculele de oxigen din componenta straturilor succesive de ozon localizate între 25-60 km altitudine.

Proporția acestora crește semnificativ în regiunile montane situate la mari înălțimi, unde datorită gradului ridicat de transparentă a atmosferei, cantitatea lor se poate chiar dubla, sau în regiunile acoperite cu zăpadă proaspătă, al căror albedo ridicat intensifică procesele de reflexie. De asemenea, radiațiile ultraviolete se găsesc și în componența spectrelor radiative emise de dipolii noroși în timpul descărcărilor electrice, sau de unele procese tehnologice din instalațiile de sudură sau cu arc voltaic.

Prin absorbție în structurile celulare ale organismului uman, radiațiile ultraviolete produc două tipuri de efecte biologice, în funcție de lungimea lor de undă și de durata expunerii. Astfel, radiațiile ultraviolete cu  $\lambda = 3.200-4.000 \text{ \AA}$  exercită, în principal, **efecte de fotoionizare**, cu rol preponderent eritematogen, în timp ce radiațiile ultraviolete cu  $\lambda = 2.800-3.200 \text{ \AA}$ , generează **efecte de fotosinteză**, cu rol antirahitic. Din nefericire însă, cele din prima categorie reprezintă 90% din cantitatea totală de radiații ultraviolete incidente pe suprafața pielii, impunând organismului uman severe măsuri de protecție și control.

În ceea ce privește modificările biochimice bazate pe efecte de ionizare, trebuie să precizăm că amploarea și gravitatea lor depinde nemijlocit de durata expunerii. De exemplu, reacțiile de reglare și protecție normală a organismului se dezvoltă după o expunere de numai 30 de minute; manifestări patologice temporare (fotodermatoze) apar după o iradiere de 60 de minute; iar modificările patologice ireversibile, de tipul cancerelor de piele, apar în cazul expunerilor ce depășesc 80 de minute.

Prin efectul de fotoionizare produs de radiațiile ultraviolete în structura chimică a bioelementelor cuprinse în organitele celulare, organismul uman dezvoltă eficiente reacții de protecție încă de la nivelul epitelului cutanat care suportă primul acțiunea agresivă a acestora. Cele mai importante dintre acestea sunt: pigmentarea, hiperkeratoza și eritemul.

**Pigmentarea** (bronzarea) pielii constituie o reacție biochimică reflexă și se produce în două etape. Pigmentarea imediată are eficiență maximă la acțiunea radiațiilor ultraviolete cu lungimi de undă de 2.940-2.570  $\text{\AA}$  și se observă la aproximativ 90% din subiecții cu pielea normal colorată. Ea se datorează întunecării cantităților de melanină existente în structurile epidermice, ca urmare a unei reacții fotochimice oxigen-dependente.

Procesul de formare a unor cantități suplimentare de melanină se declanșează, însă, numai atunci când radiațiile ultraviolete ating lungimi de undă de 3.400-3.500  $\text{\AA}$ .

De obicei, procesul de producție excedentară a melaninei debutează după un interval de latență de 2-3 zile de la iradiere, realizează un maxim de 19 zile și încetează la 30 de zile, după care pigmentul melanic este eliminat progresiv într-o perioadă de 8-9 luni. Desigur, reacțiile biochimice implicate sunt deosebit de complexe, dar ele au rolul de a proteja structurile interne de acțiunea nocivă a radiațiilor ultraviolete.

**Hiperkeratoza** se manifestă prin proliferarea accelerată a celulelor epiteliale, ducând la îngroșarea stratului cornos. Ea este o reacție de apărare ce contribuie la absorbirea a peste 50% din cantitatea de radiații ultraviolete incidentă pe suprafața pielii.

**Reacția inflamatorie sau eritemul** apare după o expunere de 30-60 de minute și devine vizibil numai după 6 ore, persistând 3-5 zile. Mecanismul intim răspunzător pentru declanșarea sa nu a fost încă pe deplin elucidat, deși se crede că s-ar datora unor reacții de alterare a moleculelor de ADN (acizi dezoxiribonucleici). Reacțiile de sinteză stimulate de acțiunea radiațiilor ultraviolete sunt deosebit de numeroase și au repercusiuni asupra întregului organism uman. O importantă vitală prezintă reacția de sinteză a provitaminei D<sub>2</sub> care, prin procese fotochimice ireversibile se transformă în vitamina D<sub>2</sub>, cu rol de fixare a calciului în structurile osoase .

În țara noastră, un mare număr de cazuri de rahitism evolutiv s-a înregistrat, în 1991 de exemplu, mai ales în județele al căror teritoriu se extinde preponderent în zonele de munte: Maramureș - 0,13%, Sălaj - 0,31%, Alba - 0,13%, Brașov - 0,13%, Suceava - 0,11%, Bihor - 0,18% (față de media pe țară de 0,07%). Din aceasta cauză, suntem tentați să credem că, în aceste situații, datorită rolului ecranator al pantelor munților, cantitatea de radiații ultraviolete incidentă pe fundul văilor umbrite este destul de redusă pentru a permite populației locale o expunere eficientă. Pe de altă parte însă, aceeași situație se întâlnește și în unele județe de câmpie: Bacău - 0,26%, Satu Mare - 0,14%, Timiș - 0,10%, Iași - 0,12%, Galați - 0,08%, Brăila - 0,17%, Constanța - 0,10%, care infirmă validitatea relației menționate anterior.

De data aceasta credem că numărul mare de îmbolnăviri se datorează fie intensei activități industriale care generează apreciable cantități de pulberi sedimentabile ce, odată emise în atmosferă, ecranează radiațiile ultraviolete; fie aportului caloric neadecvat adoptat în condițiile unui nivel de trai mai scăzut (ca în cazul județului Bacău sau Sălaj).

Efectul general produs de radiațiile ultraviolete asupra organismului este reprezentat prin tendințele de activare a circulației sistemice, de stimulare a hemato- și leucopoezei, de accelerare a activității aparatului digestiv, respirator, endocrin, etc. În schimb, dacă acțiunea acestor radiații depășește doza maxim admisibilă de iradiere, poate determina modificări cromozomiale în celulele din măduva osoasă. Aceasta arată că, în esență, acțiunea acestui tip de radiații este mult mai profundă decât se crede, ceea ce ar putea confirma supoziția referitoare la rolul pe care l-au jucat în apariția și evoluția speciei umane.

**1.6.7. Radiațiile ionizante** sunt emise fie în timpul erupțiilor cromosferice solare de ordin superior (radiații corpusculare), fie de elemente radioactive naturale sau artificiale (radiații radioactive). Din fericire, acțiunea radiațiilor cosmice nu este resimțită în straturile inferioare ale atmosferei terestre, decât rareori și în mică măsură, în perioadele de intensificare a activității solare, în timp ce emisiile radioactive afectează fondul radiativ natural al acesteia. Radiațiile cosmice sunt compuse din radiații cosmice primare, de natură corpusculară, reprezentate de nuclee de atomi (de la hidrogen până la fier) lipsite de electroni periferici și radiații cosmice secundare (protoni, neutroni, electroni, etc.) produse prin "atomizarea" particulelor dintâi sub acțiunea radiațiilor primare. Energia acestora depășește deseori câteva zeci de eV, având o oscilație periodică de cca 50%, cu o amplitudine de 11 ani (efectul Forbush), prezentând riscuri biologice numai în cazul zborurilor cosmice.

Radiațiile radioactive sunt reprezentate, în principal, de radiații alfa emise de unele roci minerale:  $^{57}\text{Co}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{54}\text{Mg}$ ,  $^{144}\text{Ce}$ ,  $^{65}\text{Zn}$ ,  $^{95}\text{Zr}$ ,  $^{110}\text{Ag}$ ,  $^{45}\text{C}$ ,  $^{89}\text{Sr}$ ,  $^{234}\text{Th}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{32}\text{P}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{24}\text{Na}$ ,  $^{42}\text{K}$ ,  $^{51}\text{Cr}$ ,  $^{64}\text{Cu}$ , etc., sau de utilajele de producție, transport și exploatare a izotopilor radioactivi artificiali. În natură, proporția mineralelor radioactive (Uraniu și Thorium) este neînsemnată ( $\sim 6 \times 10^{-3}\%$  din compoziția scoarței terestre), iar repartiția lor este neuniformă (de la  $1\text{pCi}/\text{m}^3$  deasupra oceanelor la  $500\text{pCi}/\text{m}^3$  deasupra uscatului).

Cercetările efectuate în județul Bihor (România), pe loturi de populație situate în două zone diferite din punct de vedere al fondului natural de radioactivitate, au arătat că cifrele de acumulare ale uraniului și plumbului radioactiv variau amplu între zona de exploatare (Băita) și zona neutră (Beiuș) de la 24 la 6,2 remi pentru uraniu și 10,5-3,3 remi pentru plumb.

Deși acestea se încadrează în limitele maxim admisibile (25 remi pentru uraniu și 12 remi pentru plumb), există pericolul ca, prin expunere îndelungată, populația să manifeste semne clinice de iradiere. În acest sens, poate nu este chiar întâmplător faptul că, spre deosebire de alte județe, Bihorul prezintă cele mai ridicate valori ale indicilor de mortalitate standardizată pe cauze tumorale - 173,6 la 100.000 locuitori (față de media națională de 144,7 la 100.000 locuitori în 1991) și ai mortalității generale - 13,0% în 1966, 10,7% în 1975, 12,5% în 1985. De asemenea, numărul decedaților cu vârsta sub 1 an (24,5%) este superior numărului mediu pe țară (= 22,7% în 1991), iar prevalența cazurilor de anomalii congenitale (0,19% în 1991 și 0,16% în 1992) deține supremația în întreaga țară (a cărei valoare medie este de 0,05%). Desigur că aceste corelații pot fi contestate, însă ne vine greu să credem că numai factorii socio-economici pot fi responsabili pentru asemenea situație, mai ales dacă știm că respectivul județ deține un potențial economic apreciabil.

În mod normal, organismul uman acumulează izotopi radioactivi de  $C^{14}$ ,  $K^{14}$ ,  $Na^{24}$  în mod natural, ceea ce ne permite să apreciem că el joacă un rol activ în reacțiile de sinteză a aminoacizilor și glucidelor din hialoplasma celulară. Dar când intensitatea radiațiilor emise de elemente radioactive depășește anumite limite, în organismul uman se produc reacții biochimice intense, desfășurate în trei etape.

În prima etapă, în urma coliziunii directe dintre radiațiile radioactive cu atomii moleculelor din structurile celulare, se formează o "avalanșă" de ioni excitați prin absorbție fotoelectrică care dezintegrează oxigenul și apa liberă intracelulară, necrozând țesuturile în care acestea se află.

În etapa următoare, datorită gravelor dezechilibre electrice produse în plasma celulară (unde, de exemplu, într-o celulă cu volumul de 300  $\mu$  expusă unei radiații cu intensitatea de 100 remi, s-au depistat 130.000-140.000 atomi ionizați și 260.000-280.000 atomi excitați), se declanșează unde de soc de depolarizare care modifică repartitia ionilor de  $Na^+$ ,  $K^+$  și  $Cl^-$  de pe membranele celulelor, perturbând întregul proces metabolic. Modificările de acest gen încep de la 40-50 remi pentru proteine și continuă până la 2.000-2.500 remi pentru acizii grași, deși pentru alte celule, dozele de numai 100 remi declanșează reacții letale.

În cea de-a treia etapă, apar dereglări la nivel cromozomial care alterează tiparul genetic transmis următoarelor generații.

Dacă ar fi să prezentăm o scară a efectelor fiziologice ale radiațiilor radioactive asupra comportării clinice a organismului uman, ea ar avea forma:

Doza de iradiere	Semne clinice
25 remi	Nu există efecte aparente. Doza maxim admisibilă.
50 remi	Iritare nervoasă și insomnii sau oboseală și somnolentă, asociate cu modificări ale elementelor sângelui.
100 remi	Modificări apreciabile ale formulei sanguine, oboseală generată de epuizare suprarenală.
200 remi	Elemente celulare patologice, tulburări nervoase importante.
300 remi	Vărsături, 20% din subiecți decedează după prima lună, iar subiecții rămași în viață se vindecă după 3 luni.
400 remi	50% din subiecți decedează în prima lună, iar restul contractează boala de iradiere.
600 remi	Doza letală sigură.

Comparând doza periculoasă de 50 remi pentru om, cu doza primită sub acțiunea radiațiilor naturale, care este de numai 0,16 remi/an și se ridică la cel mult 10-12 remi într-o viață de 70 de ani, se observă că organismul uman dispune de apreciable rezerve de rezistență la variațiile radiațiilor ionizate. Cu totul altfel se pune însă problema în cazul elementelor radioactive utilizate în diverse domenii ale activității umane, care emit doze mari de radiații ce pot genera mutații biochimice ireversibile. Boala de iradiere astfel apărută se caracterizează prin: formarea radiodermitelor ulceroase sau necrotice (inflamații cutanate), încetinirea travaliului tractului digestiv (care prin diminuarea mobilității și activității secretorii permite pătrunderea florei bacteriene în sânge), instalarea hemofiliei, stoparea procesului de osificare, diminuarea fertilității, alterarea biocurenților cerebrali, apariția tumorilor cancerigene. Dată fiind severitatea acestor efecte biologice, se apreciază că traumatismele fiziologice provocate de radiațiile ionizante sunt cele mai periculoase deoarece lipsesc organismul de capacitatea de regenerare și îi scad potențialul de apărare împotriva altor factori ambientali de risc.

## 1.7. TEMPERATURA AERULUI

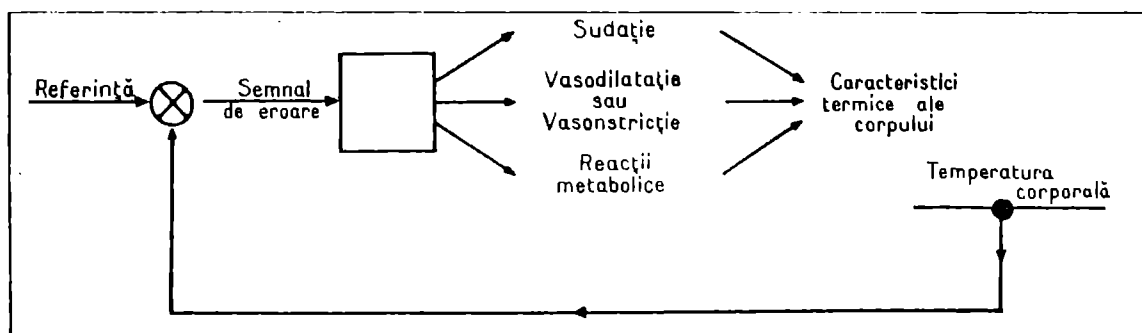
Temperatura aerului reprezintă cel mai important factor climatic de influență asupra comportamentului uman deoarece variația acesteia determină reacții fiziologice care stimulează sau, dimpotrivă, limitează capacitatea de efort a organismului, impunând ample diferențieri ale randamentului energetic. În mod normal, organismul uman este înzestrat cu un sistem propriu de reglare termică care face ca acesta să aibă o temperatură internă constantă ( $37^{\circ}\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ), permițându-i să efectueze activități motrice independente de temperatura ambientală (homeotermie).

**Mecanismul termoreglării umane** funcționează pe principiul termostatului, controlând permanent abaterile temperaturii interne față de pragul fiziologic de referință:  $37^{\circ}\text{C}$  în zona centrală internă și  $35^{\circ}\text{C}$  în zona periferică cutanată. Orice variație a temperaturii externe face ca senzorii termici specializați (corpusculi Krause reacționează la rece, iar corpusculii Ruffini reacționează la cald), repartizați uniform pe întreaga suprafață corporală (deși densitatea lor este relativ mai mare pe pielea de pe față și mâini), să emită semnale nervoase care sunt transmise prin neuronii termoreglării (fibre amielinice neîncapsulate) către centrul nervos de profil localizat în hipotalamus. Aceștia integrează și prelucrează informațiile referitoare la nivelul termorecepției, comparându-le cu o valoare de consemn. În urma acestui proces se naște un "semnal de eroare" care activează centrul de comandă al diversilor efectori fiziologici (sistem secretor sudoripar, circulația periferică cutanată, metabolism bazal), permițând aducerea temperaturii corporale la valoarea stabilă de referință (Fig. 26). În această situație, organismul uman se află în **zona de neutralitate termică**, în care întreaga cantitate de căldură produsă prin procesele metabolice oxidative este absorbită de mediul aerian înconjurător, fără a fi necesară intervenția mecanismelor de termoreglare.

În realitate însă, s-a constatat că intensitatea potențialului energetic al arderilor metabolice interne depinde de variația temperaturii ambientale. Astfel, la o temperatură a aerului de  $30^{\circ}\text{C}$ , capacitatea energetică a organismului se ridică la valori de  $60\text{ W/m}^2$  de suprafață corporală/ $^{\circ}\text{C}$  de temperatură; la temperatura ambientală de confort termic ( $22,5^{\circ}\text{C}$ ) aceasta nu depășește  $13\text{ W/m}^2/^{\circ}\text{C}$ , iar la frig, valoarea ei se reduce la un minim de  $6\text{ W/m}^2/^{\circ}\text{C}$ , demonstrând că, în ciuda caracterului său homeoterm, organismul uman își "calibrează" energia în funcție de solicitările termice externe.

Speculând această relație de influență, unii oameni de știință au încercat chiar să acrediteze ideea că populațiile Globului se diferențiază în funcție de ansamblul condițiilor climatice (în care temperatura aerului joacă rolul esențial) care le influențează randamentul fizic și intelectual. De exemplu, E.Huntington (1947) susținea că "binecunoscutul contrast dintre popoarele energetice din părțile cele mai progresiste ale zonei temperate și locuitorii inerți din zonele tropicale, sau chiar din unele zone temperate - cum ar fi Persia - se datorează în mare parte climei..." Desigur că asemenea afirmație nu este pe deplin justificată din punct de vedere științific, ea reprezentând doar o ipoteză deterministă. Dar nu mai puțin adevărat este faptul că, totuși, temperatura aerului constituie cel mai important factor climatic de influență asupra fiziologiei umane, el modificând amplitudinea și tipul schimburilor calorice dintre organismul uman și mediul înconjurător.

**Fig.26. Mecanismul termoreglării umane.**



În acest sens, cel mai important rol revine **zonei centrale homeoterme**, reprezentată prin cei doi centri nervoși pereche (cald-rece) de reglare termică din hipotalamus, care reglează cuantumul producției calorice obținute în urma arderilor celulare oxidative. Prin urmare, în cazul în care temperatura corporală scade sub valoarea medie standard tolerată de organism ( $37^{\circ}\text{C}$ ), se declanșează mecanismul **termogenezei** care determină intensificarea arderilor metabolice în scopul prevenirii răcirii extreme a organismului (valoarea sa termică minimă fiind de  $+24^{\circ}\text{C}$ ).



Dimpotrivă, în situațiile în care temperatura internă crește peste valoarea medie admisă (maximul atingându-se la 40-41,5°C), se activează mecanismul de **termoliză** care favorizează intensificarea transferului de căldură spre zona cutanată, și de aici, spre mediul extern.

**Aparatul respirator** are rol funcțional în cazul pierderilor externe de căldură prin respirație. Cantitatea de căldură eliberată la nivelul epiteliilor pulmonare este cu atât mai mare cu cât ritmul respirației devine mai alert și devine critică dacă temperatura aerului scade la valori negative (apreciindu-se că la -40°C, pierderea calorică a plămânilor reprezintă 1/5 din pierderea totală). În această situație, efectuarea oricărui lucru mecanic determină creșterea volumului aerului inspirat, măbind și mai mult ritmul respirației și cuantumul pierderilor calorice, care pot provoca leziuni pulmonare ireversibile.

**Zona cutanată periferică** (pielea) reglează schimburile calorice cu exteriorul prin mecanisme de *feed-back* fiziologic, care-i permit continua evaluare a toleranței termice a organismului. Ea îndeplinește multiple funcții, din care cele de tampon termic (împiedicând încălzirea sau răcirea excesivă a nucleului central), conductor termic (facilitând transferul de căldură prin procese de conducție și convecție), comutator al stratului de țesut adipos (impunând eficiența termoizolatoare a acestuia) și organ efector al termolizei sunt cele mai importante.

Prin acțiunea conjugată a celor trei elemente ale sistemului de termoreglare, căldura metabolică este menținută în limite fiziologice normale, în vederea asigurării "confortului termic" necesar întreținerii funcțiilor vitale ale organismului uman. Acest nivel corespunde zonei de neutralitate termică și se exprimă printr-o ecuație liniară de forma:

$$M \pm Cd \pm Cv \pm R - E = 0 \quad (\text{conform H.J. Critchfield, 1974}).$$

în care:  $M$  = cantitatea de căldură metabolică

$Cd$  = transfer caloric extern prin procese de conducție

$Cv$  = transfer caloric prin procese de convecție

$R$  = transfer caloric prin procese de radiație

$E$  = schimb caloric prin evaporare.

Din aceasta rezultă că nivelul neutralității termice se atinge doar atunci când cantitatea de căldură metabolică este consumată integral în procesele de schimb caloric (prin conducție, convecție, radiație și evaporație) cu mediul extern (aerian). În acest caz, temperatura corporală atinge 37°C la nivel rectal și 33-34°C la nivelul epidermei, dar aceasta poate să crească sau să scadă în funcție de valoarea producției calorice interne, care poate fi superioară sau inferioară sumei celorlalte elemente ale bilanțului termic.

Cel mai eficient proces de diminuare a nivelului termoproducției este cel al **evaporației apei** de pe suprafața pielii (știind faptul că pentru evaporarea unui gram de apă se consumă cca 0,6 Kcal). Organismul uman amplifică ritmul evaporației prin intensificarea circulației sanguine periferice, exercitând un control maxim asupra mecanismelor de termoliză. Astfel, la temperatura ambientală de confort termic (22,5°C) debitul circulator de la nivelul extremităților este de 0,5-1 ml/min./100 gr. țesut, în timp ce într-un mediu cald (30°C), debitul circulator crește la 80-100 ml/min./100 gr. țesut. Din nefericire însă, eficiența acestui proces de schimb caloric scade sensibil în cazul în care temperatura aerului coboară sub valoarea de 20°C, umezeala atmosferică depășește valori de 70%, iar viteza vântului se menține sub 0,23 m/s.

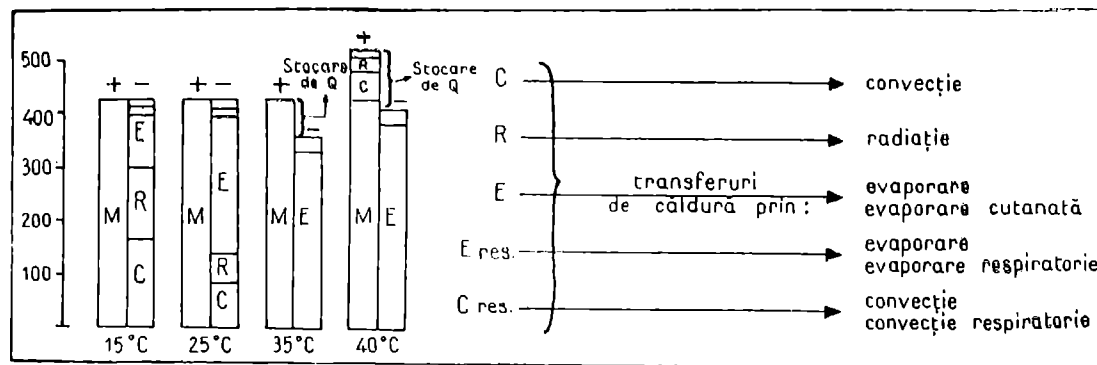
Pentru compensare, efectul de "răcire" a organismului este preluat de celelalte procese de schimb caloric, care constituie sisteme complementare de control termic. De exemplu, se apreciază că, la valoarea standard a temperaturii interne (37°C) **pierderile calorice radiative** ale organismului uman sunt de 80% în poziție ortostatică, 50% în poziție clinostatică și 60-65% în poziție șezând, cu o intensitate medie de 5 Kcal/ora/m<sup>2</sup> de suprafață corporală.

**Convecția** poate constitui o modalitate eficientă de pierdere calorică numai dacă aerul din jurul corpului uman se află în continuă mișcare, condiție care nu poate fi respectată decât în zonele cu climă caldă unde vestimentația este sumară. Aceeași condiție restrictivă apare și în cazul procesului de conducție, a cărui eficiență se reduce apreciabil datorită rezistenței termice a vestimentației.

Proporția de combinare a acestor procese fizice este prezentată în figura nr.27 care expune elementele bilanțului termic ale unui bărbat cu înălțimea de 1,75 m și greutatea de 70 kg, ce efectuează un lucru mecanic de intensitate medie ( $L = 450 \text{ W}$ ) în diferite medii termice.

Astfel, la temperatura ambientală de 15°C, organismul uman își menține echilibrul termic numai prin procese de radiație și convecție; la 25°C pierderile calorice prin evaporare devin predominante; la 35°C, mecanismele transportului caloric sunt anihilate, căldura acumulându-se progresiv în organism, astfel încât la 40°C, eficiența procesului de termoliză scade la mai puțin de jumătate, existând pericolul apariției unor grave leziuni interne.

**Fig.27.** Elementele bilanțului termic al omului în diferite medii.



Însă nu în toate cazurile temperatura aerului constituie un indicator reprezentativ al reactivității termice a organismului uman. Reacțiile individuale depind nu numai de elementele ecuației schimbului caloric, ci și de factori subiectivi care variază amplitudine de la o persoană la alta pentru același moment, sau de la un moment la altul pentru aceeași persoană.

Temperatura percepută în realitate de organismul uman este denumită "**temperatură efectivă**" și constituie baza de determinare a stării termice a indivizilor în funcție de suma condițiilor atmosferice prevalente.

Valoarea ei se calculează pe baza unor metode numerice sau grafice, în funcție de acțiunea dominantă a parametrilor meteorologici dintr-o anumită zonă climatică. Astfel, pentru zonele cu climă caldă și umedă se pot aplica formulele de calcul propuse de:

- E.C. Thom (1974) -  $TH = 0,4 (t_{usc} + t_{um}) + 4,80^{\circ}C$ , în care TH = indexul temperaturii aparente;  $t_{usc}$  = temperatura măsurată la termometrul uscat;  $t_{um}$  = temperatura indicată de termometrul umed;

- J.P. Besancenot (1990) -  $T_{ef} = t - [(0,55 - 0,055 \times u)(t - 14,5)]$ , în care  $T_{ef}$  = temperatura efectivă; t = temperatura aerului; u = umezeala relativă a aerului.

Acestea permit calcularea temperaturii efective numai pe baza temperaturii și umezelii relative a aerului, pornind de la premisa că, într-un mediu cald, evaporarea apei de pe suprafața pielii tinde să devină principalul proces fizic de răcire a organismului. În acest sens, temperatura efectivă scade pe măsura reducerii umezelii relative a aerului, care determină intensificarea ratei de evaporare, și crește dacă umezeala relativă atinge valori destul de ridicate (>70%) pentru ca procesul de evaporare să-și piardă eficiența termoreglatoare. În acest caz, ca și atunci când temperatura aerului devine negativă, valoarea temperaturii efective își pierde forța de expresie dacă se corelează numai cu nivelul temperaturii și umezelii relative a aerului, fiind necesară introducerea unui parametru meteorologic suplimentar - viteza vântului, care permite evaluarea stării termice a organismului uman ținând cont de rata conducției calorice exterioare, a cărei eficiență o depășește, deseori, pe cea a evaporării. În acest stadiu, metodele numerice de calcul a temperaturii efective devin total ineficiente, impunându-se superioritatea celor grafice, care elimină orice restricții de aplicabilitate și permit evaluarea stării termice a organismului uman în funcție de condițiile generale ale atmosferei din orice regiune a Globului. Din acest motiv, se impune utilizarea nomogramei "ASHRAE Comfort Chart", elaborată de Societatea Americană a Inginerilor din domeniul Industriei Produselor de Încălzire, Refrigerare și Ventilație (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*), care, datorită complexității sale (incluzând combinarea valorilor de temperatură a aerului, măsurată la ambele termometre psihrometrice, cu cele ale umezelii relative și vitezei vântului), a permis reconstituirea particularităților fiziologice determinate de caracterele climatice specifice regiunilor tropicale și temperate.

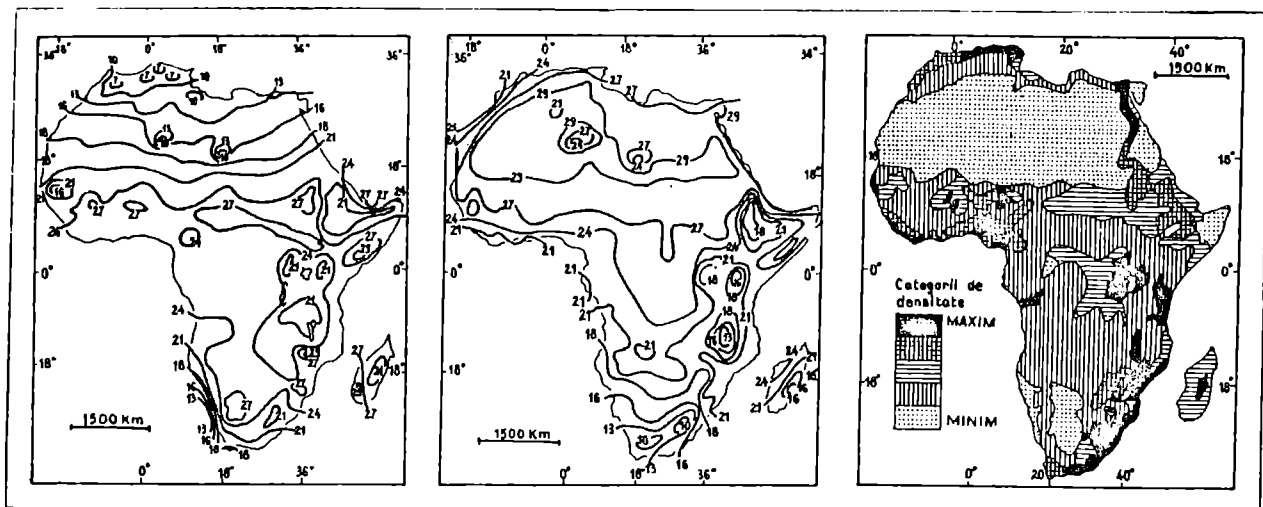
În cel de-al doilea caz, metoda ASHRAE nu a putut fi aplicată decât pentru valorile termice extreme ale lunii iulie (considerată ca lună reprezentativă pentru anotimpul cald) deoarece condiția sa preliminară de utilizare este aceea ca temperatura aerului să fie superioară temperaturii corporale de confort termic (14,5-15,5°C). Prin urmare, prezenta metodă de calcul a temperaturii efective, alături de celelalte menționate anterior, nu dă rezultate în cazul regiunilor cu climat rece sau al anotimpului rece din regiunile cu climat temperat, așa cum, de asemenea, se estompează, pierzându-și forța de expresie, pe fondul valorilor medii multianuale.

Un pas important în această întreprindere l-a constituit fixarea sistemului de referință, reprezentat prin evaluarea **pragului fiziologic de "confort termic"**, în funcție de care s-au putut calcula limitele de variație ale temperaturii efective. În acest scop, s-a pornit de la premisa că, în fapt, zona de confort termic pentru un grup de oameni reprezintă media zonelor individuale de confort ale tuturor membrilor grupului (care prezintă diferențieri determinate de vârstă, starea de sănătate, tipul activităților fizice efectuate, factorilor psihologici și experienței climatice trecute ale acestora), ceea ce invalidează soluția alegerii unui prag unic de referință.

Prin urmare, datorită faptului că reacția normală de grup reflectă nu numai suma reacțiilor individuale, ci și starea medie a climei locale, s-a stabilit ca pragul de confort termic să fie cuprins între valorile de 14,5-15,5°C ale temperaturii efective, echivalente celor de 18,5-19,5°C și 22,5-23,5°C ale temperaturii aerului măsurată la termometrul umed și, respectiv, uscat. Sub aceste valori globale de confort termic predomină disconfortul hipotermic, iar deasupra lor, se instalează oboseala hipertermică.

Având în vedere aceste elemente, constatăm că, nu întâmplător, temperatura efectivă reprezintă un factor de reglare a repartiției spațiale a populației, reflectând tendințele comportamentale de grup. În cazul continentului african, se observă că, datorită poziției sale geografice între cele două tropice, (Fig.28) valorile temperaturii efective depășesc pragul zonei de confort termic atât în ianuarie (stânga), cât și în iulie (mijloc), ceea ce face ca, în ansamblu, populația acestui continent să fie supusă unui permanent stress hipertermic. Cu toate acestea, se pot remarca unele diferențieri regionale de la un sezon la altul. Astfel, dacă părțile central-sudice prezintă valori anuale relativ constante, menținându-se în limitele zonei de confort termic, celelalte regiuni prezintă adevărate riscuri climatice prin stress hipotermic (regiunea Maghreb, zona central-sahariană și coasta namibiană în ianuarie; Podișul Transvaal în iulie) sau hipertermic (regiunea subsahariană și ecuatorială). Totodată, se individualizează regiuni care, într-un anotimp, se mențin în limitele zonei de confort termic, iar în celălalt, prezintă riscuri termice *a calore*. Acesta este cazul platourilor vulcanice din zona riftului est-african care, datorită etajării elementelor climatice, prezintă valori moderate ale temperaturii efective (16-18°C) în timpul lunii iulie, dar expun serioase abateri pozitive (21-24°C) în timpul lunii ianuarie, datorită inversării tiparului de acțiune a alizeelor.

**Fig.28.** Temperatura efectivă a aerului în Africa în luna ianuarie – stânga și iulie – mijloc) și repartiția geografică a populației (dreapta).

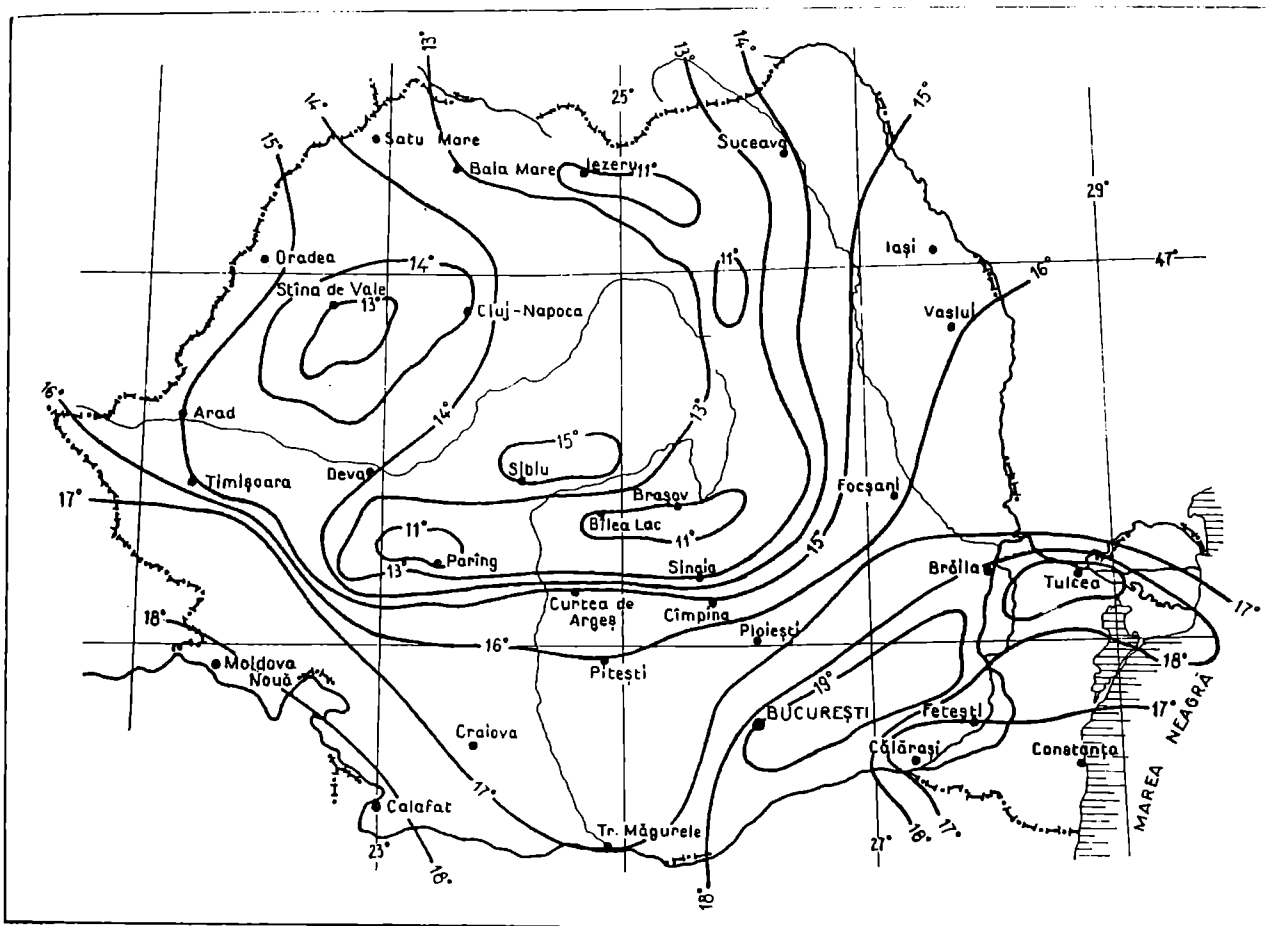


Coroborând aceste aprecieri legate de potențialul "termo-fiziologic" al spațiului african cu cele referitoare la repartiția spațială a populației (Fig.28 - dreapta), constatăm că, în majoritatea regiunilor, limitele de variație ale temperaturii efective au determinat structurarea categoriilor de densitate a populației.

În cazul regiunilor situate la latitudini medii, în care temperaturile efective nu se pot calcula decât pentru lunile de vară, când temperatura aerului este superioară celei fiziologice de confort termic (14,5-15,5°C), criteriul evaluării comportamentului de grup pe baza stării sale termice permanente își pierde parțial valabilitatea datorită modificărilor introduse de factorii culturali (vestimentație, tip arhitectural, etc.). În această situație, prin reducerea scării de reprezentare se pot anula efectele de obscurizare, întărind veridicitatea principiului de influență.

De exemplu, analizând harta izotermelor efective întocmită, pentru teritoriul României, pe baza valorilor medii lunare (iulie) ale temperaturii aerului, umezelii relative și vitezei vântului din intervalul 1896-1990, observăm, fără surprindere, că zona de maxim confort termic corespunde regiunilor de deal din cuprinsul Subcarpaților și Podișului Transilvaniei (Fig. 29).

Fig.29. Repartiția temperaturii efective a aerului în România, în cursul lunii iulie (1896-1990).



Izoterma de 13°C delimitează, în general, spațiul montan, în care se individualizează și areale restrânse, cu valori de 11°C, ce corespund principalelor masive carpatice care depășesc 1.800 m înălțime (Munții Rodnei, Ceahlău, Bucegi, Făgăraș, Parâng). În această categorie nu intră și Munții Apuseni care, pe de o parte, prezintă altitudini mai reduse, iar pe de altă parte, datorită expoziției lor vestice, suportă influențele moderatoare ale maselor de aer oceanice.

În Transilvania, valorile temperaturii efective, deși se încadrează în limita confortului termic, sunt mai atenuate decât cele din zona subcarpatică sau a Dealurilor de Vest datorită efectului de adăpost "climatic" creat de arcul carpatic din jur. Valorile cresc însă treptat, în exteriorul Carpaților, pe măsura descreșterii altitudinii reliefului.

Astfel, dacă în Câmpia de Vest, partea centrală a Câmpiei Române și Podișul Central Moldovenesc valorile temperaturii efective se ridică până la 17°C, delimitând pragul senzației fiziologice de climat "cald", în partea de sud-vest (Banat) și sud-est a țării (Bărăgan), se ating valori de 18-19°C, caracteristice unui mediu "foarte cald", care impune un accentuat stress hipertermic. Pe litoralul Mării Negre, sub influența moderatoare a brizei de mare, care bate cu regularitate în timpul zilei, valorile temperaturii efective scad brusc spre limita zonei de confort.

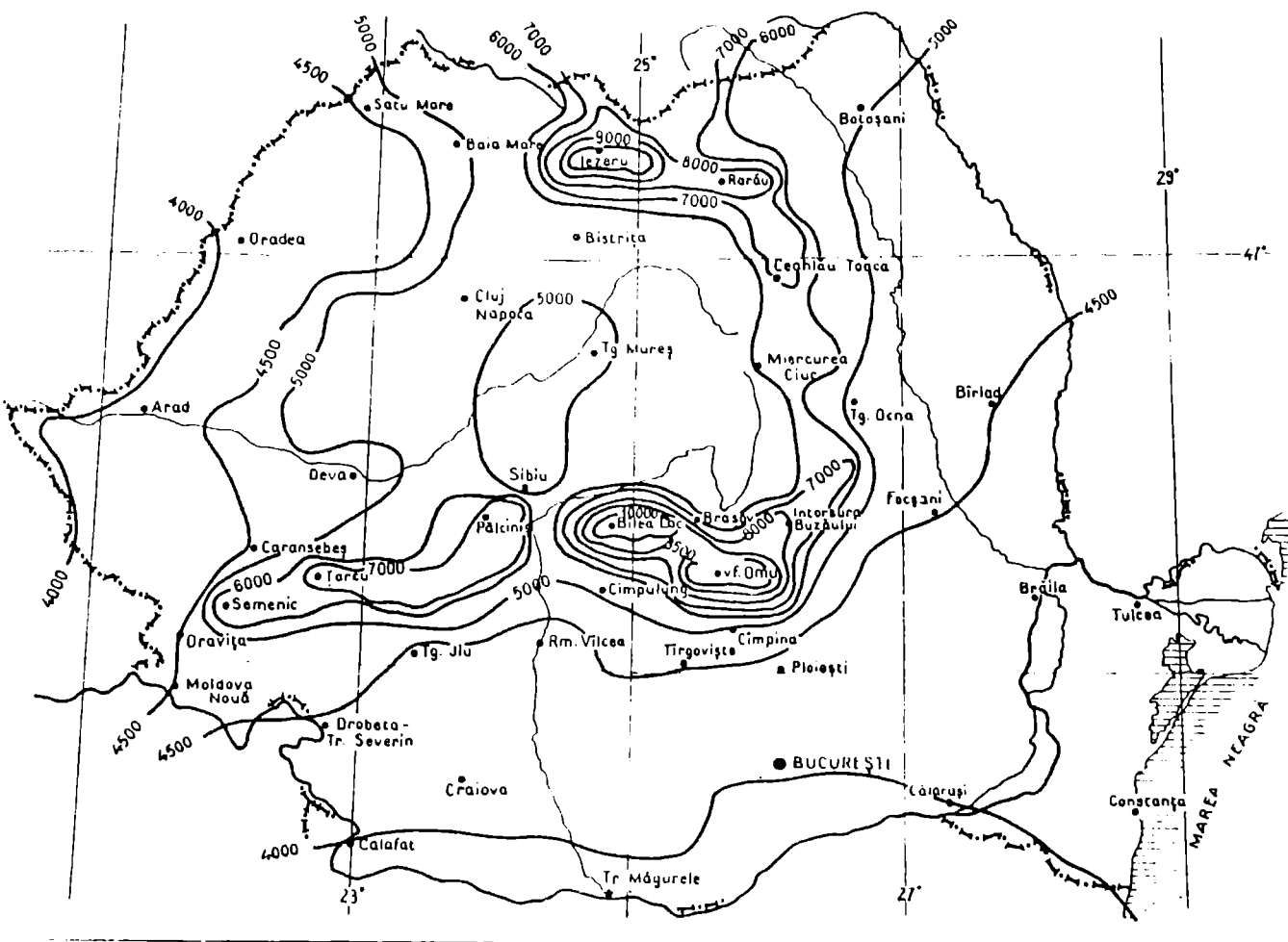
Cu toate acestea, deși în timpul verii teritoriul României prezintă nete avantaje bioclimatice, scara favorabilității condițiilor climatice (S. Ciulache, 1979) se modifică substanțial în lunile de iarnă sau în regim mediu anual. Dată fiind prevalența temperaturii negative a aerului (-6 ... - 8°C în zona de munte și -2 ... -3°C în regiunile de câmpie) din cursul lunii ianuarie, suntem nevoiți să renunțăm la modelul de evaluare a stării termice a populației pe baza temperaturii efective, introducând un nou index fizico-climatic care prezintă suma medie zilnică a numărului de grade (Celsius) necesare încălzirii, în regim mediu multianual, a aerului de deasupra teritoriului României, pentru a atinge valoarea standard de confort termic (18,5°C pentru temperatura măsurată la termometrul umed și 22,5°C pentru termometrul uscat).

Termenul "**suma grade-încălzire**", intens utilizat în domeniul ingineriei termice, se exprimă prin suma medie anuală (semestrială sau lunară) a diferențelor zilnice dintre temperatura aerului și temperatura de confort termic, și ilustrează sugestiv "deficiențele" climatice ale unui anumit teritoriu.

Animați de curiozitatea de a descoperi amplitudinea limitelor sale de variație deasupra teritoriului României, ne-am asumat sarcina calculării valorilor medii multianuale ale sumei grade-încălzire pentru intervalul 1896-1990 și elaborării hărții distribuției lor spațiale (Fig. 30). Analizând-o cu atenție, constatăm că cele mai mici valori (4.000°C/an) se întâlnesc în regiunile joase de câmpie, din vestul și sudul țării, care, datorită potențialului lor termic mai ridicat (temperaturi medii anuale >11°C) nu prezintă riscuri de stress hipotermic. În schimb, în regiunea carpatică, datorită scăderii altitudinale a temperaturii aerului, valorile sumei grade-încălzire se ridică la 8.000-9.000°C/an, individualizând extinse areale cu restricții termice, contraindicate din punctul de vedere al stării de confort fiziologic



**Fig.30. Media anuală a sumei grade-încălzire a aerului pe teritoriul României  
(1896-1990)**



În aceste arii de risc hipotermic, populația a adoptat un comportament cultural protector, prin dezvoltarea unui stil arhitectural specific și a unei vestimentații adecvate.

Cu toate că organismul uman funcționează la parametrii săi optimi numai în condiții de confort termic, care nu impun restricții funcționale proceselor fiziologice vitale, el este capabil să suporte stressul extremelor termice, prin dezvoltarea unor reacții specifice de adaptare

**1.7.1. Comportamentul a frigore** este reprezentat de mecanismul fiziologic menit să asigure protecția organismului uman împotriva temperaturilor ambientale reduse, care tind să-i diminueze capacitatea de lucru. În această situație, centrii nervoși plasați în partea posterioară a hipotalamusului, care acționează mecanismul de reglare a temperaturii corpului în timpul expunerii la frig, emit semnale nervoase care, transportate prin intermediul unor agenți biochimici din constituția sistemului nervos simpatic, declanșează:

- vasoconstricția periferică generală, care determină creșterea izolării termice a zonei cutanate exterioare și reducerea transferului convectiv de căldură metabolică, prin diminuarea vitezei fluxului sanguin interior.

- scăderea volumului sanguin aflat în circulația sistemică impune modificări circulatorii radicale, prin creșterea hemoconcentrației și redistribuirea sângelui spre organele termoproduse (ficat, mușchi).

- intensificarea producției de căldură din mușchi (cu 50%), ficat (cu 25%) și țesut adipos (cu 10%).

- reducerea activității glandelor sudoripare și contracția mușchilor piloerectori în vederea micșorării suprafeței pielii pentru diminuarea pierderilor de energie prin radiație, conducție și convecție.

- creșterea consumului general de oxigen (35-150% în mușchi, 12% în ficat) în vederea intensificării travaliului oxidativ celular care furnizează organismului cantități suplimentare de căldură.

- intensificarea metabolismului energetic al lipidelor care determină ritmul optim al termoproducției.

Prin expunerea într-un mediu hipotermic, organismul uman, dotat cu mecanisme complexe de apărare și control, dezvoltă reacții specifice, prin intensificarea termogenezei și sporirea izolării termice a corpului, în vederea compensării pierderilor calorice externe.

**Termogeneza** reprezintă mijlocul cel mai eficient de luptă împotriva frigului, prin sporirea producției interne de căldură. Ea se realizează prin contracția musculară involuntară (frisonul) sau voluntară (exercițiul fizic).

Reacția de termoreglare prin contracția musculară involuntară (frisonul) este reflexă și se desfășoară în două etape: reflexul de protecție, care constă în contracția reflexă a vaselor sanguine din mușchii membrelor și limitarea alimentării lor cu oxigen și glicogen care, prin reflexul energetic, sunt dirijate spre grupele de mușchi aflate în contracție de repaus, pentru a preveni amortirea acestora. În timpul acestor reacții se degajă o putere energetică de numai 400 W, menită să asigure funcționalitatea energetică minimală a principalelor procese

fiziologice, în detrimentul componentelor aparatului locomotor, care vor înregistra efecte legate de scăderea generală a acuității mișcărilor, limitarea vitezei de reacție, diminuarea capacității de coordonare a grupelor de mușchi și reducerea vitezei de alternare dintre timpii de contracție și cei de repaus. Prin acțiunea inhibitivă a frigului, organismul uman este privat de funcțiile sale locomotoare esențiale, fiind silit să accepte condiția diminuării capacității sale de lucru.

Pe plan social, acest fapt are o importanță deosebită deoarece grupele de profesii bazate pe activități fizice în aer liber (construcții) trebuie să accepte un "calendar termic", în funcție de care să-și dozeze intensitatea efortului și ritmul productivității. În activitatea sportivă, măsurile de prevenire a efectelor hipotermice se referă la: reglarea temperaturii ambientale în timpul antrenamentului și concursurilor (20-22°C pentru alergare pe distanțe medii și 22-26°C pentru alte probe de atletism); încălzirea îndelungată a musculaturii prin gradarea intensității antrenamentului (gimnastică) și adoptarea unei ținute vestimentare corespunzătoare (training și ciorapi-pantaloni) care să nu afecteze amplitudinea și viteza mișcărilor (sprint, alergări).

Puterea energetică vitală se poate însă mări sensibil prin contracția musculară voluntară (exercițiul fizic). Astfel, dacă în stare de repaus, un om de 70 kg poate degaja o putere energetică de 80-100 W, în timpul unui exercițiu fizic cu efort maxim, aceasta poate crește la 1.000 W, din care 80-90% sunt convertite în căldură. Privind lucrurile din acest punct de vedere, observăm că acest procedeu poate îmbunătăți randamentul uman, motiv pentru care, în condiții de stress hipotermic, se recomandă intensificarea activităților fizice grele. Acesta este raționamentul conform căruia sportivii sunt supuși unor antrenamente de 10-14 zile înaintea competiției, la temperaturi mai mici cu câteva grade decât cele anticipate pentru concurs.

Al doilea mecanism de prevenire a scăderii temperaturii corporale, ca urmare a expunerii a frigore, constă în **amplificarea izolării termice a organismului**, prin modificarea sistemului de circulație a sângelui din țesuturile celulare subcutanate. Pe de o parte, frigul determină vasoconstricția periferică, prin diminuarea debitului sanguin (de la 20 ml/min./100 gr. țesut pentru temperatura de confort termic de 18,5° sau 22,5°C, la 1 ml/min./100 gr. țesut pentru temperatura de -10°C), iar pe de altă parte, impune reducerea conductivității termice a țesuturilor cutanate (de la 10-13 la 5-6 W/m<sup>2</sup> de suprafață corporală).

În general, indivizii grași manifestă o toleranță mai mare la frig deoarece greutatea lor corporală mai mare întreține un nivel ridicat de producție calorică, iar țesutul adipos suplimentar amplifică efectul termoizolant.

În cazul în care, cele două mecanisme specifice de termoreglare împotriva frigului nu au randamentul necesar sau, din cauza unor deficiențe fiziologice, se desfășoară defectuos, organismul uman este expus unor riscuri termice cu efecte ireversibile.

În primul rând, datorită alimentării sanguine deficitare și a intensificării pierderilor calorice conductive, părțile corporale expuse prezintă riscul apariției **degerăturilor**. Acestea apar, cel mai frecvent, în cazurile în care vaporii de apă, acumulați pe suprafața pielii în urma proceselor de transpirație, condensează brusc, determinând scăderea rapidă a temperaturii zonei expuse. În studiul efectuat în acest sens de Ove Wilson în timpul expediției suedezo-britanică din Antarctica, în 1949-1952, se arată că degerăturile se datorează nu numai temperaturii scăzute a aerului, ci și efectului adjuvant produs prin intensificarea vântului și spulberarea zăpezii. Dintr-un număr total de 69 de cazuri de degerături înregistrate în acest interval, nici unul nu s-a produs la temperaturi exterioare mai mari de  $-8^{\circ}\text{C}$ , dar la  $-30^{\circ}\text{C}$ , riscul devine permanent. În intervalul termic dintre cele două valori, degerăturile se datorează, în exclusivitate, valorilor ridicate ale vitezei vântului, care trebuie să depășească pragul de 10 m/sec.

Repartiția riscului în timpul unui an austral arată că acesta este posibil în 30% din numărul total de zile din luna martie și 10% în lunile noiembrie și februarie. În lunile de iarnă iunie - iulie, diminuarea activităților în aer liber a determinat scăderea numărului de cazuri de degerături (Ove Wilson, 1963).

Un caz particular de degerare, care se poate produce la temperaturi exterioare pozitive de  $10^{\circ}\text{C}$ , este reprezentat de faimosul **sindrom Pojlus** (= "rău de tranșee"). În această situație nu numai frigul și umezeala accentuată a aerului, ci și compresiunea prelungită a încălțăminteii a determinat apariția degerăturilor, iar starea psihică de disconfort a accentuat nevroza termică, favorizând înghețarea unor extinse porțiuni de pe suprafața corpului. Acest sindrom a făcut numeroase victime în rândul soldaților care au luptat în timpul campaniilor napoleoniene din Rusia (1812) sau în primul război mondial (1914-1918).

Expunerea prelungită la frig poate determina dereglarea ireversibilă a bilanțului termic al organismului uman, prin instalarea **hipotermiei**.

Dacă temperatura corporală scade sub limita pragului intern minim admis (37°C), organismul începe să reacționeze violent: frisoanele dobândesc intensitate maximă, funcțiile fiziologice se degradează și scade voința de a supraviețui, favorizând instalarea stării de epuizare fizică (de altfel, autopsiile efectuate pe subiecții morți prin înghețare au demonstrat lipsa totală a substanțelor energetice din ficat).

Majoritatea subiecților își pierd conștiința atunci când temperatura lor internă coboară la 31°C, iar la 30°C manifestă rigiditate musculară. Din acest moment, prin acumularea dioxidului de carbon în sânge, apar tulburări ale ritmului cardiac, în urma cărora inima își încetează travaliul. Moartea intervine atunci când temperatura internă scade sub 24°C.

**1.7.2. Comportamentul a calore** se referă, în sensul strict al fiziologiei climatice, la aclimatizarea organismului prin expunere într-un mediu hipertermic. Surplusul de căldură primit de organism poate avea origine externă, când temperatura aerului crește peste valorile standard de "confort termic", sau când efectul său se combină cu cel al altor parametri meteorologici (umezeala aerului, viteza vântului, etc.); sau internă când excedentul caloric produs în urma efectuării unui lucru mecanic nu se mai poate evacua eficient în mediul extern. Și într-un caz, și în celălalt, organismul uman expune adaptări specifice care-i controlează potențialul caloric.

Mecanismul fiziologic de reacție a calore cuprinde un set de reacții în lanț, declanșate de impulsurile nervoase emise de centrii nervoși localizați în partea anterioară a hipotalamusului:

- termoconductivitatea țesuturilor cutanate determină destinderea mușchilor piloerectori, în vederea măririi suprafeței pielii, pentru intensificarea pierderilor calorice prin radiație, conducție și convecție.
- vasodilatația periferică determină creșterea volumului circulant al sângelui la nivelul pielii (atingând 12% din debitul cardiac).
- creșterea debitului circulator periferic impune modificări circulatorii sistemice: creșterea frecvenței cardiace (150-180 bătăi/min. în loc de 100-120/min.); scăderea presiunii arteriale (cu 10-20 mm Hg față de starea de repaus).

- intensificarea circulației sistemice favorizează accelerarea transportului de căldură spre zona internă, provocând vasoconstricția viscerală (pulmonară, hepatică) pentru limitarea producției calorice.
- hipertermia centrală determină sporirea activității glandelor sudoripare, în vederea intensificării pierderilor calorice prin evaporare.
- la nivelul sistemului nervos central se înregistrează un efect sedativ.

Pentru a preveni efectele hazardante ale expunerii a *calore*, organismul uman dispune de două eficiente modalități de adaptare termică.

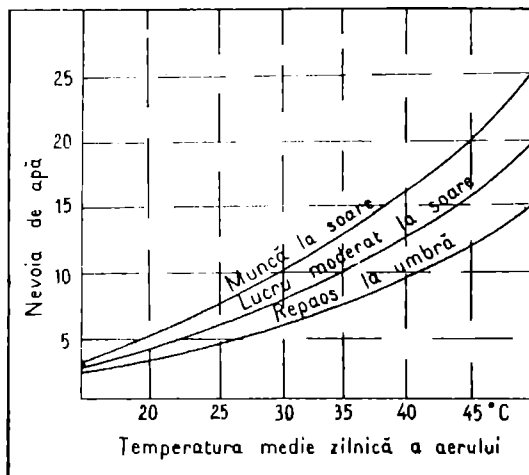
Primul procedeu fiziologic de diminuare a producției calorice metabolice este **termoliza** care, prin intermediul sistemului endocrin, limitează producția energetică a organelor interne specializate în acest scop ( ficat, plămâni, mușchi). Din această cauză, ritmul reacțiilor metabolice scade constant până când excedentul caloric acumulat în organism este eliminat, prin evaporare, în mediul extern. Prin urmare, solicitarea prin hipertermie scade vizibil capacitatea de efort a organismului, care nu mai este apt pentru a depune un efort fizic de durată.

În activitatea sportivă, aceste elemente "termice" de conduită stau la baza planificării tipului de efort ce urmează a fi depus în cadrul competițiilor. Astfel, dacă valorile ridicate ale temperaturii aerului favorizează probele în regim de viteză sau forță explozivă (sprint, aruncări, sărituri etc.), ele impun restricții severe celor de rezistență (maraton), prin intensificarea sudației (3-4 l/oră). Efectele inhibitive nu pot fi anulate decât printr-o aclimatizare prealabilă de 5-7 zile, când sportivii sunt supuși unor antrenamente gradate, desfășurate la temperaturi superioare celor anticipate pentru perioada competiției.

**Transpirația** (sudația) constituie al doilea mijloc de combatere a încălzirii excesive a corpului. Aproximativ două milioane de glande specializate asigură o producție sudorifică de 600-800 gr./oră care, pentru menținerea echilibrului termic al organismului, întreține ritmul activ al proceselor de evaporare. În stare de repaus complet, transpirația se evaporă eficient chiar și la temperaturi ambientale de 45°C, cu condiția ca viteza vântului să depășească 1 m/sec.; dar în cazul unei activități fizice, eficiența ei scade la pragul termic de 27°C. În același timp, prin intensificarea proceselor de evaporare a transpirației, organismul uman va resimți, prin deshidratare, și o pierdere hidrică corespunzătoare (Fig. 31).

Astfel, la temperaturi ambientale de peste 30°C gradul de deshidratare a organismului crește în funcție de intensitatea lucrului mecanic efectuat de acesta, existând riscul producerii unor grave dezechilibre electrolitice și calorice.

**Fig.31.** Nevoile cotidiene de apă ale organismului uman.



În ansamblu, amploarea consecințelor hipertermiei depinde, în exclusivitate, de durata expunerii a *calore* și de gradientul schimbului caloric dintre organismul uman și mediul înconjurător.

Mai întâi, **sincopa de căldură**, datorată creșterii afluxului sanguin spre zona cutanată periferică, în detrimentul circulației cerebrale, se manifestă prin amețeli, grețuri, leșin; dar efectul ei poate fi anulat dacă subiectul doarme într-o încăpere climatizată sau efectuează băi reci.

**Deshidratarea excesivă** se instalează ca urmare a pierderii, prin evaporare, a unei cantități însemnate de apă din organismul uman. Gravitatea acesteia este evaluată în funcție de pierderea în greutate (%) a corpului, astfel încât o deshidratare de 2% este tolerată, dar menține senzația de sete nepotolită; o deshidratare de 4% determină o oboseală accentuată, cu semne de iritabilitate emoțională prin apatie sau agresivitate; la o deshidratare de 6% apare senzația de epuizare fiziologică; iar la 8% se produc confuzii mentale.

Pragul fiziologic maxim admis corespunde unei deshidratări de 15% care provoacă moartea. În condițiile unei totale lipse de apă, acesta poate fi atins după 10 zile în regiunile temperate și 15 ore în cele deșertice.

Un caz particular de deshidratare îl reprezintă **sindromul de declorurare** care se datorează pierderilor minerale excesive din timpul transpirației. Acesta are efecte reversibile în cazul refacerii fondului hidric al organismului, prin ingerarea unor cantități suplimentare de lichide (4-8 l/zi). În cazul nerespectării acestei condiții, echilibrul hidrosalin al organismului va fi grav afectat prin eliminarea excesivă a sărurilor de Na, K, Ca, Mg care au fost extrase din circuitul funcțional. Trădat de apariția crampelor musculare, procesul de declorurare evoluează fulgerător prin intensificarea ritmului vărsăturilor, care determină scăderea generală a apetitului, favorizând pierderea în greutate și, în ultimă instanță, moartea. Efectele sale negative nu pot fi prevenite decât prin administrarea forțată a unei doze suplimentare de sare (10-15 gr./zi) care va remedia dezechilibrul electrolitic bazal metabolic). În sfârșit, **șocul de căldură** (hipertermia) se dezvoltă atunci când organismul uman nu mai este capabil să-și mențină echilibrul caloric, datorită creșterii excesive a temperaturii aerului. Dereglarea sistemelor fiziologice de control termic determină creșterea neobișnuită a temperaturii interne, blocând pierderile calorice prin evaporație. În acest stadiu, subiectul devine inconștient, iar dacă nu se iau măsuri eficiente de răcire a corpului său prin aplicarea de băi reci sau administrarea de droguri, temperatura sa internă poate crește până la 42°C, când intervine moartea.

**1.7.3. Stressul termic** exprimă o sumă de reacții psihologice prin care indivizii reacționează, în funcție de factori subiectivi (cum ar fi vârsta, sexul, experiența climatică anterioară), la acțiunea temperaturilor extreme. O ipoteză îndrăzneată susține că nivelul stressului termic ar putea fi determinat nu numai de suma condițiilor obiective care impun o anumită stare fiziologică, ci și de tipul personalității. În acest sens, trebuie să invocăm ineditul experiment efectuat, în 1958, pe un lot de 70 militari americani, prin care B.J. Fine și H.F. Gaydes demonstrează că capacitatea de reacție termică a omului este influențată *a priori* de tipul său temperamental. După ce au fost supuși unor teste de personalitate, cei 70 de soldați au fost închiși, timp de 30 de minute, într-o cameră în care temperatura ambientală nu depășea 21,5 °C, iar viteza simulată a vântului era de 5 m/sec.



La sfârșitul experimentului s-a măsurat timpul în care temperatura internă a subiecților a revenit la normal (35°C pentru suprafața cutanată), constatându-se că timpul de reacție al indivizilor cu personalități extreme a fost mult mai lung decât al celor cu personalitate echilibrată.

Deși nu are valoarea unei axiome biologice, acest comportament psihologic a constituit deseori baza stabilirii criteriilor de selecție a voluntarilor pentru misiunile din zonele climatice de risc. De exemplu, având în vedere starea nevrotică permanentă datorată nivelului extrem de solicitare climatică a desertului african, Mareșalul Erwin Rommel a găsit de cuviință că toți soldații germani înrolați în *Afrikakorps*, în timpul celui de-al doilea război mondial, să dețină o personalitate defensivă și un *body-build* mediu, pentru a minimaliza efectele "psihozei termice".

Constatând că orice însușire psihică exagerată descrește reactivitatea termică a omului, Manfred Curry a distins două tipuri psihologice: K (*kalt* = rece (germ.), caracteristic indivizilor introvertiți, cu personalitate defensivă și predispoziții spre activități intelectuale; și tipul W (*warm* = cald (germ.), caracteristic indivizilor extrovertiți, superficiali, cu un comportament impulsiv și preferințe pentru o viață socială eterogenă. Majoritatea acestora din urmă sunt meteorolabili, hipersensibili la schimbările de temperatură, irascibili etc., manifestând frecvente schimbări de dispoziție. Uneori, datorită solicitărilor climatice extreme, aceștia pot manifesta comportamente agresive, reprezentate prin sinucideri, infanticide, crime, violuri etc., care își pierd baza de argumentare rațională, atribuindu-se "crizele hormonale" cu etiologie termică.

Studiile efectuate în acest sens în țările scandinave au arătat, de exemplu, că la sfârșitul iernii, datorită epuizării fiziologice din timpul lungii ierni polare, cea mai mare parte a populației manifestă semne de labilitate psihică, sau inconsecventă comportamentală, asigurând fondul favorabil creșterii fenomenelor infraționale. De asemenea, în țările Europei mediteraneene, numărul accidentelor rutiere crește considerabil în timpul perioadelor cu vreme caniculară, datorită efectelor psihice divergente produse de starea hipertermică.

## 1.8. PRESIUNEA ATMOSFERICĂ

Presiunea atmosferică devine un factor de stress fiziologic doar în cazul altitudinilor ridicate, când efectul său se combină sinergic cu cel al altor parametri meteorologici (temperatura și umezeala aerului, viteza vântului, presiunea parțială a oxigenului), generând "răul de munte".

Această stare meteoropatologică cuprinde un ansamblu de reacții fiziologice induse ca urmare a expunerii într-un mediu hipobaric, caracteristic atmosferei marilor înălțimi. Intensitatea lor este determinată de nivelul hipoxiei (insuficienței respiratorii de oxigen), care variază în funcție de valoarea presiunii parțiale a oxigenului din aerul inspirat ( $pO_2$ ), ce își modifică calitățile pe măsura scăderii altitudinale a presiunii atmosferice.

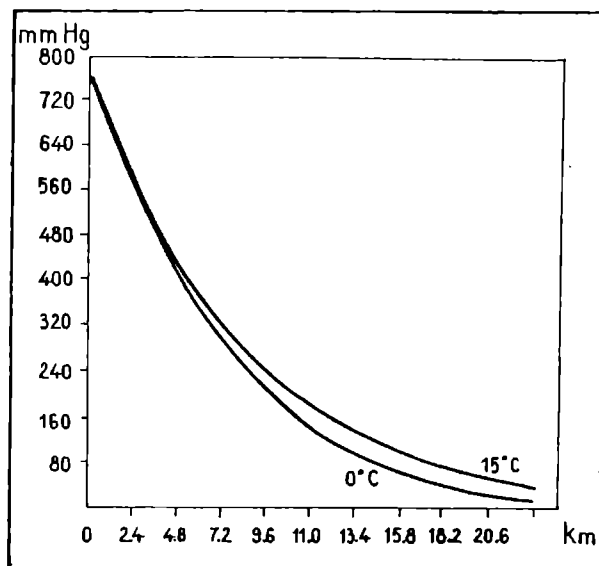
Astfel, primele modificări funcționale de natură infraclinică apar în organismul uman, sănătos și neaclimatizat, la altitudini de 1.000-2.000 m, între care presiunea aerului scade relativ constant cu un gradient mediu vertical de 1mm Hg/10 m înălțime. La altitudinile cuprinse între 2.000 și 3.000 m, datorită scăderii exponențiale a presiunii atmosferice, al cărui gradient vertical se reduce brusc la 0,64 mm Hg/10 m înălțime (Fig. 32) organismul uman începe să manifeste semne clinice vizibile, care se înrăutățesc progresiv, diminuându-i capacitatea de efort fizic aerob. Altitudinea limită a efortului fizic este de 4.500-6.000 m în cazul ascensiunilor rapide (cu avionul) și 6.500-7.000 m în cazul ascensiunilor lente, când capacitatea de efort a organismului este complet anulată datorită hipoxiei acute.

Starea fiziologică generală se deteriorează ireversibil la altitudini de 7.500-8.000 m, când organismul uman nu mai poate rezista fără aport artificial de oxigen nici măcar în starea de repaus. Desigur, aceste limite de evoluție fiziologică sunt doar orientative pentru că, în realitate, gradul de reactivitate barică a subiecților depinde nu numai de condițiile ambientale, ci și de calitățile lor individuale (vârsta, starea de antrenament sportiv, nivelul de aclimatizare prealabilă, intensitatea efortului depus, viteza cu care se efectuează ascensiunea etc.).

De exemplu, indienii din Anzii peruvieni, care locuiesc timp de mai multe generații în sate situate la înălțimi de 4.000-5.000 m, prezintă nivelul maxim posibil de aclimatizare hipobarică, care nu le mai impune nici un fel de restricții fiziologice.

Cu toate acestea, A. Hurtado (1964) consideră că, în funcție de tipul și amplitudinea proceselor fiziologice declanșate de starea hipoxică, "boala de altitudine" se desfășoară în patru faze progresive: faza indiferentă, corespunzătoare altitudinii de 0-3.000 m, faza compensatorie (între 3.000 și 4.500 m înălțime), faza alarmei (ce se dezvoltă la 4.500-6.000 m altitudine) și faza critică, cu incapacitate fizică și mentală, ce se instalează la 7.500 m altitudine. Acest model de evoluție reprezintă, într-un anumit fel, o modalitate de compensare a lipsei unui mecanism specializat de reacție la condiții hipobarice, deoarece organismul uman nu posedă un sistem specific de percepție conștientă a modificărilor produse de scăderea presiunii atmosferice, așa cum se întâmplă în cazul altor factori meteorologici de influență, pentru care dispune de sisteme precise de integrare și control.

**Fig.32.** Variația altitudinală a presiunii atmosferice.



În condițiile hipoxiei progresive de altitudine, componentele sistemului nervos generează primele simptome de disfuncționalitate fiziologică care, treptat, afectează echilibrul funcțional al întregului organism. În acest sens, s-a constatat că, la altitudini medii (2.000 m), sistemul nervos central și analizatorii se găsesc într-o stare de hiperexcitabilitate, atât în timpul zilei, cât și în timpul nopții. Aceasta se datorează: creșterii pragului de excitabilitate a simțurilor cutanate (reprezentată de creșterea sensibilității tactile a întregii suprafețe corporale), amplificării gradului de sensibilitate gustativă, scăderea perioadei de latență a contracției musculare, accentuării funcțiilor și reflexelor analizatorului vizual (redate prin

scăderea cronaxiei optice, accelerarea reflexului pupilar la lumină sau întuneric și extinderii câmpului vizual pentru vederea colorată).

Pe de altă parte însă, această stare de hiperexcitabilitate corticală are și efecte adverse datorate atenuării funcției de echilibru (numărul mișcărilor unei persoane aflată în poziție ortostatică scăzând cu 18%), scăderii pragului de reacție la substanțe inhibitorii (fiind necesare cantități sporite de narcotice pentru efectuarea unei anestezii eficiente), accentuării insomniei și viselor terifiante (coșmaruri) care generează cefaleea nocturnă, exacerbată de somn. Totuși, în ciuda acestor reacții secundare, se consideră că hiperexcitabilitatea corticală datorată expunerii hipobarice la altitudini medii (2.000 m) favorizează funcțiile intelectuale și posibilitățile de gândire logică și asociere combinativă a noțiunilor, producând o stare de euforie și emulație creativă, care stimulează potențialul științific și artistic al omului. Din acest motiv, cel mai mare institut de cercetări științifice medicale din lume, amplasat la Bethesba (S.U.A.), a fost proiectat și construit în așa fel încât, cu ajutorul unor pompe de absorbție a aerului, în interior să se mențină o presiune atmosferică constantă, corespunzătoare altitudinii de 2.000 m, pentru a oferi cercetătorilor condiții optime de gândire și creație științifică pe întreaga durată a programului de muncă.

La altitudini mai mari de 2.000 m, starea de hiperexcitabilitate nervoasă se atenuază treptat, astfel încât, la altitudini cuprinse între 4.000 și 6.000 m, permite instalarea efectului revers datorat apariției hipoexcitabilității somatice și vegetative. În această situație, cronaxia oculară (timpul de reacție a ochiului necesar adaptării la lumină sau întuneric) crește la valori alarmante; vederea colorată scade sensibil (astfel încât obiectele apar decolorate); câmpul vizual stereoscopic se diminuează; sensibilitatea cutanată la presiune se anulează aproape complet; simțul gustativ dispare, iar funcțiile auditive și vestibulare se atenuază, formând simptome proprioceptive ce se datorează modificărilor biochimice (scăderea glucozei) produse la nivelul creierului ca urmare a expunerii îndelungate într-un mediu hipoxic.

La altitudini de peste 4.000 m, organismul uman începe să manifeste primele semne clinice de intoleranță hipoxică. Mai întâi, apar modificări impresionante ale stării psihice, manifestate prin ilaritate, euforie, veselie, logoree, explozii emoționale de râs și plâns, insubordonare, apariția halucinațiilor și ideilor fixe ce pot duce la agresivitate comportamentală.

Argumentarea devine greoaie, auto-motivația scade substanțial, iar adaptarea la noi situații se face incomplet și târziu. După opinia lui J. Barcroft (1937), acest gen de simptome se aseamănă celor datorate intoxicației alcoolice, în care predomină tendințele schizofrenice. De asemenea, activitatea motorie devine deficitară în sensul că: ritmul execuțiilor se diminuează, lipsa de coordonare afectează precizia gesturilor (scrisul devenind imposibil), iar accesele de tremurături se intensifică. Pe acest fond neuro-motor profund inhibat, apar manifestări de tip astenic, reprezentate prin oboseală mintală, scăderea capacității de memorare, diminuarea pragului percepției senzoriale, alternarea simțului gustativ (astfel încât unii membri ai expedițiilor de pe Mt. Himalaya nu mai pot face distincția între usturoi și mentă), care în final degenerază într-o stare de stupeoare, prostație, letargie, paralizie, comă, iar dacă anoxia (lipsa oxigenului inspirat) continuă, se instalează moartea.

În aceste condiții, devine evident faptul că, cel puțin la nivelul sistemului nervos central, variațiile bruște ale presiunii atmosferice compun o amenințătoare stare de stress fiziologic care diminuează amplitudinea capacității de efort fizic și intelectual a organismului uman.

La nivelul aparatului respirator, efectul hipoxiei, datorat scăderii altitudinale a presiunii parțiale a oxigenului ( $pO_2$ ), se combină cu cel al coeficientului respirator, datorat modificării proporției de amestec a gazelor din compoziția aerului inspirat, ca urmare a scăderii altitudinale a presiunii atmosferice.

Din această cauză, la început se declanșează mecanismul de restructurare a funcției respiratorii, caracterizat prin modificarea amplitudinii și frecvenței respirației externe (hiperventilația), iar apoi, pe măsura accentuării hipoxiei și instalării hipocapniei (scăderea conținutului de dioxid de carbon din sânge), se activează mecanismele de reglare a respirației tisulare, care modifică procesele de difuziune și transport celular ale gazelor.

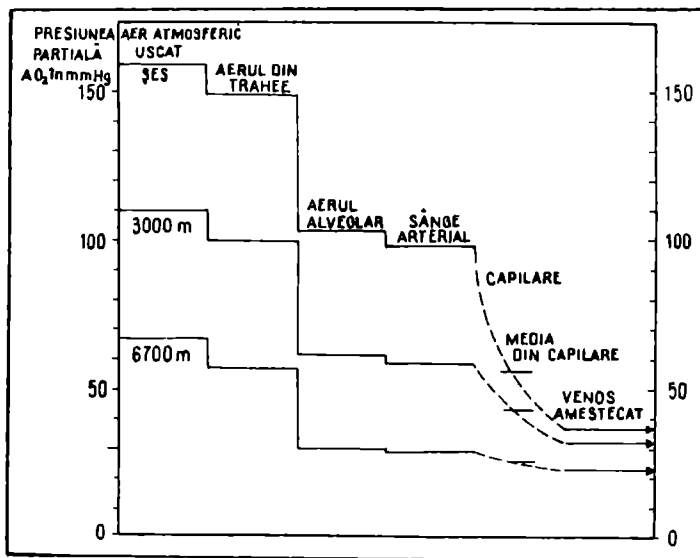
Hiperventilația, caracterizată prin creșterea debitului respirator din unitatea de timp, apare ca reacție reflexă, asociată hiperexcitabilității nervoase de altitudine. În studiile efectuate pe subiecți neaclimatizați s-a constatat că ea se declanșează după un interval de cca. 1-2 ore la altitudini de 0-2.000 m, în câteva minute între 2.500 și 3.000 m înălțime și aproape instantaneu la altitudini mai mari de 5.000 m. Odată instalată, ea se accentuează rapid până când ajunge să se stabilizeze la un nivel maxim ce caracterizează starea de aclimatizare hipoxică a respirației.

Cu toate că nivelul hiperventilației pulmonare de altitudine nu depășește, de obicei, 30% din nivelul său normal de la șes, în condițiile ascensiunilor rapide, ea se poate accentua, determinând modificarea structurii ciclului respirator. Astfel, la altitudini de 4.000-5.000 m, majoritatea persoanelor manifestă semne ale foamei acute de oxigen, apărute ca urmare a dereglării ritmului respirator. Cel mai adesea, acestea sunt însoțite de respirații adânci unice (tip oftat, căscat) care se pot agrava, generând o stare de somnolență, în care există pericolul opririi complete a respirației.

Amplificarea hiperventilației determină totodată și reducerea corespunzătoare a capacității vitale (volumului respirator). Din studiile fiziologice efectuate reiese că aceasta înregistrează scăderi de 4-7% la altitudini de 1.500-2.000 m, 10-15% la altitudini de 4.000-5.000 m și 20-50% la înălțimi ce depășesc 6.000-7.000 m, datorate, pe de o parte, supraîncărcării cu sânge a capilarelor și vaselor pulmonare ca urmare a stazei sanguine de la nivelul micii circulații, iar pe de altă parte, deplasării poziției respirației normale de repaus spre nivelul inspirației (stare de inspirație cronică), determinând scăderea volumului de rezervă expiratorie (VRE). Prin cele două mecanisme de compensare respiratorie, organismul uman întrunește condițiile necesare pentru menținerea nivelului vital al presiunii parțiale a oxigenului din aerul alveolar, dar nu reușește să contracareze efectul coeficientului respirator, datorat modificării proporției de amestec a gazelor din compoziția aerului inspirat.

Scăderea altitudinală a presiunii atmosferice generale determină modificarea gradientilor de presiune parțială ai fiecărui gaz component al aerului astfel încât, la nivelul aparatului respirator, se impune creșterea gradului de permeabilitate a membranelor alveolare, mărirea suprafeței pulmonare de schimb gazos și sanguin, accelerarea vitezei de reacție a gazelor vitale ( $O_2$  și  $CO_2$ ) cu constituenții sângelui și extinderea duratei de contact dintre cele două medii între care se produce schimbul de gaze. Așa cum am arătat anterior, majoritatea semnelor clinice care caracterizează "boala de altitudine" se datorează scăderii presiunii parțiale a oxigenului din aerul inspirat ( $pO_2$ ), care determină modificarea, în același sens, a presiunii sale din aerul alveolar ( $pAO_2$ ) (Fig. 33). Valoarea de 30 mm Hg a  $pAO_2$  este considerată limita maximă admisibilă pe care oamenii neantrenați o pot atinge la altitudini de cca. 5.000 m. Cu toate acestea, dacă mecanismele hiperventilației funcționează normal, ea poate scădea până la valori de 24 mm Hg, cu condiția efectuării unui stadiu de aclimatizare prealabilă în barocameră.

**Fig.33.** Presiunea parțială a oxigenului din aerul inspirat și alveolar la diferite înălțimi.



Hipocapnia de altitudine este un fenomen fiziologic derivat hipoxiei și se datorează scăderii presiunii parțiale a  $CO_2$  ( $p_{A_{CO_2}}$ ) din sânge, în vederea limitării efectelor hiperventilației, care la altitudini mari, ar determina eliminarea în exces a  $CO_2$  din sânge, afectând grav coeficientul schimbului gazos al organismului. În consecință, valorile  $p_{A_{O_2}}$  constituie un sistem complementar de control al gradului de adaptare la altitudine, impunând ritmul și amplitudinea respirației tisulare ce permite organismului uman să efectueze eforturi fizice pentru menținerea funcționalității capacității sale vitale (Tabel 8).

Ca urmare a modificărilor gazoase datorate hipoxiei și hipocapniei de altitudine, în mediul sanguin se produc reacții compensatoare, care au în vedere îmbunătățirea gradului de aprovizionare cu oxigen a țesuturilor vitale. În faza reacției imediate se înregistrează o ușoară creștere a numărului de globule roșii (polycitemie) prin: mobilizarea sângelui restant din organele-rezervoare (splină) (care acumulează un volum sanguin de 200-300  $cm^3$  cu un conținut de 70-90% hematii), deshidratarea organismului (care determină creșterea vâscozității sângelui) și intensificarea hematopoezei (producției de hematii noi) (care după 24 de ore de ședere la o altitudine de 4.500 m crește cu 60%).

**Tabelul 8.** Presiunea parțială a O<sub>2</sub> și CO<sub>2</sub> la diferite altitudini

Altitudinea (m)	Presiunea atmosferică (mm Hg)	Presiunea parțială a O <sub>2</sub> în aerul inspirat (pO <sub>2</sub> ) (mm Hg)	Presiunea parțială a O <sub>2</sub> în aerul alveolar (p <sub>A</sub> O <sub>2</sub> ) (mm Hg)	Presiunea parțială a CO <sub>2</sub> în aerul alveolar (p <sub>A</sub> CO <sub>2</sub> ) (mm Hg)
1.000	680	140	90	38
2.000	600	126	76	36
3.000	530	110	62	34
4.300	450	94,5	54	27
5.800	380	69	45	22
6.400	344	62	38	21
7.000	300	53	30	23
9.000	225	38	25	13
11.500	150	22	-	-

La rândul său, aceasta determină creșterea numărului de globule albe din sângele circulant (leucocitoză), care, în condițiile unei expunerii hipoxice îndelungate, provoacă ușoara creștere a timpului de coagulare a sângelui (hipercoagulabilitate). Datorită acestui efect, la altitudini mari, orice rană deschisă tinde să favorizeze apariția stării septică, datorită expunerii microbiene prelungite impusă de lipsa reacției de coagulare a sângelui. Pentru a preveni asemenea eventualitate care poate avea consecințe letale, indienii din Anzii peruvieni își trimit soțiile însărcinate la șes, pentru a fi siguri că, în momentul nașterii, acestea nu sunt expuse riscurilor hemoragice prelungite.

Primele modificări respiratorii produse la altitudine afectează, totodată, și starea funcțională a aparatului cardio-vascular, care reacționează cu atât mai brusc cu cât ascensiunea este mai rapidă. În primul stadiu, scăderea pO<sub>2</sub> din sângele arterial determină creșterea frecvenței cardiace (ce poate fi cu 11-15% mai mare decât cea înregistrată în starea de repaus la șes); mărirea volumului sistolic cu 50% până la altitudinea critică de 5.000 m; creșterea, până la dublare, a debitului cardiac și sporirea tensiunii arteriale; iar prin cumularea efectelor, creșterea travaliului inimii, care la o altitudine de 7.500 m atinge 23 kgm/min față de 11-12 kgm/min cât este valoarea normală de la șes.



În al doilea stadiu, datorită hiperexcitabilității corticale de la altitudini mai mari, sistemul cardio-vascular dă semne de bradicardie, în urma căreia se produce hipertrofierea cardiacă, exprimată prin creșterea dimensională a cordului drept. În acest sens, studiile de patologie cardio-vasculară au arătat că morbiditatea de gen, caracteristică populațiilor ce trăiesc la mare altitudine, atinge proporții alarmante (12% din totalul populației peruviene), întreținând un activ ritm al mortalității prin infarct miocardic acut. În cazul hipoxiilor severe, la altitudini mai mari de 6.000 m, activitatea cardiacă pare să revină spre tahicardie, dar prin accentuarea efectului vasoconstrictor central, ce apare în timpul celui de-al treilea stadiu, hipertensiunea se accentuează ireversibil, producând sincopa cardiacă. În plus, dată fiind anvergura modificărilor fiziologice datorate scăderii altitudinale a presiunii atmosferice, trebuie să menționăm că la nivelul sistemului endocrin predomină o stare generală de inhibiție, responsabilă pentru diminuarea activității glandei tiroide, a secrețiilor lactare și a fertilității naturale. Din acest motiv, în rândul populațiilor care trăiesc la mari altitudini se înregistrează cele mai mari valori ale mortalității infantile (99‰ în Peru, 124‰ în Bolivia, 144‰ în Nepal și Bhutan), ca urmare a deficiențelor fiziologice în timpul unui defectuos proces de dezvoltare intrauterină și travaliu.

Nu în ultimul rând, prin acțiunea conjugată a tuturor acestor mecanisme fiziologice, metabolismul bazal înregistrează evidente tendințe de creștere, în vederea asigurării potențialului energetic necesar menținerii funcțiilor vitale în condițiile hipoxiei de altitudine. În acest scop, persoanelor care merg la munte li se recomandă o alimentație bogată în glucide, care să reprezinte 70% din valoarea energetică a rației alimentare, precum și un aport sporit de vitamine din grupul B și C, care să stimuleze funcțiile hepatice și digestive.

Majoritatea tulburărilor clinice datorate scăderii altitudinale a presiunii atmosferice caracterizează comportamentul oamenilor neaclimatizați, de tip slab (*fainting type*) (U.C. Luft, 1961), care nu au experiența ascensiunilor repetate pe munte. Nivelul optim de aclimatizare altitudinală se atinge de abia între vârstele de 20 și 34 de ani, când prin perfecționarea calităților individuale și stabilizarea funcțiilor fiziologice se depășește pragul "bolii acute de altitudine".

## 1.9. VĂNTUL

Vântul devine un factor de stress meteorologic în sine doar atunci când viteza sa depășește 0,5 m/s; sub formă de mișcare imperceptibilă având un efect relaxant. Produs ca urmare a accentuării gradientului baric orizontal dintre două regiuni geografice diferite, el exercită asupra organismului uman atât o acțiune biotropă directă, exprimată prin efectul mecanic de presiune cutanată și prin cel de răcire a temperaturii suprafeței corporale, cât și una indirectă, datorată variațiilor termice și barice pe care le provoacă. În plus, vântul reprezintă totodată și principalul agent de transport al germenilor patogeni, amenințând securitatea fiziologică a indivizilor expuși.

**Puterea de răcire a vântului** reprezintă un concept meteo-fiziologic care exprimă, în termeni obiectivi, acțiunea combinată a temperaturii aerului și vitezei vântului asupra bilanțului caloric al organismului uman. Valoarea ei exprimă intensitatea pierderilor calorice suferite de unitatea de suprafață corporală în unitatea de timp ( $\text{Kcal/m}^2 \text{ s.c.} \times \text{h}$ ) prin combinarea, în proporții diferite, a mai multor procese fizice (radiație, conducție, convecție, evaporare).

În fiziologia climatică, cei doi parametri meteorologici (temperatura aerului și viteza vântului) sunt utilizați cu predilecție în scopul evaluării puterii de răcire a aerului rece, despre care se consideră că determină numai intensificarea proceselor tisulare de schimb caloric convectiv, care sporesc eficiența mecanismelor de termoreglare, spre deosebire de puterea de răcire a aerului cald, care se diminuează sensibil datorită acțiunii prioritare a temperaturii ridicate a aerului, ce favorizează mai mult procesele de radiație și evaporare. Pentru îndepărtarea posibilelor confuzii conceptuale, "puterea de răcire a aerului" mai poate fi exprimată și prin "temperatura echivalentă puterii de răcire a aerului", ce reprezintă temperatura potențială a aerului care, în condiții de calm absolut, ar corespunde celei reale asociate vitezei concrete de deplasare a aerului.

Puterea de răcire a aerului se determină:

- fie pe baza unor formule de calcul, dintre care cea elaborată de P.A. Siple și Ch.F. Passel (1945) pare să fie cea mai simplă datorită formei:

$$P.r. = (1\sqrt{v+10,45-v})(33-t)$$
 în care: P.r. = puterea de răcire a aerului;

v = viteza vântului; t = temperatura aerului;

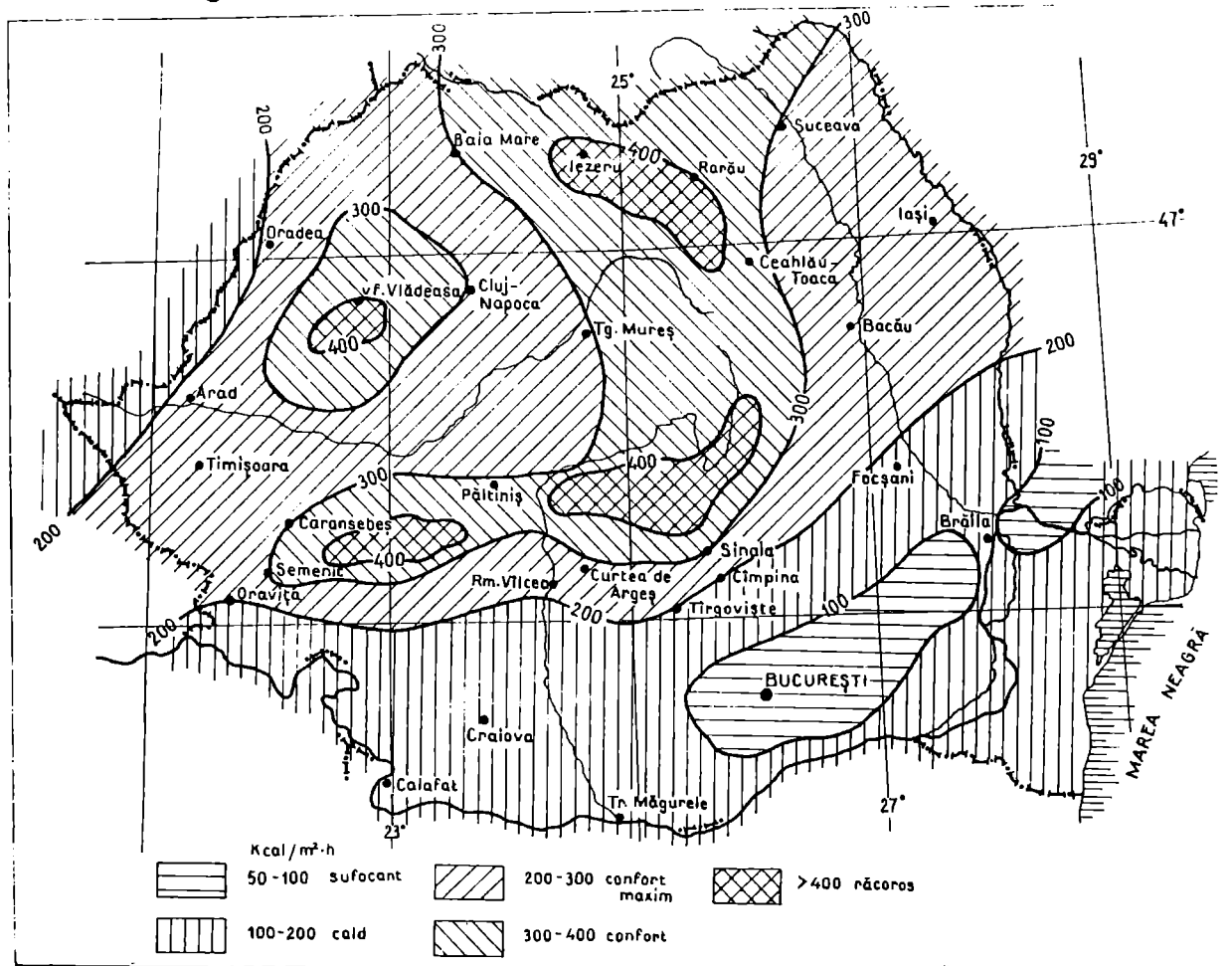
- fie pe baza unor nomograme complexe care explică totodată și tipul efectelor fiziologice create prin acțiunea celor doi parametri meteorologici de referință, că de exemplu graficul *Wind-chill chart* construit de Departamentul de Cercetări Medicale Aeronautice din cadrul U.S. Air Force, care evidențiază senzațiile subiective percepute în diverse situații meteorologice.

Pentru teritoriul României, am calculat indexul puterii de răcire a vântului pe baza valorilor medii multianuale (1960-1990) ale temperaturii aerului și vitezei vântului din lunile caracteristice (ianuarie și iulie) de la 62 stații meteorologice. Deși am fost conștienți de faptul că ni s-ar putea reproșa o eventuală lipsă de inspirație prin alegerea acestei soluții, trebuie să atragem atenția că ea a fost impusă de condiții obiective datorate, pe de o parte, indisponibilității datelor orare care nu numai că ar fi sporit inutil volumul de muncă, dat fiind faptul că verificările selective au demonstrat că între cele două metode nu apar erori mai mari de 1,9%, dar nici n-ar fi fost adecvate prezentului studiu care și-a propus să compună imaginea stării medii, generalizate a efectelor vântului asupra fiziologiei umane; iar pe de altă parte, necesității de armonizare valorică cu scările globale unanim acceptate. De asemenea, am considerat că prezentarea comparativă a situațiilor meteorofiziologice din cele două luni extreme, oferă o viziune alternativă asupra ariilor și nivelului de risc climatic.

În general, distribuția valorilor puterii de răcire a aerului pe teritoriul României pare să favorizeze zona carpatică în care, datorită poziției sale arcuite și altitudinilor mai ridicate, predominanța efectelor catabatice locale este responsabilă pentru creșterea generală a gradului de răcire a aerului.

În luna iulie (Fig.34), puterea de răcire a aerului din regiunile montane se ridică la 400 Kcal/m<sup>2</sup> s.c. x h doar în arealul marilor înălțimi din Mt.Rodnei-Ceahlău, Bucegi-Făgăraș, Retezat-Godeanu și Vlădeasa-Bihor; în rest menținându-se în jurul valorii de 300 Kcal/m<sup>2</sup> s.c. x h, care delimitează nivelul inferior al senzației fiziologice "relaxante". În schimb, începând din zona subcarpatică și până în zona de câmpie, valorile puterii de răcire a aerului nu scad atât de mult încât să determine apariția unor senzații fiziologice diferențiate, astfel încât întregul areal se încadrează în limitele unui mediu hipertonic, care impune stressul a *calore*. Desigur, partea sud-estică a Câmpiei Române prezintă cel mai înalt grad de solicitare datorită persistenței valorilor ridicate de temperatură, care atenuază sensibil efectul de răcire a vântului.

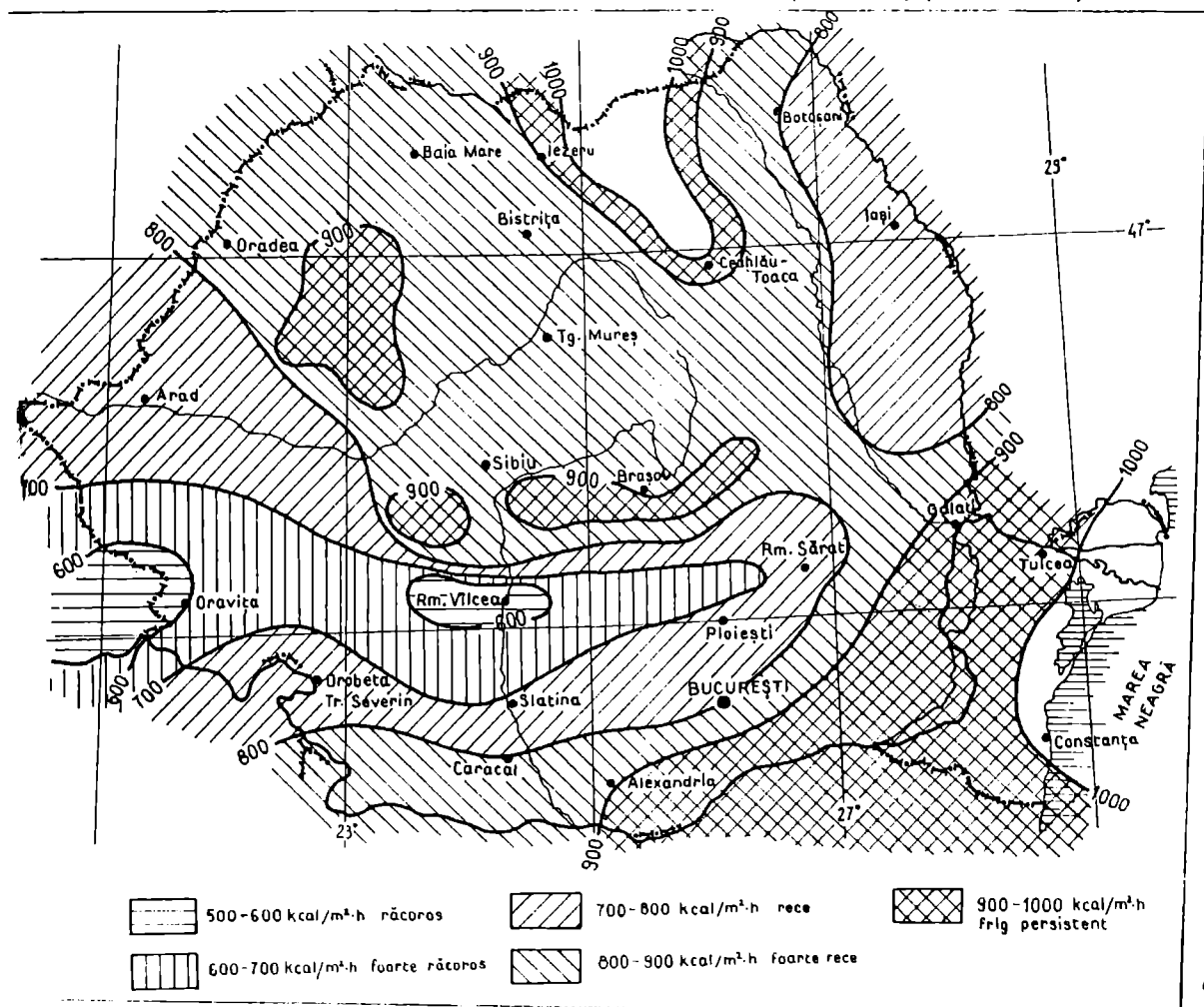
Fig.34. Puterea de răcire a vântului în România (iulie) (1960-1990).



În luna ianuarie, situația repartiției spațiale a izoliniilor puterii de răcire a aerului se modifică substanțial datorită complexității mai mari a tiparului de acțiune a maselor de aer și efectului de adăpost și torsionare a curenților de aer creat de Mt. Carpați (Fig.35). De data aceasta, cele mai mari valori nu se mai înregistrează în ansamblul zonei montane, ci numai în porțiunile sale nordice aflate sub influența maselor de aer scandinav-baltice care determină scăderea bruscă a temperaturii. De asemenea, valori de 900-1.000 Kcal/m<sup>2</sup> s.c. x h se întâlnesc și în partea central-nordică a Podișului Dobrogei, unde se resimte influența cumulată a aerului rece și intensificărilor de vânt datorate extinderii ariei de acțiune a Anticlonului Siberian. În Podișul Transilvaniei, valorile sunt relativ omogene (800-900 Kcal/m<sup>2</sup> s.c. x h) datorită stabilității atmosferice locale mai mari din acest anotimp.

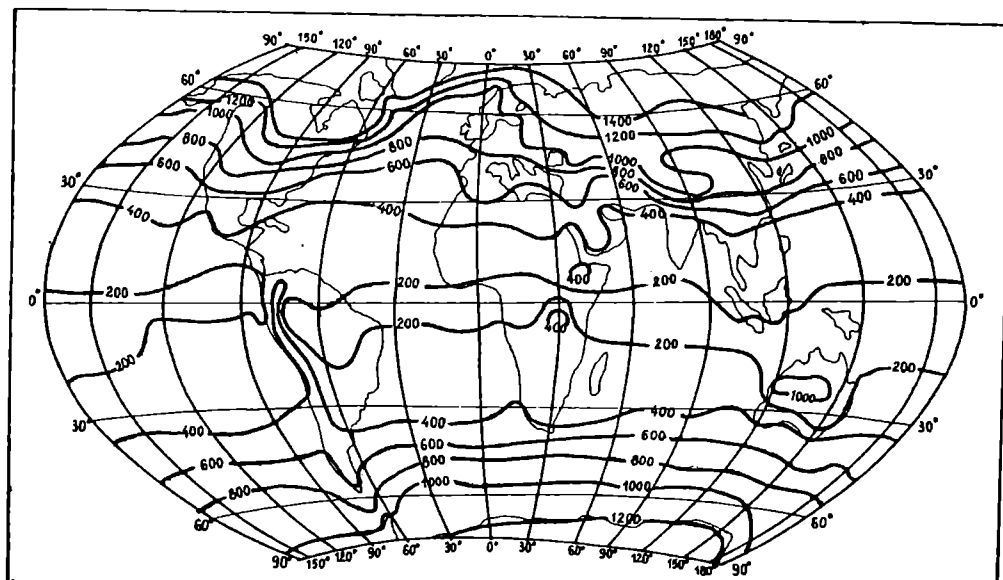
Un aspect interesant îl prezintă repartiția diferențiată a valorilor puterii de răcire a aerului din zona Curburii Carpatice, prin aceea că, datorită efectului de cavitate dinamică, curenții de aer converg spre zona de concavitate, dirijându-se prin mișcări ascendente de-a lungul pantelor munților, pe care reușesc să le depășească, dispersându-se divergent spre regiunile externe, în funcție de orientarea aliniamentului de curbură. Cele mai mici valori (600-700 Kcal/m<sup>2</sup> s.c. x h), care caracterizează un mediu fiziologic răcoros (spre deosebire de cel de frig persistent din nordul țării), se întâlnesc pe aliniamentul sud-vestic, aflat sub influența (binefăcătoare!) a maselor de aer cu origine mediteraneană. Local (Subcarpații Vâlcii), datorită efectelor specifice de adăpost, valorile scad sub 600 Kcal/m<sup>2</sup> s.c. x h, exercitând o tentantă atracție turistică. Din acest motiv, considerăm oportună introducerea acestui parametru meteorofiziologic în suma criteriilor de evaluare a bioclimii stațiunilor balneoclimaterice din România.

**Fig.35.** Puterea de răcire a vântului în România (ianuarie) (1960-1990).



În aceeași lună (ianuarie), la nivel global, valorile puterii de răcire a aerului cresc de la Ecuator spre poli într-o manieră relativ uniformă în emisfera sudică, unde, din cauza predominanței suprafețelor oceanice, izoliniile au o distribuție relativ paralelă, spre deosebire de cea nordică, în care acestea prezintă trasee extrem de neregulate datorită frecvențelor devieri ale principalelor traiectorii ale curenților de aer produse de marile ansambluri montane (Fig.36).

**Fig.36.** Puterea de răcire a vântului pe Glob (ianuarie)



Cele mai mici valori ( $100 \text{ Kcal/m}^2 \text{ s.c. x h}$ ) se găsesc în Australia, ca urmare a localizării și conformației sale geografice care favorizează acumularea unor excedente termice pe fondul unei slabe circulații a aerului. Dimpotrivă, cele mai mari valori se întâlnesc în zonele polare (Antarctica -  $1.200 \text{ Kcal/m}^2 \text{ s.c. x h}$  sau Arctica Canadiană și Siberia -  $1.400 \text{ Kcal/m}^2 \text{ s.c. x h}$ ) datorită scăderii extreme a temperaturii aerului și convergenței principalelor sisteme de circulație a aerului. Într-un studiu meteorologic efectuat în acest scop pentru respectivele zone extreme (Falkowski și Greenland, 1958 și O.Wilson, 1963) se ajunge la următoarele concluzii mai importante.

În Antarctica, cele mai ridicate valori ale puterii de răcire a aerului se întâlnesc în interiorul continentului, datorită accentuatei scăderi de temperatură impusă de creșterea latitudinală. În mod surprinzător, valoarea minimă ( $2.400 \text{ Kcal/m}^2 \text{ s.c.} \times \text{h}$ ) nu se atinge în zona Polului Sud geografic, ci în zona Polului Sud termic, localizat la  $78^\circ 30'$  latitudine sudică, într-un bazin depresionar ce favorizează acumularea și persistența unui strat de aer rece mai dens. Datorită efectului caloric moderator exercitat de suprafața oceanică înconjurătoare, la stațiile meteorologice litorale, valorile puterii de răcire a aerului scad la  $1.400\text{-}1.200 \text{ Kcal/m}^2 \text{ s.c.} \times \text{h}$ , ca urmare a creșterii temperaturii aerului.

În Arctica Canadiană și Siberia, asemenea valori nu pot fi întâlnite decât ocazional, în timpul celor mai friguroase ierni. De exemplu, valoarea corespunzătoare indexului puterii de răcire a aerului înregistrat la Mandheim (Antarctica) în timpul celui mai cald interval de timp ( $1.100 \text{ Kcal/m}^2 \text{ s.c.} \times \text{h}$  în lunile decembrie-ianuarie) este caracteristică pentru cel mai rece anotimp din nordul Suediei și Norvegiei, centrul Islandei și sudul Groenlandei. De asemenea, valoarea de  $1.875 \text{ Kcal/m}^2 \text{ s.c.} \times \text{h}$  a puterii de răcire a aerului, obișnuită pentru sezonul antarctic hibernal, delimitează, în emisfera nordică, doar un areal restrâns în jurul Polului Nord. După părerea lui Chrenko și Pugh (1961), aceste diferențieri emisferice apar ca urmare a faptului că, datorită masivității mai mari a continentului antarctic, pierderile sale calorice sunt superioare celor din emisfera nordică, fiindcă extinsele suprafețe acoperite cu gheață determină repartiția mai uniformă a valorilor albedoului. Cu toate acestea, Bedford (1948) consideră că valorile extrem de scăzute ale puterii de răcire a aerului înregistrate în mediul antarctic nu sunt întru totul reprezentative pentru definirea capacității de răcire a corpului omenesc. El consideră că, în această situație, trebuie să se țină cont atât de modificările schimbului caloric, introduse de densitatea aerului, cât și de cele datorate altitudinii Soarelui. În primul caz, se arată că, ținând cont de faptul că, la altitudinile obișnuite din interiorul continentului, densitatea aerului este mult mai scăzută decât cea de la nivelul mării, determinând scăderea capacității de transport caloric a aerului, valoarea teoretică a puterii de răcire a aerului trebuie corectată cu valoarea unui indice obținut prin extragerea rădăcinii pătrate a raportului dintre densitatea aerului de la nivelul mării și cea corespunzătoare altitudinii respective. Pentru Polul Sud, situat la o altitudine de  $2.800 \text{ m}$ , acest indice are valoarea de  $0,83$ , determinând diminuarea valorilor puterii de răcire a aerului la  $1.400\text{-}1.200 \text{ Kcal/m}^2 \text{ s.c.} \times \text{h}$ , în loc de  $2.100\text{-}2.400 \text{ Kcal/m}^2 \text{ s.c.} \times \text{h}$  cât se calculase inițial.

În al doilea caz, trebuie să se țină cont de faptul că, datorită înclinării axei terestre, intensitatea radiației solare directe măsurată în zona antarctică este mai mare decât cea din zona arctică, ceea ce face ca valoarea aportului caloric radiativ din prima zonă să fie de 2-4 ori mai mare decât cel din a doua regiune, contribuind semnificativ la evaluarea "corecției radiative de temperatură". Valoarea acesteia depinde de unghiul înălțimii Soarelui și viteza vântului, astfel încât la o altitudine solară de 40°, ea este de 15°C pentru o viteză a vântului de 2 m/s și de 11°C pentru o viteză de 6 m/s (în cazuri excepționale, valoarea ei poate atinge 25°C în cea mai călduroasă zi de vară caracterizată prin existența unui calm atmosferic deplin). În aceste condiții, prin aplicarea "corecției radiative de temperatură", valorile puterii de răcire a aerului din zona antarctică se diminuează cu 200 Kcal/m<sup>2</sup> s.c. x h pentru un unghi de 10° al înălțimii Soarelui deasupra orizontului, și cu 400 Kcal/m<sup>2</sup> s.c. x h pentru o altitudine solară de 40°, rezultând valori comparabile cu cele din regiunea arctică.

Principalul efect fiziologic datorat creșterii puterii de răcire a vântului este cel de intensificare a schimbului caloric convectiv de la nivelul tegumentelor și apariției degerăturilor. Dintr-un total de 69 de subiecți afectați de degerături în timpul expediției suedezo-norvegiano-britanice efectuate în Antarctica, în 1949-1952 (Wilson, 1963), nici un caz nu s-a produs la temperaturi mai mari de -8°C și valori de răcire a vântului sub 1.400 Kcal/m<sup>2</sup> s.c. x h. Toate cazurile de degerături au apărut la valori de 1.400-2.100 Kcal/m<sup>2</sup> s.c. x h ale puterii de răcire a vântului, cu excepția unuia singur înregistrat la valoarea de 1.380 Kcal/m<sup>2</sup> s.c. x h, în condițiile glisării pe sanie împotriva vântului. Aceste constatări clinice sunt în concordanță cu teoria lui Siple, care afirmă că pragul de 1.400 Kcal/m<sup>2</sup> s.c. x h a puterii de răcire a vântului constituie limita maximă a suportabilității cutanate, riscul expunerii devenind acut atunci când valorile sale cresc brusc.

Pe de altă parte, vântul are și o acțiune indirectă asupra organismului uman, prin modificarea parametrilor electro-termo-barici ai atmosferei locale. De cele mai multe ori, intensificarea circulației aerului și succesiunea fronturilor atmosferice a determinat dereglarea constantelor fiziologice ale organismului uman și apariția unor predispoziții patologice. Cu cât amplitudinea variațiilor meteorologice produse de vânt este mai mare, cu atât efectele fiziologice sunt mai complexe și severe.



Într-un studiu dedicat acestei probleme, prof. G.Mouriquand (1968) a atras atenția că în anumite regiuni geografice, populația manifestă tendințe de accentuare a morbidității în funcție de tiparul de acțiune al unor vânturi locale. De exemplu, el a constatat că în regiunea Lyon (Franța) se individualizează un areal de risc datorat acțiunii **Autan-ului** (*le Vent du Midi*), un vânt foarte cald ce se canalizează de-a lungul văii Rhonului, determinând scăderea alarmantă a presiunii și umezelii aerului. "Sindromul Vântului de Sud", provocat de acesta se caracterizează prin apariția unei stări de neliniște, iritabilitate și slăbiciune, care se prelungește în timpul nopții, generând coșmaruri și insomnii acute. Se spune că "atunci când bate *Autan*-ul, la școlile din Lyon plouă cu pedepse" deoarece copiii, fiind mai sensibili la schimbările de vreme, manifestă tendințe de slăbire a reflexelor corticale exprimate prin diminuarea atenției și instalarea unei stări de letargie, care obnubilează procesele intelectuale.

De asemenea, creșterea rapidă a temperaturii aerului produsă de acest vânt accentuează pierderile hidrice ale organismului, favorizând apariția unor serioase perturbații digestive; asemănătoare cazurilor neuro-toxice (manifestate prin intensificarea vomitatului, umflarea limbii, alterarea secrețiilor hepatice).

În rândul adulților se observă o creștere a gradului de tensiune a relațiilor inter-umane, determinându-se generalizarea stărilor conflictuale (în acest sens menționându-se că numărul certurilor publice crește vertiginos în acest interval). Adevărate minuni se produc numai atunci când acțiunea vântului încetează, starea fiziologică a populației expuse revenind la normal.

Efecte fiziologice similare se înregistrează și în unele regiuni alpine, expuse acțiunii **Foehn-ului**. Acesta se simte cu deosebire de-a lungul văilor amplasate pe versantul nordic al Mt.Alpi, ca urmare a ascendentei-descendentei forțate și încălzirii adiabatice a curenților de aer din sud și sud-est. Chiar dacă el bate numai câteva zile, efectul său este inconfundabil datorită accentuatei scăderi de umezeală și presiune atmosferică și creșterii anormale de temperatură a aerului pe care le provoacă.

Din acest motiv, extinse regiuni sunt expuse pericolului producerii avalanșelor, prin intensificarea ritmului de topire a zăpezii (în acest sens citându-se că în iarna anului 1863, la Grindelwald (Tirol - Austria), un strat de zăpadă cu grosimea de 6,5 cm s-a topit complet în mai puțin de 2 ore).

La apropierea sa, *foehnul* creează o adevărată psihoză de masă, în sensul că populația manifestă accentuate semne de iritabilitate, anxietate și intoleranță comportamentală, pe fondul cărora se dezvoltă predispoziții agresive. De altfel, în intervalele marcate de acțiunea *foehn*-ului, efectivele organelor de poliție se dublează, în scopul prevenirii și atenuării ratei infracțiunilor majore (crime, violuri, sinucideri, jafuri) care se înregistrează ca urmare a pierderii auto-controlului, simptomatic pentru "crizele hormonale" datorate variațiilor brusce de presiune atmosferică. Forcher-Mayer (1956) consideră că *foehn*-ul produce, în principal, grave dereglări ale sistemului nervos vegetativ, favorizând apariția unui marcant dezechilibru între starea psihică și metabolică a organismului uman, condiție a apariției tendințelor de instabilitate psihică.

În cazul ***Sirocco***-ului, un vânt fierbinte și uscat ce bate în sudul Italiei dinspre regiunea sahariană, asemenea efecte depresive sunt și mai accentuate, E.F.Gautier (1961) argumentând că acesta este responsabil pentru creșterea numărului de atacuri cerebrale și sinucideri în rândul soldaților Legiunii Străine localizate în nordul Africii. Deși, uneori, acesta reușește să traverseze Mediterana, îmbogățindu-și conținutul în vapori de apă, nu-și modifică esențial trăsăturile termice, astfel încât populația din sudul Italiei este expusă riscului dehidratării și socului termic. Pentru diminuarea acestor efecte, autoritățile locale dispun măsuri coercitive de reducere a preturilor băuturilor răcoritoare, în scopul extinderii gradului de acces al oamenilor mai săraci. Totodată, conținutul acestor lichide este îmbogățit în săruri de Fe, Na și Mg și vitamine B și C, în vederea combaterii sindromului de declorurare (vezi 1.7.2).

Spre deosebire de aceste vânturi calde și uscate, ***Mistralul***, care acționează în sud-estul Franței, și ***Tramontana***, specific zonei litorale estice a Italiei, determină scăderea bruscă a temperaturii aerului, care într-un interval de 24 ore se poate reduce cu 10°C, și intensificarea neobișnuită a vitezei vântului.

Condițiile topografice locale care favorizează canalizarea curenților de aer, conferă acestor efecte dimensiuni îngrijorătoare, în sensul accentuării durerilor de cap, dezvoltării unei senzații opresive și stabilizării unei predispoziții de incapacitate motorie. Remlinger și Burnier (1965) sunt de părere că aceste simptome se datorează rapidelor variații ale câmpului aero-electric și gradului ridicat de ionizare a aerului care se cumulează cu efectul altitudinii.

## 2. INFLUENȚA CONDIȚIILOR CLIMATICE ASUPRA MORBIDITĂȚII UMANE

Morbiditatea constituie un valoros indicator al stării de sănătate a unei colectivități umane aflate sub influența unui complex de factori environmentali de risc. Recent, un grup de experți ai Organizației Mondiale a Sănătății (OMS) a considerat necesară includerea factorilor meteorologici în categoria agenților etiologici ai diferitelor tipuri de boli, dată fiind amploarea fenomenelor de meteorotropism (evoluție clinică determinată de cauze meteorologice). Astfel, meteoropatologia (domeniu al medicinei care se ocupă cu studiul acțiunii factorilor atmosferici asupra proceselor morbide) evaluează rolul patogen al factorilor climatici de risc (temperatura aerului, umezeala și presiunea atmosferică, gradul de ionizare și potențialul electric al atmosferei etc.) și elaborează modele comportamentale pentru evitarea efectelor lor negative. Chiar dacă etiologia de bază a majorității bolilor este legată de acțiunea factorilor epidemiologici, nu trebuie neglijate nici calitățile patogene ale unor factori meteorologici, care intervin ca agenți adjuvanți, determinând deprecierea stării fizice a indivizilor expuși.

De asemenea, evoluția lor periodică (legată de regimul diurn, sezonier sau anual al caracteristicilor climatice) și neperiodică (datorată intensificării activității solare sau frontale) determină sensul și ritmul principalelor procese biologice, stimulând sau inhibând stările morbide, ceea ce le conferă o valoare profilactică inestimabilă. În acest sens, este util să menționăm experimentul lui J.Kummel din Germania (1936) care, în funcție de evoluția stării vremii, a elaborat un calendar de programare a intervențiilor chirurgicale, prin care arată că 90% din cazurile în care au fost necesare astfel de intervenții au înregistrat complicații post-operative severe ca urmare a creșterii instabilității atmosferice. Acesta a stat la baza profilaxiei climatice dezvoltate ulterior, care stabilește tipul situațiilor sinoptice în care trebuie adoptată sau evitată o anumită medicație.

Din multitudinea bolilor care subminează integritatea fizică a populației, ne propunem să le evidențiem doar pe acelea care au caracter meteorotrop, dezvăluind noi fațete ale complicatei relații om-climă. În funcție de originea și frecvența lor epidemiologică, acestea au fost împărțite în trei categorii: genetice, infecțioase și cronice (sau degenerative), ajutându-ne la dezvoltarea sistematică a argumentației.

## 2.1. BOLILE GENETICE

Bolile genetice care se individualizează în anumite regiuni geografice, își datorează existența modului particular de acțiune sinergică a factorilor climatici dintr-o anumită etapă antropogenetică, care au determinat apariția, în rândul unor grupuri populaționale locale, a unor mutații genetice ce s-au transmis integral tuturor generațiilor următoare. Cu foarte puține excepții, aceste tipuri de "boli climatice ereditare" au frecvențe maxime în zona intertropicală, deoarece prevalența temperaturilor ridicate stimulează activitatea agenților patogeni, determinând "explozia" florei microbiene, care invadează organismul uman, provocându-i leziuni metabolice ireversibile.

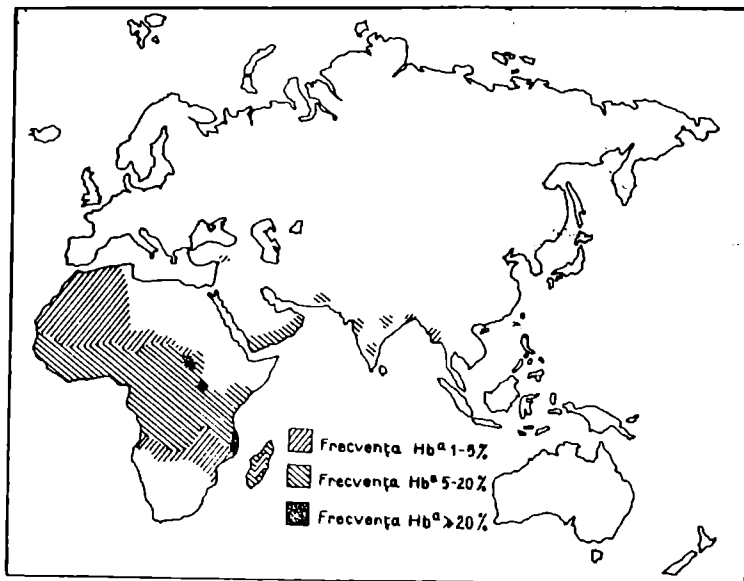
Cele mai grave forme se întâlnesc cu deosebire în regiunile umede, în care abundența precipitațiilor favorizează nu numai înmulțirea, dar și diversificarea speciilor de agenți patogeni, care astfel devin mai virulenți, producând modificări biochimice radicale în structura unor țesuturi organice vitale.

De exemplu, **anemia cu celule falciforme** (anormale) este un tip special de anemie apărută în urma mutațiilor suferite de gena care controlează sinteza catenei  $\alpha$  sau  $\beta$  a moleculei de hemoglobină, determinând diseminarea și deformarea hematiilor din structura sa. Hemoglobina este o moleculă complexă, alcătuită din două catene  $\alpha$  a câte 141 aminoacizi și 2 catene  $\beta$  a câte 146 aminoacizi care, prin unire, formează un grup hematic ce conține în interior o moleculă de fier, care are rolul de a se combina cu 2 atomi de oxigen, asigurând hematiilor (elemente figurate ale sângelui) conținutul de oxigen necesar întreținerii arderilor metabolice. În anumite condiții climatice care au existat în trecut, unul dintre aminoacizii care conțin lanțurile polipeptidice ale hematiilor a fost înlăturat, determinând deformarea (în formă de seceră) a întregii hematii, care astfel își pierde conținutul de oxigen, favorizând instalarea anoxiei tisulare, cu repercusiuni grave asupra metabolismului bazal.

Anemia cu celule falciforme ( $Hb^a$ ) apare cu predilecție în rândul populațiilor din Africa intertropicală (Fig. 37), unde se observă că frecvența ei crește spre Ecuator; dar mai poate fi întâlnită, într-o proporție mult mai redusă, și în rândul populațiilor din Asia masonică (India, Myanmar) sau Peninsula Arabă (Yemen).

Populațiile de tip european nu prezintă nici un semn de anomalie hemoglobulinică, motiv pentru care suntem tentați să credem că acest tip de mutație genetică s-a produs numai în rândul populației *Homo sapiens* din Africa, ulterior momentului apariției Neanderthalilor, care au evoluat independent în Europa.

**Fig.37.** Repartiția geografică a diferitelor forme de anemie cu celule falciforme (Hb<sup>a</sup>).

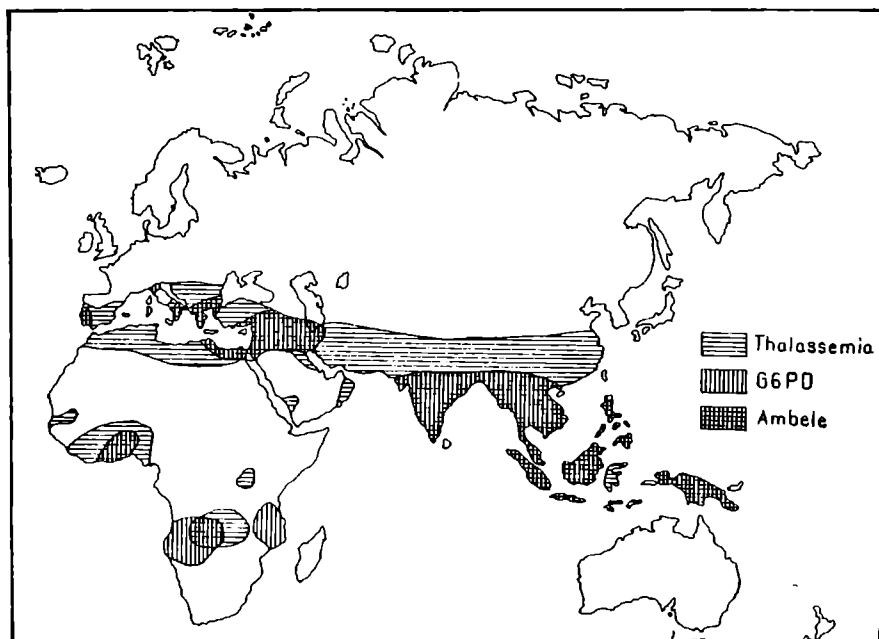


**Thalasemia** este un alt tip de anomalie hemoglobulinică ce produce o formă gravă de anemie (anemia *Cooley*). De data aceasta, factori climatici de risc au determinat întârzierea procesului de sinteză a unuia dintre lanțurile polipeptidice ale moleculei de hemoglobină, favorizând dezvoltarea excesivă a celorlalte, care au impus deformarea hematiilor și scăderea capacității lor oxidative, accelerând rata hemolizei ce caracterizează această formă acută de anemie.

Consecințele thalasemiei sunt cu atât mai grave cu cât nu există nici o formă de tratament curativ; indivizii afectați având nevoie de transfuzii regulate de sânge. Singura modalitate eficientă de prevenire a acesteia constă în aplicarea "geniului genic" (clonarea și transferul unei gene-allele normale în locul genei-allele mutante) încă din faza embrionară de evoluție.

Thalassemia afectează cea mai mare parte a populațiilor din jurul Mării Mediterane, unde are frecvența cea mai mare (= 35% din totalul populației unor țări ca Italia, Spania, Grecia, Maroc etc.) (Fig. 38) și Asiei de Sud și Sud-Est (unde depășește o frecvență de 15%). În anumite regiuni (Iran, India, peninsula Indochina, Indonezia, Noua Guinee, etc.) ea se asociază cu alte forme de anemii hemolitice (G6P.D), mărinđ și mai mult numărul persoanelor afectate, astfel încât ea tinde să devină o adevărată boală globală.

**Fig.38.** Repartiția geografică a thalassemiei.



Din fericire însă, se pare că populațiile predispuse spre anemii hemolitice cu etiologie environmentală sunt înzestrate cu anumite mecanisme fiziologice care, chiar dacă ele însele prezintă anomalii funcționale, au rolul de a atenua efectul prea acut al celor dintâi.

De exemplu, formula hemoglobulinică a populațiilor tropicale afectate de anemii severe prezintă un excedent de haptoglobine 1-1 (Hp<sup>1</sup>), care au rolul de a se combina cu hemoglobina liberă (eliberată în plasma sanguină în urma reacțiilor de hemoliză declanșate de mecanismele thalassemiei sau anemiei cu celule falciforme), împiedicând excreția ei renală, ceea ce diminuează și întârzie efectele ireversibile ale anemiilor hemolitice.

În acest sens, Giblett (1969) a arătat că frecvența Hp<sup>1</sup> crește la valori de 77-87% în rândul populațiilor din Africa Centrală și de Est; 67-78% în rândul celor din America de Sud ecuatorială și 28-39% în rândul celor din Asia musonică.

Spre deosebire de acestea, populațiile din zonele tropicale uscate manifestă predispoziții genetice pentru boli metabolice. Astfel, majoritatea grupurilor de păstori nomazi din Asia Centrală și Africa sahariană prezintă anumite deficiențe enzimatică care nu le permit să tolereze laptele proaspăt în dieta lor obișnuită. De exemplu, **lactasemia**, declanșată de lipsa enzimei lactasice, care determină descompunerea lactozei (substanța glucidică a laptelui) în elementele sale componente (glucoza și galactoza), face ca majoritatea acestor populații să nu poată tolera laptele proaspăt, deși principalul lor mijloc de subzistență este legat de creșterea animalelor. Din acest motiv, laptele este consumat numai sub formă de produse fermentate, în care cele două componente glucidice au fost deja descompuse de bacteriile de fermentație, ușurând travaliul digestiv al populațiilor expuse.

**Fenilketonuria (FKU)** se datorează unor anomalii autozomiale care determină incapacitatea organismului uman de a metaboliza fenilalanina, unul dintre cei mai importanți aminoacizi din structura tuturor proteinelor, care astfel se acumulează în exces în fluxul sanguin, unde este parțial oxidată în acidul fenilpiruvic, cu efect deosebit de toxic asupra țesuturilor cerebrale.

Existența simultană a celor două substanțe chimice în compoziția sângelui determină necroza celulelor nervoase, favorizând accentuarea fenomenului de retardare mentală (de altfel, indivizii afectați de fenilketonurie prezintă un coeficient mediu de inteligență de numai 20-80, față de 110 cât este normal).

Acest tip de boală caracterizează îndeosebi populațiile nord-europene, care înregistrează frecvențe de 5% în Anglia, 14% în Suedia, Norvegia, Danemarca, față de 0,2% în Japonia) și se pare că a fost inițiată în condițiile unui stress hipotermic care a afectat grupurile nordice de Neanderthali în timpul celei mai acute faze glaciare pleistocene.

## 2.2. BOLILE INFECȚIOASE

Bolile infecțioase reprezintă cca 65% din numărul total de boli care afectează populația actuală a Globului și se datorează pătrunderii și înmulțirii critice în organismul uman sănătos, a unui număr variabil de agenți patogeni, reprezentați printr-o gamă largă de viruși mono și pluricelulari, bacterii și ciuperci parazite, viermi și insecte microscopice.

Bolile provocate de aceștia se transmit de la o persoană la alta fie prin contact direct (boala infecțioasă nonvectorială), fie prin intermediul unor organisme purtătoare de microbi, care pot fi transmiși direct prin apă, sol sau aer (boli infecțioase vectoriale mecanice) sau indirect, prin produsele de sinteză ale unor reacții biologice (boli infecțioase vectoriale biologice).

Indiferent de categoria în care se încadrează, majoritatea bolilor infecțioase, deși au etiologie epidemiologică, se dezvoltă fie regional, în funcție de anumite limite climatice care favorizează dezvoltarea extremă a coloniilor de agenți patogeni și formarea unei arii endemice, fie global, cu un ciclu de evoluție biologică impus de variația sezonieră a parametrilor meteorologici (temperatura și umezeala aerului, viteza vântului etc.).

**2.2.1. Bolile infecțioase vectoriale** cele mai severe au o origine climatică bine stabilită. Se pare că regiunile ecuatoriale și tropical-umede constituie aria lor endemică preferențială, și acest lucru nu trebuie să ne mire deoarece persistența temperaturilor ridicate favorizează accelerarea și intensificarea tuturor proceselor biologice, iar gradul ridicat de umezeală atmosferică impune diversificarea speciilor patogene, care astfel pot deveni mult mai virulente.

**Febra galbenă** prezintă o repartiție spațială limitată, în prezent, la regiunile cu climat ecuatorial din Africa și America de Sud (Fig. 39). Ea este provocată de un virus transmis de diverse specii de țânțari, iar de-a lungul timpului a fost una din cele mai devastatoare boli.

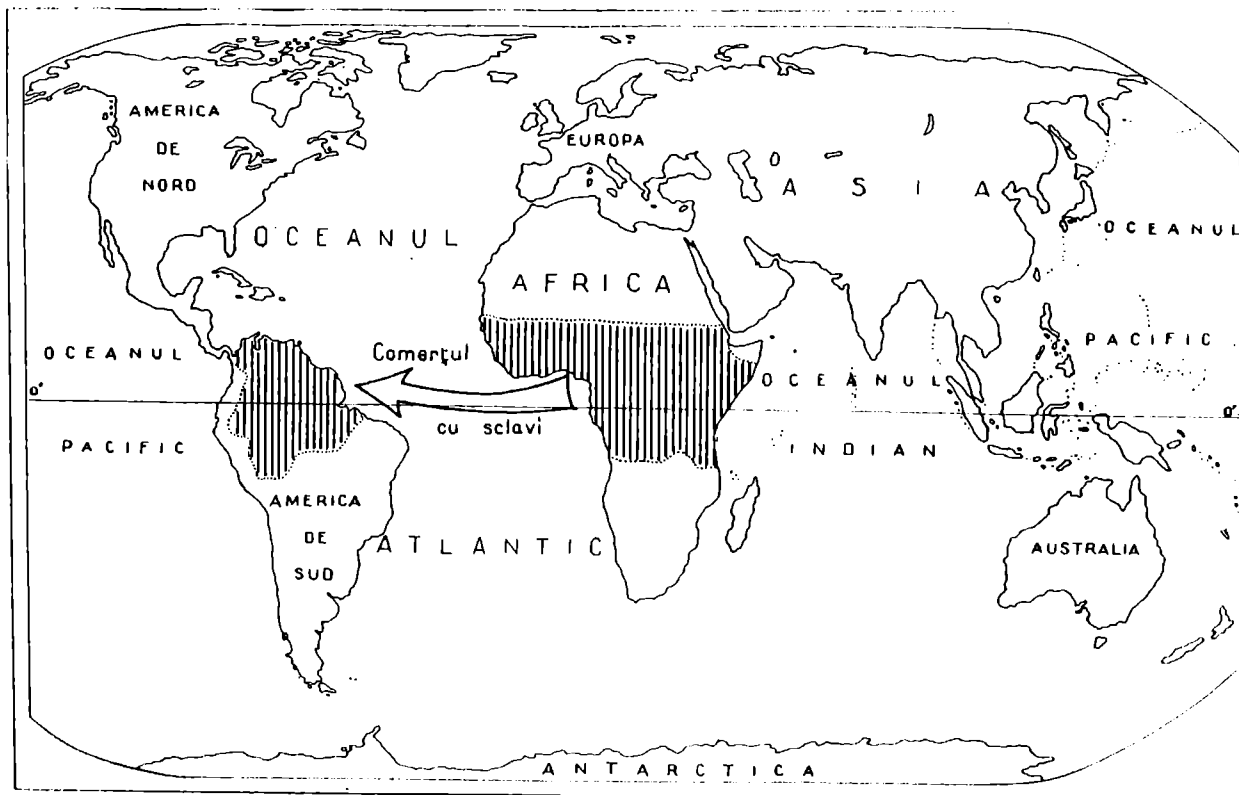
Astfel, în secolele XVII-XVIII, intensificarea comerțului cu sclavi negri spre America Centrală a determinat extinderea ariei de răspândire a virusului febrei galbene, provocând epidemii mortale în majoritatea insulelor caraibiene, sud-estul SUA și nordul Americii de Sud, unde au fost importați purtătorii acestui flagel.



În prezent, datorită introducerii pe scară largă a unui vaccin eficient, aria de răspândire a bolii s-a diminuat sensibil, limitându-se strict la regiunea endemică inițială, unde se conservă în forma ei nealterată ca urmare a acțiunii favorabile a factorilor climatici.

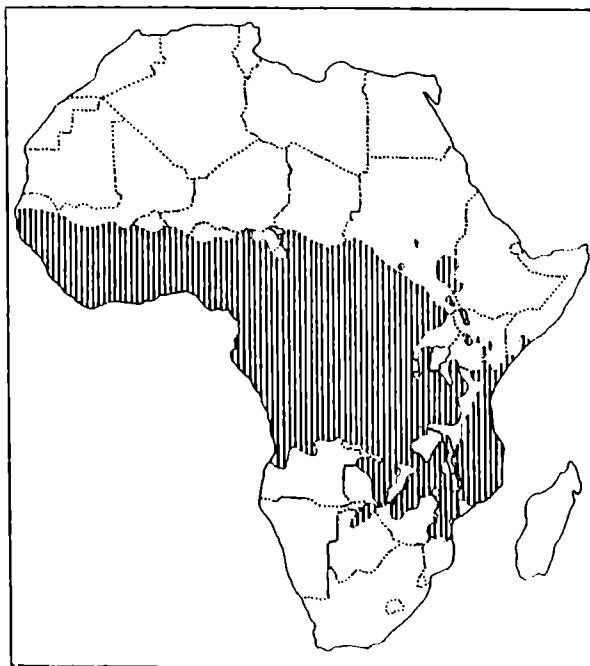
Așa cum sugerează însuși numele bolii, la câteva zile după înțepătura produsă de țânțarul vector, apar accese de febră, dureri de cap și spate, o stare de greață asociată cu vomă, care favorizează excreția pigmentului biliar, ce imprimă colorația galbenă a pielii. Din fericire, populația locală din ariile endemice dispune de un oarecare grad de imunitate fiziologică, dar prin fenomene de dizlocare spațială, aceasta poate deveni un rezervor de infecție contaminând populația cu care vine în contact.

**Fig.39.** Ariile de risc ale febrei galbene.



**Boala somnului** si-a început expansiunea teritorială în jurul anului 1400 e.n., dintr-un focar infecțios localizat în Africa de Vest. Ea este provocată de un virus monocelular (*g. Trypanosoma*), care este preluat, prin ingestie sanguină de la animalele sau persoanele infectate, de musca țețe, în corpul căreia se înmulțește vertiginos, până când atinge nivelul glandelor sale salivare, prin a căror secreție este transmis în organismul sănătos înțepat de această muscă. Climatul cald și umed din regiunile ecuatoriale africane favorizează dezvoltarea numerică a coloniilor de muște care transmit virusul *Trypanozoma*, asigurând perpetuarea proceselor biologice infecțioase, cu consecințe dezastruoase asupra populațiilor și turmelor de animale expuse. La oameni, boala somnului debutează prin accese de febră, datorate infecției care atacă sistemul ganglionilor limfatici. Din această cauză, infecția se răspândește rapid la nivelul creierului și măduvei spinării, determinând instalarea unei stări de letargie și incapacitate motorie, pe fondul căreia urmează moartea. La animale, infecția cu *Trypanozoma* (numită *nagana*) determină pierderea capacității vitale în mai puțin de un an, motiv pentru care pagubele provocate de aceasta ating proporții alarmante, punând în pericol însăși securitatea existențială a populațiilor de păstori din zona afectată, care acoperă peste 11,5 milioane km<sup>2</sup> (Fig. 40).

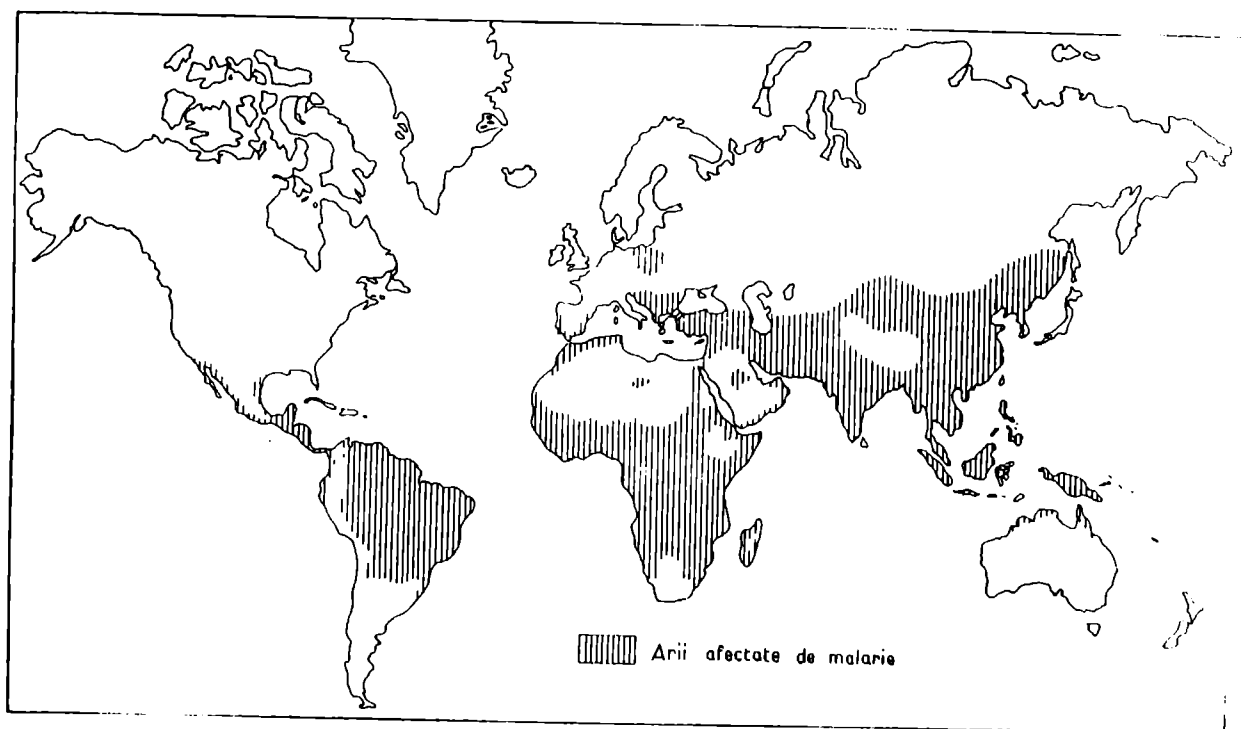
**Fig.40.** Limitele de extensiune teritorială ale "bolii somnului"



**Malaria** (sau paludismul) are, spre deosebire de febra galbenă și boala somnului, o răspândire mult mai mare, ea afectând extinse porțiuni din America Centrală și de Sud, Africa, Europa Mediteraneană, Asia Musonică și Australia, unde persistă un climat cald (cu temperaturi medii anuale de 15-25°C) și deosebit de umed (umezeala relativă = 70-90%) (Fig. 41). Gravitatea este cu atât mai mare cu cât numărul potențialelor organisme infectate este mai variat; diferite specii de maimuțe, șobolani, păsări și șerpi fiind infectate în aceeași măsură ca și omul sau animalele domestice.

Vectorul malariei este reprezentat de o specie de țânțar anofel (*Plasmodium falciparum*), care contactează virusul patogen (prin ingestia sanguină de la un organism infectat) și-l retransmite (prin secreția salivară produsă în timpul unei înțepături) organismului sănătos, infectându-l.

**Fig.41.** Ariile geografice afectate de malarie.

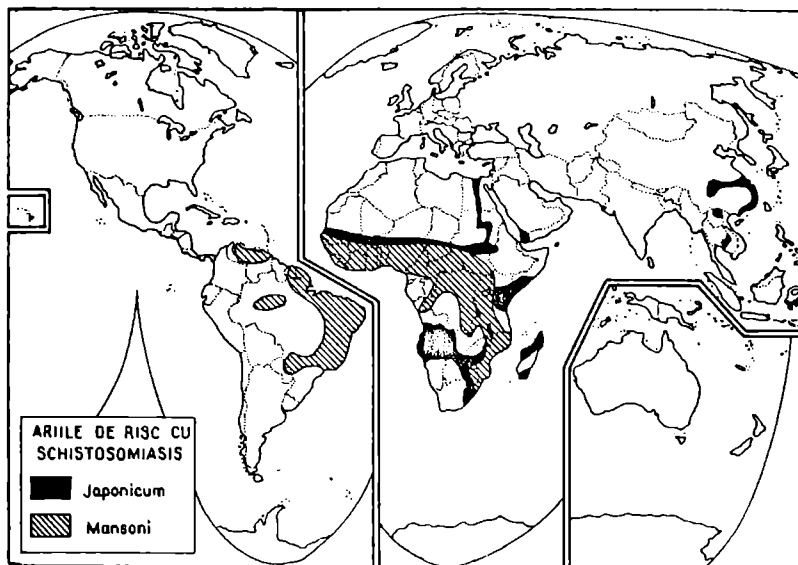


Boala în sine se manifestă prin puternice accese de febră, pe fondul căreia apar frisoane, care slăbesc puterea energetică a organismului, sensibilizându-l la acțiunea altor germeni patogeni. De cele mai multe ori, malarie determină mărirea volumului splinei, ceea ce se poate constitui într-un pericol letal iminent. Datorită severității formelor sale de manifestare, malarie constituie una din cele mai amenințătoare boli infecțioase, răspunzătoare pentru un mare număr de victime omenești (de exemplu, numai în India mor anual 1 milion de persoane afectate de malarie). Deși s-au pus în circulație medicamente antimalarice, care s-au dovedit a nu fi deosebit de eficiente, riscurile patologice ale acestei boli nu pot fi diminuate sau anulate decât prin eliminarea factorului vectorial. În acest sens, în 1955, Organizația Mondială a Sănătății a inițiat un amplu program de eradicare a malariei, asigurând tuturor țărilor afectate fondurile financiare necesare pentru promovarea unei campanii de dezinfecție a regiunilor endemice. În cadrul acestui program, focarul endemic din România (Delta Dunării) a fost desființat prin administrarea unor mari cantități de DDT, care au determinat totala dispariție a țânțarului-vector.

În ciuda acestor uriașe eforturi, se pare că malarie poartă o nouă ofensivă spațială, atacând populațiile din Africa de Sud și de Vest, America Centrală și Asia Centrală, de-a lungul unor coridoare inițial neafectate. S-ar părea că acest lucru se datorează apariției unor specii mutante de țânțari anofeli, care au o rezistență superioară la efectul DDT și se pot adapta unor noi condiții climatice, mult mai uscate, ceea ce ar putea reprezenta o amenințare globală, dat fiind faptul că populațiile din aceste zone nu prezintă semne de anemie cu celule falciforme, care contracarează efectul malariei, asigurând un oarecare grad de imunitate fiziologică.

**Schistosomiasis** este o boală infecțioasă degenerativă care afectează, în principal, populațiile din zona savanei africane și a selvass-ului brazilian (Fig. 42), unde predomină un climat cald, structurat în două anotimpuri (uscat și ploios), care favorizează dezvoltarea unor specii de melci, ce constituie vectorii virusului patogen. Prin secrețiile pe care aceștia le depun în sursele de apă sau pe plante, virusul patogen ajunge în organismul uman, unde atacă sistemul digestiv. De asemenea, schistosomiasis-ul se întâlnește și la populațiile de pe valea Nilului (Egipt) sau Huang-he (China), dar într-o proporție mult mai redusă.

**Fig.42. Ariile de risc cu schistosomiasis.**



**Oncocerciasis** coexistă cu schistosomiasis în aceleași regiuni endemice, numai că, de data aceasta, vectorul purtător este reprezentat de o specie de muște, care prin înțepătura produsă, introduc virusul infecțios în organismul uman, determinând pierderea vederii la o vârstă de 30-35 ani.

**2.2.2. Bolile infecțioase non-vectoriale**, transmise de la o persoană la alta prin intermediul unui mediu contaminat (apă, aer, sol), pot să apară în orice zonă climatică, dar prezintă un ciclu de evoluție epidemică în funcție de variația sezonieră a factorilor meteorologici care le asigură condițiile optime de dezvoltare.

**Holera**, denumită și holera asiatică, reprezintă un ansamblu de boli infecțioase în care diareea și deshidratarea constituie simptomele principale. Ea provine din focarul indian, de unde, la începutul secolului al XIX-lea (1816), s-a răspândit în China și Japonia, Africa de Est și Europa Mediteraneană, și apoi (între 1826-1837) în America de Nord. Apa constituie mediul preferențial de diseminare a microbului holerei și se pare că, în condițiile deteriorării condițiilor sanitare și persistenței temperaturilor ridicate, acesta dobândește o agresivitate patogenă neobișnuită, datorită intensificării activității sale biologice.

În mai puțin de o zi de la producerea infecției, se observă blocarea funcției digestive a intestinului mic, ceea ce determină apariția diareei, care grăbește deshidratarea organismului. Dacă nu se iau măsuri urgente, microbul pătrunde în fluxul sanguin, producând scăderea presiunii sanguine, apariția crampelor musculare și coma, care în mai puțin de 7 zile produce moartea. Pentru prevenirea acestor efecte, se recomandă administrarea unei cantități sporite de lichide, săruri minerale, vitamine și antibiotice, care să combată infecția și sindromul de declorurare. În țările din regiunile temperate, epidemiile de holeră izbucnesc mai ales în timpul unor perioade caniculare (mai-septembrie) (cum a fost, de exemplu, cea din 1970 din orașul Neapole - Italia), și numai păstrarea unor norme sanitare stricte împiedică generalizarea ei. În schimb, în țările din regiunile calde, pericolul contaminării este permanent.

**Difteria** se agravează în mod special în cazul înrăutățirii bruște a vremii, care determină ridicarea potențialului aeroelectric al atmosferei. Cercetătorii scandinavi au denumit acest tip de vreme *Stenosewetter*, deoarece ea determină intensificarea activității factorilor meteorologici favorabili răspândirii epidemiei: creșterea umezelii aerului, intensificarea vitezei vântului, apariția inversiunilor de temperatură, modificarea bruscă a presiunii atmosferice etc. Prin acțiunea lor conjugată, aceștia determină pe de o parte, slăbirea rezistenței organismului, care devine astfel mai ușor atacabil, iar pe de altă parte, creșterea puterii toxigene a bacilului difteric, care capătă o virulență sporită. Date fiind aceste coordonate evolutive, s-a constatat că vârful sezonier al difteriei este plasat în lunile noiembrie-februarie.

**Scarlatina** este o boală infecțioasă de tip hibernal, cu activitate maximă în lunile octombrie-decembrie, datorită succesiunii rapide a fronturilor atmosferice. Principalul argument în acest sens a fost adus de V.Bormann (1954), care a arătat că scarlatina lipsește cu desăvârșire la tropice, în schimb, frecvența ei crește îngrijorător în anotimpul rece din țările temperate. Aceasta se datorează faptului că frigul determină modificarea florei rinofaringiene, favorizând dezvoltarea bolii.

**Gripa, stările gripale și răcelile** apar ca urmare a infecțiilor virotice instalate la nivelul căilor respiratorii. Acestea se produc fie ca urmare a slăbirii capacității de rezistență a organismului uman, fie în cazul manifestărilor epidemice.

Acestea din urmă se exacerbează în intervalele marcate de o puternică activitate frontală, care determină reactivarea unor focare latente de infecție. Anotimpul hibernal (lunile decembrie-februarie) constituie perioada predilectă a infecțiilor virale.

**Pneumonia** este determinată, în exclusivitate, de factori termici, care îi conferă o frecvență sezonieră (cu maximum în lunile decembrie-februarie) și o arie de răspândire dependentă de persistența sezonului rece, motiv pentru care este considerată a fi o boală a frigore.

**Tuberculoza** se instalează pe fondul unor oscilații termo-higro-barice foarte bruște, care determină uscarea țesuturilor pleurale și modificarea calibrului vaselor pulmonare. Ea se manifestă în puseuri acute, care se intensifică în timpul primăverii, ca urmare a încălzirii rapide a aerului. În țările scandinave, tuberculoza reprezintă un principal factor de creștere a ritmurilor mortalității, ceea ce înseamnă că ea reprezintă un permanent factor de risc climatic. Efectele ei sunt cu atât mai ample, cu cât există pericolul recrudescenței bolii în cazul repetării condițiilor meteoropatologice care au declanșat-o.

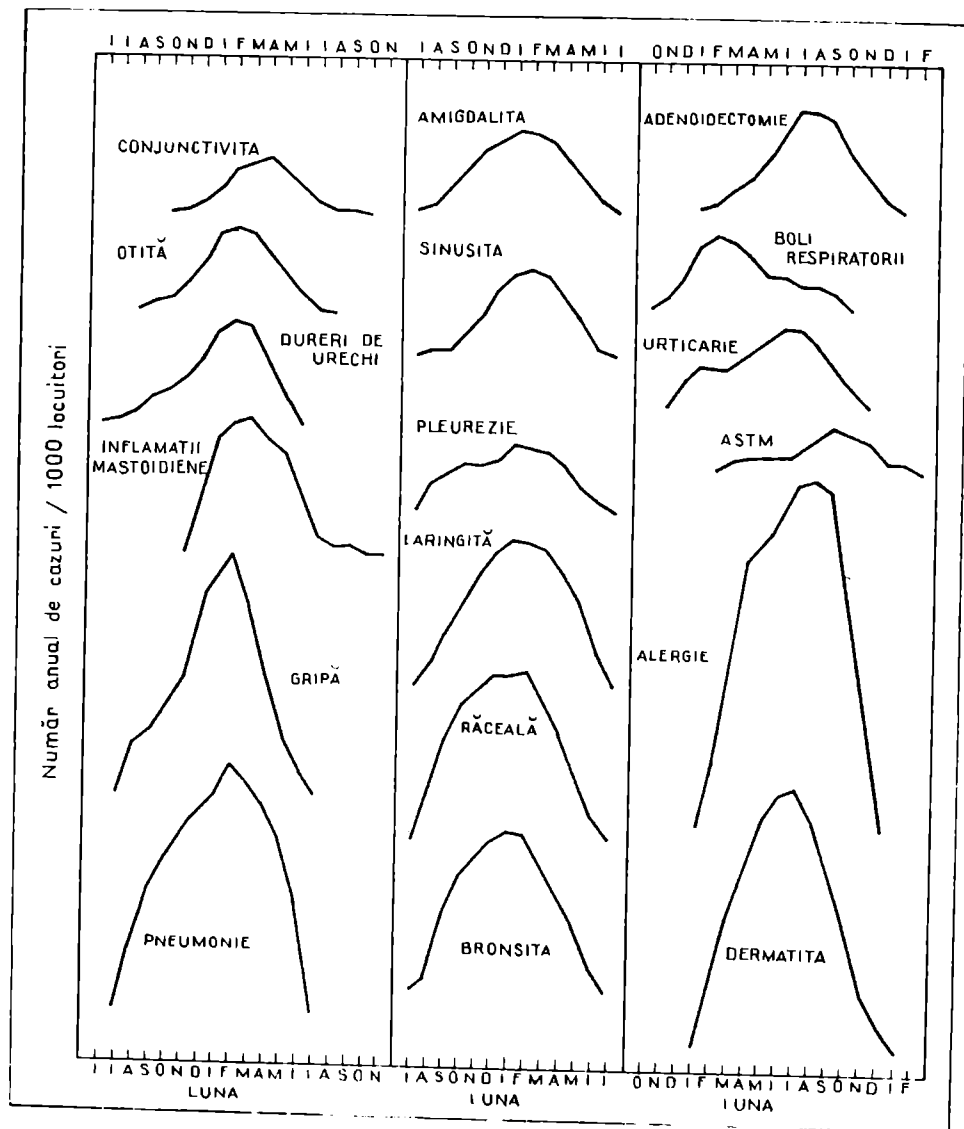
**Poliomielita** are un caracter estivo-autumnal (lunile august-noiembrie în emisfera nordică și martie-aprilie în cea sudică) exprimat prin intensificarea activității virotice în funcție de evoluția sistemelor atmosferice. Petersen și Bennel (1965) apreciază că stadiul preparalitic al bolii coincide cu faza sinoptică legată de trecerea frontului rece, care determină în organism reacții anabolizante, alcaline, ce favorizează reproducerea critică a virusului și instalarea paraliziei. În cazul unui atac poliomieltic din Germania, în 1961, rata mortalității a atins 64,6% în lunile iulie-august.

**Polinoza** (rinita alergică) se manifestă prin iritația mucoaselor rino-faringiene, datorită inhalării involuntare de substanțe alergene vegetale (polen, spori) sau animale (fulgi, păr). Frecvența maximă a polinozelor se înregistrează în timpul verii (când plantele se află la apogeul ciclului lor vegetativ), în zilele însorite, în care bate vântul (care diseminează agenții alergeni). Într-un studiu efectuat în New York, se arată că polinoza afectează peste 1 milion de oameni care sunt nevoiți să-si întrerupă lucrul, datorită efectelor iritante produse de buruiana *ragweed* care, în perioada de polenizare de la începutul lunii august, eliberează în aerul atmosferic peste 1 trilion particule de polen (8 milioane particule în numai 5 ore!).

**Meningita cerebrospinală** atacă țesuturile meningeale cu o virulență crescută în lunile ianuarie-aprilie, când puternica instabilitate a aerului determină scăderea bruscă a temperaturii aerului pe fondul tendinței generale de încălzire climatică.

În figura 43 este prezentată evoluția sezonieră a celor mai importante boli infecțioase non-vectoriale, observând că majoritatea acestora se grupează pe anotimpuri caracteristice, în care variația factorilor meteorologici determină evoluția lor. Astfel, bolile respiratorii au caracter predominant hibernal, în timp ce cele alergice se exacerbează în anotimpul estival.

**Fig.43.** Evoluția sezonieră a bolilor infecțioase non-vectoriale.





## 2.3. BOLILE CRONICE

Bolile cronice manifestă un pronunțat caracter meteorotrop deoarece, în anumite situații sinoptice, ele se pot agrava sau ameliora în funcție de intensitatea, viteza și tipul schimbărilor produse. Deși procesul de modernizare generală a societății a creat premisele favorabile menținerii acestora sub control (cum e cazul bolilor "copilăriei"), se constată că, datorită noului mod de viață introdus de acesta, organismul uman este supus unor presiuni noi, care determină modificarea radicală a limitelor sale de suportabilitate, alcătuind fondul pe care se instalează bolile cronice. Majoritatea acestora manifestă o evoluție ritmică, corelată cu ciclul sezonier al factorilor meteorologici.

Astfel, **glaucomul acut** este una din bolile de ochi cu cel mai accentuat caracter meteorologic deoarece, prin componența sa vegetativă, înregistrează orice extremă sinoptică, prezentând ample variații clinice. Cele mai frecvente atacuri de glaucom se produc fie în timpul perioadelor caniculare de vară, fie în timpul celor reci de iarnă. Numeroși autori sunt de părere că aceste manifestări se datorează amplelor schimbări barice din atmosfera locului, care determină scăderea presiunii intraoculare și instalarea glaucomului (în acest sens citându-se că în India, cele mai multe cazuri apar în perioada inversării tiparului de circulație musonică).

**Astmul bronic**, este o boala polifactorială care, prin caracterul sau parțial alergic, depinde de evoluția factorilor meteorologici care stimulează diseminarea substanțelor alergene în aerul atmosferic. În consecință, frecvența crizelor crește în perioadele marcate de o intensă activitate frontală, când prin intensificarea vântului, organismul este bombardat de factori alergeni. De asemenea, boala apare și ca urmare a expunerii într-un microclimat umed, care stimulează flora bacteriană, determinând dezvoltarea ciupercilor, mucegaiurilor etc. Din acest motiv, s-a constatat că incidența bolii este mai mare în culoarele de vale, în care solul se menține în permanență umed, decât pe culmile montane.

În ultimele decenii, în anumite regiuni geografice puternic industrializate, emisiile substanțelor impurificatoare în aerul atmosferic au favorizat declanșarea reacțiilor astmatice, conferind bolii un caracter de masă (cum este cazul astmului tip New Orleans în SUA, sau boala Tokyo-Yokohama în Japonia).

**Bolile cardiovasculare** (insuficiența cardiacă, scleroza coronariană, boala hipertonică, aritmia cardiacă, tahicardia, angina pectorală etc.) se agravează la cel mai slab semn de deteriorare a vremii pentru că orice modificare a parametrilor electro-termo-barici ai aerului determină adaptări circulatorii specifice, impunând aparatului cardiovascular solicitări suplimentare. De exemplu, tensiunea arterială crește brusc cu puțin timp înainte de atingerea maximului de presiune atmosferică; aritmiile cardiace devin mai frecvente în cazul invaziilor de aer rece care, datorită proprietăților sale oxidative superioare, stimulează centrii nervoși, determinând irigarea insuficientă a miocardului, iar angina pectorală se datorează spasmelor vasculare provocate de vasoconstricția forțată impusă de expunerea a *frigore*.

**Bolile digestive** (ulcerul, gastrita, gastroenterita etc.) manifestă semne paroxistice în lunile de primăvară (aprilie-mai) sau toamna (septembrie-octombrie) datorită "ecourilor" biochimice transmise de țesuturile cutanate (expuse în mod direct acțiunii agresive a factorilor meteorologici caracteristici situațiilor frontale din aceste anotimpuri), prin intermediul mecanismelor neuroendocrine, spre straturile viscerale de profunzime.

**Bolile renale** sunt influențate în mod indirect de acțiunea factorilor meteorologici, care determină modificarea sistemului de evacuare a apei, metaboliților organici și sărurilor minerale din organism. Cu toate acestea, cea mai mare parte a bolilor renale se agravează în timpul perioadelor reci.

**Bolile de nutriție** (diabetul, avitaminoza, spasmofilia) resimt influențele meteorologice prin ciclurile sezoniere ale regimului alimentar. Astfel, spasmofilia sugarilor, care se manifestă cu predilecție în timpul primăverii, reprezintă o consecință a lipsei prelungite a vitaminei D, ca urmare a insuficienței expunerii în aer liber, în timpul iernii.

**Bolile endocrine** manifestă o accentuată ritmicitate sezonieră datorită faptului că rata generală a metabolismului se intensifică în timpul verii, datorită creșterii reactivității termice a organismului, și se atenuază în timpul iernii, când echilibrul termic devine mai stabil, ca urmare a diminuării producției calorice metabolice prin procese de conducție, convecție și evaporare, care devin mult mai eficiente. Din această categorie de boli, hipertiroidismul prezintă cea mai ridicată reactivitate meteorologică.

**Bolile psihice** prezintă cele mai evidente simptome de influență meteorologică. De altfel, sensibilitatea biometeorologică a bolnavilor psihici (numită "meteoronevroză") a constituit obiectul de studiu al multor lucrări de referință. Se știe că majoritatea tulburărilor cerebrale au un accentuat caracter diurn, în care impresia de lumină, vizibilitate la distanță și confort termic creează o stare de bună dispoziție, iar caracterul obscur, praful și umezeala provoacă tristețe și indispoziție. De asemenea, instabilitatea psihică se accentuează în anotimpurile marcate de o intensă activitate frontală (cum ar fi primăvara), care favorizează dezvoltarea comportamentelor impulsive. G.Duhot (1972) consideră că acestea de datorează "crizei hormonale de primăvară", cauzată de intensificarea activității glandelor endocrine, care în cazul tendințelor psihotice, degenerază în manifestări agresive.

În acest sens, este bine cunoscut faptul că cel mai mare număr de sinucideri, crime, violuri, răpiri de persoane etc. se înregistrează în intervalul februarie-aprilie, când rapida succesiune a fronturilor atmosferice determină accelerarea ritmului reacțiilor biochimice din sistemul nervos central, creând premisele apariției simptomelor degenerative. În acest sens, anumiți autori (Lukașev, 1961) au întocmit chiar o hartă "geo-psihică", care indică regiunile și limitele climatice indicate sau contraindicate în tratarea bolilor psihice (de exemplu, starea neurastenilor și istericilor se ameliorează dacă sunt expuși unui mediu cu temperaturi medii anuale de  $-5^{\circ}$ ...  $-10^{\circ}\text{C}$ ).

**Reumatismul** reprezintă una din bolile cu cel mai binecunoscut caracter meteorologic. El este frecvent întâlnit în țările situate la latitudini temperate, unde afectează peste 20-30% din totalul populației (Suedia, Olanda). Majoritatea durerilor reumatice sunt legate de schimbările vremii, în care umezeala aerului reprezintă factorul primordial de influență. Acest lucru a fost demonstrat de Varekamp (1960) în Olanda, care a arătat că solul umed, cu conductibilitate electrică ridicată (rezistivitate scăzută  $< 5.000 \omega/\text{m}$ ), posedă calități reumatogene superioare solului uscat, cu rezistivitate mare ( $70.000 \omega/\text{m}$ ). De asemenea, mecanismele reumatice sunt sensibile la modificările termice, astfel încât în timpul verii, boala se atenuază.

**Rahitismul** se dezvoltă cu predilecție în rândul populațiilor din regiunile temperate și reci, unde din cauza insolației solare reduse, cantitatea de vitamina D produsă de pigmentul melanic din piele se diminuează, favorizând dereglarea metabolismului calcic.

În România, cel mai mare număr de cazuri de rahitism s-a înregistrat, în 1991, în județele Bihor (0,18%), Brașov (0,13%), Maramureș (0,13%) și Suceava (0,11%), unde persistența unui climat mai răcoros și frecvența mai mare a cerului acoperit favorizează evoluția bolii.

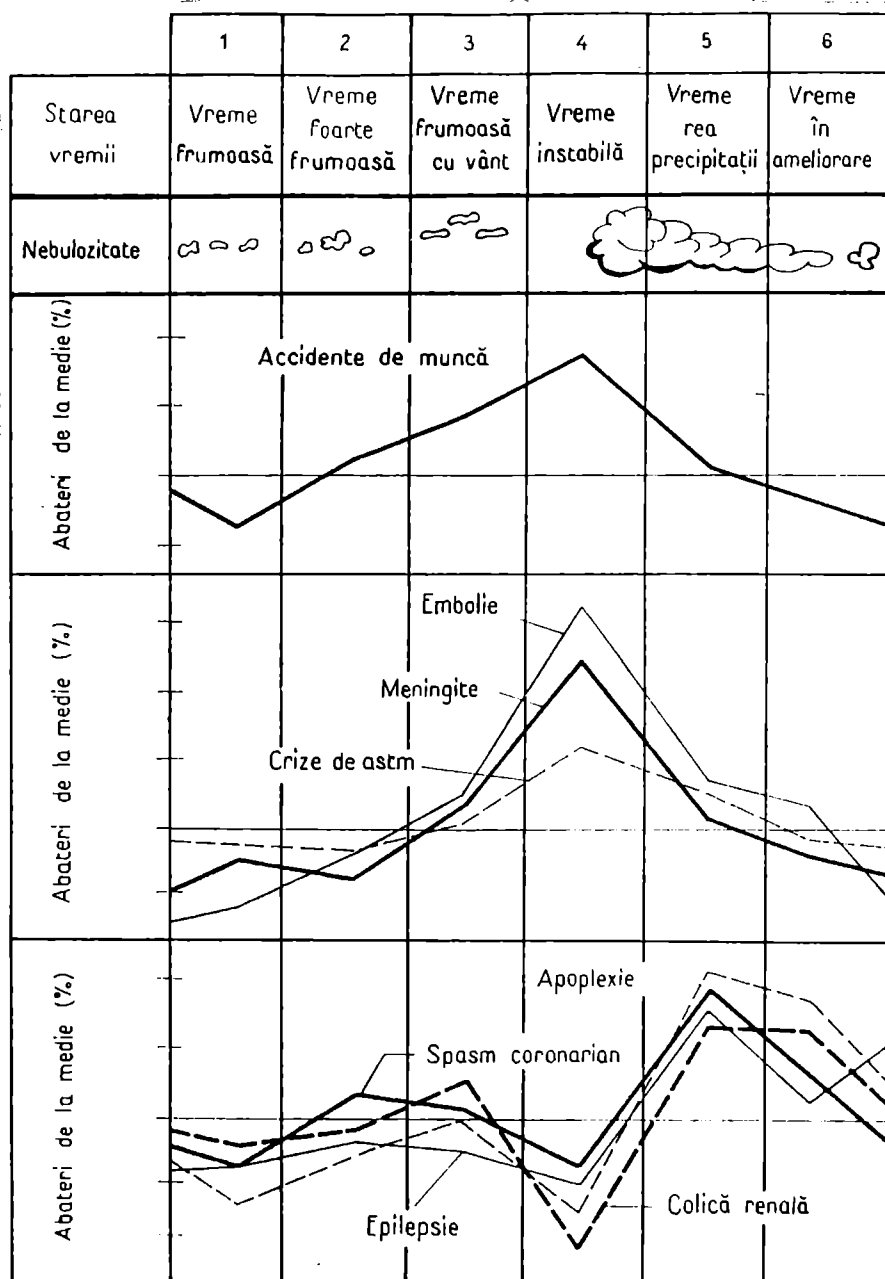
**Cancerul**, amenințătorul flagel al zilelor noastre, se agravează în condițiile creșterii generale a temperaturii aerului, care favorizează intensificarea reacțiilor metabolice și extinderea celulelor cancerigene. Dintre toate tipurile de cancer, cel al pielii este cel mai sensibil la acțiunea factorilor meteorologici, în special a insolației, care determină intensificarea reacțiilor fotodinamice, cu rol necrogen. Cea mai mare frecvență a cazurilor de "cancer de insolație" se întâlnește, cum e și firesc, în țările din regiunile tropicale (Australia, Africa, India), datorită intensității neobișnuite a radiațiilor solare ultraviolete, dar incidența acestuia crește și în unele țări din Asia Centrală (Turkmenistan, Tadjikistan, Uzbekistan), datorită insuficienței protecții a capului ("cancer de protecție").

În ansamblu, organismul uman prezintă un ridicat potențial fiziologic de adaptare la acțiunea factorilor meteorologici, dar variațiile lor periodice și neperiodice impun ritmul și intensitatea proceselor metabolice. Studiul efectuat de un grup de medici din New York, demonstrează valabilitatea acestei axiome, arătând că majoritatea proceselor patologice depind de evoluția stării vremii (Fig. 44).

## 2.4. CONCLUZII

Omul modern, a cărui evoluție antropogenetică a fost dirijată de sensul și intensitatea schimbărilor climatice, nu a reușit să se elibereze pe deplin de influența factorilor meteorologici, oricâte eforturi culturale a depus. În ciuda uriașului potențial de adaptare de care dispune, organismul său funcționează în concordantă cu legile sistemului fizic din care acesta face parte, și, prin urmare, își reglează reacțiile vitale în funcție de evoluția factorilor ambientali. Dintre aceștia, factorii meteorologici dețin un rol esențial nu numai pentru că dictează tipul reacțiilor fiziologice de integrare și control ale corpului omenesc, ci și pentru că induc reacții specifice de protecție, care să-i asigure o longevitate cât mai mare. Din nefericire însă, tot acești factori determină și sensul evoluției proceselor morbide, astfel încât, la bine sau la rău, organismul uman este forțat să accepte limitele lor de variație.

**Fig.44.** Influența vremii asupra ratei mortalității în New York.



## BIBLIOGRAFIE

- AHRENS, D., 1988. *Meteorology and Environment*, Wiley & Sons, New York.
- ARDELEAN, I ; BARNEA , M., 1972. *Elemente de biometeorologie medicală*, Editura Medicală, București.
- BATTAN, L.J, 1983, *Weather in Your Life*, W.H. Freeman, San Francisco.
- BROER, Marion, 1973. *Efficiency of Human Movement*, W. Saunders Comp., Philadelphia – London.
- BUDYKO, M.I., 1974. *Climate and Life*, Academic Press, New York.
- CIULACHE, S.; IONAC NICOLETA, 1995. *Fenomene geografice de risc*, Editura Universității București, București.
- COLIN, J., 1981. *Viața în condițiile extraterestre*, în revista *La limitele rezistenței umane*, vol.II, CNEFS, București.
- COUDERT, J., 1981. *Viata în Anzi*, în revista *La limitele rezistenței umane*, vol. II, CNEFS, București.
- DE LA RUE, A.E., 1940. *Man and the Winds*, Philosophical Library, New York.
- DEMETER, A.; NESTIANU, V., 1968. *Fiziologia aclimatizării sporturilor la altitudine*, CNEFS, București.
- DRAGAN, I., 1989. *Capacitatea de performanță, în Practica Medicinii Sportive*, Editura Medicală, București.
- GAUQUELIN, M., 1984. *How Cosmic and Atmospheric Energies Influence Your Health*, Aurora Press, New York.
- HANNA, J.M.; BROWN, D.E., 1983. *Human Heat Tolerance, An Anthropological Perspective*, Annual Review of Anthropology, nr.12.
- IFRIM, M., 1989. *Biotipul constituțional în selecție*, în *Practica Medicinii Sportive*, Editura medicală, București.
- LE MESSURIER, D.H., 1967. *Fiziologia aclimatizării la altitudine*, în revista *Sportul peste hotare*, nr.33, București.
- MOORE, LORNA GRINDLAY; REGENSTEINER, JUDITH G., 1983. *Adaptation to High Altitude* – Annual review of Antropology, nr.12.
- MORARU, S.; LASCU O., 1980. *Electricitatea atmosferică și organismul uman*, Editura Medicală, București.
- POLIEVSKI, S.Z.; FRIDSON, M.B., 1982. *Normarea balanței de radiație a sportivului*, în revista *Sportul de performanță*, nr.180, CNEFS, București.
- TIMBAL, J., 1981. *Lupta împotriva frigului și căldurii*, în revista *La limitele rezistenței umane*, vol.II, CNEFS, București.
- WEISS, M.; MANN, A., 1985. *Human Biology and Behavior, An Anthropological perspective*, Little Brown & Comp., Boston.
- WILSON, O., 1963. *Cooling Effect of an Antarctic Climate on Man*, Norsk. Polarinstitut, Oslo.
- ZAMFIRESCU, N.R., 1982. *Sportul în condiții diferite de mediu, în Medicina sportivă*, Editura Sport-Turism, București.
- x x x , 1971. *The genetics of Human populations*, W.H. Freeman & Co., San Francisco.

# C U P R I N S

Pag.

Introducere -----	3
1. Influența elementelor atmosferice asupra fiziologiei umane -----	5
1.1. Densitatea aerului -----	6
1.2. Gravitația -----	7
1.3. Cantitatea de oxigen -----	10
1.4. Ionizarea aerului -----	16
1.5. Electricitatea atmosferei -----	32
1.6. Radiațiile electromagnetice și corpusculare -----	41
1.7. Temperatura aerului -----	61
1.8. Presiunea atmosferică -----	80
1.9. Vântul -----	88
2. Influența condițiilor climatice asupra morbidității umane -----	97
2.1. Bolile genetice -----	99
2.2. Bolile infecțioase -----	102
2.3. Bolile cronice -----	111
2.4. Concluzii -----	114
Bibliografie -----	116
Cuprins -----	117

---

---

**Tiparul s-a executat sub cda 485/1998  
la Tipografia Editurii Universității din București**

---

---









ISBN 973 - 575 - 275 - 1

Lei 12800