

MODIFICĂRILE ACTIVITĂȚII BIOELECTRICE A ENCEFALULUI LA ELEVII ÎN CONDIȚII RELATIV CONFORTOGENE ȘI ÎN STRES EDUCAȚIONAL

*Aurelia CRIVOI, Iurie BACALOV, Elena CHIRIȚA, Ion GHERMAN,
Lidia COJOCARI, Constantin CROITORI, Doina CASCO, Maria PRODAN,
Vasile MATEI, Iulian PARA, Cristina BÎLICI, Liuba GJICICOVSCHI, Elena VRABIE*

Catedra Biologie Umană și Animală

The study of educational stress problems and individual resistance mechanisms on stress at the actual level of technical-scientific progress is quite topical. Educational stress is a problem of the whole humanity which received social appearance and became one of the problems of our society.

Introducere

Studierea problemelor privind stresul educațional și mecanismele rezistenței individuale la stres la etapa actuală a progresului tehnico-științific este destul de actuală. Stresul educațional este o problemă a întregii omeniri, care a căpătat o amploare socială și a devenit una dintre problemele societății noastre.

Starea de stres induce tulburarea proceselor adaptative la condițiile mediului înconjurător, trăiri, dezechilibru psihoemoțional. Factorii mediului înconjurător, psihosociali, influențează asupra stării funcționale a organismului uman. Indicele principal îl constituie devierile emoționale de pe urma supraîncordării nervoase îndelungate și excesive. Acestea pot să tulbure nu doar sfera psihică, dar și buna funcționare a organelor interne.

Au fost propuse și studiate diferite modele ale stresului emoțional, stresului în așteptare, caracteristic procesului instructiv-educativ, pentru a explica mecanismele neurofiziologice ce stau la baza structurilor neuroanatomice [11]. Cu toate că fiziologia creierului a acumulat un tezaur bogat de date științifice ce estimează specializarea funcțională a structurilor encefalului în stările emoționale, încă mai sunt lacune. S-a demonstrat că substratul neuroanatomic al emoțiilor nu poate fi determinat ca o zonă concretă emoțională, ci reprezintă un sistem funcțional interdependent în diferite structuri ale creierului. Sistemul limbic participă la reglarea și coordonarea funcțiilor somatoviscerale [3,4].

Datele experimentale obținute în rezultatul cercetării creierului la acțiunea factorilor nefavorabili și la diverse modulări ne permit să apreciem just starea funcțională și utilizarea lor rațională [5]. Modificarea stării funcționale a creierului poate fi cauzată de mai mulți factori, ca: oboseala, acțiunea diferiților factori ai mediului ambiant, alimentarea irațională. Aceste stări se manifestă în schimbarea activității bioelectrice a creierului. Răspunsul copilului la stres este diferit. Variabilitatea răspunsului este corelată cu experiența personală a copilului, benefică sau, dimpotrivă, malefică, precum și cu alți factori, cum ar fi: vârsta, sexul, temperamentul, starea generală a sănătății, suportul familial. Răspunsul va corela cu gradul de vulnerabilitate a copilului și cu nivelul de dezvoltare a mecanismelor de protecție [8,9].

Starea actuală a problemei

Stresul are efect nociv bine stabilit și asupra dezvoltării sistemului nervos central. Un rol important în stabilirea memoriei emoționale și a celei stres-induse au nucleii amigdalieni. Aici se află cele mai sensibile formațiuni implicate în procesele de stabilire a emoțiilor, în care stimulările repetate conduc la o alterare profundă a excitabilității neuronale. Traumatizarea continuă poate provoca răspândirea acestui proces și în sistemul limbic la efecte de durată asupra sistemului nervos al copilului mai mare și al adultului [1,2].

Expunerea copilului la factorii de stres puternici și de durată conduce la inițierea unui lanț de schimbări în sistemul nervos central și în sistemul endocrin. În cazul stresului acut, activizarea neurofiziologică este rapidă și reversibilă, iar în cazul celui de durată schimbările devin ireversibile. În sistemul de răspuns la stres are loc o sensibilizare stres-indusă, care mărește susceptibilitatea la acțiunea stresantă pe viitor. În creierul copilului care crește în condiții stresante persistente apare un sistem hiperactiv și hipersensibil de răspuns adaptiv, dar care poate conduce la tulburări profunde cognitive ale mecanismului memoriei [6,10].

Când un copil sau un adult trăiește emoții stresante, sistemul nervos operează mai puțin corect și echilibrat [5]. Dacă situația stresorică este gestionată, crește coerența fiziologică și apare o stare ideală pentru învățare și înțelegere alături de o creștere a clarității mental-emoționale. Cu toate că structura de bază a creierului și circuitele neuronale pentru gestionarea emoțiilor se dezvoltă înainte de naștere, experiențele copilului din primii ani de viață vor modera circuitele emoționale ale creierului.

În investigații mai frecvent se aplică metoda electroencefalografiei (EEG), care în diagnosticare se bazează pe cunoașterea naturii biopotențialelor creierului. EEG prezintă procesul sumativ al potențialului electric, generat de multe milioane de neuroni, a căror activitate e determinată de modificările provocate la nivel de sinapse. Există o legătură între oscilațiile mici ale EEG și activitatea neuronală, iar potențialul încetinit al cortexului scoate în evidență procesele aparente în plasa multiramurală a dendritelor.

Activitatea bioelectrică corticală a copiilor se caracterizează prin mai multe particularități deosebite ce țin de diferite etape ale creșterii și maturizării. Caracterul electroencefalogrammei depinde mult de sexul persoanei supuse studiului. În cadrul unei înregistrări EEG [10,11] s-au constatat câteva tipuri de ritmuri:

1. Ritmul α , numit și Bergher-vibrații cu ritmicitate sinusoidală stare de veghe. Ritmicitate de 8-13/s, cu amplitudine ce variază, în dependență de tipul individului cercetat, de la 20 la 100 mkV. De asemenea, se ia în considerație modularea de 100 mkV. Acest ritm este bine pronunțat în regiunile occipitale și se diminuează în regiunile frontale. Au o amplitudine înaltă în stare de confort și relaxare mai ales în încăperi întunecate și liniștite. În caz de mărire a activității encefalice, amplitudinea α -ritmului se micșorează vădit, uneori până la dispariția totală. Fiziologic, acest fenomen se explică prin desincronizarea activității neuronilor. În caz de excitație temporară, această desincronizare apare brusc și repede se restabilește. Dacă desincronizarea poartă un caracter emoțional, atunci restabilirea are loc un timp mai îndelungat. Viteza de restabilire a ritmului α după provocarea stimulului excitant depinde mult de starea internă a organismului, de criteriile de reacționare ale creierului.

2. Ritmul β . Ritmicitate 14-40/s, amplitudinea până la 15 mkV. Acest ritm se evidențiază cel mai bine în regiunea centrală, dar se răspândește și în regiunile occipitale și frontale. În normă, ritmul β e slab evidențiat și este în strânsă legătură cu mecanismele sensorio-somatice și cortico-locomotorii. În timpul îndeplinirii sau chiar imaginării unui randament intelectual înregistrarea ritmului β în zona de proiectare este minimală sau dispare total.

3. Ritmul μ sub formă arcuită, ritm foarte asemănător cu ritmul α , dar se deosebește prin particularitățile fiziologice pe care le descrie. Este plasat în regiunea șanțului Rollando și are o legătură directă cu proprioreceptorii senzitivi. Ritmicitatea sa constituie 8-13/s, amplitudinea este de 50 mkV; se întâlnește la un număr mic de elevi (5-15%) și se înregistrează în zona Rollando. El se activează în cazul încordărilor intelectuale și psihice.

4. Ritmul γ cu ritmicitatea 40-70/s, amplitudinea până la 5-7 mkV. Pe banda de înregistrare au fost înscrise și două unde mai lente: θ (0,5-3/s) și δ (4-7/s).

Înregistrările EEG sunt foarte sensibile la modificările interne și externe ale organismului, de aceea metoda e binevenită pentru cercetarea diverselor probe funcționale. Deoarece creierul sănătos, bolnav sau suprasolicitat cognitiv impune modificări structurale și înscrierea undelor corespunzătoare în normă sau cu devieri, suprapunerea datelor standard cu datele obținute în stare de solicitare minimală sau maximală a capacităților creierului evidențiază unele date noi.

În cadrul studiului activității encefalului sănătos, dar supus unor factori stresogeni, are importanță evidențierea tabloului fondului înregistrării și modificarea lui în cadrul acțiunii excitanților aferenți. Evidențierea reacțiilor apărute la acțiunea stimulilor exogeni depinde mult de particularitățile maturizărilor de vârstă ale căilor nervoase aferente și eferente, de parcurgerea căilor senzoriale și de viteza percepției și a sistemului neuronal al cortexului emisferelor cerebrale. În cazul dat, reacția apărută în urma acțiunii iritanților aferenți se înregistrează de două tipuri: a) depresia amplitudinii α -ritmului; b) manifestarea potențialelor corespunzătoare (în urma excitației prin sunet, lumină, tactile). Acestea denotă o reacție de orientare, marcată sub forma undelor cu o amplitudine mai joasă, care la primul stimul este mai pronunțată, dar, odată cu repetarea lui ritmică, treptat dispare [6,10].

În experiențele electrofiziologice de importanță primară este și oglindirea stării de funcționare normală a creierului în cadrul răspunsului apărut la acțiunea ritmică a fotostimulării. Odată cu modificarea nivelului de

CO₂ alveolar și îmbogățirea cu O₂ a sângelui, survin modificări în structura hipocampului. Deci, schimbarea nivelului de presiune la nivelul alveolelor și a activității bioelectrice a creierului provoacă modificări în cadrul înregistrării benzii EEG [9]. Apariția undelor lente pe EEG la copiii sănătoși e provocată de micșorarea nivelului de O₂ și glucoză în cadrul alimentării celulelor nervoase, adică hipoxii cerebrale provocate de îngustarea vaselor sangvine ale hipocampului. Acomodarea la excitantul luminos este mai dificilă, deoarece are loc micșorarea reacției de excitabilitate a formațiunilor reticulare sub acțiunea hipocampului [6,7].

Studiul reactivității ritmurilor bioelectrice la copii prezintă particularități caracteristice vârstelor corespunzătoare. Reacțiile emoționale foarte puternice determină o activitate rapidă difuză și tendința la ușoară sincronizare lentă în regiunile fronto-temporale. A fost remarcată o serie de variații ale EEG pe parcursul unei zile: dimineața traseul este mai bogat în activitate alfa, iar după o zi activă crește activitatea rapidă beta. După vârsta de 10 ani ritmul α devine stabil, modulat în fusuri la derivațiile occipito-parieto-temporale, posterioare, bilaterale.

Se remarcă diferența EEG în raport cu sexul. Fetele se maturizează mai rapid cu 1-2 ani decât băieții. Stimularea luminoasă intermitentă poate acționa direct asupra cortexului occipital, urmând traiectul anatomo-fiziologic al căilor vizuale sau indirect, nespecific, prin formația reticulară, atunci când stimulăm suprafața obrazului, ochii fiind închiși și acoperiți pentru a nu sesiza lumina. La copiii cu intelect normal creșterea tensiunii emoționale și imposibilitatea rezolvării acestei tensiuni în stările de frustrație duce la creșterea incidenței „ritmului Mu”. În instabilitate emoțională, în stările de neliniște, ritmul theta crește în derivațiile T-F bilateral.

Înregistrarea subiectului în repaus, cu ochii închiși, relaxat psihomotor și la adăpost de stimulări senzoriale, aduce puține date în cunoașterea activității electrice a dereglărilor psihice și a afecțiunilor organice cerebrale. Pentru a se culege mai multe informații, creierul este scos din starea de repaus și este supus la diverse situații funcționale, alese convenabil de către fiecare cercetător în vederea realizării unei electroencefalografii convenabile.

Conform datelor din literatură, în derivațiile parietale se descriu două aspecte EEG: alfa modulată în fusuri cu o amplitudine de 30-50 mkV și alfa discontinuu, slab modulată, cu frecvențe rapide beta și un indice relativ crescut de theta discontinuu de mică amplitudine. Emoțiile negative sunt un factor distructiv puternic ce determină indisponerea, micșorarea capacităților de învățare, diminuarea atenției, tulburări sufletești, refuncționare corectă a analizatorilor și a sistemelor interne.

Actualmente e bine argumentată poziția potrivit căreia orice reacție stresantă de tip repetat, indiferent de intensitatea sa, favorizează adaptarea organismului, determinând stabilirea unei „imunități” la un stres sau factor stresant mai puternic precedentului. Astfel, organismul capătă o rezistență deosebită față de gama mare și variată a factorilor și situațiilor de tip „stres”. Rezistența organismului de adaptare e determinată de activarea sistemelor de organe stres-limitatoare.

Prin urmare, viața agitată condiționează reacții generale în organism, care se exteriorizează prin iritabilitate, tensiune psihică, nervozitate, agresivitate, depresie și care au la bază mecanisme nervoase, endocrine și cardiovasculare complicate. Stresul constituie o stare funcțională a organismului, al cărui canal de propagare și loc de acțiune a agentului stresor este reprezentat de substraturile respective ale emoțiilor umane și are o acțiune diferențiată, aceasta fiind legată atât de natura stresorului, cât și de starea celui stresat.

La etapa actuală, după cum am remarcat, indicii electrofiziologice ai stării funcționale a creierului și ai unor structuri nervoase prezintă un deosebit interes. Datele experimentale obținute în rezultatul cercetării creierului la acțiunea factorilor nefavorabili și la diverse modulări permit aprecierea justă a stării funcționale și utilizarea lor rațională [10].

Una dintre cele mai informative metode în pronosticarea proceselor adaptative ale organismului uman la influența factorilor stresogeni este înregistrarea activității bioelectrice a encefalului (EEG). Analiza electroencefalogramelor (EEG) se realizează prin determinarea amplitudinii și frecvenței, construirea histogramelor și după activitatea bioelectrică sumară exprimată în microvolți pe secundă și frecvența sumară exprimată în oscilații pe secundă [10,11].

Cercetarea activității bioelectrice a encefalului prin metoda tradițională de înregistrare a electroencefalografiei (EEG) rămâne a fi o metodă destul de informativă, însă în practică sunt foarte multe situații când activitatea bioelectrică înregistrată pe hârtie este tratată diferit de către specialiștii în domeniu. Analiza obișnuită a EEG, care se efectuează în baza evaluării vizuale a graficelor, este destul de voluminoasă și insuficient

informativă. De aceea, automatizarea procesului de analiză a EEG este destul de actuală. Aplicarea metodelor contemporane de analiză matematică permite o interpretare mai exactă a rezultatelor [4,5].

Activitatea omului în condițiile încordării psihoemoționale este în mare dependență de rezistența individuală la stresul emoțional, care determină comportamentul și performanțele lui. Stabilitatea emoțională, care stă la baza capacităților de muncă la acțiunea factorilor stresogeni, este privită ca o caracteristică individuală complicată și genetic impreatată a omului. Conform datelor din literatură, rezistența individului la stresul emoțional este o însușire policomplexă. Este important faptul că unul și același individ posedă nu aceeași rezistență comportamentală și viscerală, mecanisme cerebrale [10]. În condițiile unei încordări emoționale are loc deteriorarea acelu sistem, care posedă o rezistență mai slabă.

Un component de bază este rezistența activității integrative a encefalului, care depinde de starea funcțională a structurilor encefalului, responsabile de emoții, de particularitățile ce determină implicarea structurilor corticale într-o activitate sistemică și de capacitățile individuale de autoorganizare în condițiile stresului emoțional.

În literatură sunt puține date privind dinamica neliniară a EEG a indivizilor în condițiile unei activități emoționale tensionate. A fost stabilit un nivel mai înalt al activității complexe EEG în zonele frontale ale cortexului în timpul trăirii unor imagini emoționale, în timpul îndeplinirii unor calcule aritmetice în gând [4].

Reieșind din acestea, un alt scop al studiului nostru a fost evaluarea parametrilor neurodinamici neliniari ai EEG la elevi în diverse condiții de activitate în raport cu perioada bioritmurilor emoțional și intelectual. În investigații au fost incluși aceiași elevi care, conform datelor medicale, erau practic sănătoși. Înregistrările EEG au fost efectuate în condiții obișnuite de activitate și în timpul stresului educațional. Pentru analiză au fost selectate în mod automat secvențe fără artefacte cu o durată de 40 s. Analiza s-a efectuat cu ajutorul sistemului computerizat EEG NeuroResearcher 2003.

În baza înregistrărilor obținute s-a determinat entropia lui Kolmogorov-Sina (eKS), care caracterizează haosul determinat al activității bioelectrice. Calcularea entropiei Kolmogorov-Sinai permite a determina intervalul de timp, în baza căruia se face pronosticul, și se calculează după formula:

$$h = \lim_{d(0) \rightarrow 0} t^{-1} \left(\frac{\ln d(t)}{d(0)} \right)$$

Din formulă se observă că dacă dinamica sistemului este periodică sau cvasiperiodică, atunci $h = 0$. Dacă mișcarea este instabilă și traiectoriile instabile, atunci $d(t)$ crește mai rapid și $h > 0$. Din această expresie urmează că mărimea h are dimensiunile secunde inverse L , iar mărimea $h^{-1} = t$ joacă rolul timpului. La expirarea timpului t punctele fazice care se așează în micul volum A al spațiului fazic se repartizează egal pe toată suprafața izoenergetică.

Întrucât în baza modificărilor eKS în probele funcționale mentale se poate stabili localizarea substratului funcțiilor superioare, inclusiv ale emoțiilor, am evaluat parametrii eKS la elevi cu bioritmurile în diverse perioade.

Rezultatele distribuirii nivelului eKS la suprafața emisferelor cerebrale sunt prezentate în figurile 1,2.

Comparând gradul entropiei Kolmogorov-Sinai la elevii cu bioritmurile în diferite perioade s-a constatat că în condiții obișnuite de activitate la reprezentanții lotului I are loc o sporire veridică ($p < 0,05$) a nivelului eKS în zona frontală, în derivația F4 – 18,53%, iar în condițiile stresului educațional în derivațiile F3 – 39,67%; F4 – 22,59%; P3 – 45,55%; P4 – 48,63% și C4 – 48,98%. O diminuare veridică ($p < 0,05$) s-a estimat în zona occipitală, în derivațiile O1 – 4,43% și O2 – 38,89% ($p < 0,01$), (Fig.1).

La reprezentanții lotului II s-a constatat același tablou, dar cu valori mai sporite ale haosului determinat în activitatea bioelectrică a encefalului. În condiții obișnuite de activitate s-a estimat o sporire veridică a nivelului eKS în derivațiile F4 – 19,98% ($p < 0,05$), iar în condițiile stresului educațional în derivațiile F3 – 42,5%; F4 – 23,99%; P3 – 48,29%; P4 – 49,98% și C4 – 53,69% (Fig.1).

Comparând nivelul eKS la reprezentanții ambelor loturi în condițiile stresului educațional, s-a estimat o sporire veridică ($p < 0,05$) a nivelului eKS în derivațiile F3 – 39,67%; F4 – 22,59%; P3 – 45,55%; P4 – 48,63% și C4 – 48,98%.

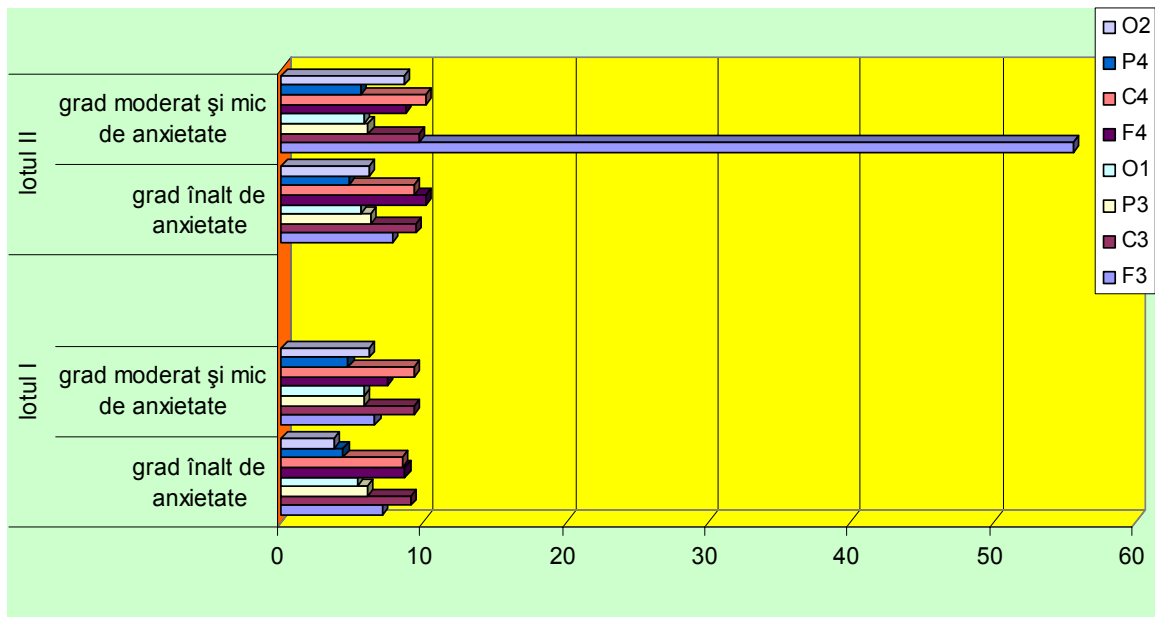


Fig.1. Caracteristica nivelului entropiei Kolmogorov-Sinai a electroencefalogrammei la elevii în condiții obișnuite de activitate.

Comparând nivelul eKS, care estimează haosul determinat al activității bioelectrice a encefalului în condițiile stresului educațional, s-a estimat că acest indice este mai sporit la indivizii cu un grad înalt al anxietății atât la reprezentanții lotului I, cât și la reprezentanții lotului II în derivațiile F3, F4, P3, P4, C4. În urma înregistrărilor s-a estimat diapazonul parametrilor entropiei Kolmogorov-Sinai EEG la elevii cu bioritm emoțional și intelectual în diferite perioade: în condiții obișnuite de activitate și în condițiile stresului educațional.

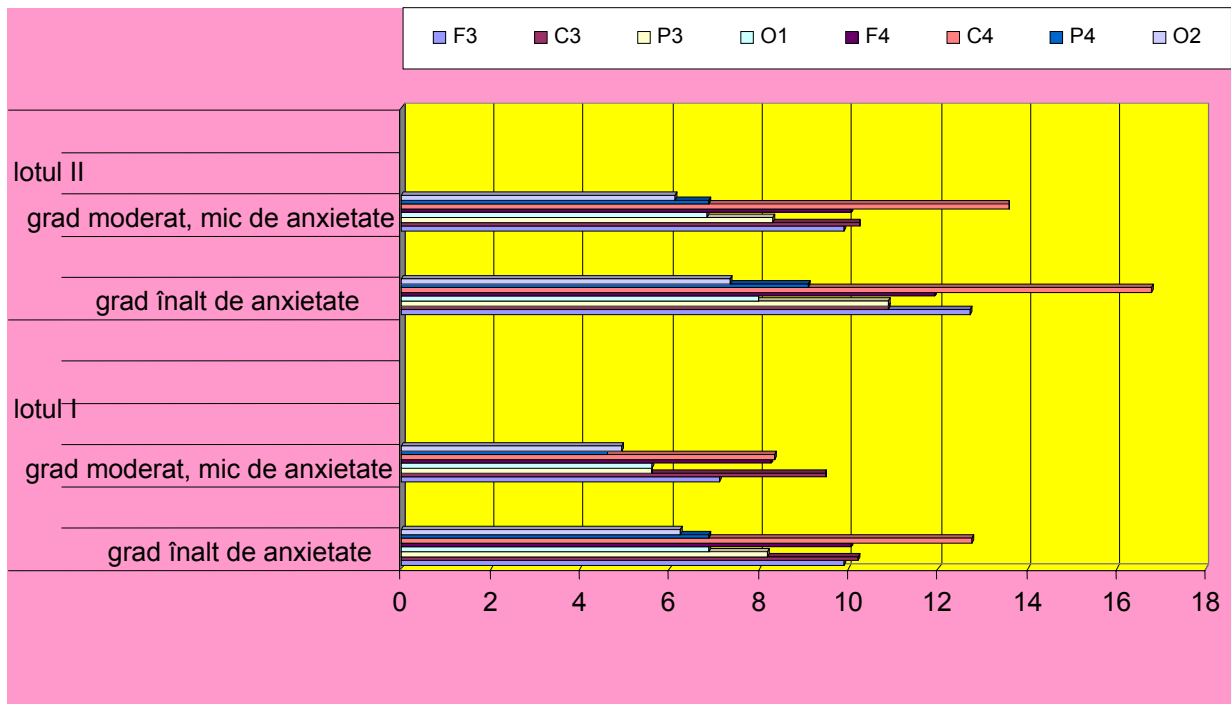


Fig.2. Caracteristica nivelului entropiei Kolmogorov-Sinai a electroencefalogrammei la elevii în condițiile stresului educațional.

Astăzi este confirmat faptul că creierul sănătos are o dinamică haotică de funcționare [195, 197, 198], care este specifică activității integrate. Una dintre particularitățile de bază ale encefalului este capacitatea de a activa și, spontan, de a implica consecutiv neurodinamic structurile nervoase în procesele de adaptare, adică capacitatea de autoorganizare. Procesele adaptative în creier permit organismului să funcționeze armonios deseori în condiții noi, necunoscute de el. Rolul prim în procesele de adaptare revine mecanismelor informaționale, precum funcționării sistemului de reglare a memoriei emoționale, care include structurile sistemului limbic. Gradul anxietății este sub controlul sistemului limbic [10].

Comparând gradul anxietății și indicele eKS, s-a văzut că la elevii cu un grad înalt al anxietății în condițiile stresului educațional acesta a avut valori mai sporite, ceea ce condiționează capacități adaptative mai înalte, deoarece gradul sporit al eKS reflectă activitatea mai multor procese funcționale concomitente. Un anumit grad al haosului determinat joacă un rol pozitiv, asigurând creierului „o stare bogat informațională” și „o rezervă spectrală”, adică îi oferă posibilitatea de a asigura o activitate nouă adaptațională. În derivațiile encefalului F3, F4, P3, P4, C4, în care s-a estimat un grad sporit al eKS, acesta vizează activitatea adaptațională îndreptată spre asigurarea efortului intelectual. Nivelul mai sporit al gradului haotic al activității encefalului la reprezentanții lotului II, mai ales în derivațiile C4, îl explicăm prin starea emoțională mai încordată care implică structurile responsabile de statutul psihoemoțional.

Stresul educațional, pe de o parte, și perioada negativă a bioritmurilor emoțional și intelectual, pe de altă parte, determină o stare psihoemoțională încordată, vizată de variabilitatea ritmului cardiac și modificarea gradului haosului activității bioelectrice a encefalului în derivațiile F3, F4, P3, P4, C4.

Prin urmare, modificări esențiale în activitatea bioelectrică a encefalului au loc în timpul concentrării atenției, activității de studiu, memorării, reactualizării informației. Aceste modificări sunt exprimate în mod diferit la diferiți indivizi și se estimează prin gradul de haos al activității bioelectrice a encefalului.

Reactivitatea variată a encefalului la elevii din lotul I, precum și la cei din lotul II în condiții obișnuite de activitate și în timpul stresului educațional este determinată, probabil, și de particularitățile individuale tipologice ale indivizilor relatate în datele literaturii [5,11]. Însă, reacția haotică a proceselor ce au loc concomitent în encefal la elevii din lotul I este mai atenuată față de a celor din lotul II. Aceasta se explică prin intensificarea mecanismelor de adaptare ce determină potențialul sanogen al organismului și de perioada pozitivă a bioritmurilor evaluate. Caracterul, durata și gradul modificărilor undelor electroencefalografiei în timpul unei activități intelectuale încordate în perioada susținerii probelor de evaluare, considerată ca stres educațional, atestă mari diferențe individuale, care nu întotdeauna corelează cu gradul de dificultate a sarcinilor ce stau în fața elevilor din cauza subiectivității gradului de dificultate a probelor în cauză și depind de bioritmicitatea organismului.

Răspunsul copilului la stres este diferit. Variabilitatea răspunsului este corelată cu experiența personală a copilului, benefică sau, dimpotrivă, malefică, precum și cu alți factori, cum ar fi: vârsta, starea generală a sănătății, suportul familial, bioritmicitatea. Reacția organismului la stres corelează cu gradul de vulnerabilitate a copilului și cu gradul de dezvoltare a mecanismelor de protecție. Numai stresul cronic și anturajul depravat persistent pot afecta semnificativ capacitățile cognitive ale copilului.

Expunerea copilului la factorii stresogeni conduce la inițierea unui lanț de schimbări în sistemul nervos central și în sistemul endocrin, prin axa hipotalamus-hipofiză-sistemul adrenocortical, cu eliberarea stres-hormonilor. Activizarea neurofiziologică este rapidă și reversibilă. În sistemul de răspuns la stres are loc o sensibilizare stres-indusă, care mărește susceptibilitatea la acțiunea stresantă pe viitor. În creierul copilului care crește în condiții stresante persistente apare un sistem hiperactiv și hipersensibil de răspuns adaptiv, dar care poate conduce la tulburări profunde cognitive [1,2].

Atunci când un copil trăiește emoții stresante (anxietate), sistemul nervos operează mai puțin corect și echilibrat, vizat prin haosul activității bioelectrice a encefalului. Când furtuna mental-emoțională este gestionată, crește coerența fiziologică și apare o stare ideală pentru învățare și înțelegere alături de o creștere a clarității mental-emoționale. Cu toate că structura de bază a creierului și circuitele neurale pentru gestionarea emoțiilor se dezvoltă înainte de naștere, experiențele copilului din primii ani de viață vor modera circuitele emoționale ale creierului.

Înregistrările EEG sunt foarte sensibile la modificările interne și externe ale organismului, de aceea metoda e binevenită pentru cercetarea diverselor probe funcționale. Deoarece creierul sănătos, bolnav sau supra-solicitat cognitiv impune modificări structurale și înscrierea undelor corespunzătoare în normă sau cu devieri,

suprapunerea datelor standard cu datele obținute în stare de solicitare minimală sau maximală a capacităților creierului pot descoperi unele date noi în cercetările noastre, mai ales dacă acestea sunt culese în dinamică.

Studiul bioelectricității în stadiile de relaxare și stres educațional denotă că maturizarea neuronală heterocronă a structurilor encefalice predispuie variate modificări în diferite perioade ale procesului de studiu preuniversitar. Variațiile funcționale ale SNC sunt dependente de suprasolicitările informaționale, stimulări neurale frecvente și intense ale legăturilor cortex-subcortex [7].

Esențialele variații au fost înregistrate pe banda EEG în regiunile frontale (F). Devierile regiunii tempotale (T) indică încordări auditive sau influența poluanților fonici și restructurarea volumului informațional stocat în memoria encefalică. Astfel, prelucrarea informațională, depozitarea, reproducerea, analiza și sinteza ei sunt strict determinate de funcționalitatea fiziologo-encefalică. Suportul neurofiziologic determină randamentul, ritmicitatea, eficacitatea, profunzimea cunoștințelor obținute și expunerea lor orală sau scrisă la evaluarea acestora.

Emoțiile negative sunt un factor distructiv puternic ce determină indisponibilitatea, micșorarea capacităților de învățare, diminuarea atenției, tulburări sufletești, refuncționarea corectă a analizatorilor și sistemelor interne. Cercetările noastre au dovedit că sumarea datelor experimentale obținute și concluzionarea în baza mediilor nu întotdeauna oglindesc profunzimea trăirilor și modificărilor fiziologice, psihoemoționale la stres. Rezistența și adaptarea sunt dependente de procesele autoreglatoare individuale, ce prezintă suma ierarhică și multiparametrică a rezultatelor interrelațiilor și compatibilității activității intersistemice.

În analiza impactului stres psihic-sănătate, în condițiile socioeconomice actuale, cea mai potrivită racordare ar fi elaborarea strategiilor cognitive moderne, flexibile. Deoarece se consideră că stresul educațional apare în orice situație în care individul evaluează dificultățile sale sau amplexarea unei sarcini ca depășind posibilitățile sale. În epoca modernă, în procesul de studii s-au adăugat noi factori de stres, la care elevii trebuie să reacționeze adecvat în funcție de: frecvență, durată, intensitate, impact afectiv, status psihocomportamental productiv, nivel de cultură, ereditate, relații sociale, relații în familie, ce determină stilul de educație și anturajul de viață al adolescentului.

Suprasolicitarea informațională în cadrul procesului educațional afectează practic majoritatea elevilor, fiind determinată de supradozarea materialului de studiu, disfuncțiile vegetative, oboseală, frica de a obține note insuficiente, conflicte – elev-profesor, copil-părinți, elev-elev, starea de sănătate, modul de viață și, nu în ultimul rând, de bioritmurile care guvernează organismul uman.

Prin urmare, în baza studiului realizat la etapa contemporană, când tempoul vieții crește an de an, omului îi este tot mai dificil să se adapteze la acțiunea schimbătoare a factorilor mediului extern, păstrând în același timp echilibrul psihoemoțional, cu atât mai mult pentru tânără generație, care astăzi se confruntă cu programe educaționale supraîncărcate, cu o revoluție informațională. Organismul nu reușește să-și refacă forțele – toate sistemele de încordare se află într-o permanentă tensiune. Evident, un asemenea mod de viață determină în rezultat epuizarea sistemului nervos și poate sta la baza declanșării bolilor psihosomatice. Anume din aceste considerente studierea sistemului educațional este atât de importantă la etapa actuală. Factorii ecopatogeni, mai ales în asocieră cu alți agenți, măresc riscul maladiilor cronice, în special la copii și adolescenți.

Conform datelor Organizației Mondiale a Sănătății, 92% din adulți, a căror activitate este legată de computer, acuză la sfârșitul unei zile de muncă oboseală, diverse senzații neplăcute, care în cele din urmă determină stări morbide. Mai frecvent suferă sistemul vizual. Peste câteva ore de activitate apar senzații neplăcute în globii oculari. Chiar și o perioadă nu prea îndelungată de activitate la computer, 1-2 ore, determină la 73% din adolescenți oboseală generală și oculară, în timp ce lecțiile obișnuite determină oboseală doar la 54% din adolescenți. Copiii atrași de computer simt un aflux înalt psihoemoțional, ei nici nu sesizează semnele obosealii și continuă să activeze.

Diminuarea activității motorii este în legătură cu computerizarea, automatizarea și mecanizarea tuturor activităților umane. Repercusiunile reducerii activității motorii a adolescenților și a populației în general este hipodinamia, stresul cronic, diverse maladii adaptative. Conform concepțiilor contemporane, hipochinezia la diverse etape este însoțită de modificări la nivelul sistemului sangvin, tipice stres-reacțiilor [6,8,9].

Din punctul de vedere al reacției stresogene, nu are importanță dacă este ea pozitivă sau negativă, importantă este doar intensitatea necesității în restructurare sau adaptare. Procesul de adaptare nu depinde de caracterul excitantului sau al sarcinii (efortului). Factorii stresogeni, indiferent de caracterul lor, determină o serie de modificări tipice ce asigură procesele de adaptare. Organismul tinde spre asigurarea unei homeostazii constante, stabilității parametrilor fiziologici ai tuturor sistemelor funcționale [10,11]. Atunci când apar

situații noi, nestandarde, are loc restructurarea funcțională, care printr-un lanț de modificări restabilește echilibrul fiziologic anterior. Condițiile noi pot fi determinate atât de factorii exogeni, cât și de factori endogeni – psihici. Stresul fiziologic este în legătură cu un excitant real și stres psihic (emoțional), în care omul apreciază o situație care va avea loc (în baza cunoștințelor și experienței proprii) ca periculoasă. O asemenea apreciere determină emoții și aceleași modificări de adaptare, ca și orișicare alt excitant. În stresul fiziologic restructurarea funcțională are loc în clipa întâlnirii cu excitantul, în stresul psihic stres-adaptarea are loc din timp și precede situația. Dacă prognoza individului nu a fost corectă și modificările ce au loc nu sunt adecvate situației, atunci acestea pot induce intensificarea stresului, ceea ce frecvent am constatat la elevi la probele de evaluare.

În evoluția adaptării se estimează două etape: una urgentă, însă care nu este perfectă, și alta de lungă durată, calitativă. Situațiile extreme se clasifică în situații de scurtă durată, când se activează programele de reacționare, care întotdeauna sunt gata pentru acțiune și situații de lungă durată, care necesită o restructurare adaptativă a sistemelor funcționale ale organismului, uneori tensionate subiectiv și care sunt frecvent dăunătoare sănătății. Din șirul factorilor stresogeni se evidențiază factorii cu acțiune de scurtă durată și grupa factorilor de lungă durată.

Din categoria factorilor stresogeni de scurtă durată fac parte:

- a) cei ce induc frică (pronostic nefavorabil, experiență nereușită în trecut);
- b) cei ce determină senzații fizice neplăcute (oboseală, durere);
- c) stresori ai timpului și vitezei (o programare la obținerea rezultatelor record în condiții de concurență neîntemeiate, exagerate; suprasolicitarea informațională și fizică);
- d) sustragerea atenției (când în timpul rezolvării unei probleme, a unui test apar situații conflictuale elev-profesor, copil-părinți, elev-elev);
- e) factorii stresogeni ai insuccesului (greșeli, un început însoțit de performanțe insuficiente).

Factorii stresogeni de lungă durată:

- a) situații de risc permanent;
- b) stresori ai unui efort îndelungat;
- c) stresori de luptă continuă;
- d) stresori ai izolației (imposibilitatea unor relații (comunicări) dorite, dezaprobarea celor din jur etc.).

Întrucât stresul este o reacție nespecifică, putem susține că atât la baza stresului de scurtă durată, cât și a celui de lungă durată stau mecanisme identice, dar care activează în regim diferit cu intensitate diferită. Dacă stresul de scurtă durată se caracterizează prin cheltuieli vertiginose ale rezervelor adaptative, apoi în stresul de lungă durată are loc mobilizarea și utilizarea rezervelor adaptative superficiale și profunde. Întrucât tempoul progresului tehnico-științific devine din ce în ce mai vertiginos și impune cerințe rigide în fața omului, se evidențiază actualitatea problemei bioritmurilor. Pentru menținerea sănătății generațiilor în creștere și dezvoltare, a unui statut psihoemoțional armonios se impun ca necesare nu numai o dezvoltare fizică și spirituală, studii științifice, dar și o activitate de iluminare sanitară în domeniul bioritmologiei. Cu toate că ritmurile biologice sunt importante pentru viața unui individ, ele nu determină categoric posibilitățile fizice și psihice ale omului, cu atât mai mult comportamentul. În organismul uman sunt posibilități funcționale suficiente pentru a compensa diminuarea temporară a unor sau altor funcții.

Menționăm că ritmul activității vitale este determinat nu doar de factori endogeni, dar și de factori exogeni. Așa cum pentru un sportiv una dintre condițiile de compensare a posibilităților fizice diminuate în timpul perioadei negative a bioritmului este antrenamentul și odihna repartizate corect în timp, așa și pentru elevii antrenați în activitatea intelectuală, aflați în perioada negativă a bioritmurilor (emoțional, intelectual), programarea corectă a zilei de muncă (alternarea odihnei și activității) asigură funcția compensatorie a activității intelectuale diminuate în aceste zile. Desigur, a trăi strict după un anumit program nu e posibil, nici nu e cazul, dar a lua în considerație particularitățile fiecărei zile și a te controla este real.

Sumarea datelor experimentale obținute și concluzionarea lor oglindesc profunzimea modificărilor fiziologice, psihoemoționale la stres. Rezistența și adaptarea sunt dependente de procesele autoreglatoare individuale, ce prezintă suma multiparametrică a rezultatelor interrelațiilor și compatibilitatea activității intersistemice.

Deci, ceasornicul biologic al organismelor vii, al omului, se evidențiază la nivelul tuturor proceselor vitale, fără care viața este imposibilă. De aceea, studiind ritmurile biologice, este important nu numai să cunoaștem că ele sunt, dar să le luăm în considerație și să determinăm rolul lor în viața cotidiană a individului. Organizarea regimului de activitate, odihnă și alimentație în concordanță cu ritmurile biologice ale organismului

facilitează păstrarea și fortificarea sănătății, sporirea capacității de muncă și a „imunității” față de tensionările stresogene. Spectrul ritmurilor posibile ale vieții omului includ practic toate aspectele vieții. Bioritmurile sunt importante în viața omului, ele influențează performanțele cognitive și cele comportamentale.

Concluzii

1. În condițiile obișnuite de activitate indicii atenției la reprezentanții lotului II – bioritmul intelectual și emoțional în perioada negativă – s-au estimat mai mari diminuări (concentrarea atenției – cu 9,63%; stabilitatea atenției – cu 17,99% și viteza de prelucrare a informației – cu 16,17%) decât la reprezentanții lotului I.

2. Bioritmul intelectual se exprimă mai vădit în condiții stresogene, dar diferențele estimate sunt determinate de randamentul variat al productivității intelectuale (de la +100% până la -100%) a elevilor, precum și de statutul psihoemoțional care variază în cadrul bioritmului emoțional de la +100% până la -100%. La copiii cu bioritmul intelectual și emoțional în perioada negativă s-a estimat o diminuare neînsemnată a performanțelor concentrării atenției, vitezei de analiză, sinteză și memorare.

3. Nivelul anxietății reactive în condiții obișnuite de activitate la copiii cu bioritmul emoțional în perioada pozitivă (lotul I) s-a estimat a fi în medie de $36,2 \pm 0,5$ puncte, iar la copiii cu bioritmul emoțional în perioada negativă (lotul II) – în medie de $43,1 \pm 1,6$ puncte. Înainte de evaluări acest indice a sporit vădit cu 33,7% la copiii cu BE PP (lotul I) și cu 44,31% la cei cu BE PN. În cazul în care la copii a avut loc inversarea fazelor bioritmurilor, s-a observat aceeași tendință.

4. Nivelul anxietății de personalitate și gradul anxietății reactive, evaluate în condiții obișnuite de activitate la reprezentanții lotului I – BE PP, prezintă o corelație $r = 0,28$; $p < 0,05$. Între indicii anxietății de personalitate și gradul anxietății reactive, în condițiile stresului educațional, corelația a fost mai înaltă – $r = 0,37$; $p < 0,05$. La reprezentanții lotului II – BE PN în condiții obișnuite de activitate s-a estimat o corelație de $r = 0,32$; $p < 0,05$, iar în condițiile stresului educațional – $r = 0,43$; $p < 0,05$. Același tablou s-a observat și la inversarea fazelor bioritmului emoțional.

Referințe:

1. Chae J., Jeong J., Peterson B.S., Kim D., Bahk W Jun T., Kim S., Kim K. Dimensional complexity of the EEG in patients with posttraumatic stress disorder // *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 2004, vol.131, p.78-89.
2. Cojocari L., Crivoi A. Manifestarea activității bioelectrice a encefalului și rezervelor funcționale la studenți în timpul stresului emoțional. - În: *Materialele Conferinței a IX-a științifice internaționale „Bioetica, filosofia, economia și medicina practică”*, 10-11 martie 2004. - Chișinău, 2004, p.76-79, 267.
3. Cojocari L., Crivoi A., Bacalov Iu. Activitatea bioelectrică a encefalului la studenți în condiții relativ confortogene și stres emoțional // *Analele Științifice ale Universității de Stat din Moldova. Seria „Științe chimico-biologice”*. - Chișinău: CEP USM, 2005, p.17.
4. Crivoi A., Cojocari L., Bacalov Iu. Probleme actuale de fiziologie a activității nervoase superioare: Material didactic. - Chișinău: CEP USM, 2007, p.145.
5. Fritzsche M., Mayorov O.Yu., Gluchov A.B., Sleduk D.W., Kosidubova S.M., Timchenko L.N. Molecular and non-linear electroencephalographic basis underlying the interaction between dopaminergic and cannabinoid transmission - the missing link between cannabis psychosis and schizophrenia. Abstracts from XXIV Congress of Collegium Internationale Neuro-psychofarmacologicum (CINP). Paris, 2004 // *The International Journal of Neuropsychopharmacology. Suppl.1.* - Cambridge University Press, 2004 vol.7, p.121.
6. Базанова О.М., Афтанас Л.И. Индивидуальные показатели альфа-активности электроэнцефалограммы и невербальная креативность // *Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова (Москва)*, 2007, т.93, №1, с.14.
7. Болдырева Г.Н. Электрическая активность мозга человека при поражении диэнцефальных и лимбических структур. - Москва: Наука, 2000, с.5-23.
8. Гриневиц В. Биологические ритмы здоровья. - Москва: Наука и жизнь, 2005, №1, с.60.
9. Майоров О.Ю., Фенченко В.Н. Исследование биоэлектрической активности мозга с позиций многомерного линейного и нелинейного анализа ЭЭГ // *Клиническая Информатика и Телемедицина*, 2008, т.4, №5, с.12-20.
10. Майоров О.Ю., Фенченко В.Н. О вычислении параметров детерминированного хаоса при исследовании биоэлектрической активности мозга // *Клиническая Информатика и Телемедицина*, 2006, т.3, №4, с.37-46.
11. Сезужненко Н.П. Научное обоснование выбора оптимального математического анализа биоэлектрической активности мозга в норме и патологии: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук. - Воронеж, 2009, с.20.

Prezentat la 20.06.2010