

Beeinflussung der Handlungskontrolle durch Chlorprothixen bei unruhigen verhaltensschwierigen Kindern*

G. GRÜNEWALD, E. GRÜNEWALD-ZUBERBIER und I. RODE

Klinisch-Psychologische Abteilung (Prof. G. GRÜNEWALD)
Psychiatrische Klinik der Universität Düsseldorf,
Rheinisches Landeskrankenhaus Düsseldorf (Dir.: Prof. Dr. C. KULENKAMPPF)

Eingegangen am 28. Dezember 1967

Effects of Chlorprothixen on Learning and Visuomotor Performance with Agitated "Problem-Children"

Summary. This study is concerned with the relation between high level of activation and lack of control of performance with agitated "problem-children". It was hypothesized, that the lack of control is caused by an "over-activation" and, in consequence, that an adequate reduction of activation-level could result in a more efficient control of performance. To test this hypothesis cognitive learning tasks and visuomotor performances of agitated children were investigated under mild pharmacological sedation (Chlorprothixen) and under Placebo-conditions. The following pharmacological effects could be objectivated:

1. General cognitive learning was not influenced but special performances requiring a careful survey of alternatives (learning of differentiation) were significantly improved.

2. The visuomotor tracking task was accomplished more slowly and with less errors.

3. On the other hand a simple writing task showed an increasing speed (symbols per time unit).

These results were discussed in respect to the above mentioned hypothesis.

Key-Words: Pharmacopsychology — Neuroleptical sedation — Control of behaviour — Agitated "problem-children" — Learning of differentiation.

Zusammenfassung. Die Studie befaßt sich mit der Frage nach dem Zusammenhang zwischen erhöhter Aktivierung und gestörter Handlungskontrolle bei unruhigen verhaltensschwierigen Kindern. Sie geht von der Annahme aus, daß die Kontrollstörungen Folge eine Überaktivierung darstellen: zu starke Handlungsimpulse verhindern bzw. erschweren die notwendige — kontrollabhängige — Selektion der Reaktionen (impulsives Verhalten). Danach wäre bei angemessener Herabsetzung des Aktivierungsniveaus eine Verminderung der Kontrollstörungen zu

* Die Untersuchung wurde durch das Interesse und die Genehmigung des Leiters der Abtlg. 4, Jugendwohlfahrt, beim Landschaftsverband Rheinland, Herrn Landesrat Dr. K.-W. JANS ermöglicht. — Besonderer Dank gebührt dem Erziehungsleiter der Kinderheime Neu-Düsselthal, Herrn Dipl. Psych. SCHMIDT, sowie allen beteiligten Erziehern und Heimpsychologen für ihr Interesse und ihre aktive Unterstützung.

erwarten. Zur Prüfung dieser Folgerung wurde eine Gruppe unruhiger Heimkinder unter *pharmakologischer Aktivierungsdämpfung* (Chlorprothixen) und unter *Placebobedingungen* untersucht. Der Testung des Kontrollverhaltens dienten eine kognitive (Lernversuch) und eine visuomotorische Versuchstätigkeit. Es zeigte sich

1., daß unter Chlorprothixen das Lernen als solches nicht beeinflußt, wohl aber eine kognitive Differenzierungsleistung signifikant verbessert wurde.

2. Die visuomotorische Tätigkeit wurde unter Chlorprothixen signifikant langsamer und der statistischen Tendenz nach fehlerfreier durchgeführt.

3. Bei einer einfachen Schreibtätigkeit ohne instruktionsmäßige Kontrollanforderungen war eine Erhöhung des Leistungstempos zu beobachten.

Diese Befunde werden unter dem Aspekt der Ausgangsannahmen diskutiert.

Schlüsselwörter: Pharmakopsychologie (Psychopharmakologie) — Neuroleptische Dämpfung — Verhaltenskontrolle — Unruhige, verhaltenschwierige Kinder — Differenzierungslernen.

A. Versuchskonzept

Frühere Untersuchungen (siehe zusammenfassend E. GRÜNEWALD-ZUBERBIER, 1967) wiesen an einer Gruppe verhaltensschwieriger Kinder aus einem Erziehungsheim im Vergleich zu Kontrollgruppen charakteristische graphomotorische Verhaltensweisen nach, die funktional als *erhöhte motorische Aktivierung und herabgesetzte Bewegungs-Kontrolle* interpretiert werden konnten. Die graphomotorischen Untersuchungsbefunde entsprachen dem Allgemeinverhalten der Kinder, das von Erziehern, Lehrern und Eltern als erregbar, motorisch unruhig, impulsiv, zügellos und undiszipliniert bezeichnet wurde. Ruhe-EEG-Registrierungen ergaben bei den verhaltensschwierigen Kindern im Vergleich zu altersentsprechenden verhaltensunauffälligen Kindern eine signifikant höhere durchschnittliche Alphafrequenz, die möglicherweise als Indiz erhöhter zentralvenöser Aktivierung gewertet werden kann. Die Alphafrequenz stand jedoch innerhalb der Gruppen in keinem statistischen Zusammenhang mit den motorischen Aktivierungs- und Kontrollmerkmalen, von einer signifikanten positiven Korrelation zum Schreibleistungstempo (Anzahl der Buchstaben pro Zeiteinheit) in der Heimkindergruppe abgesehen.

Die vorliegende Studie beschäftigt sich mit der Frage nach dem Zusammenhang zwischen erhöhter Aktivierung und gestörter Handlungskontrolle bei den untersuchten Kindern. DUFFY (1962, S. 156ff.) hat zahlreiche Befunde zusammengestellt und diskutiert, die für eine umgekehrt U-förmige Beziehung zwischen „level of activation“ (Abzisse) und „quality or efficiency of performance“ (Ordinate) sprechen (siehe auch LINDSLEY, 1952).

Die bei Überaktivierten zu erwartenden Verhaltensstörungen beschreibt die Autorin zusammenfassend folgendermaßen: „... they show difficulty in shifting set; they show errors in performance which might be ascribed to impulsion to action, which would make difficult the inhibition of response until a correct choice was made. It might be predicted that they would therefore be at a disadvantage in performance requiring a fine co-ordination of responses or a careful survey of

alternatives . . ." (S. 178). Zum Beispiel: „The forward movement of the solution to a problem must not be so rapid as to exclude consideration of modifying cues. Otherwise, there is likelihood of rigidity of set or of impulsive, erroneous response“ (S. 185). Es handelt sich danach um Störungen der Handlungskontrolle infolge zu starken Aktionsantriebes, um ein Verhalten, daß man als „impulsiv“ bezeichnet.

Wir gehen von der Annahme aus, daß bei den untersuchten Kindern ein Aktivierungsgrad vorliegt, der für eine effiziente Handlungskontrolle zu hoch ist. Ihre Überaktivierung führt zu impulsivem Verhalten, bei dem die notwendige Selektion der Reaktionen, die Hemmung bestimmter Tendenzen zugunsten anderer gestört ist. Diese Annahme würde durch den Nachweis gestützt, daß eine angemessene Herabsetzung des Aktivierungsniveaus — unter sonst vergleichbaren Bedingungen — die Kontrollstörungen vermindert. Unsere Untersuchung ist der Prüfung dieser Folgerung gewidmet.

Die Versuchsmethode — in Abschnitt B ausführlich dargestellt — ist, kurz skizziert, folgende: Aus dem gleichen Heim wurde eine neue Gruppe unruhiger verhaltensschwieriger Kinder zusammengestellt. Die Aktivierungs- oder Erregungsdämpfung erfolgte auf pharmakologischem Wege, nämlich durch chronische Medikation des Neurolepticums Chlorprothixen. Der Prüfung der Handlungskontrolle dienten eine komplexe kognitive und eine visuomotorische Tätigkeit. Der Versuchsplan bestand in einem balancierten Wiederholungsversuch mit zwei Parallelstichproben:

a_1	a_2	A Versuchsabschnitt
G_1	b_1 b_2	B Versuchsbedingung (Chlorprothixen, Placebo)
$N=16$		
G_2	b_2 b_1	G Versuchsgruppe (Permutationsgruppe)
$N=16$		

B. Versuchsmethode

1. Versuchsgruppe

Auswahlkriterium der neuen Versuchsgruppe ($N = 32$) war ein motorisch-unruhiges, erregbares, aktiviertes Allgemeinverhalten nach dem Urteil der Heim-erzieher, in Verbindung mit dem Ergebnis der qualitativen psychologischen Inspektion. Die aus äußeren Gründen nicht durchführbare Messung geeigneter — insbesondere physiologischer — Aktivierungskriterien (als Grundlage für die Auswahl und zur Objektivierung der erwarteten pharmakologischen Dämpfungswirkung) stellt eine wesentliche Beschränkung des Versuchs dar.

Lediglich eine kleine Stichprobe der ausgewählten Kinder konnte unter standardisierten Bedingungen hinsichtlich der Expansion ihrer Schriftzüge (als einem reliablen Kriterium der Schreibdynamik) mit alters- und intelligenzmäßig parallelisierten Kontroll-Kindern verglichen werden. Die Tab. 1 zeigt, daß vertikale und horizontale Schriftexpansion bei den Heimkindern am stärksten ausgeprägt sind, eine signifikante Differenzierung, die auch in den früheren Untersuchungen beobachtet wurde und die als Symptom vergleichsweise erhöhter motorischer Aktivierung wie auch Enthemmung zu deuten ist.

Tabelle 1. *Expansion der Schriftzüge bei aktivierten verhaltensschwierigen Kindern und Kontrollgruppen; Mittelwerte und Ergebnisse der varianzanalytischen Prüfung*

	Heimkinder $N = 11$	Erziehungs- beratungskinder $N = 11$	Verhaltens- unauffällige Kinder $N = 11$
Alter	12; 7	12; 7	12; 8
IQ (HAWIK)	100,5	101,0	100,5
Schriftgröße mm	2,89	2,36	2,27
Schriftweite mm	2,55	1,91	1,88

Schriftgröße: $F(2,30) = 3,38, p < 0,05$

Schriftweite: $F(2,30) = 5,82, p < 0,01$

Die beiden Untergruppen G_1 und G_2 des Versuchsplans wurden bezüglich Alter und IQ parallelisiert. Dabei erfolgte die Aufteilung der über Rangreihen ermittelten Versuchspersonenpaare auf die beiden Permutationsgruppen zufällig. Im Vorversuch war zwischen den beiden Untergruppen bei keinem Auswertungskriterium ein signifikanter Unterschied festzustellen.

2. Versuchsbedingungen

Zur zentralen Erregungsdämpfung wurde klinischerseits eine Medikation von Truxal = Chlorprothixen empfohlen¹. Die gewählte Tagesdosis von 3×15 mg p.o. liegt im mittleren therapeutischen Bereich. Sie wurde über eine Medikationsperiode von 16 Tagen verabreicht. Nach klinischen Beobachtungen ist die zentrale Dämpfungswirkung des Truxal zu Beginn der Behandlung mit sogenannten schlafanstoßenden Effekten (Zuständen von Schläfrigkeit, affektiver Indolenz und ähnlichem) verbunden, die erst mit der Dauer der Medikation wieder abklingen und den gewünschten neuroleptischen Dämpfungseffekt ohne Ermüdungswirkungen hervortreten lassen. Durch einen I. Test am 2. Tag und einem II. Test am 16. Tag der Medikationsperiode sollte diesem Wirkungsverlauf Rechnung getragen werden. Es ist jedoch anzunehmen, daß der angestrebte optimale Dämpfungseffekt durch die einheitliche und über die Zeit konstante Dosierung nur teilweise erreicht wurde.

Jedes Kind absolvierte neben einem Versuchsabschnitt unter Truxal einen gleich langen Versuchsabschnitt mit entsprechenden Placebogaben. 16 Kinder begannen mit Truxal, 16 mit Placebo (Untergruppen G_1 und G_2 des Versuchsplans). Die Versuchsabschnitte waren durch eine Absetzperiode von 5 Tagen getrennt. Wochentag und Tageszeit der Tests blieben für jeden individuellen Versuch konstant. Etwa 1 Woche vor dem jeweiligen Versuchsbeginn fand ein Vorversuch statt, der der Bekanntmachung mit den Versuchstätigkeiten und -umständen diente. Die Untersuchung wurde im sogenannten Doppelblindverfahren durchgeführt, d.h. auch die Versuchsleiter waren in Unkenntnis über die Art der verabreichten Tabletten.

3. Versuchstätigkeiten

In Einzelsitzungen hatten die Kinder die folgenden zur Prüfung des Kontrollverhaltens ausgewählten Versuchstätigkeiten durchzuführen.

¹ Die ärztliche Beratung und Betreuung der Untersuchung verdanken wir Herrn Med.-Dir. Dr. H.-J. BAUCKE. Die Versuchsmengen stellte die Firma Tropon-Werke, Köln-Mülheim, freundlicherweise zur Verfügung.

a) Kognitive Generalisierungs- und Differenzierungsaufgabe

Dieser „Lernversuch“ wurde für die Zwecke unserer Untersuchung von Dr. LILIAN BLÖSCHL, Psychologisches Institut der Univ. Düsseldorf, zur Verfügung gestellt. (Die Autorin wird über den von ihr konzipierten Versuch und seine theoretischen Grundlagen, in deren Rahmen, global formuliert, dem Lernen von Differenzierungen ein höherer Komplexitätsgrad zuerkannt wird als dem Lernen von Generalisierungen, an anderer Stelle detaillierter berichten.)

Der Lernversuch setzt sich aus mehreren Teilschritten zusammen:

aa) Dreimalige getrennte Darbietung von 5 Wortpaaren (jeweils ein wohl-bekanntes Wort und eine sinnlose Silbe von geringem Assoziationswert, siehe MILLER, 1958) in zufälliger Reihenfolge.

Zum Beispiel:

Katze	—	FAP
Kleid	—	ZAS
München	—	GIL
Kaffee	—	MUB
Hand	—	MEV

Lernen dieser Zuordnungen (Anweisung: so schnell wie möglich) nach der Treffermethode bis zur Beherrschung. Kriterium: 5 richtige Antworten hintereinander pro Wortpaar. Die Anzahl der bis zur Beherrschung notwendigen Wiederholungen gilt als allgemeiner Lernscore.

ab) Vorlage der gelernten bekannten Wörter auf einer Liste und 5 neuer bekannter Wörter auf einer zweiten Liste.

Zum Beispiel:	<i>1. Liste</i>	<i>2. Liste</i>
	Katze	Tee
	Kleid	Bonn
	München	Finger
	Kaffee	Hund
	Hand	Hose

Finden der paarweise inhaltlich zusammenpassenden Wörter aus beiden Listen (Katze — Hund, Kleid — Hose, München — Bonn, Kaffee — Tee, Hand — Finger).

ac) *Generalisierungsaufgabe*. Die 2. Liste wird vorgelesen und zu jedem der Wörter ist die zugeordnete sinnlose Silbe zu sagen. Es ist immer die, die unter aa) zu dem dazu passenden Wort gelernt wurde. Die Anzahl der richtigen Antworten wird als Generalisierungsscore gewertet.

ad) Ohne Rücksicht auf das Ergebnis unter ac) werden die Wortpaare der 2. Liste:

Tee	—	MUB
Bonn	—	GIL
Finger	—	MEV
Hund	—	FAP
Hose	—	ZAS

im Trefferverfahren bis zur Beherrschung gelernt.

ae) Wiederholung aller 10 Wortpaare und Bestimmung der Silbenzahl der bekannten Wörter (ein- oder zweisilbig).

af) *Differenzierungsaufgabe*. Die 10 bekannten Wörter werden vorgelesen. Auf die zweisilbigen Wörter ist mit der zugeordneten sinnlosen Silbe, auf die einsilbigen Wörter mit „nichts“ zu antworten. Die Anzahl der richtigen Antworten gilt als Differenzierungsscore.

3 Fehlerarten beeinflussen das Differenzierungskriterium: Fehler 1 = Beantwortung eines zweisilbigen Wortes mit einer falschen sinnlosen Silbe; Fehler 2 = Beantwortung eines zweisilbigen Wortes mit „nichts“; Fehler 3 = Beantwortung eines einsilbigen Wortes mit einer sinnlosen Silbe.

Insbesondere die Differenzierungsaufgabe des Lernversuches sollte das Kontrollverhalten prüfen. In Abhängigkeit von einem Merkmal des Reizwortes (Silbigkeit) war in der gelernten, gewohnten Weise mit einer sinnlosen Silbe zu antworten oder diese Reaktionstendenz zu hemmen und mit dem Wort „nichts“ zu reagieren.

Es wurden 5 Parallelförmigen des Lernversuches konstruiert. Vier davon kamen in zufälliger Reihenfolge bei den Tests eines individuellen Versuchs, eine beim Vorversuch zur Anwendung.

b) Visuomotorische Koordinationsaufgabe

Die in Abb.1 in verkleinertem Maßstab wiedergegebene Lineatur war ohne Berührung bzw. Überschreitung der Begrenzungslinien mit dem Bleistift so schnell wie möglich nachzufahren. Der Abstand der Linien betrug 2 mm. Vier Ausführungsweisen wurden in zufälliger Reihenfolge bei den Tests eines individuellen Versuchs vorgeschrieben. Jeweils beginnend in der Mitte der linken vertikalen Bahn war das Muster wie in Abb.1 oder um 180 Grad gedreht entweder im Uhrzeigersinn oder entgegengesetzt zu durchlaufen. Ausführungszeit und Fehlerscore (Anzahl der Linienberührungen und -überschreitungen) wurden ermittelt.

Die Durchführung dieser Koordinationsaufgabe erfordert eine detaillierte visuelle Bewegungskontrolle (vgl. E. GRÜNEWALD-ZUBERBIER, 1967).

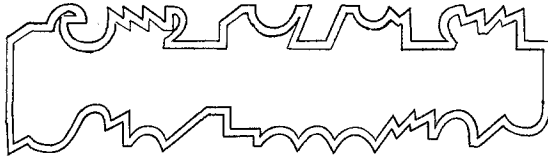


Abb.1. Vorlage der visuomotorischen Koordinationsaufgabe. Die Lineatur war ohne Berührung der Begrenzungslinien und so schnell wie möglich mit dem Bleistift nachzufahren

c) Schreibaufgabe

Der einzeilig schreibbare Satz: „Der Jäger schoß den Hasen auf dem Feld“ mußte 2 min lang in gewohntem Schreibtempo und ohne Schönschrifteinstellung geschrieben werden. Als Kriterien der Schreibdynamik wurden das Schreibleistungstempo (Anzahl der Buchstaben pro 2 min), verschiedene Expansionsmerkmale der Schriftzüge sowie der Neigungswinkel der Buchstaben gemessen; als Kriterien der Bewegungssteuerung wurden Variabilitätsmasse der genannten Merkmale sowie Ausprägung und Gleichmaß der Wort- und Zeilenabstände ermittelt (siehe zu diesen Kriterien GRÜNEWALD, 1966). Jeweils 20 Einzelmessungen führten dabei zu repräsentativen Mittelwerten für die einzelne Schriftprobe.

Gegenüber den für die Kinder neuartigen und leistungsbetonten Versuchstätigkeiten a) und b) stellt das Schreiben eine gewohnte Handlung dar, bei der instruktionsmäßig keine bestimmten Anforderungen an die Handlungskontrolle gestellt wurden. Wir erwarteten hier in erster Linie einen dämpfenden Einfluß des Truxal auf die Schreibdynamik.

C. Ergebnisse

1. Die pharmakologische Wirkung auf das *Generalisierungs-* und *Differenzierungslernen* geht aus Abb.2 und Tab.2 hervor. Die linken Diagramme der Abbildung geben getrennt für Test I und II die Truxal-Mittelwerte der Gesamtgruppe ($N = 32$) in Prozent der Placebowerte

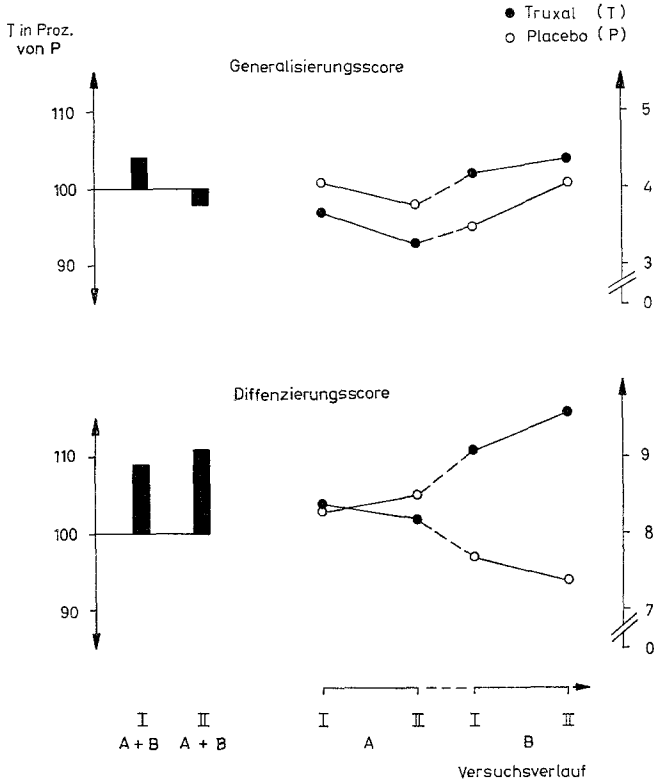


Abb.2. *Einfluß von Truxal auf den Generalisierungs- und Differenzierungsscore.* Links: Mittelwerte der Gesamtgruppe ($N = 32$) unter Truxal in Prozent des Placebo-Werte getrennt für Test I und II des Versuchsverlaufs. Rechts: Mittelwerte der Parallelstichproben (N jeweils = 16) in Abhängigkeit vom Versuchsverlauf. Eine Untergruppe beginnt im Versuchsabschnitt A mit Truxal und erhält im Versuchsabschnitt B Placebo, die andere Gruppe beginnt mit Placebo und erhält anschließend Truxal. Test I jeweils am 2. Tag, Test II am 16. Tag der Medikationsperiode. Zwischen den Versuchsabschnitten liegt eine Absetzperiode von 5 Tagen

wieder. Während der Generalisierungsscore zwischen den experimentellen Bedingungen nicht differenziert, ist in beiden Tests unter Truxal eine signifikante Erhöhung des Differenzierungsscores festzustellen.

In Abb.2 rechts sind getrennt die Mittelwerte der beiden Untergruppen des Versuchs in Abhängigkeit vom Versuchsverlauf dargestellt. Im Versuchsabschnitt A besteht beim Differenzierungsscore kein wesentlicher Unterschied zwischen Truxal- und Placebowerten. Das ist erst im Versuchsabschnitt B der Fall. Offensichtlich spielt eine Wechselwirkung

Tabelle 2. Mittelwerte und Streuungen der Lernscores unter den experimentellen Bedingungen; statistische Prüfung mit Wilcoxon-Test

		Placebo	Truxal	Wilcoxon-Test (einseitig)
<i>Allgemeiner Lernscore</i>				
Test I	\bar{x}	15,1	16,4	n.s.
	s	10,9	12,2	
Test II	\bar{x}	13,5	12,2	n.s.
	s	10,9	8,6	
<i>Generalisierungsscore</i>				
Test I	\bar{x}	3,81	3,96	n.s.
	s	1,17	1,26	
Test II	\bar{x}	3,93	3,87	n.s.
	s	1,22	1,04	
<i>Differenzierungsscore</i>				
Test I	\bar{x}	8,03	8,78	$p < 0,025$
	s	2,04	1,78	
Test II	\bar{x}	7,96	8,87	$p < 0,025$
	s	2,37	1,22	

zwischen Versuchs- bzw. Permutationsgruppe und Versuchsabschnitt eine Rolle. Unglücklicherweise kann der Truxaleinfluß bei unserem Versuchsplan eines 2×2 lateinischen Quadrats nicht von diesem Interaktionseffekt getrennt werden.

Die isolierte Auswertung der drei Fehlerarten des Differenzierungsscores ergab das in Abb.3 und Tab.3 dargestellte Ergebnis. Fehler 1, die Beantwortung eines zweisilbigen Reizwortes mit einer falschen sinnlosen Silbe, ist kein Kriterium fehlerhafter Differenzierung, sondern fehlerhafter Reproduktion. Hier besteht zwischen den experimentellen Bedingungen kein statistischer Unterschied. Fehler 2, die Beantwortung eines zweisilbigen Reizwortes mit „nichts“ und Fehler 3, die Beantwortung eines einsilbigen Wortes mit einer sinnlosen Silbe, betreffen den Differenzierungsvorgang als solchen. Während die mittleren Häufigkeiten

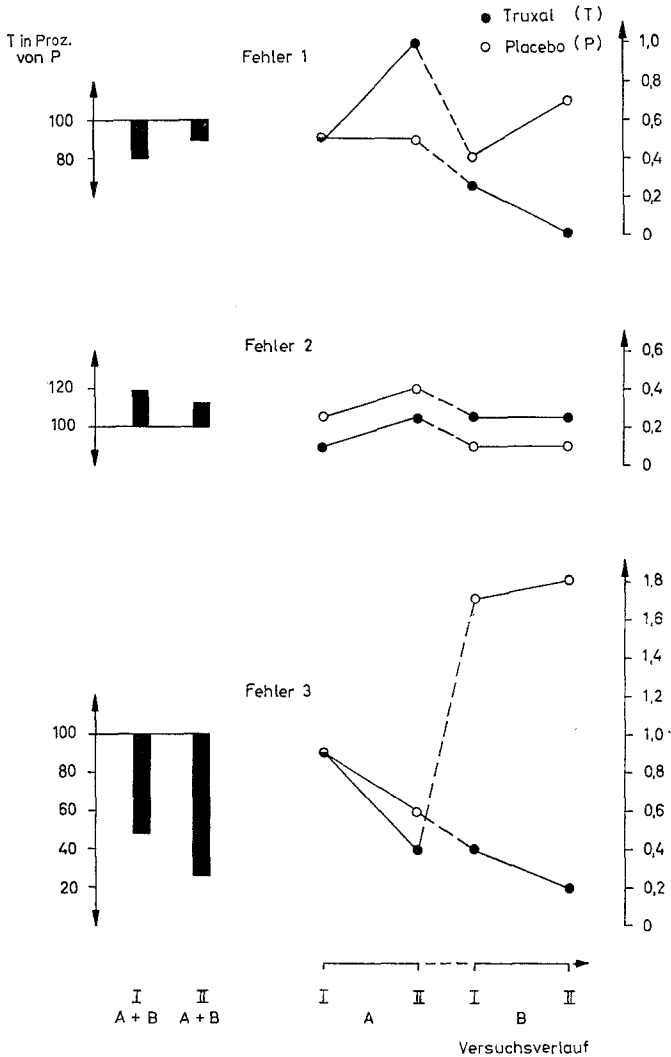


Abb.3. Einfluß von Truxal auf die Häufigkeiten der 3 Fehlerarten des Differenzierungsscores. Links: Mittelwerte der Gesamtgruppe ($N = 32$) unter Truxal in Prozent der Placebo-Werte, getrennt für Test I und II des Versuchsverlaufs. Rechts: Mittelwerte der Parallelstichproben (N jeweils = 16) in Abhängigkeit vom Versuchsverlauf

des Fehler 2 unter Placebo und Truxal sehr gering und praktisch gleich sind, liegen die mittleren Häufigkeiten des Fehler 3 unter beiden experimentellen Bedingungen höher und zwar unter Placebo sehr signifikant höher als unter Truxal.

Tabelle 3. *Mittelwerte und Streuungen der Fehlerarten der Differenzierungsaufgabe unter den experimentellen Bedingungen; statistische Prüfung mit Wilcoxon-Test*

		Placebo	Truxal	Wilcoxon-Test (einseitig)
<i>Fehler 1</i> zweisilbiges Reizwort; Antwort: falsche Silbe				
Test I	\bar{x}	0,46	0,37	n.s.
	s	0,71	0,79	
Test II	\bar{x}	0,59	0,53	n.s.
	s	1,04	0,84	
<i>Fehler 2</i> zweisilbiges Reizwort; Antwort: „nichts“				
Test I	\bar{x}	0,16	0,19	n.s.
	s	0,12	0,17	
Test II	\bar{x}	0,22	0,25	n.s.
	s	0,17	0,17	
<i>Fehler 3</i> einsilbiges Reizwort; Antwort: Silbe				
Test I	\bar{x}	1,34	0,65	$p < 0,01$
	s	1,66	1,03	
Test II	\bar{x}	1,21	0,34	$p < 0,01$
	s	1,72	0,65	
<i>Fehler 2/Fehler 3</i> (Wilcoxon-Test)				
Test I		$p < 0,005$	$p < 0,01$	
Test II		$p < 0,005$	n.s.	

2. Abb.4 und Tab.4 zeigen die Ergebnisse des *visuomotorischen Koordinationsversuches*. Wie aus den linken Diagrammen hervorgeht, ist unter dem Einfluß des Pharmakons die Ausführungszeit erhöht und die Fehlerzahl, d. h. die Anzahl der Linienberührungen und -überschreitungen verringert. Diese Effekte sind jedoch nur im Test I deutlich ausgeprägt und hier nur bezüglich der Ausführungszeit statistisch gesichert (siehe Tab.4; zur Varianzanalyse des vorliegenden Versuchsplans vgl. GRANT, 1948, 1949; WINER, 1962, S. 539ff.).

In Tab.5 sind die Korrelationen der Differenzen Truxal — Placebo zwischen den Kriterien des Koordinationsversuches und dem Differenzierungsscore angeführt. Zwischen den pharmakologischen Effekten bei der Differenzierungsaufgabe und beim Liniennachfahren bestehen keinerlei lineare Beziehungen. Wohl aber kommt das gegensinnige Verhalten von Ausführungszeit und Fehlerzahl bei der Koordinationsaufgabe auch interindividuell in einer signifikanten negativen Korrelation zum Ausdruck.

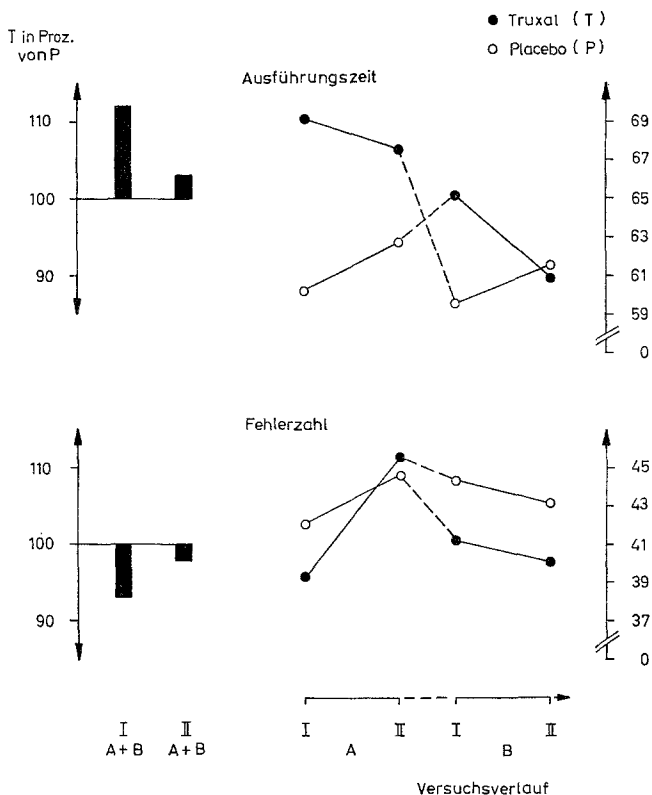


Abb. 4. Einfluß von Truxal auf Ausführungszeit (sec) und Fehlerzahl (Anzahl der Linienberührungen und -überschreitungen) der visuomotorischen Koordinationsaufgabe. Links: Mittelwert der Gesamtgruppe ($N = 32$) unter Truxal in Prozent der Placebo-Werte, getrennt für Test I und II des Versuchsverlaufs. Rechts: Mittelwerte der Parallelstichproben (N jeweils = 16) in Abhängigkeit vom Versuchsverlauf

Im Gegensatz zum Differenzierungsscore ist der pharmakologische Effekt in der Ausführungszeit der Koordinationsaufgabe schon im ersten Versuchsabschnitt deutlich ausgeprägt, wie aus den Diagrammen der Abb. 4 rechts zu ersehen ist.

3. Mit gleicher varianzanalytischer Methode wurden 12 graphometrische Merkmale des *Schreibversuches* statistisch untersucht. Lediglich beim Schreibleistungstempo (Anzahl der Buchstaben pro 2 min) konnte im Test I ein pharmakologischer Einfluß nachgewiesen werden. Die mittlere Schreibleistung liegt hier — wie Tab. 6 zeigt — signifikant über dem Placebowert. Zwischen dieser Schreibleistungssteigerung und den bereits beschriebenen pharmakologischen Effekten besteht jedoch kein Zusammenhang (siehe Tab. 5).

Tabelle 4. Mittelwerte und Streuungen der Kriterien des visumotorischen Koordinationsversuches unter den experimentellen Bedingungen; Ergebnisse der varianzanalytischen Prüfung

		Placebo	Truxal	$F(1,30)$		
<i>Ausführungszeit (sec)</i>						
Test I	\bar{x}	59,9	67,1	7,41 $p < 0,02$		
	s	13,7	17,4			
Test II	\bar{x}	62,1	64,2	0,83 n.s.		
	s	17,9	19,0			
<i>Fehlerzahl</i>						
Test I	\bar{x}	43,2	40,3	2,53 n.s.		
	s	14,5	13,9			
Test II	\bar{x}	43,8	43,1	0,14 n.s.		
	s	15,0	13,4			
			Test I	Test II		
		FG	MQ	F	MQ	F
<i>Ausführungszeit</i>						
<i>Zwischen Versuchspersonen</i> 31						
Versuchsgruppen	1	42,2	0,08	123,8	0,20	
Versuchspersonen innerhalb der Versuchsgruppen	30	533,6		610,5		
<i>Innerhalb Versuchspersonen</i> 32						
Versuchsabschnitte	1	81,0	0,71	252,0	2,97	
Pharmakologische Bedingungen	1	841,0	7,41	70,1	0,83	
Fehler	30	113,5		84,9		
<i>Fehlerzahl</i>						
<i>Zwischen Versuchspersonen</i> 31						
Versuchsgruppen	1	33,1	0,07	49,0	0,14	
Versuchspersonen innerhalb der Versuchsgruppen	30	443,6		344,1		
<i>Innerhalb Versuchspersonen</i> 32						
Versuchsabschnitte	1	182,2	1,93	169,0	2,60	
Pharmakologische Bedingungen	1	239,2	2,53	9,0	0,14	
Fehler	30	94,5		64,9		

Bei allen übrigen graphometrischen Kriterien sind die $F(1,30)$ -Werte der pharmakologischen Bedingungen kleiner als 0,80. Dabei ist darauf hinzuweisen, daß die Reliabilität (Zuverlässigkeit nach Abzug der Versuchseffekte; siehe ORLIK, 1965) sämtlicher als Steuerungskriterien

Tabelle 5. Korrelationen zwischen den signifikanten bzw. der Tendenz nach deutlichen pharmakologischen Effekten (Test I); korreliert wurden über die Gesamtgruppe ($N = 32$) die Differenzen: Truxal — Placebo

	1 Differenzierungs- score	2 Visuomotorik Zeit	3 Visuomotorik Fehler	4 Schreib- leistung
1	—	-0,031	0,122	0,209
2		—	-0,619	0,154
3			—	0,055
4				—

Tabelle 6. Mittelwerte und Streuungen der Schreibleistung unter den experimentellen Bedingungen; Ergebnisse der varianzanalytischen Prüfung

		Placebo	Truxal	$F(1,30)$		
<i>Schreibleistung</i> (Buchstaben pro 2 min)						
Test I	\bar{x}	158,5	164,3	5,88 $p < 0,025$		
	s	49,1	47,5			
Test II	\bar{x}	161,4	165,2	1,83 n.s.		
	s	45,4	44,1			
			Test I	Test II		
			FG MQ F	MQ F		
<i>Schreibleistung</i>						
<i>Zwischen Versuchspersonen</i> 31						
Versuchsgruppen		1	1991	0,43	115	0,03
Versuchspersonen innerhalb der Versuchsgruppen		30	4660		3793	
<i>Innerhalb Versuchspersonen</i> 32						
Versuchsabschnitte		1	37	0,40	22	0,06
Pharmakologische Bedingungen		1	546	5,88	625	1,83
Fehler		30	93		342	

herangezogener Variabilitätsmaße sehr gering ist. Die Koeffizienten (r_1) liegen im Durchschnitt bei 0,25.

4. Die abschließenden Fragen, in welchem der statistisch differenzierenden Kriterien (Differenzierungsscore, Ausführungszeit und Fehlerzahl im Koordinationsversuch, Schreibleistungstempo) und in welchem der beiden Tests I und II des Versuchs sich der Truxaleinfluß am stärksten auswirkt, wurden nach einem Vorschlag von SARRIS (1967) mit den statistischen Tests von COCHRAN und MCNEMAR untersucht. Weder im Test I noch im Test II konnte zwischen den 4 Kriterien ein signifikanter Unterschied in der Stärke der Truxalwirkung nachgewiesen werden. Auch bezüglich Test I und II war bei keinem der Kriterien ein bedeutender, unterschiedlich starker Truxaleinfluß (aber auch keine signifikante

gegensätzliche Wirkung) festzustellen. Eine Differenzierung nach überlagerter und reiner neuroleptischer Wirkung (Test I und II; siehe unter Versuchsmethode) ist auf der Basis unserer Versuchsergebnisse nicht möglich.

D. Diskussion

Die pharmakologischen Effekte der drei Versuchstätigkeiten korrelieren interindividuell nicht miteinander, was darauf hinweist, daß die Kriterien unterschiedliche (unabhängige) Dimensionen der Truxalwirkung erfassen, oder daß der gleiche Wirkungsaspekt in seinen Manifestationen von individuellen Faktoren abhängt.

Der Lernversuch zeigt, daß unter Truxal weder das Lernen als solches (allgemeiner Lernscore), noch die Fähigkeit zum „Verallgemeinern“ (Generalisierungsscore) beeinflusst werden. Ein deutlicher Effekt ist erst bei der für die Prüfung des kognitiven Kontrollverhaltens entscheidenden Differenzierungsaufgabe zu beobachten. Wesentlich ist hier die Wechselwirkung zwischen den Fehlerarten 2 und 3 und den pharmakologischen Versuchsbedingungen. Die Fehlerart 2, das Beantworten eines zweisilbigen Wortes mit „nichts“, zeigt sowohl unter Truxal als auch unter Placebo relativ geringe, statistisch ununterschiedene mittlere Raten. Die Fehlerart 3, das Beantworten eines einsilbigen Wortes mit einer sinnlosen Silbe, ist demgegenüber erheblich häufiger und insbesondere unter Placebo signifikant häufiger als unter Truxal. Diese Befunde können gut im Sinne unserer Ausgangsannahmen interpretiert werden. Mit der Einstellung, aufgabenspezifisch selektiv zu antworten, interferiert eine Tendenz, in der gelernten, gewohnten Weise mit einer sinnlosen Silbe zu reagieren, was sich in Fehlerart 3 negativ auswirkt. Unter der aktivitätsdämpfenden Wirkung des Truxal werden diese „vorschnellen“ impulsiven Reaktionen reduziert. Es muß jedoch offenbleiben, welche Bedeutung hierbei einer Wechselwirkung zwischen Versuchs- bzw. Permutationsgruppe und Versuchsabschnitt zukommt.

Auch das zur Prüfung des sensomotorischen Kontrollverhaltens herangezogene Liniennachverfahren wird durch Truxal deutlich beeinflusst. Im Test I ist das Ausführungstempo signifikant verlangsamt und die Fehlerzahl der statistischen Tendenz nach reduziert, wobei interindividuell eine gesicherte Beziehung zwischen beiden pharmakologischen Effekten besteht. Zunächst ist einleuchtend, daß die Exaktheit des Liniennachfahrens durch eine Verlangsamung des Ausführungstempos gefördert wird. Was nun die Verlangsamung angeht, so scheint ein spezifischer, hemmender Einfluß des Truxal auf die Feinmotorik unwahrscheinlich, da das Schreibleistungstempo in gleichen Test signifikant erhöht wird. Es liegt vielmehr nahe, auch diese Befunde im Sinne unserer Ausgangsannahmen zu interpretieren. Durch die aktivitätsdämpfende Wirkung des Truxal wird der „impulsion to action“ (DUFFY), die „Eile“

bei der Durchführung der Koordinationsaufgabe vermindert. Das führt zu einem langsameren Vorgehen und wirkt sich qualitätsverbessernd auf die motorische Koordination aus, da impulsive Teilbewegungen reduziert werden bzw. mehr Zeit für die notwendige detaillierte visuomotorische Kontrolle gegeben ist.

Die Schreibaufgabe unterscheidet sich von den beiden besprochenen Versuchstätigkeiten insbesondere durch die Tatsache, daß instruktionsmäßig keinerlei Anforderungen an die Handlungskontrolle gestellt wurden. Es ist durchaus möglich, daß die zentrale Aktivitätsdämpfung bei solchen relativ automatisierten Handlungen durch eine ruhigere, entspanntere Ausführungsweise die unwillkürliche Koordination verbessert und damit eine Leistungssteigerung bewirkt. Eine vergleichende Prüfung von Schreibtests mit erhöhter Kontrollanforderung (Schönschriftversuch, Regellaßforderung usw.) könnte hier Aufschluß geben.

Obleich die Versuchsergebnisse die Hypothese eines funktionalen Zusammenhanges zwischen hoher Aktivierung und gestörter Verhaltenskontrolle im Sinne der Impulsivreaktion zu unterstützen scheinen, ist es doch verfrüht, weiter reichende theoretische und praktischen Folgerungen an die Befunde zu knüpfen. Ihre Reproduzierbarkeit muß erst nachgewiesen und die Gültigkeit der vorgetragenen funktionalen Interpretationen durch umfassendere und kontrolliertere Untersuchungen (Einbeziehung von Kontrollgruppen; Objektivierung des Aktivierungsniveaus usw.) überprüft werden.

Literatur

- DUFFY, E.: Activation and behavior. New York-London: John Wiley 1962.
- GRANT, D. A.: The latin square principle in the design and analysis of psychological experiments. *Psychol. Bull.* **45**, 427—442 (1948).
- The statistical analysis of a frequent experimental design. *J. Psychol.* **62**, 119—122 (1949).
- GRÜNEWALD, G.: Dynamik und Steuerung der Schreibmotorik. *Jahrb. d. Landesamtes f. Forsch.* 1966, S. 251—309. Köln-Opladen: Westdeutscher Verlag 1966.
- GRÜNEWALD-ZUBERBIER, E.: Aktivierung und Kontrolle bei verhaltensschwierigen Kindern im Bereich der Graphomotorik. *Psychol. Beitr.* **9**, 503—524 (1967).
- LINDSLEY, D. B.: Psychological phenomena and the electroencephalogram. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* **4**, 443—456 (1952).
- MILNER, A.: Vergleich der Vergessenskurven für Reproduzieren und Wiedererkennen von sinnlosen Material. *Z. exp. angew. Psychol.* **7**, 29—38 (1960).
- ORLIK, P.: Zur varianzanalytischen Schätzung der Zuverlässigkeit psychologischer Messungen. *Arch. ges. Psychol.* **117**, 280—286 (1965).
- SARRIS, V.: Verteilungsfreie Prüfung paariger Beobachtungsdifferenzen auf Lokationsunterschiede. *Psychol. Beitr.* **10**, 3—14 (1967).
- WINER, B. J.: Statistical principles in experimental design. New York-London: McGraw-Hill 1962.

Professor Dr. G. GRÜNEWALD
z. Z. Neurologische Klinik
7800 Freiburg
Hansastr. 9