



PROIECT DE CERCETARE

**Sistem bazat pe tehnici de inteligență artificială pentru evaluarea
răspunsului psihofiziologic (al organismul uman) la stres**

1. INTRODUCERE

Stresul, recunoscut și în terminologia psihologică drept răspuns la factorii de stres, este o condiție complexă care implică tensiune și disconfort atât mental, cât și fizic. Această stare apare în situații unde cerințele percepute depășesc capacitatea individuală de adaptare și coping. Se poate manifesta în moduri variate, reflectând diferitele tipuri de stres: acut și cronic. Stresul acut reprezintă o reacție temporară și imediată la stimuli provocatori sau situații de presiune, precum un examen sau un eveniment surprinzător. Caracteristicile sale includ palpitații, tensiune arterială crescută, energie sporită și o stare generală de alertă. În schimb, stresul cronic derivă din expunerea îndelungată la factori stresanți, cum ar fi problemele financiare, un mediu de lucru tensionat, relații conflictuale sau afecțiuni cronice. Aceasta poate duce la simptome precum epuizare, anxietate, depresie și alte afecțiuni de sănătate. Stresul influențează diverse domenii ale vieții, inclusiv starea de sănătate emoțională, fizică și cognitivă a unei persoane. Este crucial să abordăm stresul eficient, prin metode cum ar fi exercițiile fizice, tehnici de relaxare, meditație, stabilirea priorităților, planificarea eficientă a timpului și suportul social.

Din perspectiva psihologică, stresul poate fi clasificat în trei categorii principale: emoțional, fizic și cognitiv. Stresul emoțional se referă la reacțiile emoționale intense declanșate de situații precum pierderea unei persoane dragi sau dificultăți financiare, conducând la emoții precum anxietatea sau tristețea. Stresul fizic implică răspunsurile corpului la suprasolicitare, lipsa somnului sau medii adverse, manifestându-se prin simptome fizice precum oboseala sau dureri de cap. Stresul cognitiv se leagă de sarcinile mentale solicitante, cum ar fi multitasking-ul sau termenele limită, rezultând în probleme de concentrare și oboseală mentală. Teoria psihologică a stresului evidențiază că acesta este un răspuns subiectiv individual, determinat de interacțiunea dintre factorii de stres externi și resursele interne ale persoanei. Aceasta subliniază că diferite persoane pot reacționa diferit la același stimul stresant, în funcție de propriile percepții și experiențe anterioare.

2. DETERMINAREA NIVELULUI DE STRES ȘI ANXIETATE

a. Anxietatea. Tulburările de anxietate sunt caracterizate prin funcții neurofiziologice și cognitive modificate. Undele de tip EEG reprezintă un indicator al gradului de anxietate. În general dacă undele low alpha și low beta au valori mici, respectiv high alpha și high beta au valori mari atunci gradul de anxietate este mare. Diferiți markeri psihofiziologici folosiți în cercetarea anxietății pot reflecta aceste caracteristici neurale și cognitive, modificate ale tulburărilor de anxietate. Hiperactivitatea amigdalei este considerată o caracteristică neurală importantă a tulburărilor de anxietate, ceea ce reprezintă o hiper activitate emoțională. Studiile de imagistică funcțională confirmă faptul că tulburările de anxietate sunt legate de hiperactivitatea amigdalei ca răspuns la sarcinile care provoacă anxietate, cum ar fi: vorbitul în public, condiționarea prin frică și imagini cu expresii negative emoțional. Recent, studiile fMRI au confirmat că indivizii cu trăsături pronunțate de anxietate au prezentat o activitate redusă în cortexul cingulat anterior.

Tabel 2.1 Unde EEG și caracteristici

Tip undă	Caracteristici psihofiziologice
High Beta dominant	Anxietate, Insomnie, Abuz de alcool/Droguri, Deviații Standard
High Alpha dominant	Anxietate, Depresie, Tulburare de Deficit de Atenție
Low Alpha mic	Anxietate, Insomnie, Abuz de alcool/Droguri
Disfuncția cingulată	Anxietate, Ruminații, Tulburare obsesiv compulsivă
Midle Beta	Anxietate, Alcoolism, Insomnie
Midle alpha	Anxietate, Insomnie

Participanții cu anxietate înaltă (trăsătură) au prezentat mai multă activitate beta (12–18 Hz) în emisfera dreaptă cu ochii deschiși în timp ce vizionau un film neutru. Cu ochii închisi,

și probabil în starea de activare cea mai joasă, acest grup a prezentat activitate theta parieto-temporală dreptă crescută (4–6 Hz) și activitate beta crescută (12–18 Hz). Hammond (2007) a menționat următoarele tipare QEEG adesea asociate cu tulburările de anxietate: asimetria alfa frontală; puterea excesivă în frecvențe beta la locații parietale; puterea excesivă în frecvențe beta la locațiile frontale drepte (în mod obișnuit observate în tulburarea de panică); puterea excesivă în frecvențe beta la locații de linie mediană în special la CZ asociată cu ruminații, idei obsesive și insomnie). Natani (2008) a concluzionat că „tulburarea de anxietate generalizată produce un EEG „rapid cu voltaj slab”, cu activitate elevată în alfa înalt prin beta înalt.” De asemenea el a observat că atât starea cât și trăsătura anxietății „produc semnale beta la 30-32 Hz, și probabil mai înalte”, iar la cei cu trăsătură de anxietate înaltă nu există o rată de obișnuință rapidă așa cum se întâmplă în cazul stării (acute) de anxietate. Thompson (2007) a observat că, de obicei anxietatea corespunde unei activități crescute în marja 19-22 Hz în conjuncție cu o scădere în activitatea 15-18 Hz măsurată la Cz. Ruminațiile de care se plâng acești clienți sunt asociate de asemenea cu frecvențe beta mai înalte. Marja care este elevată poate fi destul de îngustă și peste 22 Hz, uneori chiar până la 32-37 Hz. Izbucnirile de activitate în frecvența la jumătatea intervalului 20-30 s și în partea inferioară a intervalului 30-40 s, au ceea ce Thompson numește un „creier ocupat”. Astfel de tipare pot corespunde, de asemenea, îngrijorării și insomniei. Deși tehnologia EEG a fost utilizată în psihologia umană începând din 1924 (Haas, 2003), utilizarea feedback-ului EEG are o istorie relativ scurtă. Cercetările au apărut în ultimul deceniu, aproximativ 350 de studii, utilizând neurofeedback din 2008-2018, cu rezultate promițătoare, dar nu definitive. Această linie de cercetare corespunde criteriilor domeniului de cercetare NIMH, încurajând investigarea bazelor biologice ale proceselor psihologice și ale disfuncțiilor care au ca rezultat patologia. În timp ce EEG este o tehnică de cercetare relativ ieftină (în comparație cu echipamentele masive, cum ar fi fMRI), costul său a devenit neprohibitiv după 2005.

Pentru a examina și a stabili eficiența diagnosticării și instruirii EEG în reducerea anxietății, mulți cercetători s-au concentrat asupra anxietății de înaltă calitate în populațiile non-clinice, deoarece acesta este un factor de risc pentru dezvoltarea tulburărilor de anxietate, dar lucrul cu această populație este mai acceptabil din punct de vedere etic, nu împiedică accesul pacienților la tratament. În cazul studierii populațiilor clinice, cercetătorii au analizat diferite diagnostice însoțite de diferite grade de anxietate. Este posibil ca cercetătorii să fi considerat rar tulburarea de panică deoarece temelia teoretică a antrenamentului cu feedback-ul EEG este că acesta vizează componentele cognitive ale unei tulburări. Aceasta este potrivită

pentru tulburarea de anxietate generalizată și pentru anxietatea generalizată subclinică. Frecvența beta este asociată cu procesarea cognitivă, iar low-teta este asociată cu somnul. Studiul a demonstrat că antrenamentul EEG alfa reduce toate simptomele anxietății ceea ce implică faptul că GAD poate fi tratat cu o varietate de tehnici de biofeedback. Michael și colab. (2005) a consiliat pacienți cardiaci la un spital din Malaysia cu trei niveluri de anxietate: normală, ușoară/moderată și severă. Două studii indiene au investigat efectele diferențiale ale neurofeedback-ului, tratamentului farmaceutic și o combinație a celor două, la veteranii militari. Bhat (2010) a comparat eficacitatea amplificării EEG-alfa față de anxioliticele singure, într-un eșantion de 100 de veterani, cu anxietate ușoară până la severă și a constatat că simptomele de anxietate au fost îmbunătățite pentru ambele grupuri și că feedback-ul EEG a fost eficient pentru tulburarea de anxietate generalizată. La o populație similară de indivizi cu tulburări neurotice și / sau psihosomatice, Saldanha și colab. (2007) a utilizat mai multe metode combinate de biofeedback, medicamente psihoactive și o combinație de biofeedback și medicație. Combinația dintre biofeedback și medicație a fost cea mai eficientă în reducerea simptomelor de anxietate, iar medicamentul a fost retras treptat și efectele au fost menținute pe parcursul tratamentului. Această strategie a fost cea mai promițătoare în anumite cazuri. Într-un eșantion general de 40 adulți canadieni aborigeni, o populație în care psihopatologia tinde să fie suprareprezentată, Hardt (2013) a constatat că biofeedback-ul EEG a determinat scăderi semnificative ale simptomelor de anxietate și ale afectării negative, măsurată în patru teste separate și validate de personalitate. Una dintre cele mai noi direcții de cercetare a feedback-ului EEG este axată pe instruire pentru a reduce sau normaliza deviațiile atenționale care pot fi patologice în particular în tulburările de anxietate. Vendemia și Rodriguez (2010) au descoperit modele EEG diferențiate, corelate cu stilul de coping (înalt anxios vs. low-anxious vs. represors), cercetare continuată de Wang et al. (2013).

b. Stresul. Hans Selye a utilizat acest termen pentru a desemna un ansamblu de reacții ale organismului față de o acțiune externă exercitată asupra sa de către un evantai larg de agenți cauzali, fizici (traumatisme, arsuri), chimici, biologici (infecții), psihici etc, constând în apariția unor variate modificări morfofuncționale, în special endocrine (hipofiza, suprarenalele). În cazul unei acțiuni de mai lungă durată a agentului stresor aceste modificări îmbracă formă a ceea ce Selye a numit încă din anul 1936 "sindromul general de adaptare" (SGA). Acesta cuprinde totalitatea mecanismelor nespecifice capabile să asigure mobilizarea resurselor adaptive ale organismului în fața agresiunii care-i amenința homeostazia - termen introdus de

Cannon (1932) și dezvoltat de W. Ross Ashby (1956). Ca stare a tensiunii psihologice, stresul apare astfel ca produs al varietăților de presiuni și forțe cu care ambianța acționează asupra individului deci ca un răspuns dezorganizat al organismului uman și al colectivității sociale la solicitările mediului. Fiind declanșat de factori care acționează intens, surprinzător sau persistent, percepuți sau anticipați ca amenințare, alteleori constituit de o suprasolicitare sau subsolicitare a mecanismelor cognitive și volitive, stresul psihic este caracterizat printr-o prezentă afectivă pregnantă. A stresa, în general, înseamnă "orice forță care aplicată la un sistem cauzează anumite modificări însemnate ale formei sale, de obicei cu conotația ca acea modificare este o deformare ori o distorsiune". Termenul este utilizat cu privire la fizic, la presiunea și forma socială și psihologică. În numeroasele încercări de a defini stresul, indiferent de natură sa, găsim că nota comună caracteristică faptului că acesta apare pe fondul unei adaptări perpetue a organismului la condițiile sale de viață. Studiile privind stresul au arătat că participanții cu stres diagnosticat au avut nivel înalt de activitate beta. Stresul cronic conduce la creșterea variabilității răspunsurilor centrale-autonome și scăderea adaptabilității și imunității fiziologice

Multe studii utilizează biosemnalele de tip EEG pentru a cuantifica stresul asociat sarcinilor mentale sau sarcina la participanții sănătoși. Aceste studii au stabilit că profilele biomarkerilor pot face distincția între persoanele care suferă de stres cronic și cele sănătoase; cei care suferă de stres cronic, având în mod obișnuit un nivel mai scăzut de HRV și un nivel mai ridicat al cortizolului. Mulți cercetători au studiat relația dintre undele de tip EEG, stres și emoțiile negative, dar măsura în care stresul poate fi evaluat, în mod fiabil, din activitatea EEG este neclar. Thompson a indicat că EEG a unei persoane cu stres prezintă scăderi atât în activitatea alfa, 11-12 Hz, cât și în ritmul senzoriomotor (SMR), 12-15 Hz. Creșterea amplitudinii EEG la frecvențele de 19-22 Hz și beta înalte, 35 Hz, este specific stresului. Stresul cronic a fost asociat în mod special cu niveluri ridicate de putere beta relativă la locurile temporale anterioare. Stresul mai mare a fost asociat cu un nivel mai scăzut al HRV (adică, valori inferioare ale SDNN) și un nivel mai ridicat de cortizol. Grupul cu cel mai mare nivel de stres a prezentat cel mai înalt nivel de activitate beta în timpul închiderii ochilor. Participanții care suferă de stres cronic au arătat mai puțin HRV decât cei sănătoși. Stresul cronic poate fi evaluat în mod credibil de o putere relativ ridicată a beta-EEG la locurile temporale anterioare. Din perspectivă psihofiziologică, stresul este caracterizat prin undele EEG low alpha și delta minime și high beta și middle gamma maxime.

Obiective și ipoteze:

Obiectiv 1

Determinarea nivelului de anxietate, utilizând echipamentul Neuro Sky de achiziție și un model statistic original de procesare pentru determinarea nivelului de anxietate utilizând un indicator cantitativ; Ecuația de calcul a indicatorului nivelului de anxietate este originală și reprezintă un mijloc de determinare a nivelului de anxietate la un moment dat, precum și evoluția acestuia în timp, prin metode psihofiziologice ce utilizează undele de tip EEG; sunt utile aceste metode datorită timpului scurt de scanare și calcul și pentru că au la bază măsurători fizice concrete.

Obiectiv 2

Determinarea nivelului de stres, utilizând echipamentul Neuro Sky de achiziție și un model statistic original de procesare pentru determinarea nivelului de stres prin calculul unui indicator cantitativ; Ecuația de calcul a indicatorului nivelului de stres este originală și reprezintă un mijloc de determinare a nivelului de stres la un moment dat, precum și evoluția acestuia în timp, prin metode psihofiziologice ce utilizează undele de tip EEG;

Ipoteza 1

Caracteristicile undelor EEG evaluate cu ajutorul Neuro Sky pot constitui un indicator consistent al nivelului de stres, astfel încât undele EEG low alpha și delta sunt minime și high beta și midle gamma sunt maxime.

Ipoteza 2

Caracteristicile undelor EEG evaluate cu ajutorul Neuro Sky pot constitui un indicator consistent al nivelului de anxietate, astfel încât undele EEG low alpha și low beta sunt minime și high beta și high alfa sunt maxime.

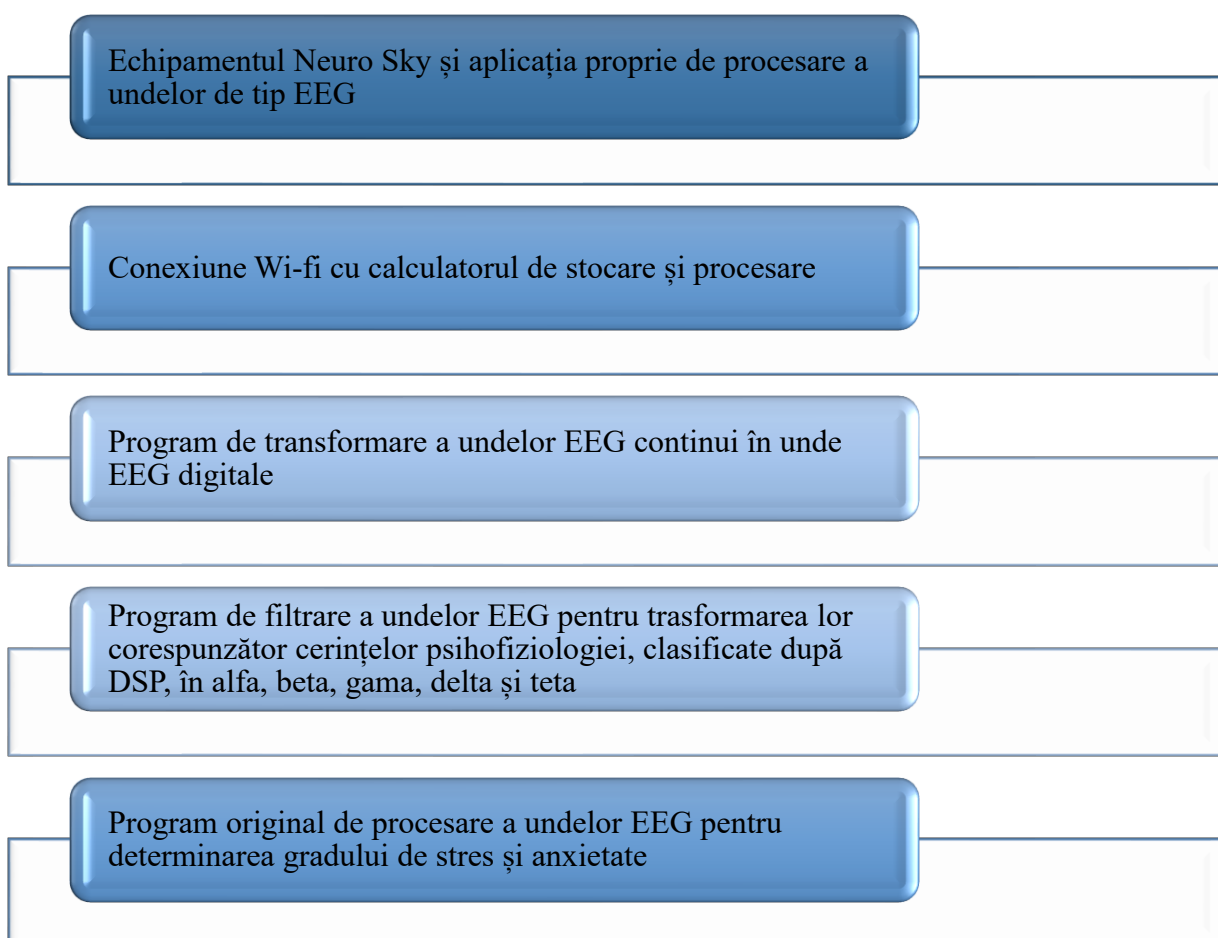
Metoda:

Participanții:

Pentru realizarea cercetării au fost aleși 15 participanți, cu vârsta între 18 și 25 de ani, de ambele genuri, care au fost scanați cu echipamentul Neuro Sky, în aceleași condiții, în cabinetul psihologic, înainte de începerea unui modul de TCC, timpul de scanare fiind de 1.5 minute, și rescanați după două luni de terapie (8 ședințe). Pentru verificarea modelului realizat, am scanat 4 participanți diagnosticați cu anxietate, fiind rescanați, după o perioadă de două luni, timp în care au urmat un program de TCC (8 ședințe).

Instrumentele și materialele:

Pentru determinările propuse s-au utilizat următoarele:



Procedura:

Participanții au fost informați cu privire la obiectivele, procedura, echipamentele utilizate și modul de desfășurare a experimentului. Experimentul a început după obținerea acordului fiecărui participant. Aceștia au fost informați cu privire la rezultatele experimentului precum și asupra rezultatului procesării. De asemenea li s-a oferit un diagnostic precum și sfaturi privind scăderea nivelului de anxietate și/sau stres. În cercetare am respectat codul moral și constrângerile de etică pentru ca rezultatele să nu influențeze deciziile ulterioare ale subiecților și să nu producă nici o consecință negativă. Identitatea subiecților nu va fi divulgată fără acordul lor. Rezultatele au fost înregistrate de casca Neurosky Mind Wave Headset cu ajutorul unei conexiuni Wi-fi au fost stocate și prelucrate în PC. Timpul de scanare a fost de 1,5 minute pentru fiecare subiect.

Designul experimental și variabilele:

Variabilele independente sunt undele de tip EEG măsurate și procesate iar variabilele dependente sunt stresul, respectiv anxietatea. Principiul metodei constă în prelucrarea undelor EEG ale participanților și determinarea gradului de stres și/sau anxietate înainte și după TCC. Pentru a realiza compatibilitatea cu cele 6 scale utilizate în psihometrie (Licker), am determinat 6 niveluri ale gradului de stres și/sau anxietate. Modelul se poate autonomiza, după validare, introducând un grad de rezoluție mai mare (mai multe niveluri ce măsoară gradul), ceea ce are drept efect mărirea preciziei. Validarea presupune rafinarea modelului, prin aplicarea lui în activitatea practică de TCC, timp de mai mulți ani, pe un număr mare de respondenți. S-a efectuat scanarea a 15 participanți despre care nu se cunoaște dacă sunt anxioși sau nu. Ei au fost scanați în aceleași condiții, înainte de a începe programul de TCC, moment pe care l-am notat t_0 .

După o perioadă de două luni de terapie, aceiași 15 participanți au fost rescanați la un moment denumit t_1 . De asemenea, la momentul t_0 am scanat 4 participanți despre care știam că sunt diagnosticați (au și documente doveditoare) cu anxietate. Am efectuat scanarea celor

diagnosticați, având drept model de rafinare modelul statistic de calcul. Schemele, de principiu, utilizate pentru determinarea gradului de stres și/sau anxietate sunt prezentate în Figurile 2.1 și 2.2.

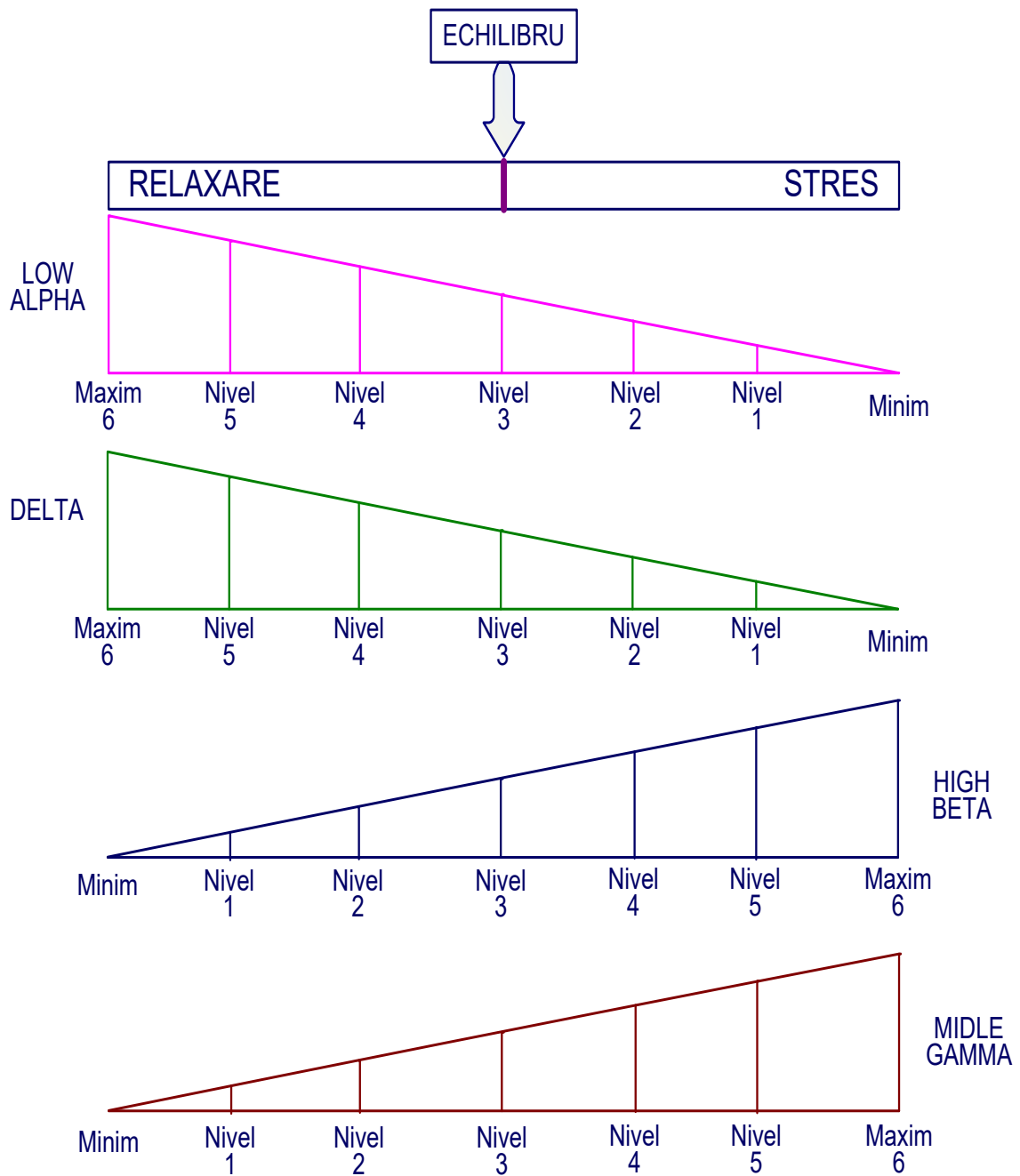


Figura 2.1 Determinarea nivelului de stres

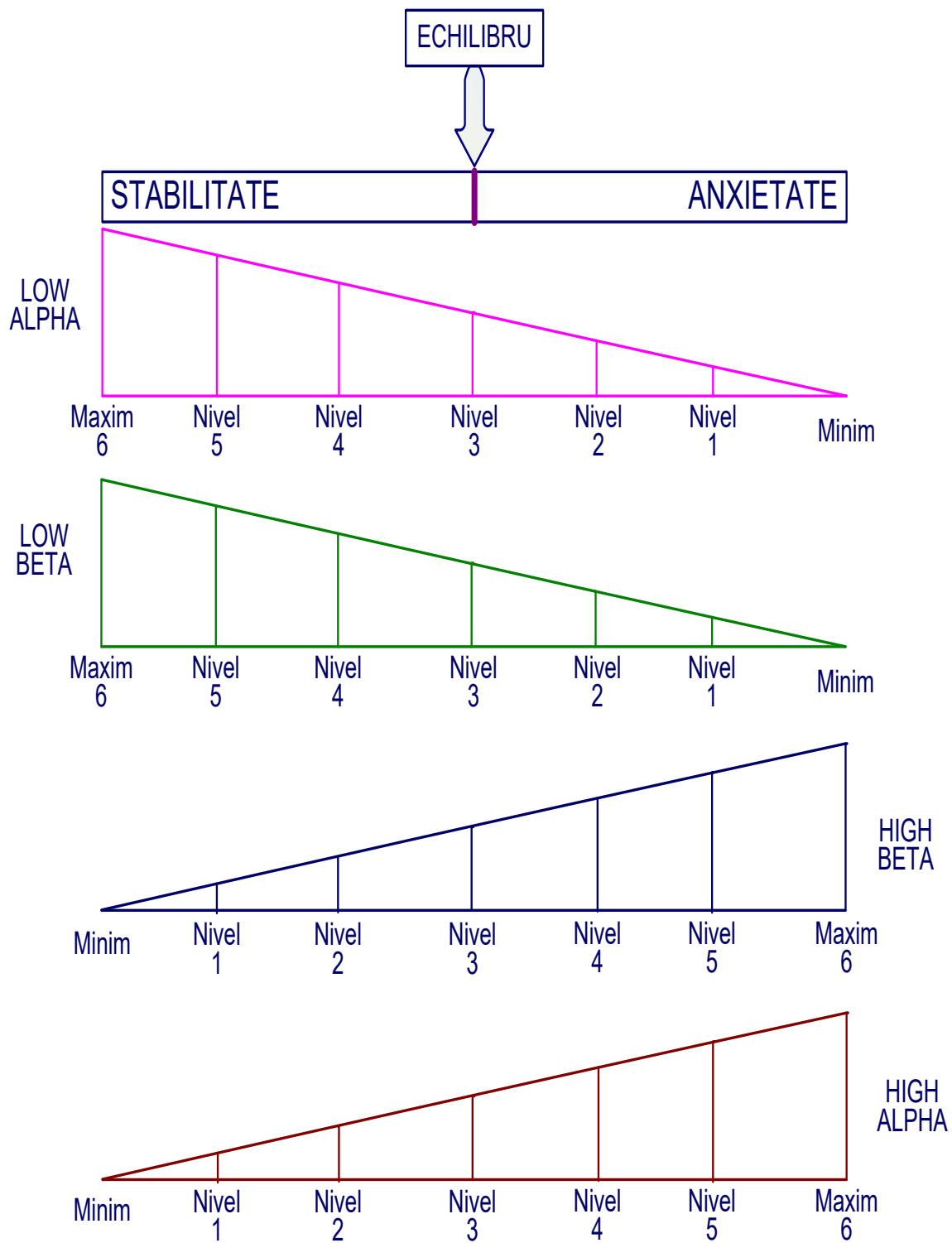


Figura 2.2 Determinarea nivelului de anxietate

Rezultate

Rezultatele cercetării, privind determinarea nivelului de stres și anxietate, sunt prezentate în continuare.

Tabel 2.2 Rezultate (1)

Statistici					
		Anxietate_0	Stres_0	Anxietate_1	Stres_1
N	Valid	15	15	15	15
	Missing	0	0	0	0
Mean		3.6000	2.9333	1.1333	1.6000
Minimum		3.00	2.00	1.00	1.00
Maximum		5.00	4.00	2.00	2.00

Tabel 2.3 Rezultate (2)

Coeficientului de corelație între gradul de anxietate inițială și după terapie			
		Anxietate_0	Anxietate_1
Anxietate_0	Pearson Correlation	1	0.257
	Sig. (2-tailed)		0.356
	N	15	15
Anxietate_1	Pearson Correlation	0.257	1
	Sig. (2-tailed)	0.356	
	N	15	15

Tabel 2.4 Rezultate (3)

Coeficientului de corelație între gradul de anxietate și stres înainte de terapie			
		Anxietate_0	Stres_0
Anxietate_0	Pearson Correlation	1	0.495
	Sig. (2-tailed)		0.061
	N	15	15
Stres_0	Pearson Correlation	0.495	1
	Sig. (2-tailed)	0.061	
	N	15	15

Tabel 2.5 Rezultate (4)

Coeficientului de corelație între gradul de anxietate și stres după terapie			
		Anxietate_1	Stres_1
Anxietate_1	Pearson Correlation	1	-0.080
	Sig. (2-tailed)		0.777
	N	15	15
Stres_1	Pearson Correlation	-0.080	1
	Sig. (2-tailed)	0.777	
	N	15	15

Discuții

- Media anxietății și stresului înainte de terapie este mai mare decât după terapie, astfel: $MA_0=3,6$ iar după terapie, $MA_1=1,13$; $MS_0=2,9$ iar după terapie este $MS_1=1,96$. Diferența dintre cele două medii reprezintă efectul cantitativ al terapiei care se calculează cu relațiile următoare: $\Delta MA = MA_1 - MA_0 = 3.6 - 1.13 = 1.47$, pentru anxietate și $\Delta MS = MS_1 - MS_0 = 2.9 - 1.96 = 0.94$, pentru stress. Eficiența terapiei se calculează cu relația generală, care stabilește raportul între efect și efort, conform relației:
$$EF_{\text{terapie}} = \frac{\text{Efect}}{\text{Efort}} = \frac{\text{Rezultate}}{\text{Resurse_cheltuite}}$$
. În cazul de față, eficiența terapiei are relația:
$$EF_{\text{terapie}} = \frac{\Delta MA}{\text{Nr_ore_terapie}}$$
. În cele două luni s-au efectuat 8 ședințe de terapie de câte 1.5 ore, în total 12 ore, ceea ce înseamnă că eficiența terapiei este: $EF_{\text{terapie}} = \frac{\Delta MA}{\text{Nr_ore_terapie}} = 1.47/12 = 0.123 = 12.3\%$.
- Din cei 15 participanți scanați, s-au identificat 5, cu predispoziție către anxietate, sau cu o formă ușoară de anxietate instalată, dar nedagnosticată și netratată;
- Participanții diagnosticați cu anxietate, au confirmat diagnosticul prin metoda originală ce utilizează rezultatele scanării;
- După 2 luni de TCC cei 15 participanți au dat semne reale de diminuare a nivelului anxietății, calculată prin intervalul de anxietate și media anxietății, după terapie;
- După două luni de TCC, participanții diagnosticați cu anxietate au dat semne reale de diminuare a nivelului anxietății, rezultat din calculul mediei scalelor de anxietate;
- $MA_0=4,25$ iar după terapie, $MA_1=3,25$; $MS_0=1.0$ iar după terapie este $MS_1=1.0$. Diferența dintre cele două medii reprezintă efectul cantitativ al terapiei care se calculează cu relațiile următoare: $\Delta MA = MA_1 - MA_0 = 4.25 - 3.25 = 1.0$, pentru anxietate și $\Delta MS = MS_1 - MS_0 = 0$.

Tabel 2.6 Discuții cu privire la rezultate

A₀	S₀	A₁	S₁
4	1	3	1
4	1	3	1
5	1	4	1
4	1	3	1
4.25	1	3.25	1

3. Concluzii

- Având în vedere rezultatele experimentului care au confirmat situația detectată prin alte metode, putem afirma că modelul este util psihoterapeuților pentru orientarea psihoterapiei în funcție de rezultatele măsurătorilor, procesate cu modelul prezentat;
- Modelul poate fi validat, pe un număr mare de cazuri, de-a lungul câtorva ani și omologat după ce el este susținut de rezultatele experimentale; el poate deveni un produs comercial care să fie un instrument util tuturor categoriilor de psihologi;
- Modelul de determinare a gradului de stres și anxietate precum și evoluția în timp, reprezintă un instrument care direcționează activitatea de psihoterapie dar și măsoară eficiența acesteia cu relația: $EF_{\text{terapie}} = \frac{\Delta MA}{\text{Nr_ore_terapie}}$. Măsurarea obiectivă a activității psihologilor este la început; teza face o primă descriere a unor modele cantitative, dar cred că aceasta este direcția corectă având în vedere că în toate domeniile sunt asemenea tipuri de aplicații: operații la distanță, diagnostic medical statistic, sentințe date de tribunalul electronic, măsurarea on-line a unor parametri: temperatură, bătăile inimii, input de calorii, output de calorii, număr de pași, pulsul și viteza sângelui, etc.
- Modelul realizat va fi îmbunătățit prin acodrarea sa cu rezultatele experimentelor, fiind util pentru diagnosticare, urmărire a eficienței TCC prin măsurarea evoluției participanților, precum și pentru determinarea unui program de TCC adecvat.