

MICHAEL TRIMMEL

Bécsi Egyetem Közegészségügyi Tanszéke, Bécs

ALFA BIOFEEDBACK ÁLTAL FELERŐSÍTETT GYORS AROUSAL VÁLTOZÁSOK ÉS EZEK SZEMÉLYES ÉRTÉKELESE

1934-ben Adrian és Matthews befolyásolták elsőként az alfa produkciót embereknél. Jó néhány évtizeddel később KAMIYA (1968, 1969) folytatott e téren kutatásokat. Manapság az alfa tevékenység növekedését és csökkenését vizsgálják az alapaktivitáshoz viszonyítva (NOWLIS és KAMIYA, 1971; GREEN és mts., 1970; BEATTY, 1971; KAMIYA, 1971; BROWN, 1971; BEATTY, 1972; PEPER, 1972; PASKEWITZ and ORNE, 1973; MULHOLLAND, 1973; TRAVIS és mts., 1974; VALLE és LEVIN, 1975; DE GOOD és mts., 1977). Arra viszont kevesebb erőfeszítést fektettek, hogy az alfa tevékenység gyors változásait az ingerek indukáló (trigger) funkciójához kössék.

Az alfa hullámok az EEG kutatás kezdeteitől fogva a kérgi tevékenység fontos mutatóinak bizonyultak. BAUER (1975) világosan rámutatott, hogy ez az állapot a tanulás szempontjából alapvető jelentőségű. Kísérletében „agyi triggerelési elrendezést” (GUTTMANN, 1981) használtak. Két kiegyenlített csoportot alakítottak ki, ahol a csoportok között nem volt eltérés értelmetlen szótagok tanulásában. A kísérlet fő részében a szótagok bemutatása az egyik csoport tevékenységétől (agyi triggerelésétől) függött. Vagyis, mikor egy értelmetlen szótag megjelent, akkor a kísérleti csoport egy alfa fázis kezdetén volt. E kísérleti csoportban sokkal kevesebb szótagot tanultak meg, mint a kontroll csoportban.

Dolgozatunk célja annak igazolása, hogy a fázisos aktivációt ellenőrizni lehet (HAIDER és mts., 1981) biofeedback segítségével, valamint annak vizsgálata, hogy ezt hogyan értékelik a személyek. Először azt szeretnénk megmutatni, hogy egy adott jel utáni emberi EEG-ben az alfa produkció ellenőrizhető, és EEG biofeedback segítségével rövid idő alatt át lehet térni alfa produkcióról nem alfa produkcióra. Másrészt vizsgálatunk választ keres arra a kérdésre, hogyan élük át a személyek az alfa és nem alfa szakaszokat, s az egyikről a másikra való váltás nehézségeit. Az eddigi vizsgálatok különböző eredményekről számoltak be: egyesek szerint az alfa szakaszokat a személyek kellemesnek tartják (KAMIYA, 1969; BROWN, 1970), mások szerint az alfa és nem alfa szakaszok élmény szinten nem különböztethetők meg egymástól (ORNE, 1975; TRAVIS és mts., 1975; PLOTKIN és COHEN, 1976), megint mások szerint az alfa állapotok elkülönült leírása a helyzet vagy az instrukciós beállítódás és elvárás függvénye (WASH, 1974; DE GOOD, 1977; TYSON és AUDETTE, 1979; PLOTKIN, 1980).

Mivel az alfa tevékenység biofeedback útján történő befolyásolásának lehetősé-

ségét már igazolták, munkánk azt kívánja demonstrálni, hogy ezen felül mód van – méghozzá rövid időn belül – az alfa tevékenység biofeedback révén történő befolyásolására.

Kísérletünkben a következő változókat használtuk: mint független változó két kísérleti csoport (mindkettőben 17 személlyel) és egy kontroll csoport (N=15), két egymást követő ülés és három feltétel (első feltétel: váltás nem alfáról alfára, második feltétel: váltás alfáról nem alfára, nulla feltétel: kontroll helyzet); függő változók voltak: *alfa váltás, erőfeszítés, nehézség, érzések*. Az *alfa váltás* mindkét irányú, tehát az inger megjelenése előtti és utáni váltást jelent. A másik három függő változót a személyek megítélései nyújtották a kísérlet után: az *erőfeszítés* és *nehézség* változása, valamint az *érzések* az alfa és nem alfa szakaszok alatt.

Módszerek

Kísérleti elrendezés. Kiegyenlített keresztezett elrendezést használtunk két kísérleti csoporttal és egy kontroll csoporttal, melyek mindegyike két egymást követő ülésben vett részt. Három feltételt használtunk mindegyikben 80 próbával (3x2x80). Az első feltételt az első kísérleti csoportban az 1. ülésen használtuk, a 2. kísérleti csoportban pedig a 2. ülésnél. A 2. feltételt az 1. kísérleti csoportban a 2. ülésen, a 2. kísérleti csoportban viszont az 1. ülésen használtuk. A 0 feltételt alkalmaztuk mind az 1., mind a 2. ülésen, a kontroll csoportnál (lásd az 1. ábrát).

	1. Ülés	2. Ülés
1. Kísérleti csoport	1. Feltétel	2. Feltétel N=17
2. Kísérleti csoport	2. Feltétel	1. Feltétel N=17
Kontroll csoport	0. Feltétel	0. Feltétel N=15

1. ábra

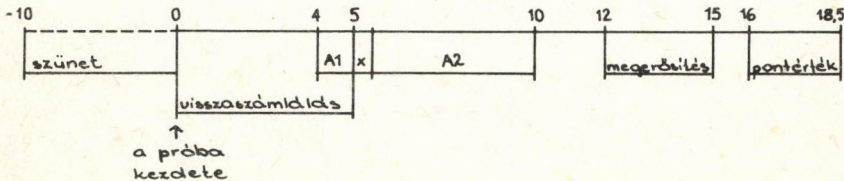
Kísérleti elrendezés (1. Feltétel: váltás nem alfáról alfa tevékenységre; 2. Feltétel: váltás alfáról nem alfa tevékenységre; 0. Feltétel: kontroll helyzet)

Személyek. A kísérletben 49 személy vett részt, 17-en voltak mindkét kísérleti csoportban, 15-en pedig a kontroll csoportban. Férfiak és nők egyaránt szerepeltek 18 és 30 év között. Alsó éves egyetemisták voltak, akiket tanárjuk jól ismert. Azért ilyen személyeket használtunk, mivel a kísérleti helyzet a hasonló kísérletekben naiv személyeket meglepheti. A személyek fizetség nélkül vettek részt a kísérletben.

Berendezés. Az alfa tevékenységet Beckman elektródákkal regisztráltuk Beckman elektród pasztát használva a F₂ M₂ elvezetésekben. A földelő elektróda a homlokokon volt. A jelet 3–30 Hz átviteli sávzélességű differenciál erősítővel (Princeton PAR 113) erősítettük fel. Az így kapott jelzést 5 millisekundumos mintavételekkel digitalizáltuk és Fast Fourier Transzformáció segítségével elemeztük. Az alfa tevékenységre nem használtunk amplitúdó vagy időtartam küszöböt. Az alfa tevékenységet HARD és KAMIYA (1976) nyomán úgy definiáltuk, mint a 8 és 12 Hz közötti sáv részesedését az energia sűrűségi spektrumból.

A digitalizációt, az elemzést és a visszacsatolással kapcsolatos számításokat menetközben Hewlett-Packard 2100 A számítógép segítségével végeztük. A visszacsatolási berendezés visszafelé számlálást mutató monitorból állt (ez adta az alfa tevékenység ingerét) egy optikus visszajelzésből és egy 50 dB erősségű szinuszhangból, melynek frekvenciáját 100 és 2000 Hz között a számítógép vezérelte.

Kísérleti eljárás. Az elektródák felhelyezése közben a személyeket arról tájékoztattuk, hogy olyan kísérletben vesznek részt, mely optimális koncentrációt és relaxációt kíván meg. A kísérlet során a személyek kényelmes relaxációs székekben ültek fülhallgatóval a fejükön egyenesen előre nézve a monitorra. A biofeedback eljárás megkezdése előtt 30 másodpercig rögzítettük az egyéni minimális és maximális alfa értékeket (az utóbbiakat zárt szemmel) azért, hogy megkapjuk az alfa terjedelem egyéni pontértékét. Mindegyik kísérleti ülés előtt a személyek kb. 10 próbában vettek részt s arra utasítottuk őket, hogy ne csukják be a szemüket. Ez alatt az idő alatt a személyek megismerkedtek a mérési helyzettel és az ingerlés időzítésével. Úgy tájékoztattuk őket, hogy koncentrációról relaxációra váltsanak vagy fordítva, és alakítsák ki saját egyéni módszereiket a nagy pozitív pontértékek (a visszajelentés) elérésére. A tényleges kísérlet két 80 próbából álló ülésből és egy 15 perces szünetből állt. Mindegyik próba 18 és fél másodpercig tartott és a következőképpen nézett ki: 5 másodperces visszazámlálás után – melynek során a monitoron két pont összekapcsolódott egymással úgy, hogy egy vonalat formáltak – megjelent egy csillag. Ebben a pillanatban kellett a személynek koncentrációról relaxációra váltania vagy fordítva. A csillag megjelenését követően a következő 4 és fél másodpercig szinusz hangot hallott a személy a fejhallgatón keresztül. Ez a hang volt a közvetlen visszajelzés a tényleges alfa értékről. Két másodperces szünet után 3 másodpercig megjelent a visszajelentés: a kapott pontszám. Egy további 1 másodperces szünet után 2 és fél másodpercre megjelent az előző próbák összes pontértékének összege (lásd a 2. ábrát).



2. ábra
Valamennyi próba időgráfja

A tényleges visszajelzést a korábbi futások átlagos eltéréseihez viszonyított *alfa különbség* mértékének megfelelően számítottuk. Az *alfa különbséget* úgy számoltuk ki, hogy a csillag (A₂) megjelenése utáni 4 és fél másodpercben kapott Fast Fourier Transzformáció utáni sűrűség spektrum összegzett és 4,5-del elosztott értékéből kivontuk a csillag megjelenése előtti utolsó másodperc értékét (A₁). Ha az *alfa változás* a megfelelő feltétellel összhangban volt, az optikai visszajelzés pozitív volt, és nagysága

az alfa tevékenység változásának függvénye volt. Ellenkező esetben a visszajelzés negatív érték volt. A motiváció növelése érdekében a pozitív visszajelzést megkettőztük (a visszajelzés terjedelme így -50 és $+100$ között mozgott).

A végső számításokra ténylegesen használt paraméter a 80 próbában azonos feltételek mellett az összes személynél kapott összes eltérés átlaga volt.

A kontroll csoportban a visszajelzést előre rögzítettük. Ez a mesterséges visszajelzés egyáltalán nem felelt meg valóságos *alfa különbség* értékeknek. Ugyanakkor a mesterséges pontértékek sorozata a két ülésben ennél a csoportnál is eltérő volt.

A két ülést követően került sor a kognitív változók (*erőfeszítés, nehézség, érzések*) meghatározására. A személyektől a következőket kérdeztük:

„A két ülésre visszatekintve fizikailag mennyire volt nehéz a pozitív visszajelzés elérése az első és a második ülésben (0=nem kellett erőfeszítés, 5=nagy erőfeszítés)?”

„A két ülésre visszatekintve mentálisan mennyire volt nehéz az első és második ülésben magas pozitív visszajelzések elérése (0 = nem nehéz ... 5 = nagyon nehéz. Nehézen itt egy „Aha!” élményt kell érteni)?”

„A magas pozitív visszajelzést eredményező próbákra visszatekintve mindkét ülésnél mennyire volt kellemes a csillag megjelenése és a fejhallgatón hallott hang vége közötti idő (0 = kellemes ... 5 = kellemetlen)?”

Eredmények és megbeszélés

Négy varianciaanalízist végeztünk a négy függő változóra nézve (*alfa változás, erőfeszítés, nehézség, érzések*), két szemponttal.

A vizsgálat fő eredménye az volt, hogy kimutatta, rövid idő alatt mód van alfa tevékenységről nem alfára váltani. Az erőfeszítés nem különbözött a helyzetek között, míg a nehézség sokkal nagyobb volt, mikor alfáról nem alfára váltottak, mint fordítva, vagy mint a kontroll helyzetben. A magas alfatevékenységet a személyek nagyon kellemesnek tartották.

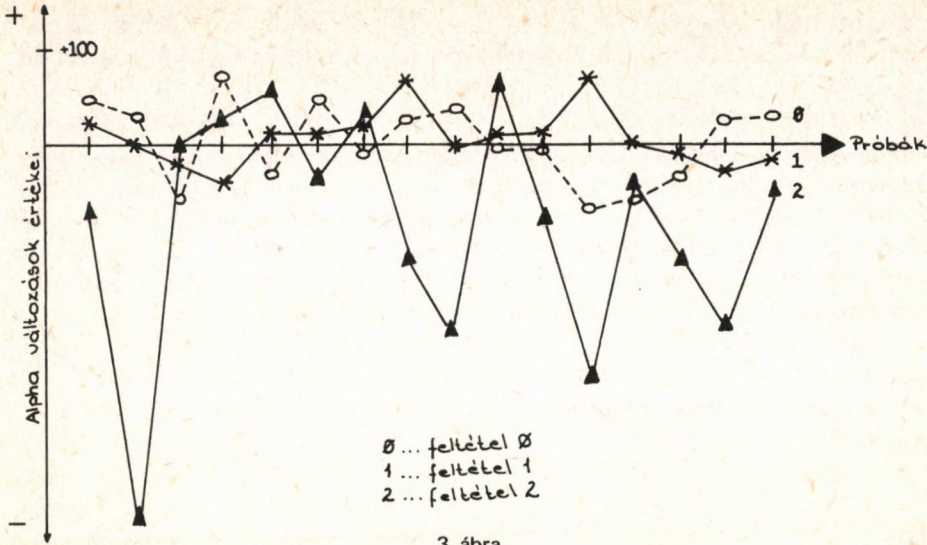
Az 1. táblázat mutatja az *alfa változás* szignifikáns hatásait.

1. táblázat

Varianciaanalízis az alfa tevékenység váltásra

Forrás	df	F	P
Feltétel (F)	2	4,419	0,015
Ülés (Ü)	1	0,598	n.sz.
F x Ü	2	2,254	n.sz.

Az üléseknek nem volt fő hatásuk s nem volt interakció a feltételek és az ülések között sem. A feltételek azonban szignifikáns hatást mutattak. A Duncan-terjedelmek nem tértek el az első feltétel és a 0 feltétel között ($p \leq 0,05$), a második feltétel és a másik két feltétel között azonban voltak szignifikáns eltérések. Ezeket az eredményeket mutatja be a 3. ábra.



A három feltétel tanulási görbéje öt szakaszra elosztva

Az *erőfeszítéssel* kapcsolatban nem kaptunk szignifikáns eredményeket (2. táblázat). A különböző feltételeknek szignifikáns ($p < 0,01$) hatása volt a *nehézségre*, míg az ülésnek nem volt fő hatása, s nem volt szignifikáns interakció sem. A Duncan-próba szerint az első feltétel és a 0 feltétel nem különbözött egymástól, mindkettő eltért azonban a második feltételtől, ahol amikor alfa tevékenységről nem alfára kellett váltani, sokkal nehezebb volt elérni a pozitív visszajelzést. Érdeemes rámutatni, hogy a személyek által átélt erőfeszítés a három helyzetben egyforma volt. Ez arra utal, hogy bonyolultabb dolog a nem alfa tevékenységről alfára váltani, vagy más szóval nehezebb a mentális tevékenységet csökkenteni, mint növelni.

Alátámasztja ezt az eredményt ANGERER (1979) adata, aki lassú potenciálok

A kognitív változók varianciaanalízisei

2. táblázat

	Forrás	df	F	p
<i>Erőfeszítés</i>	Feltétel (F)	2	2,413	n. sz.
	Ülés (Ü)	1	2,912	n. sz.
	FxÜ	2	0,131	n. sz.
<i>Nehézség</i>	Feltétel (F)	2	7,495	$p < 0,001$
	Ülés (Ü)	1	8,025	n. sz.
	FxÜ	2	0,587	n. sz.
<i>Érzések</i>	Feltétel (F)	2	15,079	$p < 0,01$
	Ülés (Ü)	1	0,113	n. sz.
	FxÜ	2	0,559	n. sz.

változását mutatta ki állatoknál operáns kondicionálással, valamint BAUER és LAUBER (1979) eredménye, akik a lassú potenciál változásokat embernél kondicionálták operánsan.

Az üléseknek nem volt hatása az *érzésekre*, s nem adódtak interakciók sem. Csak a feltételnek volt szignifikáns ($p < 0,0001$) fő hatása. Ne feledjük, hogy az első feltételnél a megítélés a magas alfa tevékenység szakaszaira vonatkozott, míg a második feltételnél az alacsony alfa tevékenységet eredményező szakaszokat kellett megítélni. Igen valószínű, hogy a kontroll helyzetben (0 feltétel) mindkét típusú szakaszcsoportról ítélték a személyek, hiszen a visszajelzés a valószínű alfaértékektől független volt.

Duncan-féle terjedelmeket vizsgálva, szignifikáns eltéréseket találtunk mindhárom feltétel között, ami arra utalt – mint azt már KAMIYA (1969) és BROWN (1971) is kimutatták más kísérleti elrendezésekben –, hogy a magas alfa tevékenység állapotait a személyek jellegzetesen kellemesebbnek tartják, mint az alacsony alfa tevékenységet.

Ez az eredmény ellentétben van ORNE (1975), TRAVIS és mtsai (1975), valamint PLOTKIN és COHEN (1976) eredményeivel. Ennek oka talán az lehet, hogy jelen kísérletben a személyeknek az alacsony és magas alfa tevékenységű szakaszokat kellett összehasonlítaniuk, s külön kellett skálázniuk azokat.

Eredményük ellentétben van DE GOOD és mts., (1977), valamint PLOTKIN (1980) eredményeivel is, hiszen ugyanazon személyeknél kimutattuk, hogy az alfa állapotokat kellemesebbnek tartják, mint a nem alfa állapotokat egyazon kísérleti helyzetben azonos utasítások mellett s úgy, hogy a személyek nem tudták, hogy alfa visszajelzési kísérletben vesznek részt.

(Pléh Csaba fordítása)

Irodalom

- ADRIAN, E. D. and MATTHEWS, B. H. C., 1934, The Berger Rhythm: Potential changes from the occipital lobes in man, *Brain*, 57, 355–385.
- ANGERER, G., 1979, Operante Kontrolle längerdauernder corticaler Gleichspannungsveränderungen an Rattan, Phil. Diss., Bécs.
- BAUER, H., 1975, Lernen unter Berücksichtigung hirnelektrophysiologischer Zustände, Előadás az „Osztrák EEG-társaság” gyűlésén.
- BAUER, H., 1979, Operant Conditioning of Brain Steady Potential Shifts in Man, *Biofeedback and Self-Regulation*, 2, 145–154.
- BEATTY, J. T., 1971, Effects of initial alpha wave abundance and operant training procedures on occipital alpha and beta activity, *Psychonomic Science*, 23, 197–199.
- BEATTY, J. T., 1972, Similar effects of feedback signals and instructional information on EEG activity, *Physiology and Behavior*, 9, 151–154.
- BERLYNE, D. E., 1964, The reward value of indifferent stimulation, In: Tapp, J. T. (ed.), *Reinforcement and Behavior*, Academic Press, New York.
- BROWN, B. B., 1970, Recognition of aspects of consciousness through association with EEG alpha activity represented by a light signal, *Psychophysiology*, 6, 442–452.

- BROWN, B. B., 1971, Awareness of EEG — subject activity relationships detected within a closed feedback system, *Psychophysiology*, 7, 451–461.
- DE GOOD, D. E., ELKIN, B., LESSIN, S. and VALLE, R. S., 1977, Expectancy influence on self-reported experience during alpha feedback training, *Biofeedback and Self-Regulation*, 2, 183–194.
- GREEN, E. E., GREEN, A. M. and WALTERS, E. D., 1970, Voluntary control of internal states: psychological and physiological, *Journal of Transpersonal Psychology*, 2, 1–26.
- GUTTMANN, G., 1981, *Einführung in die Neuropsychologie*, Bern, Huber.
- HAIDER, M., GROLL-KNAPP, E. and GANGLBERGER, J., 1980, Event-Related Slow (DC) Potentials in Human Brain, *Rev. Physiol. Biochem. Pharmacol.*, 88, 125–197.
- HARDT, J. V. and KAMIYA, J., 1976, Conflicting results in EEG alpha feedback studies, *Biofeedback and Self-Regulation* 1, 63–75.
- KAMIYA, J., 1967, EEG operant conditioning and the study of states of consciousness, In: Freedman, D. X., *Laboratory studies of Altered Psychological States*. APA, Washington, D. C.
- KAMIYA, J., 1968, Conscious control of brain waves, *Psychology Today*, 1, 57–60.
- KAMIYA, J., 1969, Operant control of EEG alpha rhythm and some of its reported effects on consciousness, In: Tart, C. T. (ed.), *Altered States of Consciousness*, Wiley, New York.
- KAMIYA, J., 1971, Conditioned discrimination of the EEG alpha rhythm in humans. Abstract of a paper presented at the Western Psychological Association meeting, 1962. In: Barber (ed.), *Biofeedback and Self-control*, Aldine-Asherton, Chicago.
- MULHOLLAND, T., 1973, Objective EEG methods for studying covert shifts of visual attention, In: Miller, N. E. (ed.), *Biofeedback and Self-control*, Aldine-Asherton, Chicago.
- NOWLIS, D. P. and KAMIYA, J., 1970, The control of electroencephalography alpha rhythms through auditory feedback and the associated mental activity, *Psychophysiology*, 6, 476–484.
- ORNE, M., EVANS, F., WILSON, S. and PASKEWITZ, D., 1975, The potential effectiveness of autoregulation as a technique to increase performance under stress, Unpublished Report, Philadelphia: University of Pennsylvania.
- PASKEWITZ, D. A. and ORNE, M. T., 1973, Visual effects on alpha feedback training, *Science*, 181, 360–363.
- PEPER, E., 1972, Localized EEG alpha feedback training: a possible technique for mapping subjective, conscious and behavioral experiences, *Kybernetik*, 11, 166–169.
- PEPER, E. and MULLHOLLAND, T., 1970, Methodical and theoretical problems in the voluntary control of electroencephalographic occipital alpha by the subject, *Kybernetik*, 7, 10–13.
- PLOTKIN, W. B., 1980, The role of attributions of responsibility in the facilitation of unusual experimental states during alpha training: An analysis of the biofeedback placebo effect, *Journal of Abnormal Psychology*, 89, 67–78.

- PLOTKIN, W. B. and COHEN, R., 1976, Occipital alpha and the attributes of the alpha experience, *Psychophysiology*, *13*, 16–21.
- TRAVIS, T. A., KONDO, C. Y. and KNOTT, J. R., 1974, Alpha conditioning: a controlled study, *Journal of Nervous and Mental Disease*, *158*, 163–173.
- TRAVIS, T. A., KONDO, C. Y. and KNOTT, J. R., 1975, Subjective aspects of alpha enhancement, *The British Journal of Psychiatry*, *127*, 122–126.
- TRIMMEL, M., 1977, *Die gelernte Triggering der Alpha Produktion im EEG*. Phil. Diss. Bécs.
- TRIMMEL, M., 1980, Der durch EEG-Biofeedback kontrollierte corticate Aktivierungswechsel und seine kongitiven Korrelate, *Zeitschr. für klinische Psychologie*, *9*, 1, 61–72.
- TYSON, P. D. and AUDETTE, R., 1977, The controverse over the relationship between alpha waves and experience during feedback, *Biofeedback and Self-Regulation*, *2*, 285.
- VALLE, R. S. and LEVIN, J. M., 1975, Expectation effects in alpha wave control, *Psychophysiology*, *12*, 306–309.
- WALSH, D. H., 1974, Interactive effects of alpha feedback and instructional set on subjective state, *Psychophysiology*, *11*, 428, 435.

MICHAEL TRIMMEL

FAST AROUSAL CHANGES ENHANCED BY ALPHA BIOFEEDBACK AND THEIR PERSONAL EVALUATIONS

The present experiment was designed to examine the possibility of changing alpha production in human EEG after a certain signal. Personal evaluations of the subjects during high and low alpha production and their difficulties when changing from alpha production to non-alpha production and vice versa were also studied. After a count-down, two experimental groups (N=17) and one control group (N=15) had to change within half a second from alpha to non-alpha or vice versa receiving acoustical and visual feedback. Each subject was tested in two conditions with 80 runs each. The alpha share (defined as the value in the power spectrum for the frequencies from 8 to 12 Hz) of the 4,5 sec after a signal was compared with that of one second before the signal. A significant difference ($p \leq .05$) between the group who had to change from alpha to non-alpha activity and the other groups was found. Effort in changing from one activity on the other was about the same for either way, whereas the perceived difficulty experienced for the change from alpha to non-alpha was significantly greater ($p \leq .01$) than from non-alpha to alpha. Phases of high alpha production were experienced as significantly ($p \leq .0001$) more pleasant than phases with low alpha production.