

# **FIZIOLOGIE GENERALA SI A EFORTULUI SPORTIV**

**Curs sinteza**

**LECT.UNIV.DR. TIMNEA OLIVIA**

## ORGANIZAREA FUNCȚIONALĂ A CORPULUI UMAN ȘI HOMEOSTAZIA ȘI ADAPTAREA.

**HOMEOSTAZIE**- homais – asemănător.

- stassis – stare.

Celula este unitatea elementară a corpului. Fiecare tip de celulă fiind adaptată în vederea îndeplinirii unei anumite funcții. Deși există diferențe marcante între celulele corpului, toate celulele prezintă câteva caracteristici elementare asemănătoare:

EX: - În toate celulele oxigenul se combină cu glucidele, lipidele sau proteinele pentru a elibera energia necesară funcției celulare.

- Mecanismele care transformă alimentele în energie sunt aceleași pentru toate celulele.
- Și de asemenea toate celulele își deversează produși finali ai reacțiilor chimice în lichidul înconjurător (interstițiar) sau (mediul intern).
- Aproape toate celulele au proprietatea de a se divide și ori de câte ori celulele aparținând unui anumit tip sunt distruse. Celulele rămase încep să se dividă până refac numărul corespunzător.

### Lichidul interstițiar (mediul intern)

- Aproximativ 60% din corpul adultului este prezentat de lichide. Cea mai mare parte a acestui lichid se află în celulă și se numește **lichid intra-celular**. Și 1/3 se află în afara celulei și reprezintă lichidul extracelular. Acest **lichid extra-celular**, este transportat rapid prin sânge și apoi se amestecă cu lichidele extra-celulare (tisulare) prin difuziune la nivelul pereților capilarelor. Astfel acest lichid se află în continuă mișcare prin tot corpul. În el se află ioni și substanțe nutritive necesare menținerii vieții celulare.

Toate celulele trăiesc în același mediu intern care din acest motiv poartă denumirea de mediul intern al organismului, termen introdus în secolul al 19 le-a de fiziologul francez Claude Bernard.

### Deosebiri între lichidul extracelular și intra-celular.

**Extracelular** – conține ioni de sodiu, bicarbonat și substanțe nutritive: O<sub>2</sub>, acizi grași, aminoacizi, CO<sub>2</sub> care este transportat de la celule la plămâni spre a fi eliminat precum și alți produși celulari care sunt transportați la rinichi pentru excreție.

**Intra-celular** – diferă de cel extracelular, având cantități mari de ioni de potasiu, Mg și fosfat. Această diferență este menținută cu ajutorul unor mecanisme speciale de transport ionic prin membrană.

### Mecanismele homeostatice ale principalelor sisteme funcționale.

Prin homeostazie se înțelege menținerea stabilă a condițiilor de mediu intern. Toate organele și țesuturile corpului îndeplinesc funcții care ajută la menținerea constantă a acestor condiții.

EX: plămânii asigură cu O<sub>2</sub> lichidul extracelular refăcând continuu O<sub>2</sub> consumat de celule.

Rinichii mențin constantă concentrația ionică iar sistemul gastrointestinal asigură substanțele nutritive.

### Sistemul de transport al lichidului extracelular este sistemul circulator.

Lichidul extracelular este transportat prin tot corpul în 2 etape distincte:

1. Constă din mișcarea circulației permanente a sângelui în sistemul vascular.
2. Din mișcarea lichidului între capilare NU și calule.

În condiții de repaus întregul circuit vascular este parcurs de sângele circulant în medie într-un minut. În condiții de activitate extremă același volum de sânge străbat circuitul vascular de 6 ori pe minut. În timpul trecerii sângelui prin capilare are loc un schimb continuu de lichid extracelular între plasma sanguină și lichid interstițiar. Lichide ce umple spațiile intra-celulare.

Acest produs este asigurat de porii capilarelor prin care pot difuza în ambele sensuri mari cantități de lichid și de solviți între sânge și spațiile inter celulare. Astfel se realizează în câteva secunde amestecarea permanentă a lichidului extracelular vascular cât și interstițiar al întregului organism și se asigură omogenitatea sa completă.

### **Originea principiilor nutritive din lichidul extracelular.**

Sistemul respirator aduce în fiecare moment același volum de sânge ce străbate corpul, trece și prin plămâni, sângele se încarcă cu O<sub>2</sub> din alveole și asigură astfel O<sub>2</sub> necesar celulelor. (bariera hemato-aeriană de la nivelul alveolei pulmonare).

**Tractul gastrointestinal** – o mare parte din sânge pompat de inimă irigă pereții tubului digestiv. Aici se află dizolvate diferite substanțe nutritive incluzând glucidele, acizi grași, aminoacizii etc. care sunt absorbite de lichidul extracelular.

**Ficatul și alte organe** - ce îndeplinesc funcții metabolice primare – nu toate substanțele absorbite pot fi utilizate în forma aceasta de către celule. **Ficatul** schimbă compoziția chimică a numeroase substanțe în forme mai ușor utilizabile; și alte țesuturi ale corpului ca: celule adipoase, mucoasa gastrointestinală, rinichii și glandele endocrine, contribuie la prelucrarea substanței absorbite sau la stocarea acestora în vederea folosirii lor ulterioare.

**Sistemul osteo-articular** – în lipsa acestui sistem organismul va fi incapabil să se deplaseze pentru procurarea hranei și pentru a se apăra la pericolele înconjurătoare care pot fi fatale.

### **Îndepărtarea cataboliților.**

Plămânii – îndepărtează CO<sub>2</sub> din plămâni, se face concomitent cu fixarea O<sub>2</sub> și are loc eliberarea CO<sub>2</sub> din sânge și alveole și va fi eliminat în atmosferă prin ventilație.

Rinichii – la trecerea sângelui prin rinichi se filtrează mari cantități de plasmă prin glomerul în tubi și se resorb în sânge substanțe utile organismului, precum glucoza, aminoacizii, H<sub>2</sub>O și numeroși ioni. În același timp cataboliții azotați ca de exemplu ureea sunt slab resorbiți și străbătând tubii renali ajung în urină.

### **Reglarea funcțiilor organismului.**

S.N. este alcătuit din 3 părți majore: - senzitivă, integrativă (S.N.C.), motorie.

Receptorii senzitivi detectează starea organelor sau a mediului înconjurător. Transmite pe căile senzitive informații creierului care poate stoca informații și eliberează reacții pe care corpul le execută ca răspuns la senzații.

Prin porțiunea motorie S.N. transmite semnale corespunzătoare pentru îndeplinirea dorințelor, individului. Un însemnat segment al S.N. este S.N.V. el operează la nivel sub-conștient și controlează funcțiile organelor interne incluzând activitatea inimii, motilitatea tractului intestinal și secrețiile diferitelor glande.

Sistemul hormonal de reglare – organismul are 8 glande endocrine principale care secretă hormoni ce sunt transportați prin lichidul extracelular către toate părțile corpului spre a regla funcția celulară.

Hormonii tiroidieni – cresc nivelul de activitate al întregului organism. Insulina (pancreasul) – controlează metabolismul glucozei. Hormonii glandei suprarenale – controlează metabolismul ionilor a proteinelor. Hormonii para-tiroidieni – controlează metabolismul mineral al osului.

Astfel hormonii reprezintă un sistem de reglare complementar al S.N.. S.N. coordonează mai ales activitatea musculară și secretorie a organismului, în timp ce sistemul hormonal reglează mai ales funcțiile metabolice.

### **Sistemele de control ale organismului.**

Corpul uman dispune de mii de sisteme de control. Cel mai important (implicat) este **sistemul de control genetic** – sistem care acționează în toate celulele și care controlează toate funcțiile intra-celulare și extra-celulare. Multe alte sisteme acționează în interiorul organelor reglând funcțiile sub-unităților acestora. Altele acționează peste tot în organism controlând inter-relațiile dintre organe.

EX: aparatur respirator lucrând împreună cu S.N. reglează concentrația CO<sub>2</sub> din lichidul extracelular și astfel concentrația acestui gaz în lichidul extracelular se menține constantă. Ficatul și pancreasul reglează concentrația glucozei din lichidul extracelular. Iar rinichii reglează concentrația de ioni de H, sodiu, potasiu, fosfat și altele.

În concluzie putem afirma că menținerea constantă a componentei fizico-chimice ale mediului intern se realizează printr-o serie de mecanisme reglatoare care fac posibilă homeostazia.

Mecanismele funcționale homeostatice sunt sisteme de comandă cu auto-reglare care au la bază circuite de feed-back negativ ce poate fi explicat prin analiza modului cum se reglează concentrația de CO<sub>2</sub>. Astfel creșterea concentrației de CO<sub>2</sub> în lichidul extracelular determină creșterea ventilației pulmonare iar aceasta va determina o reducere a concentrației de CO<sub>2</sub> deoarece în aceste condiții plămânii elimină cantități crescute de CO<sub>2</sub>. Scăderea concentrației CO<sub>2</sub> din lichidul extracelular are ca efect reducerea ventilației, a eliminării de CO<sub>2</sub> și crește concentrația acestuia.

**Mecanismele homeostatice** le putem clasifica în fizice, chimice și biologice, cărora li se adaugă cea de-a IV a verigă și anume feed-backul negativ care explică funcția reflexă ce stă la baza adaptării mecanismului la mediul de viață.

**Mecanismele chimice** se referă la constituenți și caracteristicile fizice ale lichidului extracelular, la valorile normale, la limitele normale de variație precum și variațiile extreme compatibile cu viața pentru un timp limitat.

EX: limitele sistemelor tampon (acido-bazic) al organismului – pH normal este în interval normal de 7,3 – 7,4 – 7,5. La pH – 7 = comă. La pH – 6,8 = deces.

Un alt factor important. Potasiu – 3,8 – 5mmol/l

Când scade cu 1/3 din normal apare pericolul paralizii din cauza incapacității nervilor de a transmite impulsurile nervoase, iar dublarea concentrației produce o depresie severă a mușchilor cardiaci.

Ion de Ca – 0,90 – 1,4mmol/l, reducerea la jumătate – contracții tetanice a mușchilor corpului cu iritabilitate și convulsii.

**Mecanismele biologice** sunt de natură enzimatică și de natură hormonală ( sistem de reglaj hormonal a diferitelor funcții vitale) de natură nervoasă (centrii nervoși, respirației, circulației, sățietății)

## HOMEOSTAZIE ȘI ADAPTARE

Sănătatea este posibilă datorită relației armonioase dintre structuri și funcții ca rezultat al echilibrelor homeostatice și capacității de adaptare la mediu. Claude Bernard în 1865 a afirmat că viața și sănătatea depinde de capacitatea organismului de a menține constant mediul intern într-un mediu ambiant variabil. În anul 1929 Cannon definește homeostazia ca fiind capacitatea organelor superioare de a-și menține caracteristicile lor morfologice și funcționale specifice într-un mediu ambiant variabil. Mediul se schimbă dar organismul își păstrează constantele fiziologice. Homoios = asemănător. Stasis = stare. Semnifică păstrarea unei stări asemănătoare cu ea însăși. Mecanismele homeostatice sunt sisteme de comandă cu auto-reglare care au la bază circuite feed back negativ. Sunt coordonate de sistem nervos și endocrin și reacționează modificându-și starea funcțională în sensul amplificării sau diminuării acesteia.

### MECANISMELE HOMEOSTATICE:

1. Mecanisme fizico-chimice – reprezentate de sistem tampon care mențin între anumite limite 7,20 – 7,40 pH sanguin.
2. Mecanisme biologice – care sunt de natură enzimatică ce intervin în coagulare și fibrinoliză. Sistem de reglare hormonal al diferitelor funcții vitale.
3. Mecanisme de natură nervoasă – centrii nervoși ai termoreglării – ai foamei etc.

**HOMEOSTAZIA** – Se poate realiza numai dacă sunt îndeplinite următoarele condiții:

- a. organele să funcționeze normal, să poată opera rapid funcțiile necesare.
- b. Reacțiile la variațiile impuse de mediu să asigure desfășurarea normală a funcțiilor fiziologice în noile condiții impuse.

Homeostazia fiziologică și biochimică este baza existenței și evoluției. Ea este interpretată ca un complex de mecanisme prin care organele apără capacitatea de adaptare împotriva unor factori de mediu care se schimbă permanent.

**ADAPTAREA** – antrenamentul este un efort permanent de adaptare la solicitare. Stimulii din antrenament perturbă homeostazia și reprezintă cauza modificărilor adaptative ale sistemelor solicitate. Organismul este solicitat permanent să realizeze reacții adaptative. Efortul sportiv solicită toate subsistemele organismului, ordinea funcțiilor aplicate și intensificate răspunsului, este diferită și legată de caracteristicile individuale și independentă de parametrii efortului. Solicitarea de efort este generalizată și capătă caracter de stres atât fizic cât și psihic deoarece solicită mecanismele de adaptare. Totalitatea reacțiilor neuroendocrine – metabolice, care apar în timpul expunerii organismului la stres definesc sindromul general de adaptare descris de Hans Selye în 1939.

**Reacțiile de apărare și adaptare la solicitări sunt de 2 feluri:**

- Specifice fiecărei agresiuni, reacții ce pot fi generale sau locale.
- Ne-specifice de natură nervoasă și endocrină, toate în scopul creșterii rezistenței organismului și evitării alterării morfologice și funcționale.

**Adaptarea specifică** – în prima fază a adaptării intervine rapid sistemul simpato-adrenalin urmat de reacții complexe neurohormonale pentru restabilirea homeostaziei. Substanța endocrină este dominată de axul hipotalamo-hipofiză, cortico-suprarenal însoțit de participarea catecol-aminelor deosebit de important mai ales în timpul solicitării de efort. Catecol-aminele = adrenalina și non-adrenalina secretate de suprarenală. Modificarea acestor parametri se produce atât în timpul prestării efortului cât și în perioada de după efort (în timpul revenirii). Adaptarea cronică de antrenament - sunt produse de antrenament judicios efectuate în timp. Acestea reprezintă amprenta pe care antrenamentul o lasă asupra organismului și deosebesc subiectul antrenat de cel ne-antrenat. (Miron Georgescu). După Weneck deosebim adaptarea specifică care are loc la nivelul sistemelor imediat operaționale cum sunt sistemele de comandă neuromuscular și energetic.

**Adaptarea ne-specifică** – care privește mecanismele auxiliare indirect interesat. Sistemul de aport și distribuție (respirator și cardio-vascular). După criteriul performanței motrice sportive adaptarea poate să dezvolte capacitatea neuromusculară mai mult solicitată în eforturile în care predomină calitatea motrică sau coordonarea.

Capacitatea energo-motrică este predominantă în eforturile de rezistență dar și de forța de viteză.

Țiimpul de ilustrare a modificărilor, a stării de antrenament – el depinde de tipul de efort și de particularitățile individuale ale sportivului. Adaptarea se realizează foarte rapid în prima perioadă a antrenamentului și devine în contact din ce în ce mai lent și mai greu de realizat (gradul modificărilor afectează homeostazia). Datorită ameliorării stării de antrenament eforturile continuate produc modificări din ce în ce mai restrânse ale echilibrului biochimic și de aici adaptări mai reduse. Solicitarea fizică de tip sportiv educațional reprezintă un stimul de mare complexitate, urmare a aplicării acestor stimuli complecși repetat după reguli fiziologice bine stabilite. Se produc fenomene de supra-compensație care asigură o viitoare adaptare la solicitările produse de antrenament în așa fel ca H să funcționeze în limite fiziologice.

## **SÂNGELE ȘI MODIFICĂRILE SALE ÎN EFORTUL FIZIC.**

**Sângele** este un lichid circulant integrat într-un țesut complex – țesutul sanguin și este format din mai multe compartimente.

1. Compartimentul tisular central reprezentat de organele henato-formatoare.
2. Compartimentul circulant sau sângele.
3. Compartimentul tisular periferic format de totalitatea celulelor sanguine mature prezente în țesuturi și organe. Originea sa este conjunctivă fiind format din plasmă sanguină ce reprezintă substanța fundamentală și celulele care sunt elementele figurate (hematii, leucocite, trombocite).

**Volumul, compoziția, rolul și proprietățile sângelui.**

**Volumul total sanguin = volemie** – acest volum cuprinde atât componenta lichidă (plasma) cât și elementele figurate – 4 –5l la adult. Valorile volemiei depind de vârstă.

Condiții fiziologice, condițiile de determinare, de efortul fizic și de gradul de antrenament.

**În repaos** nu tot volumul sanguin se află în sectorul circulant ci numai 2/3. Restul se află în rezervoarele sanguine (ficat, splină și în plexurile venoase sub papilare (piele)).

Ficatul – depozitează aproximativ 600 – 800ml sânge pentru că variațiile depind de tonusul venelor supra-hepatice.

Splina – depozitează aproximativ 250 – 300ml sânge care este eliberat prin splino-contrație, iar conținutul său în hemoglobină este cu 15% mai mare.

Plexul venos sub-papilar – depozitează 1200ml sânge care intervine și în termo-reglare.

Modificările volemiei pot interesa atât compoziția plasmatică cât și cea eritrocitară. Variațiile pot fi patologice și fiziologice.

Variațiile volemiei:

- Normo-volemie (normal)
- Hipo-volemie (mic).
- Hiper-volemie (mare).

Ele se pot asocia cu modificările componente celulare: - normo-citenie (celule normale).

- oligo-citenie (puține).

- hiper-citenie (multe).

Astfel poate fi normo-volemie cu normo-citenie cu oligo-citenie și cu poli-citenie.

EX: la persoanele care trăiesc la înălțime.

Hipo-volemie – hemoragie, tulburări de eritropoeză, lipsă de apă.

Hiper-volemie – boli patologice.

### **Compoziția chimică a sângelui.**

Plasmă – 56%.

Elemente figurate – 44%.

Raportul dintre volumul plasmei și elementele figurate = HEMATOCIT – 55/45.

Plasma este un lichid gălbui transparent cu densitate de 1027 constituit din 90% apă și 10% reziduu uscat.

Reziduu uscat – se compune din substanțe organice 9% și substanțe anorganice 1%.

**Substanțe organice** – azotate și ne-azotate.

- azotate – proteice – albumine, globuline, fibrinogen.
  - ne-proteice – ureea, acid uric, amoniac, creatina, creatinina.
- ne-azotate – lipidele de gen colesterol.
  - glucide = 80 – 110 – 120mg%
  - alcoolul etilic.
  - acidul lactic = 9 – 20mg%.

**Substanțe anorganice** – Na, Cl, Ca, K, Mg, Cu, I.

Proteinele plasmatică au rol important în organism, unele sunt produse de ficat (albumine), factorii coagulării (anticorpii și imuno-globulinele) sau în produsul de secreție a unor glande endocrine (homato-trop-hormonul, insulina).

**Funcțiile naturale plasmatică.**

- Menținerea presiunii coloido-smatice a sângelui.
- Rol hidrofilic (de menținere a apei).
- Intervine în coagulare.
- Intervine prin sistemul tampon, menține echilibrul acido-bazic al mediului intern.
- Constituie un vehicul al diferitelor substanțe din plasmă.
- Participă la fondul comun proteic din care țesuturile utilizează polipeptidele în procesele de reparare și creștere.

Substanțele ne-proteice ca glucidele, lipidele au rol funcțional și energetic, iar nivelul lor sanguin oferă indicații asupra metabolismului intermediar și al organelor în general, respectiv:

- glicemia normală – 80 – 100mg%
- lipemia – 700mg%.

- Lacto-cidemia – 9 – 20mg%.

Substanțele anorganice – prezente sub formă de săruri de Na, potasiu sau de cationi și anioni, mențin presiunea osmotică a sângelui. Dintre cationi **Na** are rol de menținere constantă a volemiei în echilibrul acido-bazic în polarizarea membranei celulare. **Potasiul** are rol de funcție cardiacă, în activitățile nervoase și musculare și în polarizarea membranei celulare. **Ca** are un rol important în osificare, coagulare în contracție musculară, excitabilitate neuromusculară. Acestor elemente le adăugăm și **oligoelementele**: -Fe - constituent fundamental al hemoglobinei.

- Cu – cu rol în sinteza hemoglobinei și în diferite acțiuni enzimatică.
- Zi – cu rol în activitatea enzimatică.
- Iod – necesar în sinteza hormonilor tiroidieni.

### **Elementele figurate ale sângelui reprezentate de hematii 99% leucocitele și trombocitele 1%.**

Hematiile sunt celule anucleate în formă de disc biconcav în număr de 4,5 mili/mm<sup>3</sup> la femei și de 5mil/mm<sup>3</sup> la bărbați. Numărul lor variază în funcție de o serie de factori de vârstă starea fiziologică, altitudine, efort fizic. Creșterea lor peste valoarea normală poartă denumirea de poliglobulie sau policitemie, se întâlnesc la persoanele care trăiesc la altitudine și în anumite boli: - scăderea numărului lor asociat cu scăderea hemoglobinei = anemie. Corpul hematiei are o strană spongioasă care conține proteine numite nucleo-proteine, potasiu și hemoglobină. Membrana hematiei se caracterizează prin selectivitate și permeabilitate pentru anumite substanțe și gaze (H<sub>2</sub>O, CO, CO<sub>2</sub>, CO<sub>3</sub>H, Cl). Fapt ce explică posibilitatea schimburilor respiratorii la nivel pulmonar și tisular. Hemoglobina se află în cantitate 16% la bărbați și 14,7% la femei. Are rol esențial în fixarea gazelor respiratorii conferind hematiilor un rol primordial în respirație. Molecula de hemoglobină conține 4 molecule de globină, un polipeptid format din 574 de aminoacizi iar hemul este legat de fierul bivalent. Hemoglobina formează 2 feluri de combinații reversibile cu gazele respiratorii și ireversibile cu monoxidul. Saturarea hemoglobinei cu oxigenul face în raport cu presiunea sa parțială a oxigenului (pO<sub>2</sub>). La nivelul țesuturilor unde presiunea sa participă scade prin consum tisular, intervine devierea pH-ului datorită cataboliților acizi precum și creșterea cantității de CO<sub>2</sub>, favorizează disocierea oxihemoglobinei. Hematiile se formează prin hematopoeză, în măduva oaselor scurte și late. Durata lor de viață fiind până la 120 de zile după care se distrug zilnic în proporție de 1% în splină, ganglioni limfatici și ficat. Reglarea eritopoezei se face în funcție de necesitățile în O<sub>2</sub> ale organismului, și se realizează pe cale nervoasă și în special umoral prin eritropoetină produsă și activată de rinichi.

**Leucocitele sau globulele albe.** – în număr de 6000 până la 8000/mm<sup>3</sup>. Creșterea lor peste aceste valori poartă denumirea de leucocitoză, iar scăderea poartă numele leucopenie. După aspectul nucleului leucocitele pot să fie polinucleare (granulocite) și mononucleare (agranulocite).

Mononuclearele sunt: - limfocitele 25 – 35%

- monocitele 5 – 10%

Polinuclearele sunt: - neutrofile 50 – 70%

- eozinofile 3 – 5%

- bazofile 2 – 4%

**Rolul leucocitelor** se manifestă în lupta împotriva agenților străini pătrunși în organism. Leucocitele străbat peretele vascular prin procesul numit diapedeză la contactul cu germii microbieni emit pseudopode (picioare false) și astfel microbii sunt înglobați și prin fagocitoză distruși.

Leucocitele își îndeplinesc rolul în apărarea antimicrobiană, antiinfecțioasă și prin eliberarea de substanțe de tip anticorpi participând la imunitatea celulară și umorală (sanguină).

**Trombocitele** – plachete sanguine – sunt cele mai mici elemente figurate reprezentate de fragmente citoplasmice anucleate în număr de 180000 – 500000/mm<sup>3</sup> de sânge. Rolul lor constă în realizarea hemostazei spontane prin formarea dopului plachetar, aprind sângerarea în vasele mici, deci rolul important al plachetelor în coagulare.

**Funcțiile sângelui** – funcția respiratorie – constă în transportul gazelor respiratori de la plămâni la țesuturi (oxigen) de la țesuturi la plămâni. **Funcția circulatorie** - prin proprietățile sale fizice și chimice, ca și prin volumul său mențin și reglează tensiunea arterială, astfel: hipovolemia determină scăderea arterială, hipervolemia determină creșterea arterială. **Funcția excretoare** - sângele transportă substanțe de uzură rezultate din catabolism (uree, acid uric, amoniac, acid lactic). **Funcția nutritivă** - sângele vehiculează principiile alimentare (glucide, lipide, proteine) de la nivelul organelor de absorbție la țesuturile unde sunt utilizate. **Funcția de menținere** a homeostazei hidroelectrice ce se realizează prin intervenția sângelui a rețelei capilare care se interpune între compartimentul plasmatic și cel interstițial permițând o echilibrare permanentă a compoziției celor 2 compartimente.

**Funcția de termoreglare** – sângele are rol esențial în procesele de acumulare și de eliberare a energiei termice precum și în uniformizarea temperaturii de la organele centrale la zonele periferice.

**Funcția de apărare** – specifică sângelui efectuată prin intermediul anticorpilor precum și prin elemente specializate (leucocitele). **Funcția integrativă de coordonare și reglare** – sângele prin proprietățile sale fizico chimice contribuie la reglarea funcției vitale și reglarea endocrină. Rolul constă în realizarea aceleași condiții metabolice tuturor țesuturilor și deci a simultaneitatea de acțiune a organelor și sistemelor necesare adaptării permanente a organismului la condițiile mereu variate ale mediului.

**Modificările de efort ale sângelui** – efortul fizic modifică atât comportamentele plasmei cât și pe cele ale elementelor figurate cât și proprietățile fizico-chimice. Asupra plasmei sanguine – plasma în efort își modifică volumul și compoziția. În efortul de lungă durată la temperaturi crescătoare de mediu produce pierderi mari de lichide de H<sub>2</sub>O și în consecință se produce hipovolemia (scade volumul). Probele de fond de marș, maraton ajung la pierderi până la 3-5 kg în greutate care determină a hemoconcentrație. Substanțele organice azotate(proteinele), în eforturile moderate cresc ușor în sânge în timp ce în eforturile mari proteinele totale sanguine scad și apare proteinuria(proteine în urină). Substanțele organice ne-azotate (glucidele)care în condiții normale sunt 80-120mg% cresc chiar înainte de începerea efortului fiind mobilizate din depozite prin creșterea catecolominelor (adrenalina și nonadrenalina) se produce hiperglicemia întâlnită în starea de start 160-190mg. În funcție de durata și intensitatea efortului glicemia variază. Astfel în eforturile de durată scurtă nu se modifică glicemia în timp ce în cele de lungă durată scade glicemia putând ajunge la 60mg.

**Acidul lactic** crește în efort în funcție de gradul de hipoxie. Lactacidemia cea mai mare se întâlnește în eforturile anaerobe lactacide în care energia este furnizată de A.T.P. și C.P. și glicogen care în anaerobioză (lipsă de O<sub>2</sub>) se degradează în acid piruvic și acid lactic (36 mg%). Potasiu, Na, Cl, cresc asociat de hiperglicemie și acidoză metabolică de efort retenție de sare prin hipersecreția de aldosteron. În efort fiind nevoie de o cantitate mai mare de oxigen numărul hematiilor crește cu 10 –20% deci și cantitatea de hemoglobinei va crește.

Leucocitele cresc și ele eforturile prelungite până la 12000mm<sup>3</sup> producând leucocitoza.

**Volumul sângelui de rezervă stagnant** reprezintă o rezervă funcțională pentru asigurarea unui aport crescut de oxigen în eforturile prelungite. Stimulii nervoși simpli și suprarenali produc vasoconstricție abdominală, deplasând elemente figurate spre țesuturile periferice unde sunt solicitate. La baza mobilizării sângelui din depozite stau factorii care reglează fluxul sanguin al microcirculației, factori neurovegetativi simpato adrenergici, responsabili ai vasoconstricției în teritoriile inactive și vasodilatației în cele active: factori endocrini (hormoni și alte substanțe vasoactive) care prelungesc efectele cataboliților ne-specifici și ale S.N.V.

Acestora se asociază având acțiune principală aparatul respirator și circular a căror activități susține efortul.

### **Proprietățile fizico chimice ale sângelui în efort.**

**Culoarea** este roșu aprins în zonele în care sângele este saturat cu oxigen, circulația fiind activă și roșu slab în zonele cu circulație lentă.

**Densitatea** sângelui este dată de cantitatea de substanțe solvite și de nr. elementelor figurate. Cantitatea normală la femei 1057 și la bărbați 1027.

Este crescută în poliglobuli sau eforturile care se desfășoară la temperatură crescută datorită transpirației abundente. Gust sărat, temperatura variază între 37 – 38 grade. La periferie 36 de grade. **Vâscozitatea** reprezintă gradul de aderare la pereții vaselor și se exprimă în raport cu vâscozitatea apei. La femei 4,4 și la bărbați 4,7. Hemoragiile și anemiile scad vâscozitatea crește în poliglobuli și leucemie. Presiunea coloidosmotică este dată de proteinele din sânge. Are rol în menținerea echilibrului hidro-electrolitic al organismului ca și în realizarea schimbului dintre plasmă și țesuturi. Ea crește în efort prin creșterea proteinelor plasmatice indusă de solicitarea fizică.

**Reacția sângelui** (echilibrul acido bazic) se exprimă pH și reprezintă logaritmul cu semn schimbat al concentrației ionilor de H.

PH normal este de 7,30 până la 7,42 în condiții fiziologice, echilibrul acido bazic prezintă variații care sunt compensate fără a altera starea generală. În efort crește acidoza prin acumulare de cataboliți, aceasta este readusă la normal prin reconstituirea rezervei alcaline a eliminării de oxidului de carbon și a excreției renale de acid lactic.

## FIZIOLOGIA RESPIRAȚIEI

### RESPIRAȚIA EXTERNĂ:

1. ventilația pulmonară.
2. schimbul de gaze O<sub>2</sub> și CO<sub>2</sub> între alveolele pulmonare și sânge.

### RESPIRAȚIA INTERNĂ:

1. schimbul de gaze tisular O<sub>2</sub> de la sânge la celulă și CO<sub>2</sub> de la celulă la sânge.
2. respirația celulară propriu-zisă.

### -I- RESPIRAȚIA EXTERNĂ:

**1. Ventilația pulmonară** – reprezintă vehicularea aerului spre interiorul și exteriorul plămânului. Drept urmare a variațiilor de presiune intra-pulmonară creată de modificările de volum ale cavității toracice. Aceste modificări se produc în 2 moduri:

- a. prin mișcări de ridicare și coborâre a diafragmului, care alungesc și scurtează cavitatea toracică.
- b. prin ridicarea și coborârea coastelor care determină creșterea și descreșterea diametrului artero-posterior al cavității toracice.

**Respirația normală de repaos** se realizează aproape în întregime prin mișcarea din prima categorie. În timpul respirației contracția diafragmului trage în jos suprafața inferioară a plămânilor. Apoi în timpul respirației liniștite diafragmul se relaxează iar reacția elastică a plămânilor, a peretelui toracic și structurile abdominale comprimă aplămâni. Deoarece forțele toraco-abdominale sunt insuficiente, producerea expirației forțate necesită o forță suplimentară care se obține prin contracția mușchilor abdominali care împing conținutul abdominal către diafragm.

**A doua cale de expansiune a plămânilor o reprezintă ridicarea grilajului costal.** În poziția de repaos acesta este coborât permițând sternului să se apropie de coloana vertebrală. Când grilajul costal se ridică acesta proiectează sternul înainte care se îndepărtează de coloana vertebrală ceea ce mărește diametrul antero-posterior cu aproximativ 20% mai mult în inspirație maximă decât în expirație. Mușchii care împing înainte sternul și coastele sunt mușchii gâtului, iar cei care coboară cutia toracelui sunt mușchii expiratori și mușchii drepte abdominali.

**INSPIRAȚIA** – este un proces activ realizat de mărirea volumului cutiei toracice în cele 3 diametre, elasticitatea țesutului pulmonar și adeziunea dintre foițele pleurale. Se creează o presiune intra-pulmonară mai mică cu aproximativ 2-3mmHg față de cea atmosferică și astfel aerul pătrunde în plămâni.

**EXPIRAȚIA** – normală este un proces pasiv. Expirația forțată se realizează de mușchii respiratori care coboară coastele iar mușchii abdominali deplasează diafragma spre cutia toracică creind astfel o presiune intra-pulmonară mai mare cu 2-4mmHg față de cea atmosferică. Fapt care permite aerului din plămâni să poată fi eliminat spre exterior. La sfârșitul expirației presiunea aerului pulmonar devine din nou egală cu cea a aerului atmosferic.

Toracele cu plămâni formează împreună un sistem elastic esențial pentru actul respirator. Datorită elasticității parenchimului pulmonar plămânul se distinde odată cu mărirea celor 3 diametre ocupând tot spațiul mărit al cavității toracice; la distinderea lui mai participă foițele pleurale și viscerale ale pleurei umectate de lichidul pleural ajutându-le astfel la alunecare.

Studiul ventilației pulmonare se face prin metoda spirometrică.

**Volumele pulmonare** – sunt 4 tipuri de volume pulmonare diferite care adunate totalizează volumul maxim pe care îl poate atinge expansiunea pulmonară.

1. Volumul curent (V.C.) – volumul de aer inspirat și expirat în timpul respirației normale în medie 500ml la bărbatul tânăr
2. Volumul inspirator de rezervă (V.I.R.) – volumul suplimentar de aer care poate fi inspirat peste volumul curent, de regulă atinge 3000ml.
3. Volumul expirator de rezervă (V.E.R.) – care reprezintă cantitatea suplimentară de aer care poate fi expirat printr-o expirație forțată după expirarea unui volum curent 1100ml.
4. Volumul rezidual (V.R.) – volumul de aer care rămâne în plămâni și după expirație forțată. El este în medie de 1200ml.

În descrierea ciclului pulmonar este de preferat să luăm în considerare 2 sau mai multe volume. Împreună asemenea combinații se numesc **capacități pulmonare**.

1. Capacitatea inspiratorie (C.I.) este suma dintre volumul curent și volumul inspirator de rezervă.  
 $C.I. = V.C. + V.I.R. = 500 + 3000 = 3500\text{ml.}$
2. Capacitatea reziduală funcțională (C.R.F.) – suma dintre V.E.R. și V.R.  
 $C.R.F. = V.E.R. + V.R. = 1100 + 1200 = 2300\text{ml.}$
3. Capacitatea vitală (C.V.) – este suma dintre V.I.R., V.C. și V.E.R.  
 $C.V. = V.I.R. + V.C. + V.E.R. = 3000 + 500 + 1100 = 4600\text{ml de aer.}$
4. Capacitatea pulmonară totală (C.P.T.) – volumul maxim până la care pot fi destinși Plămâni în inspirația maximă aproximativ 5800ml.  
 $C.P.T. = C.V. + V.R. = 4600 + 1200 = 5800\text{ml de aer.}$

Toate volumele și capacitățile pulmonare sunt cu aproximativ 25% mai mici la femei decât la bărbați și mai mari de 5800 la atleți.

**2. Schimbul de gaze dintre alveole și sânge.** – transferul gazos prin membrana alveolo-capilară ce alcătuiesc o suprafață de aproximativ  $70\text{m}^2$ . se face datorită diferenței de presiune parțială a gazelor și se realizează până la egalizarea lor.  $p$  – presiunea.

$\text{O}_2$  trece prin aerul alveolar în sângele capilar iar  $\text{CO}_2$  trece din sânge în alveole de unde este eliminat. Pentru că se știe că arterele pulmonare care aduc sânge venos de la plămâni se capilarizează la nivelul alveolelor și după efectuarea schimbului de gaze, sângele încărcat cu  $\text{CO}_2$  se oxigenează prin procesul de Hematoză, părăsind plămâni prin venele pulmonare. Apoi pe calea circulației mari sângele duce oxigen spre țesuturi de unde se întoarce spre inimă și plămâni încărcat cu  $\text{CO}_2$ . Aceasta este funcția respiratorie a sângelui pentru  $\text{O}_2$  și  $\text{CO}_2$ .

## **-II- RESPIRAȚIA INTERNĂ:**

**1. Schimbul de gaze tisular** – este determinat de gradientul de presiune parțială a gazului și mărimea suprafeței de difuziune și de timpul de trecere a sângelui prin capilare. Difuziunea gazelor se realizează între lichidul interstițiar și sângele capilar în funcție de valoarea gradientului de presiune.

În efortul susținut, consumul de  $O_2$  este mai mare iar factorii locali din mușchiul în activitate favorizează disocierea Oxihemoglobinei, iar sângele venos fixează o cantitate mai mare de  $O_2$ . Mai precis la nivelul țesuturilor  $O_2$  și  $CO_2$  se dizlocă reciproc în funcție de presiunea lor parțială.

**2. Respirația celulară propriu-zisă** – celulele folosesc  $O_2$  pentru oxidarea substanțelor ca glucide, lipide și proteine, printr-o serie de procese biochimice din care rezultanta  $CO_2 + H_2O$  și energie esențial în ergo-geneză este metabolismul glucinic anaerob și aerob când se eliberează energia care înmagazinează în 38 de molecule de A.T.P. Catabolismul ergo-genetic se desfășoară în mitocondrii, deoarece în procesele de oxidare a lipidelor, glucidelor etc. este esențială prezența  $O_2$ , respirația celulară este în directă legătură cu ventilația, ea inducând creșterea proporțională a amplitudinii și frecvenței respiratorii deci a debitului respirator. Consumul de  $O_2$  și eliminarea  $CO_2$  sunt în concordanță cu respirația celulară. Acest fapt a condus la

### Pag.3

folosirea schimburilor gazoase respiratorii ca metodă de determinare a metabolismului energetic, putându-se astfel reevalua resursele energetice ale organismului, posibilitate adaptivă la efort și randamentul solicitării.

**Reglarea respirației** – respirația ritmică spontană la adult are o frecvență de 12 – 18 respirații pe minut. Respirația spontană depinde de descărcările ritmice ale impulsurilor nervoase, de la centrii respiratori spre musculatura respiratorie.

**Reglarea nervoasă** – centrul respirator este compus din mai multe gupe dispersate de neuroni, localizate bilateral în bulbul rahidian și în punte. El se împarte în 3 grupe mari de neuroni:

1. grupul respirator dorsal în bulb care determină inspirația și ritmul respirator
2. grupul respirator ventral din bulb care poate comanda atât expirația cât și inspirația.
3. centrul pneumotoxic localizat în partea superioară a punții care controlează atât frecvența cât și tipul de mișcări respiratorii.

**Reglarea umorală a respirației** – factorii principali ai autoreglării pe cale umorală a respirației sunt concentrația  $CO_2$ , concentrația  $O_2$  și a ionilor de H în sânge. În reglarea respirației în afara controlului direct asupra activității respiratorii exercitat de către centrul respirator există și un mecanism accesoriu. Acesta este sistemul chemo-receptor periferic. Ei sunt localizați în mai multe zone din afara sistemului nervos central. Ei sunt foarte sensibili la cele mai mici variații de presiune de  $O_2$  în sânge, deși răspund și la schimbările presiunii  $CO_2$  și ale concentrației ionilor de H. Chemo-receptorii la rândul lor transmit semnale nervoase la centrul respirator care participă la reglarea activității respiratorii. Numărul cel mai mare de chemo-receptori sunt situați la nivelul bifurcației carotidei comune și la nivelul crosei aortei. Scăderea  $O_2$  arterial stimulează chemo-receptorii periferici. Variațiile concentrației  $O_2$  arterial nu au efect stimulator direct asupra centrului respectiv, în schimb dacă concentrația  $O_2$  în sângele arterial **scade sub normal** chemo-receptorii periferici devin puternic stimulați.

Generarea impulsurilor nervoase se manifestă cu maximă sensibilitate la nivelele ale presiunii  $O_2$  de 60 până la 30mmHg interval în care în sângele arterial saturația hemoglobinei în  $O_2$  scade rapid.

EX: Când o persoană respiră aer care are prea puțin  $O_2$  aceasta va duce la scăderea presiunii  $O_2$  sanguin ceea ce exercită chemo-receptorii carotidieni și aortici astfel crește frecvența respiratorie.

Totuși efectul este mult mai mic decât ne-am putea aștepta, deoarece odată cu creșterea frecvenței respiratorii va fi îndepărtat  $CO_2$  din plămâni și va scădea presiunea  $CO_2$  ca și concentrația ionilor de H în sânge. Și totuși efectul scăderii presiunii  $O_2$  asupra ventilației alveolare este mult crescut în 2 situații:

1. Presiunea O<sub>2</sub> scăzută când CO<sub>2</sub> arterial și concentrație ionilor de H rămân normale în ciuda intensificării respirației.
2. Inhalarea de O<sub>2</sub> cu concentrație scăzută timp de mai multe zile.

### Modificarea respirației în efort

Exercițiul fizic intens poate crește de aproximativ 20 de ori consumul de O<sub>2</sub> și formarea CO<sub>2</sub>. acest fenomen este explicat de către fiziologi, prin răspunsuri mai puțin clare, care se referă la mecanismul adaptiv în care sunt implicate 2 răspunsuri reflexe care par predominante:

1. S.N.C. când trimite impulsuri contractile către mușchi se pare că trimite și stimuli excitatori, colaterali către centrii respiratori din trunchiul cerebral. Acești stimuli sunt analogi cu stimulii trimiși în timpul exercițiilor fizice de centrii superiori către centrii vasomotori din trunchiul cerebral ceea ce duce la creșterea presiunii arteriale ca și la creșterea ventilației.
2. În timpul exercițiului, mișcarea corpului, în special a membrilor se pare că participă la creșterea ventilației pulmonare prin excitarea proprioceptorilor din articulații care la rândul lor trimit impulsuri excitatoare către centrii respiratori.

#### Pag.4

Motivul care stă la baza acestui raționament este acela că și mișcările pasive ale membrilor pot crește ventilația pulmonară de câteva ori. Este posibil ca și alți factori să contribuie la creșteri:

EX: Hipoxia trimite semnale nervoase aferente către centrii respiratori determinând stimularea respirației.

Modificarea respirației în efort le clasificăm în mod imediate sau acute și tardive sau de antrenament.

**Imediate** – se referă la următorii parametri: - frecvență respiratorie  
- amplitudine respiratorie.  
- consumul de O<sub>2</sub> și coeficientul de îmbospătare a aerului.

**Frecvența respiratorie** – în efort acest parametru se comportă diferit în funcție de necesitatea de O<sub>2</sub> și de tipul efortului. În unele sporturi care se produc prin blocarea respirației, frecvența respiratorie poate ajunge la 30 până la 40 respirații pe minut – terminarea efortului și la 25 – 30 respirații pe minut – după eforturile moderate. Intensificarea funcției cardio-respiratorii ce se produc imediat după terminarea efortului, este rezultatul mecanismelor reflexe realizate în scopul eliminării CO<sub>2</sub> acumulat în efort, ca și plata datoriei de O<sub>2</sub>.

După Demeter Andrei ventilația crescută simultan cu activitatea cardio-vasculară se datorează iradierii excitației din zonele de proiecție a centrilor respiratori și cardiovasculari ca și aferenelor provenite din tendoane și mușchi și de la chemo-receptori sensibili la CO<sub>2</sub>, H și Hipoxie. Ventilația continuă să crească, dar în această a II a fază pe seama stimulilor umorali, frecvența respirației optimă în efort este de 30 de respirații pe minut. Valoare la care raportul inspirație/expirație și volumul curent optim sunt bune iar CO<sub>2</sub> se elimină pe măsura formării lui.

Amplitudinea respiratorie – **crește invers proporțional cu frecvența crescătoare a amplitudinii crescute V.I.R. și V.E.R. crește ventilația pulmonară. Debitul respirației crește paralel cu intensitatea și durata efortului. În repaos debitul respirației este de 6 – 8l/min. El se calculează:**

$$D.R. = V.C. \times F.R.$$

În efortul maximal D.R. ajunge la 80 – 100l/min.

În efortul sub-maximal D.R. ajunge la 60l/min.

În efortul moderat D.R. ajunge la 30 – 40l/min.

**Consumul de O<sub>2</sub>** – reprezintă diferența arterio-venoasă a O<sub>2</sub> sau mai precis reprezintă cantitatea de O<sub>2</sub> exprimată în ml pe care sângele arterial o cedează țesuturilor în timp de un minut.

V.S. = 5l./min. = 100ml sânge cedează 5VO<sub>2</sub>

= 5l/min cedează la nivelul țesuturilor 250mlO<sub>2</sub>/min.

În efort circulația pulmonară fiind mult activată. Timpul scurt de contact între aerul alveolar și sângele din capilare limitează aprovizionarea cu  $O_2$  a organismului dar intervin mecanisme compensatoare reprezentate de creșterea amplitudinii respirației, dispariția spațiului fiziologic și creșterea capacității de difuziune.

În eforturile mari de 300W. Se observă creșterea ventilației = 100 – 120l/min. Iar consumul de  $O_2$  este de 3,5l/min (3500ml/min).

În eforturile medii de intensitate constantă consumul de  $O_2$  în primele 3 – 4 min crește lent, după care se stabilizează ca după terminarea efortului să se facă lent cum sa instalat.

Se observă că debutul efortului se desfășoară în condiții anaerobe, aportul de  $O_2$  fiind mai mic decât este necesar. Deci se instalează o datorie de  $O_2$  care va fi achitată după terminarea efortului. Există însă o perioadă în care consumul de  $O_2$  este egal cu necesarul nivelului funcțional cardio-respirator. Fiind stabil = stare stabilă (ergostoză sau steady state). Această datorie de  $O_2$  constituie unul din factorii care limitează durata eforturilor intense. La ne-antrenați datoria de  $O_2$  poate ajunge la 10l iar la antrenați la 17 – 18l.

**Coefficientul de împropătare** – reprezintă raportul dintre aerul proaspăt introdus în alveole și aerul poluat existent în plămâni cu care se amestecă. Efortul creează condiții pentru o mai bună împropătare a aerului în alveole prin profunzimea și durata inspirației și gradul de difuziune a  $O_2$  crește linear cu încărcătura efortului.

### Pag.5

Capacitatea de difuziune mărită în efort se produce prin intensificarea circulației pulmonare care ușurează pătrunderea  $O_2$  în capilare conferindu-se o suprafață mai mare de difuziune a  $O_2$  comparativ cu starea de repaos când circulația este mai lentă.

**Modificările tardive - modificările parametrilor respiratori la sportivi ne dau relații asupra gradului de antrenament. Astfel frecvența respiratorie are valori mai scăzute în repaos la antrenați față de ne-antrenați. Apare bradicneea de 10 – 12 respirații/min. Datorită dezvoltării musculaturii respiratorii și a creșterii elasticității cutiei toracice. Amplitudinea mișcării respiratorii crește prin creșterea C.V. de la 500ml la 800 – 900ml**

Debitul respirator în repaos NU DIFERĂ față de cel al ne-antrenaților, este tot 6 – 8l/min. În efort D.R. al antrenatului poate ajunge la 150 – 180l/min față de 80 – 100l/min la ne-antrenați la același tip de efort. Consumul de  $O_2$  în repaos este aproximativ egal la antrenat și ne-antrenat 250ml/min. În efortul maximal, volumul de  $O_2$  maxim este de 3600ml/min pentru antrenat și 4000ml/min la ne-antrenat.

La maratonisti, fiziologul Guyton găsește valorile cele mai mari 5100ml/min care se pare că s-ar datora componentei genetice. În selecție se ține seamă și de tipul constituțional, diametre, talia etc. Capacitatea vitală (C.V.) = 6500 – 7000ml/min.

Ventilația pulmonară este mult diminuată la fumători datorită nicotinei care contractă bronhiiolele terminale măbind rezistența căilor aeriene, va fi nevoie de un travaliu suplimentar a musculaturii respirației și deci creșterea consumului de  $O_2$  față de nefumători.

### ACTIVITATEA NERVOASĂ SUPERIOARĂ

1. La baza activității nervoase superioare stau procesele corticale care sunt:
  - a. Excitația corticală.
  - b. Inhibiția.
  - c. Inducția (formată din iradiere și concentrare)
  - d. Analiza și sinteza.
2. Activitatea de semnalizare a scoarței cerebrale.

3. Tipuri de activitate nervoasă superioară.
4. Conștiința.
5. Fiziologia stării de veghe și somn.
6. Fiziologia memoriei.
7. Activitatea bioelectrică a scoarței cerebrale.

**1.a. EXCITAȚIA CORTICALĂ** – informațiile sosite la nivelul scoarței cerebrale produc o intensificare a proceselor metabolice celulare depolarizând succesiv membranele neuronare și induc starea de excitație. Pe scoarța cerebrală există permanent mai multe focare de excitație cu existența unui FOCAR EXISTENT, care la un moment dat le atrage și pe celelalte iar apoi urmează un răspuns motor imediat. O mare parte din informații rămân și se stochează și când se repetă aceleași semnale se produce fenomenul de FACILITARE. Acest fenomen este foarte important în activitatea nervoasă superioară pentru ca prin stocarea informației se ajunge la învățare și memorie.

Reflexele condiționate și ne-condiționate:

**Reflexele condiționate** – acte fiziologice dobândite în cursul vieții sunt rezultatul excitației corticale și de stabilire a unor conexiuni funcționale între focarele de excitație corticală ale stimulilor care coincid (hrană, sunet). Prin repetiții stimulul mai puternic sonor iradiază și se sumează cu **excitantul ne-condiționat** produs de stimulul alimentar. În scoarță sunt permanent și focare de inhibiție în legătură cu cele de excitație realizând corelarea dintre excitație și inhibiție ce se manifestă prin fenomenul de inducție.

**1.b. INHIBIȚIA** – Proces activ al scoarței cerebrale la fel ca excitația dar de sens funcțional opus excitației și ca o consecință al acesteia. Pavlov a descris inhibiția corticală ca fiind internă și externă după cum agentul care o determină acționează din afară sau din interior focarului de excitație corticală.

Inhibiția externă – sau ne-condiționată sau pasivă – se instalează în momentul elaborării reflexului extern, puternic, care pe scoarță determină un focar de excitație care prin inducție negativă inhibă focarele existente.

Inhibiția internă – condiționată apare ca urmare a activității inhibitorii a excitatului condiționat și se manifestă în 3 forme:

- de stingere – când reflexul condiționat se repetă fără întăriri.
- de întârziere – prin distanțarea în timp a excitantului ne-condiționat de cel condiționat
- de diferențiere – apar prin alternarea repetată a 2 stimuli asemănători dintre care unul se întărește constant prin asocierea cu hrana și devine excitant condiționat, iar celălalt nu se întărește și devine inhibitor, ne-condiționând răspuns.

Înșușirea deprinderilor motrice și formarea lor are loc prin inhibiția de diferențiere astfel în primele lecții de însușire a unei mișcări se constată o fază în care mișcarea organismului este de generalizare cu multe mișcări greșite datorită iradierii excitației pe zone corticale largi. Treptat excitația **se retrage**, se concentrează într-un singur punct, în aria de unde vor pleca **comenzile numai spre grupele musculare implicate în actul motric**. În jurul acestui focar de excitație, se instalează inhibiția de diferențiere și astfel mișcarea va fi corectă.

### **1.c. INDUCȚIA – iradiere și concentrare:**

Iradierea – este procesul prin care excitația sau inhibiția apărute inițial sub formă de focar, se extinde cuprinzând zone din ce în ce mai extinse proporțional cu intensitatea stimulului.

Concentrarea – procesul invers iradierii mult mai lent de retragere a excitației și inhibiției din zonele din care s-a extins prin iradiere în focarul inițial.

Inducția – reprezintă informația exercitată de un proces asupra altuia respectiv a excitației asupra inhibiției și invers. În urma concentrării excitației și inhibiției la periferia focarelor și după încetarea acțiunii lor se provoacă procese inverse. Excitația determină inhibiția iar inhibiția provoacă excitația.

### 1.d. ANALIZA ȘI SINTEZA :

Analiza - reprezintă prelucrarea informației recepționate de scoarță. Ea se bazează pe procesul de inhibiție prin care se asigură diferențierea, delimitarea și erarhizarea informației.

După analiză urmează sinteza adică elaborarea răspunsului de către scoarța cerebrală spre zonele efectoare plecând impulsul nervos eferent prin căi descendente la neuroni și de aici pe calea nervilor la efectori

**2. ACTIVITATEA DE SEMNALIZARE A SCOARȚEI CEREBRALE** – acea activitate prin care un agent indiferent în anumite condiții poate semnaliza organismului factori favorabili sau nefavorabili ai mediului. Ea se bazează pe conexiunile temporare ce iau naștere la nivelul scoarței în diferitele sale zone.

- Primul sistem cuprinde totalitatea simțurilor bazate pe legăturile fixe și temprale ce iau naștere la nivelul scoarței în diferitele zone sub formă de senzații, imagini, reprezentate, analizate și transmise către celulele specializate ale analizatorilor. Cunoașterea lumii înconjurătoare cu ajutorul sistemului de semnalizare este comună omului și animalelor.

- Al doilea sistem apare în procesul muncii și al activității sociale în scopul stabilirii legăturii cu mediul înconjurător. Excitatul este cuvântul scris sau vorbit, iar limbajul este o activitate complexă a scoarței ce se bazează pe semnale vizuale, auditive, senzitive și motorii.

**Ariile motorii corticale primare și secundare**, ariile corticale senzitive scoarței primare și secundare, ariile olfactive, auditive, vizuale, reprezintă proiecția segmentelor centrale ale analizatorilor.

Ariile primare au conexiuni directe cu mușchii și respectiv cu receptorii specifici pentru a putea controla mișcări sau a percepe informații senzoriale, somatice, auditive de la o suprafață bine delimitată a zonei receptive.

Ariile secundare sunt însă cele care dau sens funcțiilor realizate de cele primare. În ceea ce privește ariile senzitive, cele secundare localizate la câțiva centimetri de ariile primare analizează și dau semnificația semnalelor senzoriale specifice interpretând de exemplu informații legate de forma și textura unui obiect pe care-l ținem în mână, culoarea și intensitatea luminii sau combinația unor tonuri etc. Pe lângă aceste arii primare și secundare există și arii corticale întinse sau secundare. Ele sunt ariile de asociație deoarece primesc și analizează semnalele de șla multiple regiuni corticale și chiar sub-corticale. Dar și ariile de asociație sunt specializate în arii de – asociație parieto-occipitalotemporală,

- aria pre-frontală,

Aria parieto-occipitală-temporală, o suprafață întinsă delimitată anterior de cortexul senzitiv posterior (cortexul vizual) și lateral (cortexul auditiv). Această arie din punct de vedere funcțional este împărțită în mai multe arii. Aria care se întinde în cortexul parietal posterior, realizează o analiză continuă a coordonatelor spațiale ale tuturor segmentelor corpului și a elementelor înconjurătoare. Creierul are nevoie de aceste informații pentru a analiza semnalele senzoriale aferente.

Aria de înțelegere a limbajului denumită aria wernicke. Aria cea mai importantă pentru realizarea funcțiilor corticale intelectuale înalt specializate deoarece aproape toate funcțiile intelectuale se bazează pe limbaj. Aria este cocalizată în partea cortexului auditiv primar în lobul temporal superior.

### Pag.3

Aria vizuală secundară de prelucrare vizuală a obiectelor. Ea transmite informația vizuală obținută prin citire, spre aria wernicke de înțelegere a limbajului. Înțelege cuvintele auzite dar nu și pe cele ne-uzitate.

La extremitatea laterală a lobului occipital anterior se află aria de recunoaștere și de denumire a obiectelor. Denumirile poartă probabil în marea majoritate din informații auditive, iar natura obiectelor din aferențele vizuale. Denumirile sunt esențiale pentru înțelegerea limbajului și pentru procesele intelectuale.

Aria performanțelor de asociație – planifică activități motorii primind **aferențe** printr-un **fascicol sub-cortical** de fibre care conectează aria de asociație parieto-occipitală cu aria pre-frontală. Astfel prin

acest fascicol cortexul pre-frontal primește informațiile senzoriale prelucrate în special, informație referitoare la coordonatele spațiale ale corpului absolut necesare pentru planificarea unei mișcări eficiente.

Prin fibrele **eferente** din aria pre-frontală informațiile trec prin nucleii bazali care furnizează stimuli bazali pentru desfășurarea componentelor succesive și ale complexului mișcării. Cortexul pre-motor pe lângă capacitatea de planificare a activității motorii pare să fie capabil de a combina informația non-motorie din ariile corticale întinse și pe baza lor să elaboreze și modele de gândire. Zonă importantă în elaborarea gândurilor.

O zonă specială în cortexul frontal denumită aria Broca include totalitatea circuitelor neuronale răspunzătoare **de formarea cuvintelor**. Această arie se localizează parțial în cortexul pre-frontal și parțial în aria pre-motoare. De aici se inițiază exprimarea de fraze scurte etc. având legături scurte cu aria Wernicke (a limbajului).

Aria limbică de asociație aflată la polul anterior al lobului temporal, pe fața medie a emisferei cerebrale. Ea este responsabilă de comportament, emoție, motivație. Acest sistem limbic mobilizează celelalte arii corticale determinând să intre în acțiune să furnizeze informații și motivația procesului de învățare.

### **Rolul creierului în comunicare**- prezintă 2 aspecte:- senzorial și motor.

**Aspectul senzorial** – distrugerea unor porțiuni din ariile corticale, vizuale și auditive de asociație determinând incapacitatea de-a înțelege cuvintele rostite sau scrise. Aceste fenomene sunt de afazie auditivă de recepție sau surditate verbală, respectiv orbire în privința cuvintelor scrise denumite și DISLEXIE. Când leziune este destinsă individul suferă de demență completă – afazie globală.

**Aspectul motor** – vorbirea implică 2 etape principale:

- a. formularea mentală a gândurilor de exprimat și alegerea cuvintelor care vor fi auzite.
- b. Controlul vocalizării – lezarea ariei Broca produce afazie motorie.

La 95% din oameni este situată în emisfera stângă. Astfel putem presupune că modelele de motor specializat al laringelui, buzelor, gurii, sistemului respirator implicați în articularea cuvintelor sunt inițiate în această arie a lui Broca.

**3. TIPURILE DE ACTIVITATE NERVOASĂ:** - se referă la particularitățile comportamentale întâlnite la indivizi ținută în condiții naturale sau experimentale identice.

Există 4 tipuri de A.N.S. din combinația proceselor nervoase superioare:

1. tipul slab.
2. tipul puternic echilibrat (flegmatic).
3. tipul mobil (sangvin).
4. tipul ne-echilibrat (coleric).

În A.N.S. a omului intervin și alți parametri generați de mediul social:

1. tipul artistic la care predomină primul sistem de semnalizare. Aceștia fac ușor asocieri imaginative emoționale.
2. tipul gânditor (intelectual) la care predomină al doilea sistem de semnalizare (vorbirea) cu aptitudini pentru teoretizare și abstractizare.
3. tipul mediu la care cele 2 sisteme sunt dezvoltate în mod egal.

**4. CONȘTIENȚA:** - constă în integrarea, prelucrarea și interpretarea informației primite, stabilirea semnificației lor biologice și elaborarea de răspunsuri motorii sau psiho-emoționale adecvate situației. Conștiința este o stare de veghe, dar fiziologic este un proces psihologic care reprezintă rezultatul proceselor complexe de integrare a tuturor informațiilor.

### **5. FIZIOLOGIA STĂRII DE VEGHE ȘI SOMNUL:**

- **Starea de veghe** - are ca substrat morfologia structurii neuronale prezente în creier. La menținerea ei participă formațiunea reticulată activatoare ascendentă, hipotalamusul, talamusul și scoarța cerebrală.

Scoarța cerebrală la om, prin posibilitatea de a stoca și a percepe conștient mesajele primare primite din mediul extern și intern are rol esențial în starea de veghe. Materializarea stării de veghe se percepe prin electro-encefalogramă (E.E.G.) predominant modele alfa și beta.

**- Somnul – opus stării de veghe este caracterizat prin abolirea conștientei, suprimarea parțială a sensibilității și motilității cu diminuarea funcției vegetative. Mecanismul este complex și are 2 componente:**

- a. Pasivă – oboseala care se instalează progresiv scade excitabilitatea, inclusiv a neuronilor, și astfel se interpun aferențele spre scoarță.
- b. Activă – reprezentată de structurile hipuagene ca formațiunea reticulată, punto-bulbară, talamus, hipo-talamus anterior care inhibă sistemul reticulat activator ascendent.

Somnul nu este o perioadă pasivă a ciclului zi – noapte ci o stare activă de refacere, de restabilire a organismului în general și a S.N. în special.

**6. FIZIOLOGIA MEMORIEI:** - memoria reprezintă procesul de fixare, conservare, recunoaștere și efocare a informației acumulate anterior. Ea presupune acumulare de date, stocarea sau en-gramarea (imprimare) afocarea sau destocarea datelor.

Deosebim la om mai multe tipuri de memorie:

1. Senzorială – în care informațiile sosite pe cale senzitivo-senzoriale sunt reținute pentru perioade scurte de zecimi de secundă, timp necesar sortării, aprecierii și prelucrării.
2. Primară – în care numai datele codificate verbal sunt stocate în memoria primară. Este de ordinul secundelor. În ea rămânând numai informația verbală.
3. Secundară – care are capacitatea de stocare foarte mare și de durată, informații verbale și ne-verbale. Unitatea intervine prin ne-repetare.
4. Terțiară – se referă la en-gramările propriului nume, scrisul și actele zilnice care nu se uită nici când celelalte forme ale memoriei sunt alterate.

Accesul la informația stocată este rapidă iar uitarea este inexistentă. Fzele fiziologice ale memoriei, deși insuficient cunoscute, beneficiază de ipoteze care încearcă să explice memoria de scurtă durată (senzorială și primară) și cea de lungă durată (secundară și terțiară). Studiile fiziologice au arătat că repetarea aceleiași informații de mai multe ori accelerează și potențează procesul de consolidare a memoriei.

La baza memoriei primare stă posibilitatea reciclării informației astfel că aria corticală stimulată continuă să emită potențiale de acțiune ritmice și după întreruperea excitantului dar după numai o perioadă asurtă de timp. Aceste modificări facilitează en-gramarea, stocarea informației în nucleo-proteinele din neuroni. De-asemena în procesul de învățare crește cantitatea de A.R.N. în neuronii solicitați. La baza memoriei de lungă durată stă o gamă variată de substanțe biologice, glico-proteine, fosfo-proteine neuronale precum și hormonii modulatori ai proceselor neuro-chimice de memorare cum sunt catecol aminele și A.C.T.H.-ul și vasopresina și ocitocina.

**7. ACTIVITATEA BIO-ELECTRICĂ A SCOARȚEI CEREBRALE:** - activitatea scoarței cerebrale este caracterizată prin potențiale electrice care pot fi culese direct de pe scoarță când vorbim de electro-cortico-gramă (E.C.G.) sau prin electrozi plasați pe craniu (E.E.G.). Pentru înregistrarea curenților corticali de acțiune se folosesc amplificatori pentru că potențialele sunt foarte mici, de ordinul micro-volților. Pe E.E.G. se descriu diferite tipuri de unde în funcție de frecvență și amplitudine, între frecvență și amplitudine există o reacție strânsă, cu cât este mai mare amplitudinea cu atât este mai mică frecvența.

### **FIZIOLOGIA CONTRACȚIEI MUSCULARE**

Centrii superiori (cortexul, diencefalul, trunchiul cerebral și cerebelul) determină și modulează nu numai activitatea moto-neuronului alfa ci și pe a celui gama care înseamnă că influențează permanent bucla gama. Centru superior are deci rol activ atât în mișcarea voluntară cât și în ajustarea tonică,

posturală a mișcării. Unitatea motorie este un complex neuro-miscular format din neuroni, axonul său și totalitatea fibrelor musculare la care ajung terminațiile acestui axon.

Neuronul motor poate fi cel din cornul anterior medular (U.M.P.) unitate motorie periferică sau cel al nervilor cranieni motori.

Raportul dintre neuroni și numărul de fibre musculare pe care le inervează poartă numele de coeficient de inervație al unității motoare. Acest coeficient este foarte variabil de la un mușchi la altul. Sunt mușchi cu raporturi mari de la 1 la 4. După cum există alții cu raporturi foarte mici de 1 la 100. Cu cât raportul este mai mare, adică un axon inervează mai puține fibre musculare acel mușchi are o activitate mai diferențiată mai fină. Într-o unitate motoare intră totdeauna același tip de fibre musculare (albe sau roșii). Toate fibrele musculare ale unității motoare se contractă în același timp. Punerea în acțiune a unității motoare se derulează pe baza unei suite de procese complexe la nivelul celor 3 componente (corp neural, axoni și fibră musculară) având ca rezultată contracția musculară.

### ACTIVAREA UNEI UNITĂȚI MOTORII.

**1. La nivelul corpului neuronal** – în stare de repaos neuronul motor periferic se prezintă cu o polaritate negativă intracelulară și pozitivă extracelulară. Această polarizare se datorește faptului că repartizarea ionilor intra-celulari (potasiu și acidul carbonic) și extracelular (clorul și natriu) este ne egală datorită permeabilității selective a membranei celulare neuronale. Această inegalitate ionică determină o diferență de potențial la nivelul membranei cu valoarea de circa – 90 de milivolți. Neuronul prin cele aproape 10 000 de sinapse primește informații de la o multitudine de alți neuroni răspândiți în măduvă și encefal.

Primește această informație ca pe un stimul biochimic (acetil colina) ce depolarizează membrana celulară. Ioni de Na penetrează în celulă determinând un brusc potențial de acțiune de 120 mili-volți (deci se ajunge la o diferență de potențial de +30 mili-volți cu durata de 1 mili-secunde). Panta descrescândă a acestui potențial este determinată de ieșirea potasiului

**2. Activitatea unității motoare la nivelul axonului:** - de la nivelul celulei N.M.P. potențialele de acțiune (proces pur bio-chimice) se transmit în rafale de-a lungul axonului realizând influxul nervos motor. Ca și la corpul neuronal, membrana axonală are în repaos o polarizare pozitivă la exterior și negativă la interior. Sosirea curentului de acțiune de la celulă depolarizează membrana axonală (Na traversează rapid membrana spre interior traversându-se încărcarea electrică). Axonul are acum la exterior o încărcare negativă care se va propaga ca o undă de negativitate spre sinapsa neuro-musculară. **Această undă reprezintă influxul nervos.** Deplasarea influxului este diferită în funcție de tipul axonului **cu sau fără teacă de mielină.**

EX: fibra fără mielină, unda de negativitate se deplasează din aproape în aproape cu o viteză de 0,5 până la 2m/s. Iar la cele cu mielină unda de negativitate va sări dintr-o strangulație Ranvier în alta. Cu viteza de deplasare mare în raport cu grosimea fibrei mielinizată. Această viteză în m/s este cam de 6 ori diametru fibrei (în microni).

**3. Activitatea unității motoare la nivelul sinapsei neuro-musculare** – Influxul nervos (unda de negativitate) ajunge la butonul terminal al axonului. Partea progresivă unde se produce depolarizarea membranei butonului cu penetrarea Na. și Ca. în interior. Influxul de Ca determină eliberarea de acetilcolină în vezicule care va trece în spațiul sinaptic unde va excita membrana post-sinaptică. Depolarizarea butonului axonal durează câteva mili-secunde după care acesta se repolarizează, Na și Cl traversând în sens invers membrana. Acum butonul poate primi un nou influx nervos. Acetilcolina eliberată se fixează pe celulele receptoare specifice ale membranei post-sinaptice, permeabilitatea acesteia pentru ionii de Na și K se modifică, apare depolarizarea cu inversarea încărcăturii electrice de la 90 mili-volți la +30 mili-

volți și instalarea unui potențial de excitație post-sinaptică denumit **potențial de placă motorie**. Dacă acest potențial depășește o anumită valoare (20mv) el se va propaga spre fibra musculară devenind potențialul de acțiune al fibrei musculare care sete din nou un fenomen bio-electric. Acetilcolina eliberată din vezicule se atașează la membrana post-sinaptică și de celulele receptoare, care sub influența unei enzime numite acetilcolinesteraza, care hidrolizează acetilcolina în colină și acid acetic produse care sunt absorbite în butonul terminal unde vor reface acetilcolina prin acțiunea enzimei colincetiltransferaza.

**4. Activitatea unității motoare la nivelul fibrei musculare:** -potențialul de acțiune se răspândește ca o undă de negativitate pe rar-colină. Apoi intră în interiorul fibrei de-a lungul canaliculelor transversale ale sistemului în „T” până la triade cu o viteză de 5m/s. Potențialul de acțiune va elibera ionii de Ca din reticulul sarcoplasmatic din sacii triadelor. Din bioelectric devine din nou biochimic. Ce deliberat reprezintă semnalul declanșării unei suite de fenomene chimice energetice care au ca finalitate transformarea în energie mecanică (contractia musculară).

Ionii de Ca determină simultan 3 efecte:

- Activează miozin-adenozin-trifosfotaza (M.A.T.P.aza) care desface A.T.P. (adenozin trifosfatul).  $A.T.P. = A.D.P. + P^-$  (legătură macroergică). Legătura macroergică se leagă de miozina  $\sim P^-$  și declanșează astfel contractia.
- $Ca^{++}$  - activează procesul de reformare a A.T.P. din fosforil creatină (C.P.) conținut de fibră musculară.  $C.P. + A.D.P. = A.T.P. + C$  (fosforil creatinkinazei). Deoarece rezervele de C.P. nu sunt prea mari tot sub influența Ca. A.T.P. este sintetizat prin metabolizarea glicogenului muscular. **În fibrele albe** fazice, rapide, metabolismul glicogenului are loc **pe cale anaerobă**, mecanism rapid cu cheltuielă mare și rapidă de substrat energetic dar cu formarea unor cantități mici de A.T.P. Procesul ajunge la lactați, care acțând pH-ul face să se instaleze rapid oboseala musculară. **În fibrele roșii** tonice, lente, metabolismul glicogen **este aerob** ajungând la  $CO_2$  și  $H_2O$  (ciclul Krebs) cu producerea unei cantități mari de A.T.P. (38 molecule A.T.P.). procesul este lent dar poate dura fără să producă oboseala musculară. Așadar unda de negativitate eliberând  $Co$ . Acesta se răspândește asupra mio-filamentelor determinând acțiunea de mai sus.
- $Ca^{++}$  - stimulează acțiunea glicogen-sintezei care reformează glicogenul muscular. Tot Ca. acționează troponina care la rândul ei activează tropomiozina care va polimeriza actina transformând-o din forma globulară (A.G.) în formă fibrilară (A.F.). în această polimerizare un rol important în joacă și ionii de Mg. Miozina se leagă numai de A.F. și formează complexul acto-miozină (A.M.). legarea nu se face pe toată lungimea fibrei, ci din loc în loc acolo unde se găsesc grămezile de troponină. Aceste punți transversale de legătură care reprezintă mero-miozina grea nu sunt fixe ci flexibile (balama). Când miozina se cuplează cu actina fibriloasă, puntea se îndepărtează de axul filamentului de miozină, ceea ce face ca filamentul de actină să fie tracționat de către centru sarcomerului în direcția liniei M. Unda de negativitate trecând apare un interval de liniște, timp în care Ca se eliberează din punți, reintrând în cisternele reticulului sarcoplasmatic. Punțile se desfac și se apropie de axul filamentului de miozină, filamentul de actină rămâne însă deplasat.

Un impuls nervos este format după cum am spus din mai multe impulsuri electrice care vin repetitiv. Fiecare din aceste impulsuri reface tot mecanismul de mai sus, deplasând de fiecare dată, filamentul de actină cu încă 50 – 100 Anstron spre linia M. Această cuplare și decuplare acto-miozinică stă la baza teoriei mecanismului glisant (Huxley și Hanson) care explică contractia, intensitatea acestei contractii fiind corelată cu distanța alunecării filamentelor de actină care va scurta mușchiul, dependentă și ea de frecvența impulsurilor electrice sosite la sinapsă, acestea fiind la rândul lor dependente de intensitatea comenzii motorii. **Așadar contractia musculară are la bază alunecarea filamentului de actină printre cele de miozină cu apropiere de linia centrală M a sarcomerului.**

Intensitatea contractiei este dată de suprapunerea mai mare sau mai mică pe lungime între cele 2 tipuri de filamente. Tensiunea este maximă când maxima este și suprafața de contact între filamentele de actină și cele de miozină. Contractia musculară persistă atâta timp cât persistă influxul nervos sau cât timp există

resurse energetice să susțină lucrul mecanic al mio-filamentelor. Odată influxul nervos oprit apare decontractia, relaxarea musculară, toate membranele se polarizează ionic, Ca. în cadrul pompei de Ca. părăsește miofilamentele, funcția A.T.P.-azică a miozinei este oprită, atina fibrilară se transformă în actină globulară iar filamentul de actină alunecă printre cele de miozină în poziția inițială refăcând discul clar al sarcomerului. Odată cu decontractia se opresc și procesele enzimatice de formare a A.T.P.

### **PROTEINELE MUSCULARE CU ROL ÎN CONTRACȚIE.**

**MIOZINA** – reprezintă 34% enzimă proteolitică numită tripsină, oscindează în mero-miozină ușoară (M.M.L.) și mero-miozină grea (M.M.H.)

M.M.H. este formată din 2 lanțuri și M.M.L. este formată din 4 lanțuri. Sunt spiralate, având un cap și o coadă.

**ACTINA** – reprezintă 14%, este un polimer de proteine globulare (A.G.) în vitro actina se poate așeza cap la cap formând filamente de lungimi nedefinite organizate în 2 straturi helicoidale care se repetă din 7 în 7 monomeri formând actina fibrilară (A.F.).

**TROPOMIOZINA** – reprezintă 6 – 10% din proteinele mușchiului. Leagă actina de troponină.

**TROPONINA** are afinitate pentru actină. Ea este o proteină globulară care are afinitate pentru ionii de Ca și rol în inițierea contracției. Pentru a se realiza contracția trebuie ca acest complex troponină - tropo-miozină să fie inhibat. Când troponina se combină cu Ca trage șnurul de tropo-miozină din spațiul dintre 2 șnururi de actină. Astfel sunt descoperite zonele active ale actinei și se poate iniția contracția. Prin combinația actinei cu miozina rezultă acto-miozină care stă la baza procesului de contracție.

### **FIZIOLOGIA MUSCULARĂ.**

**Aparatul muscular** reprezintă cam o treime din întreaga greutate a corpului omenesc. Mușchii este o mașină minunată, capabilă de-a transforma energia chimică în energie mecanică prin intermediul contracției musculare. Această contracție musculară care este forța motrică a mișcării nu este de fapt decât explozia motorului muscular. Ea este ultima verigă a unui lanț de funcții (inimă, S.N., termoreglare, aparat energetic, oxigenare) care intră în acțiune cu timpul efortului. Performanța este legată de eficacitatea fiecăruia în parte din aceste funcții legate pentru a produce și a perpetua exercițiul muscular. Este rezultatul unui antrenament fizic bine condus.

Toate aceste funcții ale organismului uman își coordonează acțiunile astfel că centrala “musculară” să poată transforma energia chimică în cele mai bune condiții din producții de asimilare a alimentelor în energie mecanică. Reacțiile de producere a energiei musculare pot fi sintetizate astfel – alimente + oxigen = energie mecanică + căldură + deșeuri.

Putem compara contracția musculară cu motoarele cu explozie cu toate funcțiile indispensabile care îi sunt anexate. Aparatul locomotor uman poate fi asemănat cu motorul cu benzină. **Nutrimentele** reprezintă combustibilul sub formă de glucide, lipide și proteine rezultate din prelucrarea digestivă a alimentelor.

**Oxigenul** indispensabil vieții. Dacă unele eforturi explozive se pot efectua fără oxigen (anaerobe), toate exercițiile fizice care depășesc câteva zeci de secunde necesită obligatoriu un aparat de oxigen la nivelul celulelor musculare. (proces aerob). Oxigenul din aer este introdus prin plămâni, fixat pe globulele roșii ale sângelui și distribuite în tot organismul în zonele de utilizare. Inima și vasele de sânge sunt cele care adoptă debitul sanguin existențelor efortului.

**Energia mecanică** – contracția musculară este forța motrică a mișcării. Forța și duranța (rezistența) sunt 2 calități indispensabile pentru eforturi intense și susținute. Ele se dezvoltă prin antrenament, prin tehnici diferite în funcție de performanța așteptată. În toate cazurile antrenamentele dezvoltă volumul, vascularizația și conținutul în substanțe energetice ale mușchiului. Acestea sunt mărturiile adoptării musculaturii la efort.

**Căldura** – ca toate motoarele cu explozie, mașina musculară are un randament prost. Numai 25% din energia eliberată se transformă în energie mecanică. 75% apare sub formă de căldură pe care trebuie

să o eliminăm înainte de a apare hipertermia și senzația de oboseală mare. Această căldură este dusă spre piele de către sânge, evaporarea sudorii permițând eliberarea caloriilor în exces. Pierderea hidrică mare prin sudoare se va reface prin băuturi în cursul efortului.

**Deșeuri** – substanțe de dezasimilare, sunt produșii terminale ai reacțiilor energetice. Acesta poate fi acidul lactic în special în eforturile anaerobe. Dacă nu este eliminat la timp acidul lactic se acumulează și dă crampe musculare. CO<sub>2</sub> – rezultă din eforturi aerobe deci din reacțiile în prezența oxigenului. CO<sub>2</sub> produs în celula musculară este captat de globulele roșii ale sângelui care devin mai închise la culoare (sânge venos) și este eliminat în aer prin plămâni.

### **Procesele energetice în mușchi.**

În mușchi energia se produce pe două căi:

Anaerobă – fără oxigen, când aprovizionarea cu oxigen nu satisface cererea mare, ca de exemplu în efortul violent exploziv din sprint.

Aerobă – când aportul de oxigen satisface cererea, cum se întâmplă în eforturile de rezistență de intensitate medie. În ambele cazuri, obiectul final este același de a produce substanța chimică care este suportul de energie al întregului organism A.T.P. Această sinteză se face din glucidele, lipidele și proteinele din alimentație. Cum rezerva musculară în A.T.P. este practic nulă, fabricarea sa pe cale aerobă sau anaerobă trebuie să fie continuă.

**Procesele anaerobe** – în absența oxigenului sunt 2 surse de producere de energie musculară.

a. una rezultă din degradarea fosfogenului cu producere de creatină (C.P.).

b. a doua rezultă din degradarea glicogenului muscular cu producere de acid lactic.

Fosfogenul (C.P) este o substanță numită “starter” cu capacitate de a elibera o mare cantitate de energie A.T.P. are putere maximă. C.P. furnizează aproape în totalitate energia necesară unui atlet care alergă suta de metri în 10 secunde, celelalte procese nu au timp să intervină eficace.

Glicogenul – degradat în absența oxigenului produce energie (A.T.P.) și produsul de degradare acidul lactic. Pentru producerea acestui proces este nevoie de 15 secunde.

**Glicogenul este forma de stocare a glucidelor în mușchi și ficat.**

Acumularea acidului lactic în mușchi este responsabil de oboseală prin diminuarea A.T.P.-ului disponibil și de alterarea contractilității fibrelor musculare. Acest proces de degradare al glicogenului în absența oxigenului asigură pe moment eliberarea unei energii de alertă când pe parcursul unui efort are loc o cheltuială energetică crescută, pasageră și sistemele cardio, pulmonar și vascular nu au nici timp nici posibilitatea de-a face față unui consum crescut de oxigen.

**Procesele anaerobe** - sunt cele mai importante sisteme de producere a A.T.P.-ului în prezența oxigenului toate substanțele nutritive sunt folosite până la degradarea lor completă.

CO<sub>2</sub> – este evacuat prin curentul sanguin venos până la plămâni de unde va fi eliminat în aerul înconjurător. Locul pe care îl lasă vacant, pe globula roșie care l-a transportat până la plămâni este reluat de oxigen care va fi dus spre țesuturi prin sângele arterial. Este rolul necetat al plămânilor de a face să intre oxigen în inspirație și de a elimina CO<sub>2</sub> în expirație.

Punerea în funcțiune a acestei căi aerobe este întârziată de inerția sistemului de schimb gazos. El este declanșat la începutul exercițiului dar nu devine eficace decât după câteva minute. Odată declanșat sistemul aerob, capacitatea energetică aerobă este considerabilă.

Durata sa și nivelul său de eficacitate sunt legate de 3 factori:

1. intensitatea efortului produs în raport cu efortul maxim posibil (V.O<sub>2</sub> max.).
2. rezervele și utilizarea alimentelor (G.L.P.).
3. posibilitatea de eliminare a căldurii (termoreglarea).

**Recrutarea și randamentul proceselor energetice.**

**Calea energetică anaerobă**, pusă în mișcare ne întârziat furnizează energia de începere de start a efortului și reprezintă pe de altă parte o rezervă energetică imediat mobilizabilă în cazul unui efort brusc violent pe un fond de exercițiu permanent.

**Calea energetică aerobă**, alimentează mușchiul pentru eforturile de lungă durată cu condiția să fie respectate cele 3 condiții amintite mai sus. Sistemul aerob este cel mai important furnizor de energie. Arderea unei unități de glucoză nu produce decât 3 molecule de A.T.P. fără oxigen și încarcă mușchiul cu acid lactic. În timp ce calea aerobă furnizează 38mol. A.T.P. prin arderea sa completează într-un mediu cu oxigen. Pe de altă parte lipidele care NU joacă nici un rol în absența oxigenului, reprezintă o sursă foarte importantă de energie aerobă.

**Protidele** – nu intervin decât slab în producerea energiei musculare.

Structura mușchilor – se compun dintr-o multitudine de fibre musculare adunate în fascicule acoperite de un țesut de acoperire a cărei extremități constituie tendoanele.

Între fascicule și suprafața de acoperire circulă vase și nervii care vor străpunge fascia și vor hrăni și inerva celulele musculare. Dacă examinăm fibrele, ele sunt formate din entități și mai fine fascicule și fibrile. O fibrilă tăiată longitudinal prezintă benzi clare și întunecate. Astfel am ajuns în intimitatea celulelor musculare. În timpul contracției aceste 2 zone se întrepătrund mai mult sau mai puțin scurtând astfel mușchiul. Această alunecare a zonelor clare, pe cele întunecate poate fi comparată cu cel al ansamblului “cilindru piston”. În fibra musculară se găsesc organele (comune și specifice) care sunt suportul energiei chimice potențial conținute în mușchi.

**Mitocondriile** – sunt saci mici care conțin enzimele esențiale pentru utilizarea oxigenului în reacțiile energetice aerobe.

**Pigmentul (mioglobina)** – transportă oxigenul adus de sânge în mușchi, acest pigment colorează mușchiul în roșu identic cu hemoglobina care este transportată de oxigenul sanguin.

Se găsesc de asemenea granule biseminate de **glicogen** care constituie rezervele de glucide ale mușchiului.

### **Mușchii lenți și rapizi.**

#### **Biopsiile musculare efectuate pe sportivi au permis izolarea a 2 tipuri de fibre musculare:**

1. fibre roșii sau lente în contracții lente cu contracții lente adaptate eforturilor de intensitate medie și de durată.
2. fibre albe cu contracție rapidă echipate mai bine pentru a asigura eforturi rapide, violente de scurtă durată.

Desigur în aceste 2 categorii de fibre vom găsi un material energetic diferit.

Fibrele roșii cu contracție lentă sunt bogate în mioglobină, acest pigment care captează oxigenul pe care îl duce spre țesuturile musculare active sau bogat vascularizate pentru a permite un aflux de sânge și de substanțe nutritive în timpul efortului. Analiza lor chimică pune în evidență un întreg arsenal de enzime indispensabile proceselor energetice aerobe. Sunt fibre ce asigură un efort de intensitate sub-maximală de lungă durată.

Fibrele albe cu contracție rapidă, echipate pentru un metabolism anaerob cu echipament enzimatic oxidativ și circulator puțin dezvoltat, sunt fibre pentru eforturi scurte, violente de intensitate maximă. În fiecare mușchi se găsesc aceste 2 categorii de fibre diferite în procentaje diferite după nivelul de antrenament.

Utilizarea “combustibilului”, a energiei musculare variază de la moment la moment.

Utilizarea energiei în timp comportă 3 faze:

1. la începutul efortului consumul de glicogen este mare și legat esențial de arderea în aeroboiză pentru că sistemul care aduce oxigenul are nevoie de timp pentru a se pune în mișcare.
2. în timpul celei de-a doua faze aprovizionarea cu oxigen este egală cu efortul consumat, glicogenul este echilibrat. În timpul acestei perioade acizii grași sunt folosiți pentru producere energiei dar gradul și nivelul lor de participare depinde de intensitatea efortului.

3. a treia fază începe când rezerva de glicogen muscular diminuează sub un anumit prag. În funcție de nivelul exercițiilor, acizii grași continuă să contribuie la producerea energiei. Pentru a compensa acest deficit glucidic mușchiul începe să consume glucoza sanguină ceea ce va face să scadă nivelul de zahăr sub valorile normale.

În acest moment ficatul contribuie pentru asigurarea efortului prin punerea la dispoziția organismului a rezervei sale de glicogen. Ficatul va începe să producă glicogen chiar din protide. În acest caz trebuie să diminuăm intensitatea efortului în așa fel încât acizii grași să furnizeze esențialul de energie.

### Utilizarea energiei în raport cu perioada unui efort

Perioada unui efort de anduranță se măsoară prin cantitatea de oxigen consumată în cantitatea de timp. Perioada efortului se măsoară în procentaje de consum maximal de oxigen. Cu cât un exercițiu este mai intens cu atât consumul de oxigen va fi mai ridicat. Când intensitatea efortului depășește 90% VO<sub>2</sub> max., glicogenul este singurul combustibil ce poate fi utilizat. Lipidele au rol important în exercițiile de intensitate moderată, de lungă durată = 50% VO<sub>2</sub> max.

În concluzie este evident că o importantă rezervă de glicogen muscular va permite o cadență de lungă durată a efortului. Această rezervă condiționează aptitudinile pentru efortul de anduranță. Pentru toate organismele pluricelulare oxigenul este indispensabil vieții. Celula umană este astfel creată încât trebuie aprovizionată constant cu oxigen.

## METABOLISMUL INTERMEDIAR ȘI ENERGETIC.

**METABOLISMUL** – este schimbul permanent de substanțe dintre organism și mediu.

Din punct de vedere didactic metabolismul prezintă 2 componente:

- intermediar – care reprezintă totalitatea transformărilor pe care le suferă alimentele introduse în organism (glucide, proteine, apă, minerale).
- energetic – constă în generarea și utilizarea energiei necesare, desfășurării activității diferitelor organe și sisteme. Reacțiile metabolice au loc în **celule, unde deosebim:**

= **reacții anabolice sau de sinteze** care re-înnoiesc permanent structurile celulare sau sintetizează substanțe active (enzime, hormoni) asigurând creșterea, înmulțirea celulelor. Aceste sunt reacții care **necesită energie.**

= **reacțiile catabolice care generează energie** prin procesele de oxido-reducere, de ardere a alimentelor în prezența oxigenului. Energia în organism se eliberează treptat în etape succesive, o parte se transformă în căldură, o alta se înmagazinează sub forma compușilor fosfat –macro-energetici de tip A.T.P..

**-I- METABOLISMUL INTERMEDIAR AL GLUCIDELOR** – glucidele se absorb din intestin sub formă de mono-zaharide, principalul produs fiind glucoza, care ajunge prin circulația portală la ficat, care transformă o parte din glucoză în glicogen (de depozit) proces denumit glicogenogeneză. Depozitarea glicogenului se face în ficat și în mușchi. Glicogenul mai poate fi sintetizat și din surse ne-glucidice (proteinele) procesul poartă numele de gluconeogeneză. În acest proces ficatul are rol principal. Catabolismul glucidelor se realizează în procese de glicogenoliză adică depolimerizarea glicogenului prin desprinderea treptată a moleculelor de glucoză. Glucoza se află în sânge în concentrație de 70 – 100mg% = glicemia. Dacă este mai mare 130 – 140 este posibil diabetul. Degradarea glucidelor se face în 2 faze:

1. anaerobă.
2. Aerobă.

**1. Anaerobă** = este glicoliza anaerobă în care glucoza este fosforilată până la acidul piruvic din care apoi trece în acid lactic. Degradarea anaerobă a glucidelor până la acidul lactic dă posibilitatea organismului de-a efectua o muncă în condiții de anoxie relativă cum se întâmplă în eforturile scurte. Acidul lactic format în mușchi în eforturi foarte scurte urmează 3 căi:

- dacă mușchiul nu primește O<sub>2</sub> acidul lactic se acumulează și provoacă acidoză care inactivează enzimele tulburând contracția musculară.

- în prezența O<sub>2</sub> – 75% din acidul lactic format este oxidat în celula musculară refăcându-se acidul piruvic.

- 10% din acidul lactic trece în sânge și ia parte la sinteza glicogenului.

În fază anaerobă glicoliza are loc în citoplasmă și se formează o moleculă de A.T.P. (energie) adică 56 de Kcal/mol de glucoză.

**2. Aerobă** = pornește de la 2 molecule de acid piruvic ce se transformă în acetil coenzima A și se continuă degradarea în ciclul Krebs în cadrul decarboxilării și dehidrogenării, se eliberează CO<sub>2</sub> care va fi eliminat prin respirație. Atomii de H sunt activați în lanțul respirator și vor reacționa cu O<sub>2</sub> formându-se H<sub>2</sub>O. la faza aerobă degradarea este completă în CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O și energie. Depozitată în 38mol A.T.P. care reprezintă 688 de Kcal/mol de glucoză.

**METABOLISMUL INTERMEDIAR AL PROTEINELOR** – Proteinele se transformă în aminoacizi, se absorb la nivel digestiv și ajung prin vena portă la ficat apoi în circulația sistemică de unde sunt extrași și folosiți de toate țesuturile în scop plastic. În ficat și alte țesuturi, aminoacizii pot urma 2 căi metabolice: - sinteze de proteine,  
- degradarea catabolică.

Aceste 2 procese au loc permanent iar viteza de re-înnoire a atacului proteic circulant la adult necesită 2 săptămâni.

**1. Procesul de sinteză** – constă în formarea aminoacizilor. O parte din aminoacizi pot fi sintetizați în organism. Aceștia sunt aminoacizi ne-esențiali, dar un număr de 10 aminoacizi NU POT FI sintetizați, singura sursă fiind cea alimentară.

Aceștia sunt aminoacizii esențiali:

- Triptofanul, Histidina, Treonina, Lizina, Metionina, Arginina, Valina, Fenilalanina, Leucina, Izolencina.

Formarea aminoacizilor în viitoarele proteine este prescrisă sub forma codului genetic de către moleculele A.R.N. sediul sintezei fiind în reticulul citoplasmatic și în ribozomi.

**2. Degradarea proteinelor** - se realizează într-o primă fază prin hidroliză cu formarea de aminoacizi ce urmează căi diferite de decarboxilare sau transaminare, procese în care se formează aminoacizi, care fiind toxic este transformat de ficat în uree. Etapa finală de degradare a aminoacizilor este tot CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O și energie și se face în ciclul Krebs.

**METABOLISMUL INTERMEDIAR AL LIPIDELOR** – Sinteza lipidelor se face de la acetil Co.A în prezența A.T.P.-ului, care reprezintă legătura esențială între metabolismul lipidelor și glucidelor. Lipogeneza este condiționată de aportul glucidic. Într-un regim alimentar hiper-glucidic, țesutul adipos este bine reprezentând acizii grași formați și unesc cu glicerolul rezultând grăsimile neutre care în țesutul adipos au rol de termo-reglare. Catabolismul lipidic se face prin beta-oxidare din care rezultă o mare cantitate de energie 148mol A.T.P. Oxidarea în continuare în calea ciclului Krebs nu este folosită pentru sinteza glicogenului.

**METABOLISMUL APEI** – După O<sub>2</sub> apa reprezintă a doua substanță indispensabilă menținerii vieții. Necesarul de apă – 2,5l/zi depinzând de temperatura și efortul depus putând ajunge la 4litri în 24ore.

- apa extracelulară (plasma, lichidul interstițiar).
- apa intracelulară

Cele 2 medii este separată de membrana celulară. Originea apei este exogenă (adusă prin alimentații), endogenă (rezultă din reacțiile de oxidare). La realizarea homeostazei apa deține o mare pondere, ea fiind într-un echilibru permanent prin mișcarea apei, formarea apei în organism, eliminarea prin rinichi și plămâni.

**Echilibrul hidric** se realizează prin ingerarea a 1500 ml apă, 100ml cu alimente, 300ml apă prin arderea H din substanțele organice. Se elimină 1500ml prin urină, 600 – 800ml prin tegument, 400 pe cale respiratorie, 100ml prin fecale. Echilibrul hidric este dependent de concentrația ionilor de Na și Cl. Când presiunea osmotică a sângelui crește, apa este reținută în organism și eliminată. Când osmopolaritatea

scade, modificarea presiunii osmatice a sângelui determină apariția senzației de sete și deci ingerare de apă. Efortul fizic tinde să tulbure permanent echilibrul hidric și în special prin transpirație când se pierd cantități importante de săruri minerale dar se elimină și serie de produși toxici formați în timpul efortului fizic. Cu pierderea apei scade greutatea corporală în funcție de intensitatea efortului și temperaturii.

**METABOLISMUL MINERAL** – nevoia de substanțe minerale este în medie de 25gr din care sarea reprezintă 10gr. **Na.-** se găsește în cantitatea cea mai mare în sânge, în lichid interstițiar, iar restul de 5 – 10% în celule și 25% în os. Importanța Na în corp rezidă realizarea presiunii osmatice a sângelui în procesele de excitabilitate celulară, în conductibilitatea nervoasă, în permeabilitatea membranei, în realizarea sistemului tampon cu rol în menținerea pH mediului intern. **Potasiu** – se află în cantitate mare în interiorul celulei iar Na în spațiul intercelular și contribuie la menținerea potențialului de repaos celular deci a excitabilității neuro-musculare. **Ca.** – produs în oase, se află în mușchi, sânge – este adus cu alimentele, iar absorbția lui intestinală se face în prezența vitaminei D. **Fosforul** – predomină în compoziția chimică a oaselor, se absoarbe din alimente. Are rol în formarea scheletului, în structura membranelor, în A.D.P. și O.P cu rol puternic energetic.

Reglarea metabolismului mineral se realizează pe cale nervoasă prin centrii hipotalamici, tiroidieni, suprarenali și para-tiroidieni.

**-II- METABOLISMUL ENERGETIC** - reprezintă totalitatea schimburilor energetice dintre materia vie și mediul extern. El are la bază transformări enzimatică, chimice, ale alimentației din cadrul metabolismului intermediar, glucidic, protidic, lipidic în care se eliberează treptat energie cuprinse în principiile alimentare. Energia este stocată în moleculă de A.T.P. în proporție de 45% și 55% se transformă în căldură.

**Cheltuielile energetice ale organismului – fixe** – care reprezintă metabolismul bazal (M.B.)

- **variable** – care depind de o serie de factori.

**Metabolismul bazal (fixe)** – este consumul energetic minim necesar întreținerii funcțiilor vitale. În repaos consumul energetic al organismului este mai mic și este rezultatul reacțiilor chimice care au loc în organism. Vitale – inimă, rinichi etc. determinarea metabolismului se face printr-o metodă indirectă a schimburilor gazoase folosind aparate cu circuit închis în care se inspiră și expiră. Aparatul are un clopot de sticlă care conține O<sub>2</sub> și pe măsură ce subiectul inspiră nivelul O<sub>2</sub> este înregistrat grafi sub forma unei curbe a cărei înălțime exprimată în mm. corespunzător cu cantitatea de calorii consumată de organism. Valoarea obținută se raportează la suprafața corporală sau se înmulțește cu 24ore. Valorile medii ale metabolismului bazal sunt legate de vârstă, sex, greutate, înălțime, efort, climă, somn, febră etc.

**Variable** – depind de o serie de factori. Cele mai mari creșteri ale consumului de O<sub>2</sub> se produc în eforturile intense când energia calorică degajată poate depăși pentru scurt timp de 30 – 50ori valorile bazale ale cheltuielilor energetice.

**Cheltuielile energiei variable** – depind de:

**activitatea musculară** – mușchii reprezintă 30% din greutatea corporală și sunt mari consumatori de energie atât în repaos cât și în efort.

**Cheltuielile energetice** variază proporțional cu activitatea musculară depusă. Astfel este de 2000 – 3000Kcal pentru muncitorii din uzină dar cel mai mare consum energetic îl au sportivii în antrenament între 5000 și 6000 Kcal. **Consumul energetic** începe încă înainte de începere efortului și în continuare proporțional cu efortul depus. Oricât s-ar mări ventilația pulmonară nu se poate asigura o absorbție de O<sub>2</sub> mai mare de 6 – 7l/min. Dacă efortul este atât de mare încât organismul necesită 30 – 40l/min. nu se poate asigura această valoare și organismul este nevoit să lucreze în datorie de O<sub>2</sub> se achită în perioada de restabilire a organismului după efort.

**Temperatura mediului înconjurător** – când temperatura scade pierderile de căldură cresc dar intervin mecanismele reflexe prin vaso-constricție deci scade depozitul de căldură, iar instalarea frisonului intensifică arderile celulare cu 50%. Expunerea la cald intensifică circulația respiratorie, secreția sudorală

și termoliza. Între cele 2 extreme de temperatură există o valoare a temperaturii mediului ambiant de circa 21 grade pentru omul îmbrăcat și 28 grade pentru cel dezbrăcat. Temperatura de confort termic.

Acțiunea alimentelor – ingerarea de alimente activează schimburile energetice cu 10 – 15 față de metabolismul bazal. Acest efect a fost denumit acțiunea dinamică specifică (A.D.S.). A.D.S. este mai mare de +30% față de glucide care au +6% iar lipidele +4%.

Alți factori – care cresc metabolismul cu 3 – 4% - emoțiile, pot produce prin suprasolicitare modificări cronice ale metabolismului prin afectarea S.N.C. și endocrin. Pentru că emoțiile cresc secreția de adrenalină care are un efect stimulator energetic. În funcție de cheltuielile energetice pe ramură de sport se calculează necesarul caloric zilnic. Există tabele care conțin tipul de efort cu valorile medii ale rației alimentare. Cunoscând costul energetic al activității efectuate avem posibilitatea planificării repausului în așa fel încât să se obțină un echilibru energetic adecvat și să se mențină greutatea corporală constantă.