

**UNIVERSITATEA DE STAT DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE „NICOLAE
TESTEMIȚANU”**

CATEDRA IGIENĂ

Victor Meșina

**METODELE DE CERCETARE ȘI EVALUARE A STĂRII FUNCȚIONALE A
ORGANISMULUI UMAN ÎN TIMPUL LUCRULUI CU EFORT FIZIC
Elaborare metodică pentru lucrările practice la disciplina Igiena muncii
destinată studenților facultății Sănătate Publică**

CHIȘINĂU, 2013

CZU:

Aprobat de Consiliul Metodic Central al USMF „Nicolae Testemițanu” din
07.02.2013, proces - verbal nr. 3

Autor: Victor Meșina, dr. med., conferențiar universitar

Scopul lucrării:

Familiarizarea cu metodele fiziologice utilizate pentru aprecierea modificărilor funcționale la efectuarea muncii cu efort fizic și însușirea lor.

Obiectivele lucrării:

1. Metodele de organizare a investigațiilor fiziologice și psihofiziologice în condiții de laborator și de producere;
2. Metodele de cronometrare a procesului de muncă și întocmire a profesiogramelor;
3. Metodele de analiză a stării funcționale a organismului în procesul muncii cu efort fizic;
4. Principiile de elaborare a măsurilor de prevenire a oboselii, de sporire a capacității de muncă, de combatere a morbidității profesionale și generale și de fortificare a sănătății muncitorilor;
5. Principiile de examinare a regimului de muncă și odihnă, de elaborare a elementelor (regimurilor) noi, de determinare a eficacității lor, etc.

Subiecte pentru verificarea cunoștințelor:

1. Fiziologia muncii – obiectul, conținutul, sarcinile, metodele de investigație solicitate.
2. Formele moderne de muncă, principiile de organizare, particularitățile fiziologice și psihologice. Efortul de contracție musculară.
3. Efortul muscular. Clasificarea. Particularitățile fiziologo-igienice a efortului dinamic și static.
4. Biochimia și energetica contracțiilor musculare.
5. Influența muncii asupra funcției sistemului circulator.
6. Modificările cantitative și calitative a sângelui la influența muncii.
7. Probele funcționale solicitate de fiziologia muncii pentru estimarea sistemului cardiovascular. Tehnica efectuării investigațiilor respective.
8. Influența muncii asupra sistemului respirator.

9. Dinamica consumului de oxigen pentru munca statică și dinamică.
10. Coeficientul de respirație. Modificările parvenite în procesul de muncă.
11. Probele funcționale solicitate de fiziologia muncii pentru estimarea sistemului respirator. Tehnica efectuării investigațiilor respective.
12. Influența muncii asupra sistemului neuro-muscular.
13. Estimarea intensității muncii după cheltuielile de energie și oxigen.

Înzestrarea lucrării:

1. Dinamometru.
2. Cronoreflexometru.
3. Spirometru.
4. Tremorometru: electric și static.
5. Tonometru.
6. Fonendoscop.
7. Oxihemometru și oxihemograf.
8. Secundomer.
9. Psihrometru.
10. Barometru.
11. Alcool etilic, vată.

Dexterități practice:

1. A se cronometra un proces de muncă, cu precizarea timpului necesar pentru executarea operațiilor de bază și a celor auxiliare, pentru odihnă.
2. A se caracteriza procesul tehnologic, operațiile tipice, micropauzele. În caz de necesitate a se analiza și productivitatea muncii generală, precum și pe intervale de timp: 30, 60 minute.
3. A se determina indicii fiziologici ai sistemelor cardiovascular, respirator, neuromuscular: frecvența pulsului, tensiunea arterială, tensiunea pulsativă, minut-volumul cardiac. A se evalua forța musculară, rezistența mușchilor la efort, tremorul fiziologic.

4. Evaluarea rezultatelor obținute cu elaborarea măsurilor de combatere a oboselii și menținerea capacității înalte de muncă.

Bibliografie:

1. Gr. Friptuleac, V. Meșină, M. Moraru. Igiena muncii, Chișinău 2009.
2. V. Vangheli, Dm. Rusnac. Igiena muncii, Chișinău 2000.
3. Gr. Friptuleac, V. Meșină. Sănătatea și factorii ocupaționali, Chișinău 2006.
4. Алексеев С. В. Усенко В.Р. Гигиена труда. М., 1988, с. 276
5. Шевченко А.М. Руководство к практическим занятиям по гигиене труда. К. 1986, с. 207-215. Приложение 38-42.
6. В. К. Навроцкий. Гигиена труда, 1974, стр. 232.
7. I. Toma Medicina muncii, 2003.

MATERIAL INFORMATIV

Determinarea și aprecierea efortului fizic profesional

Activitatea profesională impune adaptării biologice o solicitare suplimentară, definite prin noțiunea de “efort profesional”.

Efortul profesional reprezintă totalitatea modificărilor adaptive ale organismului în timpul muncii (solicitările motorii, senzoriale și neuropsihice).

Efortul profesional se clasifică în: **fizic, senzorial, neuropsihic**, având diferite ponderi în munca exercitată. După tipul de efort care prevalează, munca se clasifică în muncă cu efort fizic, muncă cu efort senzorial și muncă cu efort neuropsihic.

Efortul profesional fizic se definește ca totalitatea solicitărilor motorii necesare menținerii poziției și a mișcărilor în timpul muncii.

Dintre numeroasele adaptări vegetative proprii efortului fizic, cele mai importante se referă la funcțiile sistemelor respirator, circulator și de termoreglare. Pentru profesiunile cu efort fizic predominant, în care procesul de muncă antrenează mari grupe musculare, criteriile fiziologice de apreciere se referă la:

- mărimea muncii mecanice exterioare, a lucrului mecanic efectuat, exprimat în kgm;
- consumul de oxigen, intensitatea efortului și cheltuiala de energie, exprimată în kcal;
- modificările unor indicatori fiziologici în timpul sau imediat după efort, în special ai sistemelor și aparatelor mai intens solicitate (cardiovascular, respirator), comparate cu valorile de referință ale acestor parametri în repaus sau în condiții bazale.

Motivarea determinării:

- o bună selecție și orientare profesională în cadrul examenului medical la încadrare, în câmpul muncii, corelând cerințele energetice ale unui post de muncă cu posibilitățile anatomo-fiziologice ale respectivului muncitor;
- supravegherea corectă a adaptării muncitorilor angajați, folosind în funcție de solicitările fizice existente, testele cardiorespiratorii cele mai adecvate;
- efectuarea corectă a examenului medical periodic, cu diagnosticul suprasolicitării și a oboselii profesionale, punerea în evidență a rolului efortului fizic pentru o anumită maladie sau a nivelului de morbiditate;
- organizarea ergonomică a muncii, stabilirea regimului de muncă rațional, raționalizarea alimentației.

Metode de determinare:

1. Evaluarea consumului de energie cu ajutorul tabelelor.
2. Metoda de determinare globală a cheltuielilor de energie prin observația poziției și gesturilor profesionale.
3. Metoda de determinare prin măsurarea unor parametri fiziologici.
4. Metoda calorimetriei indirecte (Holdane-Douglas).

Determinarea și aprecierea intensității muncii, pentru diferite profesii cu efort fizic predominant, prezintă importanță practică deoarece:

- permite clasificarea activităților profesionale conform legislației în vigoare în categoriile de muncă, de asemenea fac posibilă aprecierea “condițiilor deosebite de muncă”, prin susținerea unui efort intens în ambianțe fizico-chimice solicitante.
- orientează activitatea medicului de întreprindere, în special în cadrul examenului medical de angajare și al controlului medical periodic, corelând aptitudinile fizice și neuropsihice ale muncitorului cu caracteristicile și cerințele postului de muncă.
- constituie o bază obiectivă pentru organizarea ergonomică a muncii, pentru raționalizarea fluxului tehnologic și amenajarea locului de muncă.
- recomandă elemente energetice în vederea stabilirii unei rații alimentare diferențiate, cantitativ și calitativ, în dependență de efortul fizic exercitat și cerințele energetice corespunzătoare.

Efortul muscular, se caracterizează prin solicitarea predominantă a aparatului osteo-muscular, se întâlnește în următoarele sectoare de activitate: forestier, construcție, metalurgie, agricultură.

Efortul profesional fizic are la bază activitatea sistemului locomotor la care participă două componente: - mușchiul striat ca element activ; - sistemul osos (element pasiv).

Activitatea musculară are la bază transformarea energiei chimice în mecanică, exprimată prin contracțiile musculare, care se datorează – (1) informațiilor primite din mediul intern și extern; (2) informațiile stocate în creier sub formă de memorie.

Consecutivitatea activității musculare constă în:

- transmiterea potențialului de acțiune la placa motorie;
- eliberarea acetilcolinei la nivelul sinapselor neuromusculare cu modificarea stării efective a plăcii motorii;

- declanșarea unui potențial de acțiune care se transmite de-a lungul fibrei musculare, rezultând construcția musculară cu dezvoltarea și exercitarea unei forțe.

Contrația musculară - proprietatea mușchiului de a se contracta este definită ca contractibilitate. Contrația musculară poate fi statică și dinamică.

Contrația musculară statică (contrația izometrică) se caracterizează prin creșterea tonusului muscular (contrație tonică), cu menținerea constantă a lungimii fibrei musculare, fără deplasarea vreunui segment corporal. Prin acest tip de contrație se asigură menținerea unor poziții în timpul activității profesionale sau susținerea unor sarcini exterioare, forța musculară având rolul de a contracta forța exterioară (sarcina).

Creșterea tonusului muscular duce la comprimarea vaselor sangvine locale cu diminuarea până la întreruperea irigației mușchiului respectiv, cu apariția oboselei și întreruperea activității; din această cauză durata contrației musculare este limitată în timp.

Contrația musculară dinamică (izotonică) conduce la modificarea în lungime a mușchiului (se alungește sau se scurtează), tonusul rămânând constant. În acest caz se realizează un lucru mecanic prin deplasarea unor segmente corporale ce corespund mișcărilor în timpul muncii (deplasării unei sarcini).

Contrația musculară este comandată de celulele nervoase motorii situate la nivelul scoarței cerebrale, în circumvoluțiunea frontală ascendentă.

Cercetările fiziologice în procesul muncii pot fi efectuate în diverse cazuri: la studierea acțiunii diferiților factori ai mediului ocupațional și a procesului muncii asupra organismului muncitorilor, la studierea regimurilor de muncă și odihnă, atestarea locurilor de muncă, la cercetarea cazurilor de boli profesionale și a morbidității cu incapacitate temporară de muncă, la implementarea în practică a utilajului și a tehnologiilor noi, etc.

La studierea acțiunii diverșilor factori se folosesc metode adecvate de investigare cu antrenarea unui eșantion, ce ar asigura prelucrarea statistică a datelor, veridicitatea lor și se organizează investigații similare în condiții cu excluderea acțiunii factorului la aceleași persoane sau la persoanele din grupul de control.

Astfel, la analiza regimului de muncă, modificarea capacității de muncă se studiază în dinamică la anumite intervale de timp, mai bine fiecare oră, sau pe perioadele tipice – până la începutul turei de muncă, peste 1,5 – 2 ore, până și după pauza de masă, la sfârșitul turei de muncă. Este binevenită și analiza perioadei de restabilire a capacității de muncă.

Cel mai rațional principiu de realizare a cercetărilor fiziologice ar fi observarea continuă prin metode telemetrice, fără sustragerea salariaților de la procesul de muncă.

Din timp se întocmește un plan detaliat al cercetărilor, cu indicarea metodelor de investigație, care trebuie să fie simple și să nu sustragă pentru mult timp salariații de la procesul de muncă. Se face de asemenea instruirea salariaților, familiarizarea lor cu scopul cercetărilor, cu aparatele utilizate etc.

Determinarea consumului de energie

În procesul muncii energia chimică a alimentelor este transformată în căldură (energie mecanică, electrică).

Determinarea cheltuielilor de energie în timpul lucrului se practică larg în cercetarea aspectelor fiziologice a procesului de muncă și anume cu următoarele scopuri:

- de a clasifica activitățile profesionale în funcție de intensitatea efortului fizic și deci, a cheltuielilor de energie;
- de a determina și a argumenta crearea unui regim optim de muncă și odihnă;
- de a aprecia eficiența măsurilor de însănătoșire a procesului de muncă corespunzător, de exemplu, a instalațiilor de ventilație, încălzire;

- de a elabora rații alimentare diferențiate pentru profesii cu diferite asimilări calorice;
- de a aprecia efectele organismului sub acțiunea diferitor excitanți (condiționați și necondiționați).

Cheltuielile de energie pot fi determinate prin metoda de calorimetrie directă și indirectă.

Metoda de calorimetrie directă constă în măsurarea cantității de căldură degajată de organism în stare de repaus ori în diferite genuri de activitate. Măsurările se fac în camere speciale.

Metoda este complicată și poate fi aplicată în scopuri experimentale și la întocmirea tabelelor de calcul.

În prezent, în practică, este folosită pe larg calorimetria respiratorie indirectă bazată pe relația direct proporțională dintre cheltuielile de energie și cantitatea de oxigen consumată.

Determinarea cheltuielilor de energie se efectuează ca o parte componentă a cercetărilor complexe, privitor la modificările principalelor sisteme și funcții ale organismului angajate în susținerea efortului (respirator, cardiocirculator și de termoreglare).

E nevoie de accentuat, că nu toate tipurile de activități profesionale pot fi apreciate după cheltuielile de energie. De exemplu, în modul acesta nu se poate de evaluat starea de oboseală după o suprasolicitare neuropsihică.

Măsurarea cantității de căldură degajate se face prin:

- metoda calorimetriei directe;
- metoda calorimetriei indirecte;

Metoda calorimetriei directe se bazează pe determinarea cantității de căldură degajate de omul introdus într-o cameră special amenajată, metodă aplicată mai mult în scopuri experimentale.

Metoda calorimetriei indirecte se bazează pe măsurarea fie a factorilor nutritivi calorigeni (metoda calorimetriei alimentare), fie prin determinarea consumului de oxigen și a expirației bioxidului de carbon de către organism (metoda calorimetriei respiratorii). Calorimetria indirectă respiratorie este metoda cea mai solicitată în practica de apreciere a intensității efortului și cheltuielii de energie a muncitorilor industriali. Determinarea intensității efortului fizic și cheltuielilor de energie după metoda calorimetrică respiratorie cuprinde mai multe etape:

- recoltarea, măsurarea și analiza aerului expirat într-un timp dat și compararea compoziției aerului expirat cu cea a aerului inspirat (compoziție acestuia este din $\text{CO}_2 = 0,03\%$, $\text{O}_2 = 20,95\%$, $\text{N}=79,02\%$), pentru a afla oxigenul reținut de organism și bioxidul de carbon eliminat.
- stabilirea principiilor alimentare oxidate de organism prin determinarea coeficientului respirator (CR), adică a raportului volumetric dintre bioxidul de carbon eliminat și oxigenul consumat. Variațiile metabolice ale CR depind de factorii nutritivi oxidați, pentru glucide având o valoare de 1,000, pentru proteine 0,801 și pentru lipide 0,707.
- determinarea “coeficientului caloric a unui litru de O_2 ”, adică a caloriilor degajate în funcție de principiile alimentare arse într-un volum dat de oxigen:
 - ◆ la $\text{CR} = 1$
1 litru $\text{O}_2 = 5,047$ cal.
 - ◆ la $\text{CR} = 0,801$
1 litru $\text{O}_2 = 4,801$ cal.
 - ◆ la $\text{CR} = 0,707$
1 litru $\text{O}_2 = 4,686$ cal.

Un interes teoretic și practic prezintă metoda de măsurare a saturației în oxigen a sângelui arterial – oximetria. Oximetria se efectuează cu ajutorul metodei spectrofotometrice, pe baza particularităților spectrale ale hemoglobinei. Ea este o

metodă de studiu al funcționării respiratorii globale, permițând a se măsura în mod direct existența și gradul insuficienței respiratorii.

Determinarea saturației în oxigen a sângelui arterial se poate face în vitro sau în vivo. În practica igienei muncii se folosește oximetria în vivo. Saturația normală a sângelui arterial este de 96-98%. În timpul lucrului acest parametru suferă modificări esențiale ce depind în mare măsură de caracteristicile funcționale a sistemului respirator care la rândul lor se află într-o corelație strânsă cu gradul de antrenare a organismului și cu solicitarea fizică. În legătură cu acest fapt trebuie de atenționat că efectul de la acțiunea efortului fizic asupra saturației în oxigen a sângelui în diferite cazuri e deosebit. La unele persoane acest raport poartă un caracter indirect, la altele nu sunt înregistrate careva modificări, iar la a 3-a grupă creșterea intensității efortului fizic e însoțită și de o saturare mai intensă a sângelui.

Pentru a răspunde la întrebarea de ce la unii, în timpul lucrului fizic, starea de hipoxie se manifestă mai ușor, la alții mai greu, iar în unele cazuri nici nu se înregistrează, e nevoie de a corela oxihemograma cu reacțiile fiziologice a principalelor sisteme și organe, angajate în menținerea efortului (sistemul cardiovascular, sistemul respirator).

În timpul unui efort dinamic pronunțat, de obicei, se observă o scădere progresivă a gradului de saturație în oxigen a sângelui. Efortul static, însoțit în majoritatea cazurilor de tulburări de respirație, se caracterizează printr-o reducere pronunțată a saturației sângelui. Se micșorează acest parametru și în cazurile, când modul de muncă se caracterizează printr-un nivel scăzut a concentrației de oxigen.

Oximetria se efectuează în felul următor:

Celui experimentat i se îmbracă pe pavilionul urechii emițătorul oximetrului. Indicatorul se fixează la circa 96 % de saturație normală a sângelui arterial. Se urmărește caracterul devierii acului indicatorului în starea de repaus, de respirație liberă. Totodată se determină frecvența pulsului și a respirației. După aceasta celui examinat i se propune să efectueze un lucru dinamic (așezări, ridicarea greutăților)

paralel determinându-se indicii susnumiți. După cercetarea procesului de saturare a sângelui cu oxigen în perioada de restabilire se efectuează un lucru static (menținerea unei greutate marcate) și de asemenea se fixează valorile indicilor susnumiți. Cu ajutorul oxihemometrului se determină de asemenea și tipul de circulație plămân – capilarele pavilionului urechii, în timpul apneei voluntare.

Apneea provoacă o scădere a saturației în O_2 a sângelui arterial, scădere diferită, după cum apneea este inspiratorie sau expiratorie; rapiditatea scăderii este cu atât mai mare, cu cât rezerva de aer a plămânului este mai mică și cu cât utilizarea oxigenului de către organism este mai mare. Apneea expiratorie produce la aceeași utilizare de oxigen o coborâre mai bruscă și mai accentuată decât apneea inspiratorie. Timpul de circulație plămân - capilarele pavilionului urechii, reprezintă perioada de timp de la începutul primei inspirații după apnee până la începerea creșterii saturației (4 secunde în aerul atmosferic).

Determinarea stării funcționale a aparatului circulator

Probele funcționale cardiovasculare permit de a da răspuns la un șir întreg de întrebări – integritatea și valoarea funcțională a aparatului circulator, aprecierea stării fizice generale, gradului de antrenament, a gradului de oboseală, a stării sistemului nervos vegetativ, a influenței anumitor nocivități profesionale asupra aparatului cardiovascular etc.

Printre indicii principali, care informează despre starea sistemului cardiovascular se înscriu următorii: frecvența cardiacă, tensiunea arterială (diastolică, sistolică), presiunea pulsului, volumul sistolic, minut – volumul cardiac.

Frecvența cardiacă (FC) – depinde de mulți factori: efortul fizic depus, cheltuielile de energie, starea sistemului nervos vegetativ (poate fi influențat de factorii ambientali). Acest indice poate fi folosit pentru aprecierea intensității efortului. În anumite condiții (când munca efectuată nu diferă după caracter, intensitate și se efectuează în condiții identice), FC se raportează direct la consumul de oxigen. Deaceea, după dinamica acestui indice, se poate de apreciat cu un grad de

exactitate mai mare sau mai mic efortul profesional și starea de oboseală. O viziune mai amplă despre procesele sus numite poate fi obținută apreciind dinamica FC pe durata timpului de muncă și în complex cu dinamica altor indici fiziologici.

Tensiunea arterială(TA) este un indice premordial în aprecierea modului de adaptare a sistemului circulator la cerințele organismului în timpul lucrului. Valoarea TA depinde de volumul sistolic, tonusul vascular, starea emoțională de care-i însoțită activitatea profesională etc.

TA maximală (sistolică) exprimă cheltuielile energetice ale cordului și se află într-un raport direct cu volumul sistolic. Creșterea valorii TA maxime în timpul lucrului denotă despre activizarea funcției cordului.

TA minimală (diastolică) exprimă gradul de rezistență vasculară și starea generală a sistemului vascular.

Presiunea diferențială (pulsului) este un indice, ce caracterizează volumul afluxului de sânge în stare de expulzare maximă a sângelui în timpul (sistolei) și totodată denotă despre gradul de irigație a organelor și sistemelor, solicitate în procesul de muncă.

La aprecierea procesului de muncă cu activitate neuropsihică preponderentă indicele TA este mai sensibil (mai informativ) și deci, mai solicitat pentru determinare decât frecvența cardiacă.

Pentru aprecierea efortului fizic e necesar de a ține cont de dinamica tuturor indicatorilor hemodinamici (frecvența cardiacă, tensiunea sistolică, diastolică, diferențiată), care însă pot fi înlocuiți printr-o caracteristică sumară – indicele de eficiență a vascularizației IEV.

$$IEV = \frac{FC \cdot PD}{100}$$

Pentru o caracteristică mai amplă a sistemului circulator se mai aplică suplimentar și așa numitul indicele Quaas, ce se determină după formula

$$IQ = \frac{FC \cdot 10}{PD}$$

IQ – indexul Quaas;

FC- frecvența cardiacă;

PD – presiunea diferențiată.

Modificarea acestui parametru, în analogie cu parametru IEV, se află în dependență de intensitatea irigației cu sânge a principalelor organe și sisteme ale organismului angajate în susținerea efortului.

De asemenea, prezintă interes pentru aprecierea influenței muncii cu efort fizic preponderent determinarea indicilor fiziologici integrali. Se folosesc formulele:

$$\mathbf{V.S. = 101 + (0,5Tas) - (1,09Tad) - (0,61V),}$$

unde V.S. – volumul sistolic, ml; Tas – tensiunea arterială sistolică, Tad – tensiunea arterială diastolică, V – vârsta, ani.

$$\mathbf{M.V.C. = V.S. \cdot F.C.,}$$

unde M.V.C. – minut volumul cardiac, ml; V.S. – volumul sistolic, ml; F.C. – frecvența cardiacă.

$$\mathbf{T.D.M. = Tad + T.Ps \cdot 0,42}$$

unde T.D.M. – tensiunea dinamică medie, mm ai col. de Hg (ori kPa); Tad – tensiunea diastolică; T.Ps. – tensiunea pulsului, mm Hg (kPa).

$$\mathbf{R.P.V.S. = T.D.M. \cdot 1333 \cdot 60 / M.V.C.,}$$

unde R.P.V.S. – rezistența vasculară .

$$\mathbf{I.V.K. = (1 - Tad / F.C.) / 100}$$

I.V.K. – indicele vegetativ Kerdo

În procesul evaluării stării funcționale a organismului în condițiile unei munci intense, îndelungate prezintă interes practic stabilirea reflexelor statice (reflexele ortostatic, clinostatic, oculo-cardiac etc.) și reacțiile vasomotorii la excitanții mecanici.

În cercetările recente se utilizează dispozitive portative de bioradiotelemetrie, cu înregistrarea continuă a 4-5 parametri fiziologici: biocurenții cerebrale (EEG), frecvența cardiacă (ECG), pneumograma, temperatura cutanată și uneori electrodermograma. Instalația constă dintr-o stație de captare – emisie a parametrilor biologici, agregat portabil și nejenat, persoana putând lucra cu acest dispozitiv o perioadă îndelungată de timp, la o anumită distanță se află situată instalația de recepție – înregistrare, în afara postului și a zonei de muncă. Metoda bioradiotelemetrică permite înregistrarea simultană a EEG și a unor modificări de adaptare vegetativă pe durata orelor de muncă, nu numai până la începutul, dar și în timpul și la sfârșitul zilei de lucru, în activități foarte variate, cu componente intelectuale, musculare, emoționale etc. O largă aplicare în practică și-a găsit teleelectrocardiograful TEK – 1.

Determinarea stării funcționale a sistemului respirator

Evaluarea modificărilor funcționale a sistemului respirator în decursul procesului de muncă permite de a aprecia caracterul muncii, potențialul de adaptare a organismului, gradul de antrenare a organismului în general și a sistemului respirator în particular la condițiile mediului de muncă.

Există o mulțime de indici, ce caracterizează starea funcțională a sistemului respirator, dar nu toți pot fi determinați în condițiile procesului de muncă.

În dependență de nivelul morfofuncțional la care sunt determinați, indicii de caracteristică a sistemului respirator se clasifică în felul următor:

- parametrii, ce caracterizează ventilația (circulația aerului prin căile respiratorii până la alveole) – frecvența respirației, capacitatea vitală a pulmonilor (CVP), volumul expirator maxim pe secundă (VEMS), ventilația maximă (V_{max}). Tot aici se dă o caracteristică a procesului de respirație din punct de vedere al mecanicii efectuării actului respirator (profundimea, uniformitatea, etc);

- parametrii ce exprimă schimbul gazos în plămâni, compoziția aerului alveolar, permeabilitatea alveolară, circulația pulmonară, relația dintre ventilație și perfuzie;
- indicii de concentrație a oxigenului și a bioxidului de carbon din sânge.

$V_{\max}$ este volumul maxim de aer care poate fi ventilat într-un minut. Se exprimă în litri/minut, el reprezintă o explorare dinamică a capacității ventilatoare pulmonare, apreciind mobilitatea diafragmei, a mușchilor intercostali și a mușchilor respiratori accesorii, permeabilitatea căilor traheobronșice, elasticitatea țesutului pulmonar și a toracelui, precum și coordonarea neuromusculară $V_{\max}$ poate să se modifice atât din contul accelerării, cât și într-un raport direct cu volumul de lucru îndeplinit și de consumul de oxigen. În condiții normale din fiecare litru de aer inspirat se asimilează 40ml de O_2 .

Volumul - curent – denumit și aer curent, este volumul de aer inspirat – sau expirat în cursul fiecărui ciclu respirator (în repaus constituie în mediu 500 ml). Volumul de aer inspirat sau expirat într-un anumit interval de timp se raportează la numărul corespunzător de inspirații sau expirații.

Capacitatea vitală (CV) este volumul maxim de aer care poate fi eliminat din plămân în cursul unei expirații complete și forțate efectuate după o inspirație maximă.

Volumele componente ale capacității vitale sunt reprezentate de:

- VIR (volumul inspirator de rezervă) - este volumul de aer ce mai poate pătrunde în plămân în cursul unei inspirații complete, plecând de la sfârșitul unei inspirații de repaus (1500-2000ml),
- volumul expirator de rezervă (VER), denumit și aer de rezervă - este volumul de aer ce mai poate fi expulzat din plămân la sfârșitul unei expirații de repaus, dacă subiectul execută o expirație completă (1500ml).

Evaluarea schimbului de intensitate a efortului fizic, gradului de coordonare a mișcărilor, sistemului nervos central în decursul zilei de lucru concomitent cu

determinarea indicilor fiziologici a principalelor sisteme (respirator și circulator) ale organismului angajate în susținerea efortului, permit de a face concluzii atât despre acțiunea factorilor mediului de muncă asupra organismului muncitorilor, cât și despre organizarea corectă a regimului de odihnă și alimentație.

Determinarea stării funcționale a sistemului muscular

Starea funcțională a sistemului muscular este determinată de așa parametri ca: forța musculară absolută și rezistența musculară. Determinarea în dinamică a acestor 2 parametri în intervale de o oră în decursul zilei de lucru permit observarea timpurie a scăderii capacității de muncă.

Forța musculară absolută și rezistența musculară se determină cu ajutorul dinamometrului. Cel mai răspândit este dinamometru de mână (Kolen) care are mai multe modifi cații. Forța de strângere se măsoară în kgm. Au aplicare de asemenea și dinamomentrele Șeidin, Rozenblat. Principiul constructiv al acestor dinamometre constă în transmiterea efortului fizic prin mediu lichid (mercur, apă, ulei).

În procesul de lucru fizic se schimbă rezistența mușchilor la încordarea statică. Acest indice este mai sensibil decât forța musculară absolută, care poate să nu se schimbe semnificativ chiar și atunci când obiectiv se observă scăderea capacității de muncă. Unii autori (Șeidin, Kurbatov, Rozenblat) sunt de părerea că capacitatea de a menține starea statică depinde la maxim de starea funcțională a SNC.

Ca indice de apreciere a rezistenței musculare M.I. Vinogradov (1958) a propus așa numitul “Coeficient de cădere a încordării statice”. Pentru determinarea acestui indice examenul este supus testării timp de o minută. Totodată se înregistrează dinamica scăderii intensității efortului fizic în acest interval de timp.

Valoarea acestei scăderi se rapoartă la media absolută a valorii indicelui în cauză, adică a intensității efortului fizic. Formula de calcul e următoarea:

$$D = \frac{K}{(a + b) : 2}$$

K- valoarea scăderii intensității efortului fizic

a și b – valoarea inițială și finală a intensității efortului fizic.

De fapt, odată cu micșorarea (căderea) rezistenței musculare, coeficientul D crește. Proba în cauză e destul de comodă pentru folosirea largă în practică, deoarece e simplă în realizare și e de o scurtă durată, nu necesită o încadrare îndelungată, ce permite de a organiza aceste măsurări la locul de muncă fără ai sustrage (considerabil) pe cei examinați de la procesul de muncă. Această probă prevede scăderea intensității efortului fizic nu în valoarea ei absolută, ci în dependență de forța absolută depusă, ceea ce permite de a folosi coeficientul D ca indice de comparație.

În unele cazuri, se mai determină și forța lombară – forța care o efectuează mușchii extensori sacro-spinali. Măsurarea indicelui susnumit se efectuează cu ajutorul unui dinamometru special pentru determinarea forței lombare.

Criteriile de apreciere a rezultatelor

Există o dependență reciprocă între survenirea stării obiective de oboseală și caracterul transformărilor (modificărilor) forței musculare. Rezultatele cercetării pot fi exprimate în cifre absolute (media a trei determinări) sau procentul ce ar exprima dinamica indicelui dat în decursul zilei de lucru.

În conformitate cu materialele elaborate de institutul de cercetări științifice în domeniul muncii pe lângă departamentul de stat a consiliului din fosta URSS a fost definită o clasificare a muncii cu efort fizic în dinamica zilei de lucru în funcție de micșorarea a forței și rezistenței musculare.

<i>Categoria de greutate a muncii</i>	<i>Gradul de oboseală</i>	<i>Scăderea forței și rezistenței musculare către sfârșitul zilei de lucru, fața de nivelul în faza inițială de repaus</i>
I	Nesemnificativ	1- 9%
II	Mediu	10-17%
III	Evidențiat	18-39%

IV	Pronunțat	în prima ½ a zilei de lucru sau >40%
----	-----------	--------------------------------------

La oboseală se tulbură coordonarea mișcărilor, scade precizia mișcărilor, se amplifică tremorul fiziologic a mâinilor. Unii autori explică aceasta prin faptul că la oboseală suferă într-o măsură mai mare centru motor al SNC care asigură coordonarea mișcărilor. Determinarea tremorului se efectuează cu ajutorul tremorometrului electric.

Rezultatele tremorometriei în timpul lucrului se apreciază în raport cu rezultatele corespunzătoare stării de repaus și pot fi exprimate în valori absolute sau procentuale.

Determinarea stării funcționale a sistemului nervos central

Sistemul nervos central și structura lui superioară – scoarța cerebrală sunt încadrați în modul cel mai activ în procesul de muncă, îndeplinind scopul principal la reglarea tuturor proceselor fiziologice ce se petrec în organismul muncitorului. În timpul lucrului și în perioada de restabilire au loc variate schimbări în starea funcțională a sistemului nervos central.

O însemnătate deosebită prezintă studierea SNC în procesul cercetării a profesiunilor cu efort preponderent neuropsihic, când e posibilă lipsa sau schimbarea nesemnificativă a parametrilor altor sisteme (cardiovascular, respirator, muscular).

Pentru determinarea devierilor, ce au loc în activitatea SNC sunt elaborate diferite metode, ce au la bază studierea funcțiilor analizatorilor (auditiv, vizual, motor etc.). În acest scop aplicare largă în practică o au metodele de determinare a reacțiilor reflex - condiționate, a mobilității funcționale a analizatorilor, metodele de cercetare a stabilității stereotipului dinamic, de determinare a cronaxiei motorie și senzitive, înregistrarea biocurenților cerebrali. Medicul de igiena muncii folosește rezultatele cercetării SNC în mai multe direcții:

- ◆ pentru a evidenția și estima starea de oboseală;

- ◆ pentru a cerceta capacitatea de muncă (efortul muscular) a mușchilor.
- ◆ pentru soluționarea problemelor legate de orientarea profesională, selecția profesională;

- ◆ în cazurile de anchetare a accidentelor de muncă;
- ◆ pentru elaborarea regimurilor optime de muncă și odihnă.

Conform criteriilor de apreciere a stării de oboseală, în funcție de gradul modificării perioadei de latență a reacțiilor video - și audio-motorii, poate fi stabilită categoria muncii.

Dacă durata perioadei de latență:

- se micșorează sau se schimbă în dinamica – lucrul e de categoria I (ușor);
- se mărește cu până la 100% din valoarea inițială – lucrul e de categoria II de greutate (mediu);
- se mărește cu 100-110% - lucrul cu efort fizic pronunțat de categoria III de greutate (grea);
- peste 110% - muncă fizică de categoria IV de greutate (foarte grea).

TESTE

1. Factorii fiziologici, care determină capacitatea de muncă sunt:

- A. starea de sănătate
- B. alimentația
- C. constituția morfo-funcțională
- D. exercițiul și antrenamentul
- E. sexul și vârsta.

2. Forța musculară se măsoară în:

- A. kilogramometri
- B. kilograme
- C. Niutoni
- D. Watt
- E. Kcal

3. Fotocronometrajul este o metodă de investigare:

- A. a sistemului circulator;

- B. a capacității de muncă;
- C. bacteriologică;
- D. epidemiologică;
- E. a sistemului genitourinar.

4. Starea funcțională a organismului în timpul lucrului nu poate fi evaluată prin metode:

- A. Biochimice;
- B. Psihologice;
- C. Fiziologice;
- D. Hidrologice;
- E. Clinice.

5. Fiziologia muncii este un compartiment al:

- A. mecanicii;
- B. fizicii;
- C. geografiei;
- D. medicinei ocupaționale;
- E. ecologiei.

6. Nu este criteriu de clasificare a muncii după gradul de solicitare fizică următorul indice:

- A. mărimea muncii mecanice exterioară;
- B. poziția de lucru
- C. masa maximă a sarcinii transportate;
- D. durata supravegherii vizuale a mecanismelor;
- E. mărimea efortului static pe durata turei de lucru.

7. Munca cu efort fizic se caracterizează prin:

- A. supravegherea procesului tehnologic;
- B. munca la conveier;
- C. cheltuieli considerabile de energie;
- D. îndeplinirea operațiilor simple de deservire a mașinilor;
- E. prelucrarea unui volum foarte mare de informație;

8. Indicii fiziologici ai sistemului respirator:

- A. frecvența cardiacă;
- B. capacitatea vitală pulmonară;
- C. indicele Kerdo;
- D. minut volumul respirator;
- E. tensiunea arterială pulsativă.

9. Coeficientul respirator reprezintă raportul:
- A. oxigenul (O_2) eliminat și bioxidul de carbon (CO_2) consumat;
 - B. O_2 molecular și CO_2 eliminat;
 - C. O_2 consumat și CO_2 eliminat;
 - D. CO_2 eliminat și O_2 consumat;
 - E. CO_2 consumat și O_2 eliminat.

10. Dinamometria – probă funcțională pentru determinarea:
- A. Perioadei de latență auditivă;
 - B. Perioadei de latență vizuală;
 - C. Tremorului fiziologic;
 - D. Forței musculare;
 - E. Volumului respirator.

11. Indicii fiziologici integrali ai sistemului circulator sunt:
- A. Frecvența cardiacă;
 - B. Minut volumul cardiac;
 - C. Volumul sistolic;
 - D. Tensiunea arterială diastolică;
 - E. Tensiunea dinamică medie.

12. Indicele vegetativ Kerdo este caracteristic pentru:
- A. Sistemul respirator;
 - B. Sistemul nervos central;
 - C. Sistemul muscular;
 - D. Sistemul circulator;
 - E. Sistemul nervos vegetativ.