

**BIOFIZICĂ ȘI  
IMAGISTICĂ MEDICALĂ**  
PENTRU  
**ASISTENȚI  
MEDICALI**

Profesor gradul 1  
**HARY HÂRLĂUANU**

**BIOFIZICĂ ȘI  
IMAGISTICĂ MEDICALĂ**  
PENTRU  
**ASISTENȚI  
MEDICALI**



In memoriam  
prof. dr. docent ISĂCESCU DUMITRU  
și conf. dr. MARIETA SAVA

## CUVÂNT ÎNAINTE

Suportul de curs se adresează elevilor din anul I al școlilor sanitare postliceale, pentru pregătirea generală, calificarea: asistent medical generalist.

### **Obiectivele generale** sunt:

- fixarea și aprofundarea unor noțiuni de bază din domeniul biofizicii și însușirea calităților necesare unei activități practice de măsurare, control și verificare în laborator;
- dobândirea cunoștințelor generale necesare folosirii unor metode fizice de măsură;
- asimilarea unor noțiuni utile înțelegerii unor procese fiziologice și farmacologice din organismul uman.

### **Obiectivele disciplinei:**

- *Teoretice*: însușirea principiilor fizice ale unor metode de studiu utilizate în medicină; înțelegerea aspectelor biofizice ale proceselor și ale structurilor din organism și ale acțiunii factorilor fizici asupra organismului.
- *Practice*: deprinderea și înțelegerea lucrului cu o serie de aparate (utilizate în laboratorul clinic) și a erorilor care pot să apară în relație cu pregătirea probelor; studiul unor procese

din organism pe modele biologice sau fizice sau prin alte metode experimentale.

Autorul adreseaza mulțumiri d-nei Valentina Toader, asistent medical principal, pentru ajutorul acordat la realizarea acestei lucrări.

# CUPRINS

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| <b>1. Noțiuni generale</b> .....                             | 13 |
| <b>2. Biofizica celulară</b> .....                           | 16 |
| 2.1. Membranele biologice .....                              | 16 |
| 2.2. Biomecanica.....                                        | 19 |
| 2.3. Termodinamica .....                                     | 26 |
| 2.4. Bioelectricitatea .....                                 | 32 |
| <b>3. Biofizica sistemelor complexe</b> .....                | 38 |
| 3.1. Bioacustica.....                                        | 38 |
| 3.2. Optica biologică .....                                  | 43 |
| <b>4. Bazele fizice ale imagisticii medicale</b> .....       | 46 |
| 4.1. Imagistica cu raze Röntgen (röntgen-diagnosticul) ..... | 46 |
| 4.2. Proprietățile radiațiilor X.....                        | 48 |
| 4.3. Efectele celulare ale radiațiilor.....                  | 48 |
| 4.4. Protecția împotriva radiațiilor.....                    | 50 |
| 4.5. Recepția informației.....                               | 51 |
| <b>5. Tehnici radiologice speciale</b> .....                 | 53 |
| 5.1. Radioscopia televizată .....                            | 53 |

|                                                                                                        |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 5.2. Tomografia computerizată (CT).....                                                                | 54        |
| 5.3. Imagistica prin rezonanță magnetică (IRM) .....                                                   | 57        |
| 5.4. Ecografia .....                                                                                   | 60        |
| 5.5. Substanțe de contrast.....                                                                        | 65        |
| 5.6. Radioterapia .....                                                                                | 66        |
| <b>6. Aparatura radiologică .....</b>                                                                  | <b>70</b> |
| 6.1. Descrierea aparaturii folosite în radiologie .....                                                | 70        |
| 6.2. Diferite tipuri de instalații radiologice.....                                                    | 79        |
| 6.3. Condițiile generale pentru utilizarea aparatelor<br>Röntgen .....                                 | 81        |
| 6.4. Organizarea laboratorului de radiologie .....                                                     | 83        |
| <b>7. Radiodiagnostic și radioterapie.....</b>                                                         | <b>84</b> |
| 7.1. Noțiuni de bază.....                                                                              | 84        |
| 7.2. Influența radiațiilor asupra țesuturilor și organelor .....                                       | 85        |
| 7.3. Mijloace de radioprotecție .....                                                                  | 89        |
| 7.4. Noțiuni despre doza terapeutică .....                                                             | 90        |
| 7.5. Prevenirea iradierii.....                                                                         | 91        |
| <b>8. Pregătirea pacienților pentru explorarea radiologică .....</b>                                   | <b>94</b> |
| 8.1. Pregătirea bolnavului pentru investigarea radiologică<br>simplă și cu substanțe de contrast ..... | 94        |
| 8.2. Mijloacele artificiale de contrast folosite la examenele<br>radiologice.....                      | 95        |
| 8.3. Incidente și accidente date de substanțele de contrast.....                                       | 97        |
| 8.4. Prevenirea accidentelor determinate de utilizarea<br>substanțelor de contrast.....                | 99        |
| 8.5. Tratamentul accidentelor date de substanța<br>de contrast .....                                   | 100       |
| 8.6. Izotopii .....                                                                                    | 101       |

|                           |            |
|---------------------------|------------|
| <b>Bibliografie .....</b> | <b>105</b> |
|---------------------------|------------|

|                                                                 |            |
|-----------------------------------------------------------------|------------|
| <b>ANEXA 1. Noțiuni de fizică moleculară a lichidelor .....</b> | <b>107</b> |
|-----------------------------------------------------------------|------------|

|                                                                                            |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>ANEXA 2. Ghid de utilizare a examenelor radiologice<br/>și imagistice medicale.....</b> | <b>111</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------|

# 1. NOȚIUNI GENERALE

**Biofizica** studiază diferite procese și fenomene care au loc într-un organism viu și stabilește legi între diferite mărimi fizice, aceasta fiind o știință de graniță cu caracter interdisciplinar, având relații cu biologia, fizica, chimia și matematica.

Domeniile biofizicii sunt:

**1. Biofizica moleculară** studiază proprietățile moleculelor, ale substanțelor care alcătuiesc materia vie și ale fenomenelor care iau parte la acestea.

**2. Biofizica celulară** studiază aspectele mecanice, electrice și termice. Se ocupă de comportarea din punct de vedere fizic a celulelor individuale:

- limfocite;
- eritrocite;
- neuroni;
- fibre musculare.

*Celulele* – sunt elementele constitutive de bază ale țesuturilor animale sau vegetale și, în general, sunt formate din nucleu, citoplasmă și membrană.

*Citoplasma* – este elementul constitutiv fundamental al celulei, format mai ales din albumină asociată cu alte substanțe organice.

*Limfocitele* – sunt o varietate de leucocite prezente în limfă și în sânge, având un rol important în imunitatea organismului.

*Leucocitele* – sunt celule nucleate din sângele circulant, incolore, de formă în general sferică și de dimensiuni variabile, cu rol important în apărarea organismului împotriva microbilor.

Eritrocitele – sau hematiile, sunt celule sangvine de culoare roșie, care conțin hemoglobină.

*Neuronul* – este unitatea fundamentală a sistemului nervos, specializat în generarea, conducerea și transmiterea impulsurilor nervoase.

*Fibra musculară* – sau celula musculară – este unitatea morfo-funcțională a țesutului muscular.

**3. Biofizica sistemelor complexe:** fenomenele fizice care intervin în recepția auditivă și vizuală, în funcția neuronilor și în contracția musculară.

Procesele biologice sunt produse cu ajutorul unor procese chimice și fizice ale vieții, pe care le studiază atât **biochimia**, cât și **biofizica**. Biofizica este de mare utilitate, atât pentru studiile fiziologice, ea analizând la nivel molecular și submolecular procesele fiziologice, cât și pentru înțelegerea proceselor biofizice și biochimice.

**5. Biofizica medicală** – studiază aplicațiile fizicii în diagnosticare.

Materia vie se prezintă sub forma unor organisme sau indivizi. Biosfera nu are un caracter continuu, ci unul discontinuu, fiind alcătuită din indivizi deosebiți, unități distincte, capabile de viață autonomă; pot fi descompuse mental sau artificial în subsisteme: aparate anatomice, organe, țesuturi, celule, particule celulare, macromolecule, molecule și atomi. Sunt unități din ce în ce mai elementare și care corespund totodată diferitelor nivele

de organizare a materiei vii. Sistemul fundamental este celula, dar nu numai din considerente embriologice și morfologice, ci și din considerente biofizice și biochimice. Fiecare nivel de organizare structurală are legile sale proprii după care se comportă, ceea ce înseamnă că biofizica studiază diferite nivele ale materiei vii; sistemele vii sunt într-o continuă evoluție și deosebit o evoluție ontogenetică și o evoluție filogenetică.

*Ontogenetic* – proces de dezvoltare a ființei vii de la embrion la stadiul de adult.

*Filogenetic* – evoluția formelor organice a unor specii de animale sau plante din momentul apariției vieții pe Pământ.

Prin **sistem** înțelegem un ansamblu structural de corpuri care interacționează între ele reciproc și este delimitat în spațiu, denumit mediu extern, în care se petrec toate procesele.

Prin **sistem biologic** înțelegem un ansamblu de structuri moleculare, atomice, ioni și supramolecule structurate, adaptate în vederea realizării unor funcții.

În sistemul biologic se petrec procese care, din punct de vedere al naturii lor, sunt procese fizice și chimice.

## 2. BIOFIZICA CELULARĂ

### 2.1. MEMBRANELE BIOLOGICE

Membranele biologice sunt ansambluri compuse din proteine și lipide care formează structuri continue biodimensionale, cu proprietăți caracteristice de permeabilitate selectivă, prin care se realizează compartimentarea materiei vii.

#### 2.1.1. Structură și proprietăți

Funcțiile pe care le îndeplinește membrana sunt următoarele:

- delimitează celula (organitele celulare) de mediul exterior;
- prezintă permeabilitatea specifică pentru ioni și unele macromolecule;
- reprezintă sediul unor reacții enzimatice.

**Membrana** este formațiunea care separă două medii: pot fi membrane celulare sau membrane ce separă sângele de țesuturi sau chiar organele între ele.

Membrana joacă un rol foarte important în schimburile organelor (celulelor) cu lichidul din spațiul interstițial [spațiul situat între părțile unui corp sau ale unui sistem de corpuri aflate unul lângă altul pe o anumită porțiune din suprafața lor, fără a se atinge].

*Ioni* – particule cu sarcini electrice pozitive sau negative.

*Macromoleculă* – compus format dintr-un număr foarte mare de molecule.

*Enzimă* (ferment) – substanță produsă de celule vii, care activează procesele biochimice (adică oxidări, reduceri, hidratări etc.). Pentru a acționa ele necesită anumite condiții ale pH-lui, o anumită temperatură și alți factori. În industrie, enzimele se folosesc pentru obținerea unor băuturi alcoolice; enzimele pure se pot folosi ca medicamente, de exemplu, tripsina etc.

### 2.1.2. Compoziția biochimică a membranelor biologice

Principalele componente biologice sunt:

**Proteinele** (60-80%) conferă funcționalitatea membranei. Au rol în transportul activ, îndeplinesc funcții enzimatice sau de receptori.

Proteinele sunt fie înglobate în membrana lipidică (transmembranare), fie asociate suprafeței acesteia (proteine membranare periferice și proteine legate prin lipide). Există mai multe tipuri de proteine, incluzând:

- enzime, care catalizează diferite reacții chimice;
- proteină-marker;
- receptori;
- de susținere;
- de transport.

Proteinele sunt implicate în multiple procese:

- transportul molecular și ionic transmembranar;
- realizarea conexiunilor intercelulare și a ancorării celulelor în matricea extracelulară;
- desfășurarea reacțiilor enzimatice asociate structurilor membranare;

- controlul fluxului de informație între celulă și mediu prin recunoașterea, legarea și transmiterea moleculelor-semnal;
- imunitatea celulară.

**Receptorii** – reprezintă capătul periferic al unui analizator, organizat de așa maniera încât pot analiza și transmite un anumit tip de energie sau de sistem luminos, auditiv. În farmacologie, receptorul este o structură particulară care răspunde la un anumit produs chimic, de exemplu, adrenalina care se afla în sistemul simpatic sau parasimpatic.

*Sistemul simpatic* este partea sistemului neurovegetativ, în bună parte antagonist al parasimpaticului. Este format din ganglionii simpatici cervicali, toracici, lombari, situați de o parte și de alta a măduvei spinării.

*Sistemul parasimpatic* este partea sistemului neurovegetativ formată din trei porțiuni: craniană, medulară și sacrală.

**Lipidele** (20-40%). Membrana celulară constă din trei tipuri de lipide: fosfolipide, glicolipide și steroli. Colesterolul, cel mai cunoscut dintre steroli, este cel care conferă membranei rigiditatea. Sunt întotdeauna atașate proteinelor, asigură funcția de barieră a membranelor.

Componentele minore ale membranelor biologice sunt: ionii, apa, transportorii.

### **2.1.3. Caracteristicile fizice ale membranelor biologice**

*Fluiditatea membranelor* – mobilitatea lor.

*Transportul prin membranele biologice*

- transportul pasiv
- *difuziunea simplă prin bistratul lipidic.*

**Lipidele** sunt substanțe organice naturale, constituite din alcooli și acizi grași superiori. Sunt componente de bază ale materiei vii.

Transportul activ – se realizează cu un consum de energie mic spre mare.

## 2.2. BIOMECANICA

**Mecanica** – studiază formele cele mai simple de mișcare. Mișcarea începe din poziția de repaus.

**Cinematica** – studiază mișcarea pe diferite traiectorii în raport cu timpul și independent de cauzele care provoacă mișcarea.

**Dinamica** – studiază mișcarea corpurilor legată de cauzele care o produc, adică de forțe.

**Statica** – studiază echilibrul corpurilor asupra cărora acționează diferite forțe, precum și mijloacele de realizare a echilibrului.

### A. CINEMATICA UMANĂ

Locomoția umană se face sub formă de mers, alergare sau săritură. Ea este caracterizată prin faptul că la un moment se ridică picioarele de la sol, unul câte unul sau amândouă o dată, într-o anumită fază a deplasării.

#### Mersul

Se compune dintr-o serie de perioade de sprijin al corpului pe un singur membru inferior, separate de perioadele de sprijin pe ambele membre inferioare. Faza de sprijin unilaterală are loc în cea mai mare parte a timpului, adică atunci când corpul se sprijină pe un singur picior.

Sprijinul dublu se realizează atunci când: picioarele se află în același timp pe sol. În faza de sprijin unilateral se disting:

- pasul posterior, când piciorul oscilant se află în urma celui de sprijin;

- pasul anterior, când piciorul oscilant se afla înaintea celui de sprijin.

În deplasarea sa, corpul uman execută și alte mișcări:

- oscilații verticale;
- oscilații transversale;
- oscilații longitudinale.

### **Alergarea**

Se caracterizează prin faptul că niciun moment picioarele nu se află pe sol amândouă o dată. La o anumită viteză, apare un interval în care corpul nu are deloc contact cu solul. În alergare, picioarele sunt în flexie.

### **Săritura**

Constă în deplasarea ambelor picioare o dată, fazele de sprijin ale picioarelor pe sol fiind separate de absența contactului cu solul.

### **Legile pașilor**

- Lungimea medie a pasului normal este 63 cm la bărbați și 50 cm la femei.
- La ambele sexe pasul drept este mai lung decât cel stâng.
- Depărtarea laterală a picioarelor în timpul mersului este mai mică la bărbați (11-12 cm) decât la femei (12-13 cm).
- Lungimea pasului crește cu frecvența, până la o cadență de maxim 75 de pași pe minut. La o cadență mai mare, lungimea pasului scade.
- Viteza mersului crește odată cu frecvența pașilor până la o cadență de 85 de pași pe minut; la o cadență mai mare, viteza scade.

## **B. DINAMICA ORGANISMULUI UMAN**

**Inerția** este o proprietate generală a corpurilor.