

Kontrolliertes EEG-Alpha-Feedback-Training bei Gesunden und Kopfschmerzpatientinnen *

D. LEHMANN¹, W. LANG¹ und P. DEBRUYNE²

¹Neurologische Universitätsklinik, Kantonsspital, CH-8091 Zürich, Schweiz

²Institut für Hochfrequenztechnik, Eidgenössische Technische Hochschule,
CH-8092 Zürich, Schweiz

Eingegangen am 18. Januar 1976

CONTROLLED EEG ALPHA FEEDBACK TRAINING IN NORMALS AND HEADACHE PATIENTS

SUMMARY. Headache patients and healthy controls underwent alpha-EEG feedback training in 12 sessions. The present study does not support the literature which reports alpha increase by feedback training. The study included a patient group receiving feedback, a patient control group receiving pseudofeedback, and a volunteer group receiving feedback. Increase of alpha EEG was observed under feedback and pseudofeedback. However, there was always more alpha during baseline times than during training times. Alpha increase over time is suggested to be a habituation effect. Headache pain decreased with training (within the boundaries of a placebo effect), and there was no difference in headache decrease between feedback and pseudofeedback patients.

KEY WORDS: Electroencephalogram - Alpha Feedback Training - Habituation - Headache Patients.

ZUSAMMENFASSUNG. Alpha-EEG-Feedback-Training wurde in 12 Sitzungen bei Patientinnen mit vasomotorischen Kopfschmerzen und bei Gesunden durchgeführt. Die in der Literatur verbreiteten Meinungen über Lernbarkeit von Alpha-EEG durch Feedback werden in der vorliegenden Untersuchung nicht bestätigt. Die Studie schloss neben einer mit Feedback behandelten Patientinnen-Gruppe auch Pseudofeedback-Kontroll-Patientinnen und eine gesunde Vergleichsgruppe ein. Es fand sich bei echtem und Pseudo-Feedback eine systematische Zunahme der Alpha-Aktivität mit der Zeit, jedoch fand sich systematisch weniger Alpha während der eigentlichen Übungszeit im Vergleich mit jeweils vorhergehenden Ruheperioden. Die Alpha-Zunahme mit der Zeit wird als Habituationseffekt betrachtet. Patientinnen mit Kopfschmerzen erlebten während der Trainingszeit Besse rungen, die sich im Rahmen eines Placebo-Effektes hielten, und die nicht verschieden waren zwischen Feedback- und Pseudofeedback-Kondition.

* Mit Unterstützung des Schweiz. Nationalfonds, der Stiftung für Wissenschaftliche Forschung, Zürich, und der Smith-Kettlewell Eye Research Foundation, San Francisco.

SCHLÜSSELWÖRTER: Elektroenzephalogramm - Alpha-EEG-Feedback-Training - Habituationseffekt - Gefäßkopfschmerz.

Seit einigen Jahren wird über die Anwendung von Biofeedback-Methoden zur Beeinflussung von Körperfunktionen oder pathologischen Symptomen berichtet. Die durch elektronische Instrumente erzeugte akustische oder visuelle Rückmeldung der momentanen Aktivitätslage einer zu trainierenden Körperfunktion soll dem Proband die Möglichkeit geben, Körperforgänge zu beeinflussen, die normalerweise nicht aktiv zu steuern sind. Legewie und Nusselt (1975) haben kürzlich eine Übersicht über das Gesamtgebiet des Biofeedback gegeben.

Die experimentelle Beeinflussung bestimmter Funktionen mittels operanter Konditionierung wurde in den letzten Jahren in verschiedenen Anwendungsbereichen beim Menschen untersucht, so z. B. Herzfrequenz (Engel & Chism, 1967), Muskeltonus (Budzynski et al., 1970), sensomotorische EEG-Rhythmen bei Epileptikern (Sterman, 1974) und besonders häufig der Alpha-Rhythmus im EEG (Brown, 1970; Nowlis & Kamiya, 1970; Peper & Mulholland, 1970; Grusche et al., 1973; Nowlis & Wortz, 1973; Lynch et al., 1974; McKenzie et al., 1974).

Über die tatsächliche Beeinflussbarkeit von Alpha-Wellen im EEG durch operantes Konditionieren gehen die Meinungen auseinander. Neben Autoren, die über Konditionierbarkeit berichten und im Alpha-Feedback gar einen neuen Weg zur Kontrolle über psychische Zustände sehen (Kamiya, 1968; Brown, 1970), wurde in letzter Zeit von anderen die operante Konditionierbarkeit von Alpha-Rhythmen in Frage gestellt (Lynch & Paskewitz, 1971; Strayer et al., 1973). Nowlis & Wortz (1973) zeigten jedoch, daß topisch differenzierte Alpha-Konditionierung möglich ist, und Kuhlman & Klieger (1975) fanden bei bestimmten Versuchsbedingungen signifikante Alpha-Vermehrung über Ruhekontrollwerte hinaus.

Wir entschlossen uns, die therapeutische Nützlichkeit von EEG-Alpha-Feedback bei vasomotorischen Kopfschmerzen zu prüfen. Da Alpha-Wellen vermehrt im EEG auftreten, wenn der Proband entspannt ist (siehe besonders Brown, 1970), und da vasomotorische Kopfschmerzen mit emotionalen Belastungen und Spannungszuständen assoziiert sein können, sollte eine willentlich vermehrte Produktion von Alpha-EEG über eine aktive Entspannung die vasomotorischen Kopfschmerzen beeinflussen können. EEG-Feedback-Training könnte dann als alternative oder zusätzliche Therapie angewandt werden, wenn medikamentöse Behandlung nicht zum gewünschten Erfolg führt.

Zur Prüfung grundsätzlicher Fragen des Alpha-Feedback-Trainings wurde in der vorliegenden Untersuchung einer mit echten Feedback-Signalen therapierten Patienten-Gruppe eine Kontroll-Patienten-Gruppe gegenübergestellt, die mit zufallsgeneriertem Pseudofeedback trainiert wurde, und eine Vergleichsgruppe von gesunden Versuchspersonen mit echtem Feedback-Training eingeschlossen.

METHODE

24 Patientinnen der Neurologischen Universitäts-Poliklinik Zürich im Alter zwischen 19 und 35 Jahren mit vasomotorischen Kopfschmerzen, bei denen zuvor internistisch und neurologisch andere Kopf-

schmerzursachen ausgeschlossen worden waren, begannen die Alpha-Feedback-Therapie. 19 der 24 Patientinnen beendeten die Therapie, d.h. sie nahmen an allen 12 Sitzungen (2 pro Woche) teil. Voraussetzung für die Teilnahme war, daß (1) die Beschwerden mindestens 10 Monate gedauert hatten, und (2) die Patientinnen in Zürich oder Umgebung wohnten. Eine eventuelle, seit mindestens vier Wochen unverändert bestehende medizinische oder physiotherapeutische Behandlung wurde während des Alpha-EEG-Trainings unverändert fortgesetzt.

Die Patientinnen wurden der Therapie- und Kontrollgruppe so zugeteilt, daß in beiden Gruppen eine etwa gleiche Verteilung bezüglich EEG-Amplitude und Alter vorlag. Eine sechsköpfige Vergleichsgruppe von gesunden Versuchspersonen (freiwillige Studenten, Alter zwischen 22 und 29 Jahren) nahm ebenfalls am Alpha-Feedback-Training teil. Es wurde geprüft, ob zwischen den drei Gruppen Unterschiede in Persönlichkeitsprofilen bestehen. Die Teilnehmer beantworteten einen Fragebogen (AUPI; Baumann & Dittrich, 1975). Für die Auswertung wurden die vier Skalen Extraversion, Neurotizismus, Offenheit und Psychotizismus verwendet. Tabelle 1 zeigt die Mittelwerte der Skalen für die drei Gruppen; Tabelle 1 gibt auch die Test-Durchschnittsresultate für die Schweizer Bevölkerung (Baumann & Dittrich, 1975) an. Offenbar bestehen keine relevanten Unterschiede zwischen Therapie- und Pseudofeedback-Gruppe, und unsere 3 Gruppen zeigen Werte innerhalb des Schweizer Durchschnitts.

Tabelle 1. AUPI-Persönlichkeitsprofil

		Extra- version	Neuroti- zismus	Offen- heit	Psychoti- zismus
Therapie- Patientinnen	\bar{x} SD	10, 6 4, 5	14, 2 6, 0	8, 4 2, 8	2, 5 1, 7
Pseudofeedback- Patientinnen	\bar{x} SD	9, 4 5, 9	10, 4 5, 3	7, 3 2, 4	1, 6 2, 3
Versuchs- personen	\bar{x} SD	13, 2 5, 2	13, 2 4, 9	10, 0 1, 7	1, 7 1, 6
Schweiz. Bevölkerung	\bar{x} SD	11, 5 4, 9	11, 5 5, 5	9, 1 2, 8	2, 2 1, 6

Das EEG wurde abgeleitet in der Sagittallinie bei 20% und 50% des Abstandes Inion-Nasion (vom Inion aus gemessen), verstärkt, und bandpass-gefiltert (-1 dB bei 8 und 12 Hz, 40 dB/Dekade). Das Feedback-Signal wurde über Lautsprecher durch einen mäßig lauten 1000 Hz-Ton von minimal 160 msec Dauer gegeben. Der Ton begann, wenn die Amplitude des Patienten-EEG einen vorbestimmten Pegel überschritt. Dieses Verfahren wurde bei den Therapie-Patientinnen und den Versuchspersonen angewandt.

Bei der Kontrollgruppe (Pseudofeedback-Gruppe) wurde der 1000 Hz-Ton nicht durch das gefilterte EEG, sondern durch gefiltertes weißes Rauschen erzeugt. Die Messung der Alpha-Aktivität erfolgte bei allen drei Gruppen in Prozenten der Registrierzeit (Alpha-%-Zeit) aufgrund des gefilterten EEG.

In der ersten Sitzung wurde eine Kalibrierung des Feedback-Ton- und Meßpegels vorgenommen, indem der Amplituden-Pegel so eingestellt wurde, daß 5 bis 7 aufeinanderfolgende 30 sec-Messungen 25-35 Alpha-%-Zeit ergaben. Der so festgelegte Pegel-Wert wurde für die nachfolgenden Sitzungen der gleichen Person verwendet.

Nach Anlegen der Elektroden saßen die Patientinnen während der Sitzung in einer licht- und geräuschgeschirmten Kabine, in der elektronisch erzeugtes Sprechrauschen zu hören war. Die Sprechverbindung mit dem Versuchsleiter war durch ein Intercom-Gerät gewährleistet. Die Patientinnen saßen in einem bequemen Lehnstuhl und erhielten die Instruktion, während der Messungen möglichst Körperbewegungen zu vermeiden, um Artefakte zu verhindern. In einer 5-min-Angewöhnungsphase wurde den mit geschlossenen Augen dasitzenden Patientinnen der Ton angeboten; die Patientinnen waren instruiert noch nicht zu üben, sondern sich auszuruhen. Es wurde nach 1 min 5 mal während je 30 sec die Alpha-%-Zeit gemessen. Danach folgte eine Pause von 1 min ohne Feedback-Ton. Die Trainingsphase bestand aus fünf durch 1 min-Pausen getrennten Perioden von je 2 min 15 sec. Die Patientinnen waren instruiert, bei geschlossenen Augen den Ton möglichst häufig zu produzieren. 15 sec nach Beginn jeder Trainingsperiode wurde jeweils die Alpha-%-Zeit während der folgenden 2 min gemessen.

Während jeder Sitzung wurde das Roh-EEG, das Bandpass-gefilterte EEG, und der Feedback-Ton auf einem Oszilloskop zur Kontrolle dargestellt und pro Sitzung mindestens eine Periode auf einem Papierschreiber aufgezeichnet.

Während des sechs Wochen dauernden Alpha-EEG-Trainings hatten sowohl Therapie- als auch Kontrollpatientinnen Protokoll über ihre Kopfschmerzen zu führen, wobei dreimal täglich eine Ziffer (0-5) entsprechend der Kopfschmerzintensität (deskriptive Schmerzskala; Huskisson, 1974) eingetragen werden mußte. Bei der Auswertung der Kopfschmerzintensität wurde zuerst für jeden Tag ein Durchschnittswert gebildet, indem die summierte Stärke der Kopfschmerzen durch die Zahl der Attacken dividiert wurde. Sodann wurden Mittelwerte über Tage berechnet, beginnend vom Tag der ersten Sitzung bis zur Halbzeit zwischen zweiter und dritter Sitzung (Kopfschmerzmittelwert bei der zweiten Sitzung); von da bis zur Halbzeit zwischen dritter und vierter Sitzung (Kopfschmerzmittelwert bei der dritten

Sitzung), etc., so daß elf Mittelwerte entstanden. Für jede Patientin wurde der erste Wert (Mittelwert bei der zweiten Sitzung) gleich 100% gesetzt und die anderen zehn Werte als entsprechende Prozente berechnet.

Am Ende der zwölf Sitzungen hatten die Patientinnen zum Training und zum Verlauf der Kopfschmerzen in einem schriftlich standardisierten Protokoll Stellung zu nehmen, in dem nach Besserung oder Verschlechterung der Beschwerden, Beeinflußbarkeit des Pipstons, und weiteren hier nicht relevanten Daten gefragt wurde.

Drei Monate nach Ablauf des Trainings wurden die Patientinnen telefonisch über den Verlauf der Kopfschmerzen nach dem Alpha-Feedback-Training befragt.

Für die statistische Auswertung der Daten wurden nicht-parametrische Tests benutzt: White- und Mann-Whitney-Test, Wilcoxon-Test, Krueger-Spearmanscher Rangkorrelationskoeffizient (Siegel, 1956; Clauss & Ebner, 1972), zum Teil unter Benutzung eines Computers (PSCHYCHLIB-Bibliothek U. Baumann).

ERGEBNISSE

Die Kopfschmerzen nahmen bei der Therapie- und Pseudofeedback-Gruppe im Verlauf der zwölf Sitzungen systematisch ab, wie aus Abb. 1 ersichtlich. Die je ersten drei Medianwerte der Kopfschmerzkurven beider Gruppen liegen signifikant höher als die je letzten drei Werte ($p \leq 0,05$). Die

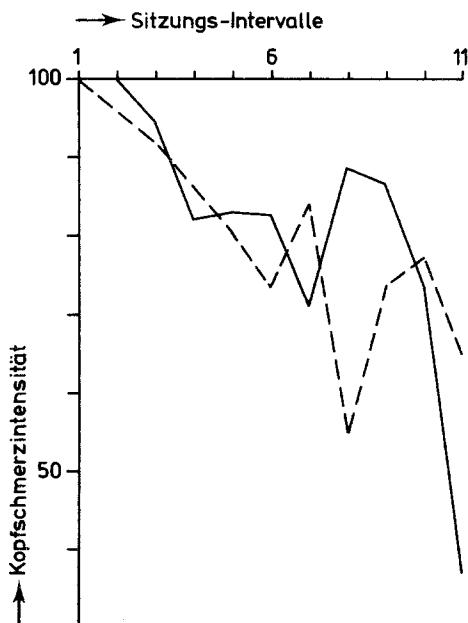


Abb. 1. Subjektive Kopfschmerzintensität (senkrecht) abhängig von der Behandlungszeit (Sitzungsintervalle, waagrecht), für Therapiegruppe (—) und Pseudofeedback-Gruppe (- - - - -)

Berechnung der linearen Regression der Kopfschmerzmedianwerte zeigt bei der zwölften Sitzung eine Abnahme der Kopfschmerzen gegenüber der ersten Sitzung von 43% bei den Therapie-Patientinnen, verglichen mit 40% bei der Pseudofeedback-Gruppe, jedoch fand sich kein systematischer Unterschied zwischen Therapie- und Pseudofeedback-Gruppe; nur im Intervall zwischen Sitzung 8 und 9 zeigte der Rangtest einen signifikanten Unterschied ($p \leq 0,025$). Die Kopfschmerz-Medianwerte über alle 11 Intervalle waren zwischen den beiden Gruppen nicht signifikant verschieden (mdn der Therapiegruppe: 82,5; mdn der Pseudofeedback-Gruppe: 80,5).

Der Zusammenhang zwischen der Zunahme der Alpha-%-Zeit und der Abnahme der Kopfschmerzintensität im Laufe der Sitzungen wurde mit dem Krueger-Spearmanschen Rangkorrelationskoeffizienten geprüft. Dabei wurde für die Kopfschmerzintensität der Medianwert über Personen je Gruppe während der Angewöhnungs- und Trainingsphasen verwendet. Der Korrelationskoeffizient für die Therapiegruppe war in den Angewöhnungsphasen 0,65 ($p < 0,05$), in den Trainingsphasen 0,51 ($p > 0,05$; N. S.). Bei der Pseudofeedback-Gruppe waren die entsprechenden Werte für die Angewöhnungsphasen 0,68 ($p \leq 0,05$) und für die Trainingsphasen 0,54 ($p > 0,05$; N. S.).

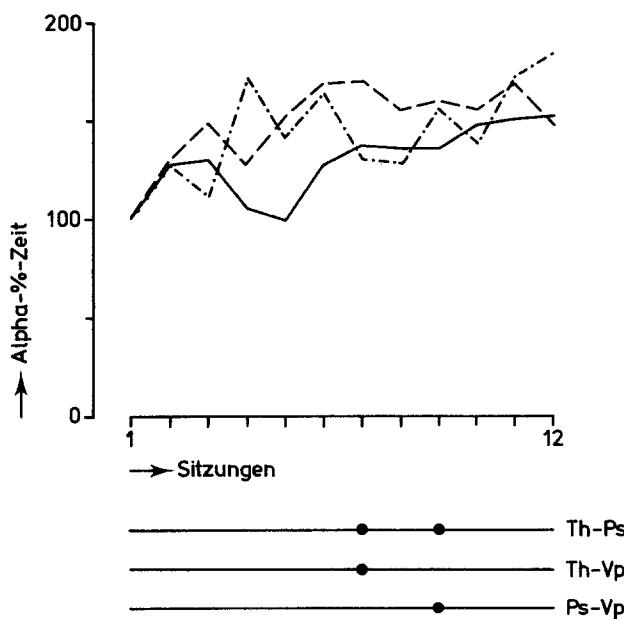


Abb. 2. Medianwerte der Alpha-%-Zeit über Personen während der Angewöhnungsphasen, pro Sitzung und Gruppe berechnet. 100% = Wert bei der 1. Sitzung.

— (Th) Therapie-Gruppe; - - - (Ps) Pseudofeedback-Gruppe; - · - (Vp) Versuchspersonen. Signifikanz des Unterschieds zwischen Gruppen (Mann-Whitney-Tests): ● = $p \leq 0,05$

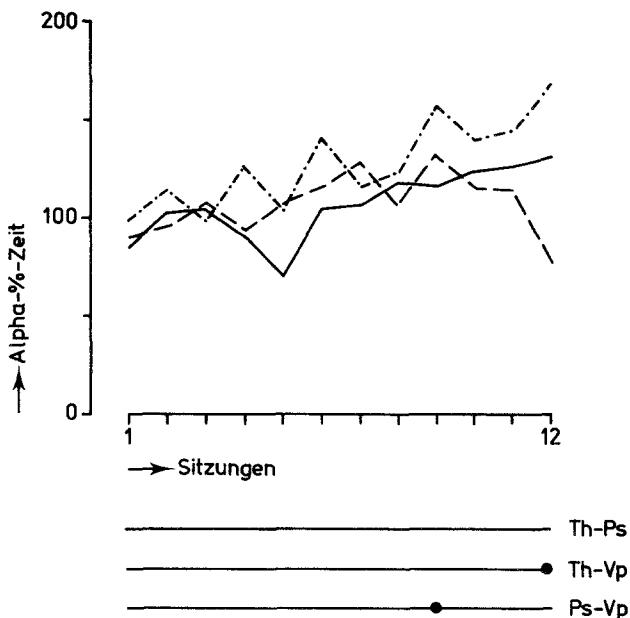


Abb. 3. Medianwerte der Alpha-%-Zeit über Personen während der Trainingsphasen, pro Sitzung und Gruppe berechnet. 100% = Wert bei der 1. Sitzung. Weitere Erklärung siehe Abb. 2

Die Medianwerte der Alpha-%-Zeit der drei Gruppen sind in Abb. 2 und 3 dargestellt. Der Mittelwert aus den fünf Angewöhnungsperioden der ersten Sitzung wurde dabei für jede Person als 100% definiert, und alle übrigen Werte der Angewöhnungs- und Trainingsphasen der folgenden Sitzungen darauf bezogen. Die Alpha-%-Zeit stieg bei den Therapie-Patientinnen im Verlaufe der zwölf Sitzungen sowohl in den Angewöhnungs- als auch in den Trainingsphasen an. Um die Verlässlichkeit der Steigungen dieser Alpha-%-Werte über die Zeit abzuschätzen, haben wir die drei ersten Medianwerte mit den Medianwerten der letzten drei Sitzungen im Rangtest miteinander verglichen. In beiden Vergleichen (Angewöhnungs- und Trainingsphasen) sind die Medianwerte der drei letzten Sitzungen gegenüber der ersten drei Sitzungen signifikant höher ($p < 0,05$). Bei der Pseudofeedback-Gruppe war der Anstieg in den Angewöhnungsphasen zwischen den drei ersten und den letzten drei Sitzungen ebenfalls signifikant ($p \leq 0,05$), nicht aber in den Trainingsphasen, offensichtlich wegen der Werte der zwölften Sitzung. Die Versuchspersonen zeigten einen signifikanten Anstieg der Alpha-%-Zeit sowohl in den Angewöhnungs- ($p \leq 0,10$) als auch in den Trainingsphasen ($p \leq 0,05$).

Bei der Prüfung der Unterschiede der Alpha-%-Zeit zwischen den drei Gruppen über alle zwölf Sitzungen (Abb. 2 - Angewöhnung, und Abb. 3 - Training) fanden sich nur vereinzelt signifikante Differenzen, d. h. nur in 6 von 72 Vergleichen ist $p \leq 0,05$. Da bei der großen Zahl der Tests zu-

fällig positive Ergebnisse zu erwarten sind, kann damit nicht von einem verlässlichen systematischen Unterschied zwischen den Alpha-%-Zeiten der Gruppen gesprochen werden. Es fanden sich weiter auch keine signifikanten Differenzen zwischen den drei Gruppen bei einem Vergleich (Rangtest) der je Person über Sitzungen gemittelten Alpha-%-Zeiten.

Die Beziehung zwischen den Resultaten der Angewöhnungs- und Trainingsphasen ist in Abb. 4 dargestellt. Hier wurde die Angewöhnungs-Alpha-%-Zeit jeder Sitzung für jede Person als 100% gesetzt, und die jeweils in der gleichen Sitzung gemessenen Trainingswerte darauf bezogen. Für jede Gruppe wurden die Medianwerte über Personen für jeden Tag berechnet. (Auf Grund des verschiedenen Vorgehens sind diese Werte gering anders als sie sich aus Abb. 2 und 3 ergeben würden). Es zeigte sich, daß 35 der 36 Medianwerte der Trainingsphasen niedrigere Resultate ergaben als in den Angewöhnungsphasen. Die Signifikanz der Unterschiede zwischen Trainings-Alpha-%-Zeit jeder Sitzung und Angewöhnungs-Alpha-%-Zeit jeder Sitzung wurden mit Wilcoxon-Tests geprüft (Abb. 4), wobei sich für die Therapie-Gruppe bei 3/4 der Sitzungen und für die Pseudofeedback-Gruppe immerhin bei 5 von 12 Sitzungen eine signifikante Verminderung der Alpha-%-Zeit während der Trainingsphasen im Vergleich mit den Angewöhnungsphasen ergibt.

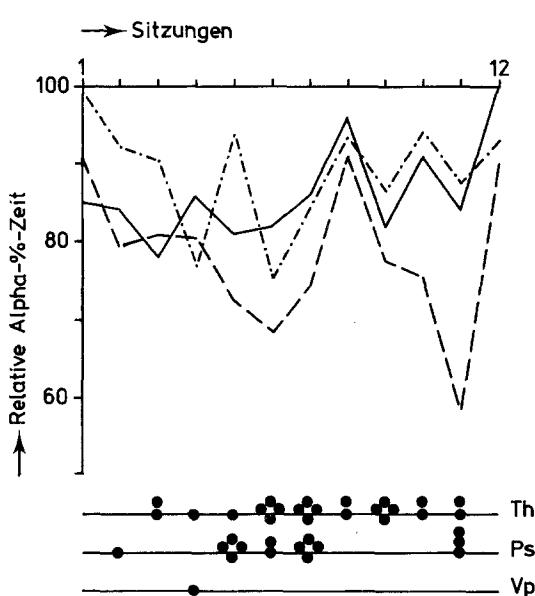


Abb. 4. Medianwerte der Alpha-%-Zeit über Personen während der Trainingsphasen (senkrecht), bezogen auf die Alpha-%-Zeit der Angewöhnungsphase der gleichen Sitzung. — Therapie-Gruppe; - - - Pseudofeedback-Gruppe; - · - · - Versuchspersonen. Für jede Gruppe und jede Sitzung ist die Signifikanz des Unterschieds (Wilcoxon-Tests) zwischen den Medianwerten der Alpha-%-Zeit während Angewöhnung und Training angezeigt.

* = $p \leq 0,05$; ** = $p \leq 0,025$; *** = $p \leq 0,01$; **** = $p \leq 0,001$

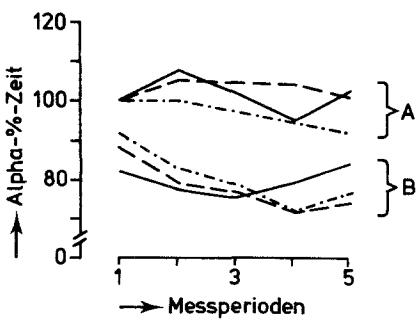


Abb. 5. Medianwerte der Alpha-%-Zeit über Sitzungen und Personen (senkrecht) für die fünf in jeder Sitzung aufeinanderfolgenden 2-min-Perioden (waagrecht). A: Angewöhnung, B: Training.
 100% = Wert der Angewöhnungsphase der 1. Meßperiode.

— Therapie-Gruppe; - - - Pseudofeedback-Gruppe; - · - · - Versuchspersonen

Weiter wurde gefragt, ob sich innerhalb eines Sitzungsablaufs eine systematische Tendenz der Alpha-%-Zeitwerte ergibt. Abb. 5 zeigt die Alpha-%-Zeiten der fünf in jeder Sitzung aufeinanderfolgenden 2-min-Meßperioden als Medianwerte über die zwölf Sitzungen. Die 2-min-Perioden wurden pro Person über die zwölf Sitzungen gemittelt. Pro Gruppe wurden die Medianwerte über Patientinnen bzw. Versuchspersonen für jede der fünf 2-min-Perioden berechnet. Die dadurch entstandenen drei mal fünf Werte sind für die Angewöhnungsphasen in Abb. 5 A, für die Trainingsphasen in Abb. 5 B dargestellt. Die Inspektion der Kurven gibt offensichtlich keinen Anhaltspunkt für einen Anstieg der Alpha-%-Zeit mit der Zeit.

Im Selbst-Rating-Protokoll am Ende der Behandlung gaben 7 der 9 Therapie-Patientinnen ein Nachlassen der Kopfschmerzen an, verglichen mit 6 der 10 Patientinnen bei der Pseudofeedback-Gruppe. In der telefonischen Nachkontrolle berichteten 6 Therapie-Patientinnen und 3 Kontrollpatientinnen über eine anhaltende Besserung ihrer Kopfschmerzen.

Acht der 9 Therapie-Patientinnen glaubten den Pipston des Feedback-Signals willkürlich erzeugen zu können, verglichen mit 6 der 10 Pseudo-feedback-Patientinnen, und 5 der 6 Versuchspersonen.

DISKUSSION

Die Abnahme der Kopfschmerzen um 40% sowohl bei den Therapie-Patientinnen als auch bei der Pseudofeedback-Gruppe weist auf einen Placebo-Effekt bei der Therapie-Gruppe hin. Das Ausmaß der Besserung ist nicht überraschend, da in anderen Schmerzuntersuchungen eine 50%ige Abnahme des klinischen Schmerzes in 35% der Patienten bei Doppelblind-Verabreichung von Placebo-Medikamenten beobachtet wurde (Beecher, 1959). In einer anderen Untersuchung, die Patienten mit verschiedenartigen Schmerzen einbezog (Melzack, 1974), zeigten 64% der Patienten eine Abnahme der Schmerzen um mindestens 35%, wenn sie EEG-Alpha-Feedback mit einer entsprechenden Instruktion erhielten, dagegen ergaben Feedback allein oder Instruktion allein keine wesentliche Schmerzabnahme. Da auch bei unserer Versuchsanordnung neben Feedback eine Instruktion verwendet wurde, wird die Erklärung unserer Resultate durch Placebo-Wirkung durch Melzacks Ergebnisse unterstützt. Einen weiteren Hinweis für die Richtigkeit dieser Annahme liefern andere Placebo-Untersuchungen (Evans, 1974), die eine positive Korrelation zwischen Placebo-Wirkung und Vorliegen von Angst-

und Spannungszustand der Patienten zeigten. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß Spannungskopfschmerzen offenbar unter anderem Ausdruck von Angst (Martin, 1966) und emotionalen Belastungen sein können. Auch bei dem von McKenzie et al. (1974) nach Beginn unseres Experiments berichteten Erfolg des Alpha-Feedback-Trainings erscheinen Placebo-Effekte am wahrscheinlichsten; allerdings ist eine Beurteilung jenes Berichtes beim Fehlen einer numerischen Analyse im Einzelnen nicht möglich.

Die Schlußfolgerung ist somit, daß Alpha-EEG-Feedback als Therapie-Methode nicht sinnvoll ist, da es 1) keine besseren Resultate als eine übliche Placebo-Schmerzbehandlung bringt, und 2) keine Unterschiede zum Pseudofeedback erzielt. Es muß offen bleiben, ob die mit EMG-Feedback-Therapie (Budzinsky et al., 1970; Wickramasekera, 1972) und Durchblutungs-Feedback (Sargent et al., 1972) mitgeteilten guten Behandlungsresultate bei Spannungskopfschmerzen bei Nachuntersuchungen bestätigt werden können.

Unsere negative Korrelation zwischen Kopfschmerzintensität und der Alpha-%-Zeit war bei beiden Gruppen (Therapie- und Pseudofeedback) nur während der Angewöhnungsphasen signifikant, nicht aber während der Trainingsphasen; dies weist zusammen mit den weiter unten noch zu besprechenden EEG-Resultaten darauf hin, daß die Alpha-Zunahme über Sitzungen nicht ein Effekt der Übung, sondern eher ein Effekt der Entspannung oder Angewöhnung sein kann.

Das Fehlen von signifikanten Unterschieden der Zunahme der Alpha-%-Zeit zwischen Therapie-, Pseudofeedback- und Versuchspersonen-Gruppen läßt Zweifel an der lernbedingten Alpha-Zunahme über die Zeit aufkommen, wie sie von etlichen Autoren postuliert wurde (Brown, 1970; Nowlis & Kamiya, 1970; Travis et al., 1975). Zwar konnten auch wir einen Anstieg der Alpha-%-Zeit mit zunehmender Zahl der Sitzungen feststellen (wie auch Kuhlman & Klieger, 1975); dieser Anstieg dürfte jedoch durch andere Faktoren als operante Konditionierung bedingt sein, da ja die Pseudofeedback-Gruppe einen ähnlichen Anstieg zeigte. Als Mechanismus wäre zum Beispiel ein Habituationseffekt im Sinne einer Abschwächung der Orientierungsreaktion denkbar, wie von Lynch & Paskewitz (1971) als Hypothese formuliert. Diese Autoren schlugen vor, daß die Alpha-Zunahme auf einem Wegfall der Alpha-blockierenden Effekte beruht. Dafür spricht in unseren Resultaten, daß die Alpha-%-Zeit in allen Angewöhnungsphasen höher lag als in den entsprechenden Trainingsphasen. Vergleichbare Ergebnisse wurden auch in anderen Untersuchungen gefunden (Peper & Mulholland, 1970; Grusche et al., 1973; Kuhlman & Klieger, 1975), die keine Vermehrung des Alpha über Werte in vergleichbaren Ruhebedingungen feststellen konnten.

Von verschiedenen Autoren wurde der Verschiebung des Alpha-Ausgangsniveaus (Baseline) eine wesentliche Rolle im Alpha-Feedback zugeschrieben (Katkin & Murray, 1968; Katkin et al., 1969; Crider et al., 1969; Lynch & Paskewitz, 1971). Schwierigkeiten bei dem Vergleich dieser Befunde entstehen, weil die methodologische Definition der Ruhebedingungen (Baseline) in den Versuchen verschieden gehandhabt wird. Unsere Angewöhnungsphase z. B. entspricht nicht ganz der Ruhebedingung anderer Autoren (Peper & Mulholland, 1970; Grusche et al., 1973), weil im Gegenatz zu jenen während unserer Angewöhnungszeit Feedback angeboten wur-

de. Grusche et al. (1973) bestimmten für jede Sitzung das Alpha-Ausgangsniveau neu und sahen über wiederholte Sitzungen keine Alpha-Vermehrung in bezug auf das jeweilige Ausgangsniveau. Wir fanden vergleichbare Resultate (Abb. 4): keine systematische Veränderung der Ratio der Alpha-%-Zeit während jeweiliger Angewöhnungsphase und Trainingsphase, obwohl die auf den ersten Tag bezogenen Werte systematisch anstiegen. So kann also die Zunahme der Alpha-%-Werte über die Zeit als Verschiebung des Baseline-Wertes nach oben im Laufe der Zeit gedeutet werden. Dies würde bedeuten, daß in Untersuchungen, bei denen eine Zunahme der Alpha-%-Zeit über die Zeit gemessen wurde, keine optimalen Entspannungs- oder Ruhebedingungen vorlagen (Kuhlman & Klieger, 1975).

In Übereinstimmung mit den Resultaten von Peper & Mulholland (1970) und Grusche et al. (1973) fanden auch wir keine Zunahme der Alpha-Aktivität innerhalb einer Sitzung, im Gegensatz zu Brown (1970). Dieses Phänomen könnte durch die Alpha-EEG-Feedback-Situation erklärt werden, in der ein optimaler Wachheitszustand wesentlich ist. Ist ein Patient zu Beginn einer Sitzung etwas müde, so tritt der Feedback-Ton selten auf, und dies könnte zu zunehmender Schläfrigkeit führen. Ist dagegen der Patient zu gespannt, wird er versuchen, die in dieser Situation spärlichen Feedback-Signale zu vermehren. Je größer dabei die Anstrengung, desto schlechter wird der Erfolg sein, denn das Alpha-EEG begleitet ja einen optimalen Vigilanzzustand, den man entspannte Wachheit nennen könnte. Diese Erklärung wird gestützt durch die Beobachtung, daß alle drei Gruppen (Therapie, Pseudofeedback, Versuchspersonen) während der Trainingsphasen niedrigere Werte aufweisen als während der entsprechenden Angewöhnungsphasen.

Ein weiteres interessantes Problem ist die Rolle der Suggestion oder "instructional set" im Alpha-Biofeedback-Training. Es zeigte sich in einer Untersuchung von Beatty (1972), daß Alpha-Feedback mit suggestiver Instruktion, Instruktion allein und Feedback allein eine Zunahme der Alpha-Aktivität bewirkte, während bei Fehlen von Instruktion und Feedback kein Anstieg der Häufigkeit von Alpha-Wellen festzustellen war. Walsh (1974) korrelierte Alpha-Aktivität von Gesunden mit subjektiven Erlebnissen im Training. Es zeigte sich, daß signifikant höhere Werte im self-rating-score nur auftreten, wenn Alpha-Feedback mit suggestiver Instruktion kombiniert war; suggestive Instruktion allein, neutrale Instruktion mit Alpha-Feedback, und neutrale Instruktion ohne Feedback genügten nicht, um bei Alpha-Aktivität signifikant gehäuft subjektive Erlebnisse, wie z. B. Entspannungsgefühle hervorzurufen. Diese Resultate zeigen, daß Suggestion beim Alpha-Biofeedback eine wichtige Rolle spielt. Bei unserer Versuchsanordnung darf positive Suggestion angenommen werden, da das Training den Patientinnen als Therapie angeboten wurde; bei den über den Versuch informierten freiwilligen Versuchspersonen bestand die Überzeugung, daß Alpha-EEG geübt werden könne, wie wir durch Befragen erfuhren. Bei der vorliegenden Untersuchung kann also die positive Suggestion eines Trainingseffektes - wie in fast allen Alpha-Feedback-Studien, außer denjenigen von Beatty (1972), Melzack (1974) und Walsh (1974) - als konstant vorausgesetzt werden. Entscheidend bleiben die Schlüsse, die aus dem Vergleich zwischen Therapie- und Kontroll- (Pseudofeedback)- Gruppe gezogen werden.

LITERATUR

- Baumann, U., Dittrich, A.: Konstruktion einer deutschsprachigen Psycho-tizismus-Skala. *Z. Exp. Angew. Psychol.* 22, 421-443 (1975)
- Beatty, J.: Similar effects of feedback signals and instructional information on EEG activity. *Physiol. Behav.* 9, 151-159 (1972)
- Beecher, H. K.: Measurement of subjective responses. Quantitative effects of drugs. New York: Oxford Univ. Press 1959
- Brown, B. B.: Recognition of aspects of consciousness through association with EEG alpha activity represented by a light signal. *Psychophysiol.* 6, 442-452 (1970)
- Budzynski, T., Stoyva, J., Adler, C.: Feedback-induced muscle relaxation: Application to tension headache. *J. Behav. Ther. Exp. Psychiat.* 1, 205-211 (1970)
- Clauss, G., Ebner, H.: Grundlagen der Statistik. Frankfurt: Deutsch 1972
- Crider, A., Schwartz, G., Shnidman, S.: On the criteria for instrumental autonomic conditioning: A reply to Katkin and Murray. *Psychol. Bull.* 71, 455-461 (1969)
- Engel, B. T., Chism, R. A.: Operant conditioning of heart rate speeding. *Psychophysiol.* 3, 418-426 (1967)
- Evans, F. J.: The placebo response in pain reduction. Pp. 289-296. In: Bonica, J. J. (Ed.) *Advances in Neurology*, Vol. 4. New York: Raven Press 1974
- Grusche, A., Cohen, R., Meyer-Osterkamp, S.: Operante Kontrolle des Alphaanteils im EEG durch akustische Rückmeldung. *Z. Exp. Angew. Psychol.* 20, 20-38 (1973)
- Huskisson, E. C.: Measurement of pain. *Lancet* 2, 1127-1131 (1974)
- Kamiya, J.: Conscious control of brain waves. *Psychology Today* 1, 57-60 (1968)
- Katkin, E. S., Murray, E. N.: Instrumental conditioning of autonomically mediated behaviour: Theoretical and methodological issues. *Psychol. Bull.* 70, 52-68 (1968)
- Katkin, E. S., Murray, E. N., Lachman, R.: Concerning instrumental conditioning: A rejoinder. *Psychol. Bull.* 71, 462-466 (1969)
- Kuhlman, W. N., Klieger, D. M.: Alpha entrainment: effectiveness of two feedback contingencies relative to a resting baseline. *Psychophysiology* 12, 456-460 (1975)
- Legewie, H., Nusselt, N.: Biofeedback-Therapie. München: Urban und Schwarzenberg 1975
- Lynch, J. J., Paskowitz, D. A.: On the mechanisms of the feedback control of human brain wave activity. *J. Nerv. Ment. Dis.* 153, 205-217 (1971)
- Lynch, J. J., Paskowitz, D. A., Orne, M. T.: Some factors in the feedback control of human alpha rhythm. *Psychosom. Med.* 36, 399-409 (1974)
- Martin, M. J.: Tension headache: A psychiatric study. *Headache* 6, 47-54 (1966)
- McKenzie, R. E., Ehrisman, W. J., Montgomery, P. S., Barnes, R. H.: The treatment of headache by means of EEG-Biofeedback. *Headache* 13, 164-172 (1974)
- Melzack, R.: Psychological concepts and methods for the control of pain. Pp. 275-281. In: Bonica, J. J. (Ed.) *Advances in Neurology*, Vol. 4. New York: Raven Press 1974

- Nowlis, D., Kamiya, J.: The control of electroencephalographic alpha rhythms through auditory feedback and the associated mental activity. *Psychophysiology* 6, 476-484 (1970)
- Nowlis, D., Wortz, E. C.: Control of the ratio of midline parietal to mid-line frontal EEG alpha rhythms through auditory feedback. *Percept. Mot. Skills* 37, 815-824 (1973)
- Peper, E., Mulholland, T.: Methodological and theoretical problems in the voluntary control of EEG occipital alpha by the subject. *Kybernetik* 7, 10-13 (1970)
- Sargent, J. D., Green, E. E., Walters, D. E.: The use of autogenic feedback training in a pilot study of migraine and tension headache. *Headache* 12, 120-124 (1972)
- Siegel, S.: Nonparametric Statistics. New York: McGraw-Hill 1956
- Sterman, B.: Biofeedback training of the sensorimotor EEG rhythm in man: Effects on epilepsy. *Epilepsia* 15, 395-416 (1974)
- Strayer, F., Scott, W. B., Bakan, D.: A re-examination of alpha-feedback training: Operant conditioning or perceptual differentiation? *Can. J. Psychol.* 3, 247-253 (1973)
- Travis, T. A., Kondo, C. Y., Knott, J. R.: Alpha enhancement research: A review *Biol. Psychiat.* 10, 69-89 (1975)
- Walsh, D. H.: Interactive effects of alpha feedback and instructional set on subjective state. *Psychophysiol.* 11, 428-435 (1974)
- Wickramasekera, I.: Electromyographic feedback training and tension headache: Preliminary observation. *Am. J. Clin Hypn.* 15, 83-85 (1972)