

Motor Imagery in Hypnosis.

Alpha- and Thetapower during Motor Imagery in Hypnosis

Brigitte Konradt¹, Salim Deeb² and Oskar-Berndt Scholz¹

Abstract: In research no correlations between motor imagery and hypnosis could be found. Valid EEG markers (alpha- and theta power) are known for motor imagery as well as for hypnosis. The objective of this study was to analyse differences of alpha- and theta power between subjects with high vs. low trait motor imagery during motor imagery tasks in hypnosis. Furthermore, subjective hypnotic experiences of subjects with high vs. low motor imagery were investigated. Methods: Trait imagery of 47 subjects was assessed with the Vividness of Movement Imagery Questionnaire (VMIQ). Motor imagery tasks (mental walking tasks adapted from Decety & Jeannerod, 1996) were performed which were integrated within an imaginary journey after hypnotic induction. Spontaneous EEG was acquired (15 channels). Subjective hypnotic experiences were measured with the Relaxation Experiences Questionnaire (REQ) and the Field Inventory Scale of Hypnotic Depth (FIELD). Results: Occipital alpha power and central theta power differentiated between subjects with high vs. low trait motor imagery (all $p < .001$). Subjects with high trait imagery reported significantly more subjective hypnotic experiences and a higher trance depth ($p < .05$). Discussion: A comprehensible relationship between motor imagery and hypnosis could be shown. The predictive value of occipital alpha suppression for the intensity of imagery processes in hypnosis is analysed.

Keywords: motor imagery, hypnosis, alpha power, theta power, EEG, mental imagery, VMIQ

Brigitte Konradt, Dipl.Psych.
Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
Abteilung für Klinische und Angewandte Psychologie
Psychologisches Institut Bonn
Römerstrasse 164
53117 Bonn
brigitte.konradt@uni-bonn.de

erhalten 18.9.03

revidierte Version akzeptiert: 27.2.04

¹ Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Abteilung für Klinische und Angewandte Psychologie, Psychologisches Institut Bonn

² Universität der Angewandten Wissenschaften Köln, Fakultät der Informations-, Medien- und Elektrotechnik

Verändert Hypnose kardiovaskuläre Funktionen oder die Gehirnaktivität während einer Handdruckübung?

Jon Williamson
Roderick McColl
Dana Mathews
William Morgan

■ Hypnose wird für zahlreiche Untersuchungen eingesetzt. Der spezifische Einfluss dieser Intervention auf körperliche Anstrengungen bleibt jedoch unklar. Ziel dieser Untersuchung war es, die Auswirkungen von Hypnose "per se" bzw. suggestionsfreier Hypnose auf kardiovaskuläre Reaktionen und Hirnaktivierungsmuster während einer Handdruckübung zu ermitteln. Dafür wurden Versuchspersonen mit der Harvard Group Scale of Hypnotic Susceptibility (HGSH) und einer modifizierten Version der Stanford Hypnotic Susceptibility Scale (SHSS) (Form C) getestet. Fünf Individuen, die nach der kombinierten HGSH- und SHSS-Messung hohe Hypnotisierbarkeit zeigten, wurden mit vier Teilnehmern mit entsprechend niedrigeren Werten unter zwei Bedingungen verglichen: 1) 3 Minuten statischen Greifens (static handgrip exercise, SHG) bei 30% der maximalen willkürlichen Kontraktionsfähigkeit (MWK) ohne Hypnose, und 2) 3 Minuten SHG bei 30% MWK in neutraler Hypnose (d.h. ohne Suggestion). Folgende Werte wurden miteinander verglichen: Kraft (kg), integrierte Elektromyographie des Unterarms (iEMG), subjektives Anstrengungsempfinden (SAE), Herzfrequenz (HR), mittlerer Blutdruck (MBP) und Unterschiede in der Verteilung der regionalen Hirndurchblutung (rCBF), gemessen mit einer Einzelphotonen-Emissions-Computertomographie (SPECT). Zur Ermittlung der Veränderungen in den abhängigen Variablen wurde eine ANOVA mit Haupteffekten für Gruppe und Bedingung durchgeführt. Während der SHG zeigten beide Gruppen einen Anstieg der iEMG, SAE, HR und MBP sowohl in der hypnotischen als auch in der nicht-hypnotischen Bedingung. Nur eine Gehirnregion zeigte signifikante Veränderungen in der rCBF: Auf beiden Seiten der Okzipitalregion wurde ein Haupteffekt für die Bedingung ermittelt. Hypnose "per se" verursachte eine Akti-

vierung der Okzipitalregionen, jedoch war diese Aktivierung nicht verknüpft mit Veränderungen in der Muskelaktivität, in der Anstrengungsempfindung oder bei kardiovaskulären Reaktionen während der SHG-Übung. Diese Ergebnisse legen nahe, dass die Okzipitalregion am hypnotischen Prozess beteiligt ist, und dass eine suggestionsfreie Hypnose die physiologischen Reaktionen während einer kurzen statischen Handdruckübung nicht verändert.

Schlüsselworte: Mensch, körperliche Anstrengungen, funktionales Brain Mapping, Einzelphotonen-Emissions-Computertomographie (SPECT), Magnetresonanztomographie (MRT)

Einführung

Viele Forscher auf dem Gebiet der Hypnose arbeiten daran, unser Verständnis für hypnotische Phänomene zu verbessern, und diese Forscher interessieren sich meist auch für die Natur der Hypnose. In unseren Untersuchungen haben wir Hypnose als Instrument eingesetzt, um die Wahrnehmung von Anstrengung (Anstrengungsempfinden) während einer tatsächlichen oder imaginierten Tätigkeit zu manipulieren. In Bezug auf kardiovaskuläre Funktionen und regionale Hirndurchblutung (rCBF) haben diese Forschungen zu wichtigen Ergebnissen geführt. Es blieb jedoch die Frage offen, ob die Wahrnehmungsveränderungen durch Suggestion oder Hypnose "per se" hervorgehoben werden. Wir bemühen uns, dieser Frage in der vorliegenden Studie nachzugehen, indem wir neutrale Hypnose (d.h. ohne Suggestion) mit einer Kontrollbedingung vergleichen.

Hypnose wurde bereits in zahlreichen Untersuchungen erfolgreich als Mittel eingesetzt, physiologische Reaktionen und die Wahrnehmung physischer Anstrengung sowie das "Anstrengungsempfinden" während einer Tätigkeit zu verändern (Nemtsova & Shatenstein, 1936; Agosti & Camerota, 1965; Daly & Overley, 1966; Arvidsson et al., 1970; Morgan et al., 1973, 1976; Kraemer et al., 1992; Thornton et al., 2001; Williamson et al., 2001, 2002). Das übliche Vorgehen in diesen Studien beinhaltete die Evaluation des Einflusses hypnotischer Suggestion auf die Anstrengungswahrnehmung. Im typischen experimentellen Paradigma wurde hypnotische Suggestion einer nicht-hypnotischen bzw. Kontrollbedingung gegenübergestellt. Während dieser Ansatz eine Menge neuer Informationen lieferte, wurden die Effekte der Hypnose "per se", unabhängig von Suggestion, kaum quantifiziert, und wenn dies geschah, wurden keine konsistenten Ergebnisse beobachtet.

Eysenck (1941) stellte in einem Fallbericht dar, dass unter Hypnose "per se" die muskuläre Ausdauer verbessert wurde. Barber (1966) hingegen kam zu dem Ergebnis, dass Muskelkraft und -ausdauer durch Hypnose "per se" nicht beeinflusst wurden, d. h. körperliche Leistungen sich nur unter Anwendung von Suggestion steigerten. Darüber hinaus berichtete Barber (1966), dass Suggestion in der motivierten, nicht-hypnotischen Bedingung genauso effektiv war wie Suggestion in Hypnose. Mit anderen Worten: Es ist erwiesen, dass Suggestionen ohne Hypnose erhöhte muskuläre Leistungen bewirken können (Barber, 1966; Morgan, 1981). Was den Einfluss von Hyp-

nose "per se" auf physiologische Reaktionen betrifft, werfen diese Ergebnisse Fragen auf.

Unter Anwendung bildgebender Verfahren haben Forscher die neurophysiologischen Grundlagen der Hypnose untersucht (Walter et al., 1994; Raineville et al., 1999, 2002). Sie berichteten, dass spezifische Hirnareale durch Hypnose beeinflusst werden, u. a. der okzipitale Cortex, der untere Parietallappen, die anterioren und posterioren Anteile der Gyri cinguli und der Precuneus. Zusätzlich bewirkte die hypnotische Suggestion eine umfangreiche Aktivierung im Frontalcortex. Lou et al. (1999) fanden heraus, dass Entspannungsmeditation eine differentielle Aktivierung im Frontalcortex, dem anterioren Cingulus, den temporalen Gyri, dem inferioren Parietallappen, in Bereichen des Striatums und des Thalamus sowie der cerebellären Vermis auslöste. Sie nahmen an, dass die beteiligten Strukturen dazu dienen, ein exekutives Aufmerksamkeitsnetzwerk zu unterstützen. Laurent et al. (2000) berichteten, dass die Hirnregionen, die während des Ruhezustands auf Hypnose reagieren, durch aufmerksamkeitsbezogene Aktivitäten (z. B. Schmerz, geistige Beschäftigung, körperliche Anstrengung) moduliert werden können. Also ist es möglich, dass die während des Ruhezustands beobachteten Effekte der Hypnose "per se" auf die regionale Hirndurchblutung (rCBF) nicht unbedingt während einer Aufmerksamkeitsaufgabe wie einer körperlichen Anstrengung verzeichnet werden.

Ziel dieser Untersuchung war es, herauszufinden, ob neutrale Hypnose, unabhängig von Suggestionen, Veränderungen des rCBF oder der kardiovaskulären Reaktionen bewirken kann. Zu diesem Zweck sollten Versuchspersonen sowohl unter hypnotischen als auch unter nicht-hypnotischen Bedingungen eine statische Handdruckübung ausführen. Obwohl alle Personen zum Erleben hypnotischer Phänomene in der Lage waren, wurden sie in zwei Gruppen unterteilt entsprechend ihrer Werte in der Harvard Group Scale of Hypnotic Susceptibility (HGHS) (Shor & Orne, 1962) und einer modifizierten Version der Stanford Hypnotic Susceptibility Scale (SHSS, Form C) (Weitzenhoffer & Hilgard, 1962). Ausgehend von unseren Befunden aus aufmerksamkeitsbezogenen Tätigkeiten stellten wir die Hypothese auf, dass es weder zwischen der Hypnose- und der Kontrollbedingung (d.h. ohne Hypnose) noch zwischen den Gruppen geringer und hoher Hypnotisierbarkeit signifikante Unterschiede im Muster der rCBF-Verteilung geben sollte. Wie in früheren Studien (Kjaer et al., 1997; Lou et al., 1999; Raineville et al., 1999, 2002; Williamson et al., 2001, 2002) wurde die rCBF in verschiedenen kortikalen Hirnregionen mit Einzelphotonen-Emissions-Computertomographie (SPECT) und Magnetresonanztomographie (MRT) aufgezeichnet.

Methode

Versuchspersonen

Insgesamt 25 Personen stellten sich für die Teilnahme an diesem Experiment zu Verfügung. Vor Beginn der Studie holte man von ihnen eine schriftliche Einverständni-

serklärung ein. Das Forschungsprotokoll wurde durch den Southwestern Medical Center Institutional Review Board der University of Texas und das Environmental Health and Safety Committee genehmigt. Das Protokoll wurde ebenfalls von der School of Education IRB an der University of Wisconsin-Madison anerkannt. Jeder Freiwillige durchlief eine ganze Reihe psychologischer Fragebögen, bestehend aus dem State-Trait-Anxiety-Inventory (STAI) (Spielberger et al., 1983), dem Profile of Mood States (POMS) (McNair et al., 1992), dem Beck-Depressions-Inventar (BDI) (Beck & Steer, 1987) und dem Eysenck-Persönlichkeits-Inventar (EPQ-R) (Eysenck & Eysenck, 1994). Die Versuchspersonen, deren Ergebnisse zwei oder mehr Standardabweichungen über den veröffentlichten Normwerten für Ängstlichkeit, Depressivität, Neurotizismus und Psychotizismus lagen, wurden nicht für die Teilnahme an der vorliegenden Studie zugelassen.

Von den 25 Personen, die sich dem eben erwähnten Screening unterzogen, blieben 18 übrig für die Teilnahme an einem weiterführenden Screening zur Bestimmung der Hypnotisierbarkeit mit Hilfe der Harvard Group Scale of Hypnotic Susceptibility (HGHS). Die mittlere Hypnotisierbarkeit für diese ausgewählte Gruppe lag bei 7.4 ± 3.1 Einheiten. 12 dieser 18 Personen willigten ein, an einer weiteren Sitzung zur Hypnosevertiefung teilzunehmen, die auf einer Modifikation der Induktionsprozeduren beruhte, beschrieben in Form C der Stanford Hypnotic Susceptibility Scale (SHSS). Der Wortlaut der Induktion ist auf Anfrage erhältlich. Von diesen zwölf Personen erklärten sich neun dazu bereit, den Übungsteil der Studie einschließlich des funktionalen Brain Mappings zu absolvieren.

Die neun Freiwilligen, alles Frauen, wurden dann abhängig von ihren kombinierten HGSH- und SHSS-Testergebnissen in zwei Gruppen aufgeteilt. Der Durchschnittswert der Personen in der Gruppe mit hoher Hypnotisierbarkeit (HH-Gruppe) lag bei 15.4 ± 1.1 und war signifikant höher als der Wert der vier Teilnehmer in der Gruppe mit niedriger Hypnotisierbarkeit (LH-Gruppe) (Durchschnitt = 7.5 ± 4.2). Die Berechnung nach Cohen für die Differenz der Mittelwerte beider Gruppen lieferte eine hohe Effektstärke von $d = 3.03$. Die Einteilung der Versuchspersonen in eine HH- und eine LH-Gruppe wurde bereits vor der Datengewinnung und Datenanalyse durchgeführt, und die für Bewertung und Analyse der Daten verantwortlichen Untersucher waren im Hinblick auf die Gruppenzugehörigkeit der Teilnehmer blind. Darüber hinaus kannten auch die Versuchspersonen selbst ihre Gruppenzuteilung nicht. Die beiden Gruppen, unterteilt nach hoher und niedriger Hypnotisierbarkeit, absolvierten Übungsprotokolle in Hypnose und in einer nicht-hypnotischen (Kontroll-) Bedingung. Die neun Frauen (HH-Alter: 22.4 ± 1.1 Jahre und LH-Alter: 23.7 ± 1.7 Jahre) gaben an, sich bei guter Gesundheit zu befinden. Sie waren alle normoton (Ruhe-Blutdruck $< 140/90$ mm Hg) und nahmen weder Medikamente noch berichteten sie von kardiovaskulären oder neurologischen Störungen. Nach der Studie durchgeführte individuelle MR-Scans zeigten keine signifikanten Abweichungen.

Hypnoseprozedur

Die Induktionsprozedur erfolgte nach einem Standardskript und enthielt den Hinweis an die Versuchspersonen, dass es möglich sei, drei Minuten lang die erforderliche Kraft aufzubringen, um in periodischen Abständen verbale Rückmeldung über die wahrgenommene Anstrengung zu geben und während der ganzen Sitzung in Hypnose zu verbleiben. Die Teilnehmer wurden instruiert, bequem zu sitzen, normal zu atmen, nicht die Luft anzuhalten und nur die Hand- und Unterarmmuskeln zu benutzen, um die benötigte Kraft aufzubringen. Um die Tiefe der Hypnose abschätzen zu können, verlangte man von den Versuchspersonen, über Armlevitation das Gelingen der Instruktionen schon deutlich zu machen, noch bevor zum Übungsteil übergegangen wurde. Die Personen mit hoher Hypnotisierbarkeit antworteten schnell auf die Suggestion der Armlevitation mit einem Bewegungsradius von 25-50 cm (10-20 inches). Im Vergleich dazu antworteten diejenigen mit niedriger Hypnotisierbarkeit nur auf zusätzliche Suggestionen, und ihre psychomotorische Reaktion reichte von minimaler Handbewegung bis zu weniger als 10 cm (4 inches).

Übungsprozedur

Vor Beginn des eigentlichen Tests waren alle Teilnehmer gut darin geübt, den Greifdynamometer drei Minuten lang bei 30% ihrer maximalen willkürlichen Kontraktionsfähigkeit (MWK) mit dem dominanten Arm zu drücken; acht der neun Teilnehmer waren Rechtshänder. Alle Versuchspersonen führten die Handdruckübung zunächst ohne Hypnose durch (Kontrollbedingung), an einem anderen Tag nach dem gleichen Übungsprotokoll in neutraler Hypnose (d.h. ohne Suggestion). Weil ein Teil der Daten aus dieser Untersuchung für ein weiteres Forschungsvorhaben benötigt wurde, wurde die Testreihenfolge für diese beiden Protokolle nicht randomisiert. Zur Minimierung möglicher Angstgefühle wurde den Teilnehmern mitgeteilt, dass sie die Übung bei ihrem ersten Besuch im Labor ohne Hypnose durchführen würden. Somit war sich jede Versuchsperson über die Testanordnung im Klaren und wusste, dass am zweiten Testtag Hypnose stattfinden würde. Bei jedem Test wurde etwa 20 min. vor Beginn die antecubitale Vene des kontralateralen Arms mit einem 21er über die Injektionsnadel gestülptem Teflonkatheter (21-gauge over the needle Teflon catheter) punktiert. Die Nadel wurde entfernt, und der verbleibende Katheter wurde mit einer Injektionsnadel-Kappe versehen, um einen schmerzlosen Einsatz des Durchblutungs-Indikators (tracer) zu ermöglichen.

Die Versuchspersonen nahmen bequem Platz und wurden dann für die Datenerhebung ausgestattet. Zur Messung von Blutdruck (BP) und Herzfrequenz (HR) wurde am Mittelfinger der kontralateralen (nicht-dominanten) Hand eine photoplethysmographische Fingermanschette (Finapres, Ohmeda 2300, Madison, WI) angebracht und in Herzhöhe positioniert. Mit einem Greif-Dynamometer (Jamar, Asimow Engineering Co., Los Angeles, CA) zeichnete man die MWK jeder Versuchsperson auf und

berechnete einen 30%-MWK-Wert. Obwohl die Versuchspersonen das Drücken bei verschiedenen Gelegenheiten geübt hatten, erhielten sie, wenn nötig, verbale Hinweise zur Aufrechterhaltung einer gleich bleibenden Kraft. An jedem Unterarm wurden drei Elektroden zur Aufzeichnung der muskel-elektromyographischen (EMG) Aktivität angebracht (Mespec 4001 EMG system, Kuopio, Finnland).

Zum Vergleich der integrierten EMG (iEMG) an den jeweiligen Tagen wurden die Test-iEMG-Daten als Prozentsatz derjenigen iEMG-Daten berechnet, die jeder Teilnehmer bei ihrer MWK an dem Testtag erzielt hatte. Für die Analyse wurde das gemittelte iEMG-Signal der letzten 30 Sekunden des Greifens verwendet. In diesem Zeitfenster erfolgten auch die Messungen der kardiovaskulären Reaktionen und der Gehirnaktivität. Vor der Übung las man den Versuchsteilnehmern die standardisierten Instruktionen über den Gebrauch der von Borg (1973) entwickelten 6-20 Kategorien umfassenden Skala zur Einschätzung der wahrgenommenen Anstrengung (SAE) vor. Diese Einschätzungen wurden während des Tests alle 30 Sekunden erhoben.

Messung der rCBF

Die Injektion des Hirndurchblutungs-Indikators (tracer) erfolgte während der letzten Minute des dreiminütigen statischen Greifens. Zur Bestimmung der rCBF-Verteilungen während jeder Testbedingung wurden 20 mCi von frisch aufbereitetem Tc-99m ECD (Neurolite, DuPont Pharma, Billerica, MA) intravenös verabreicht. Dieser Hirndurchblutungs-Indikator ist eine Photonen emittierende Substanz mit einer Halbwertszeit von sechs Stunden. Ein Anstieg der rCBF in einer bestimmten Gehirnregion führte zu einem anschließenden Anstieg der Radioaktivität in dieser Region (Raichle, 1987). Wegen der normalen Schwankung in der Gehirnaktivität wurden nur signifikante Veränderungen der rCBF von 5% oder mehr als klinisch relevant erachtet (Frigberg et al., 1994). Ein Techniker verabreichte den Durchblutungs-Indikator und spülte den Katheter mit normaler Salzlösung. Die Versuchspersonen setzten ihre Tätigkeit eine weitere Minute lang fort, um eine ausreichende Verteilung des Indikators zu gewährleisten. Da ihre Augen während der Übung geschlossen blieben, waren sie sich des genauen Zeitpunkts der Injektion nicht bewusst und berichteten auch keine nennenswerten Nebenwirkungen.

Die Teilnehmer wurden 20 Minuten nach der Übung in den Raum mit der SPECT-Kamera geführt, und der Scan war spätestens 50 Minuten nach Injektionsgabe abgeschlossen. Die Teilnehmer wurden im Scanner platziert, die Kameras von einem geschulten Techniker optimal ausgerichtet und die exakten Koordinaten für weitere Scans festgehalten. Ein dreiköpfiger, schnell rotierender Scanner (Picker 3000, Cleveland, OH) lieferte Aufnahmen des gesamten Gehirns. Die Daten wurden entsprechend korrigiert (uniformity and fan beam corrected). Dieser Vorgang wurde für beide Testprotokolle an verschiedenen Tagen wiederholt. Über diese spezifischen Prozeduren des Gehirnschennens wurde bereits an anderer Stelle berichtet (Williamson et al., 1999).

Bildverarbeitung und statistische Analysen

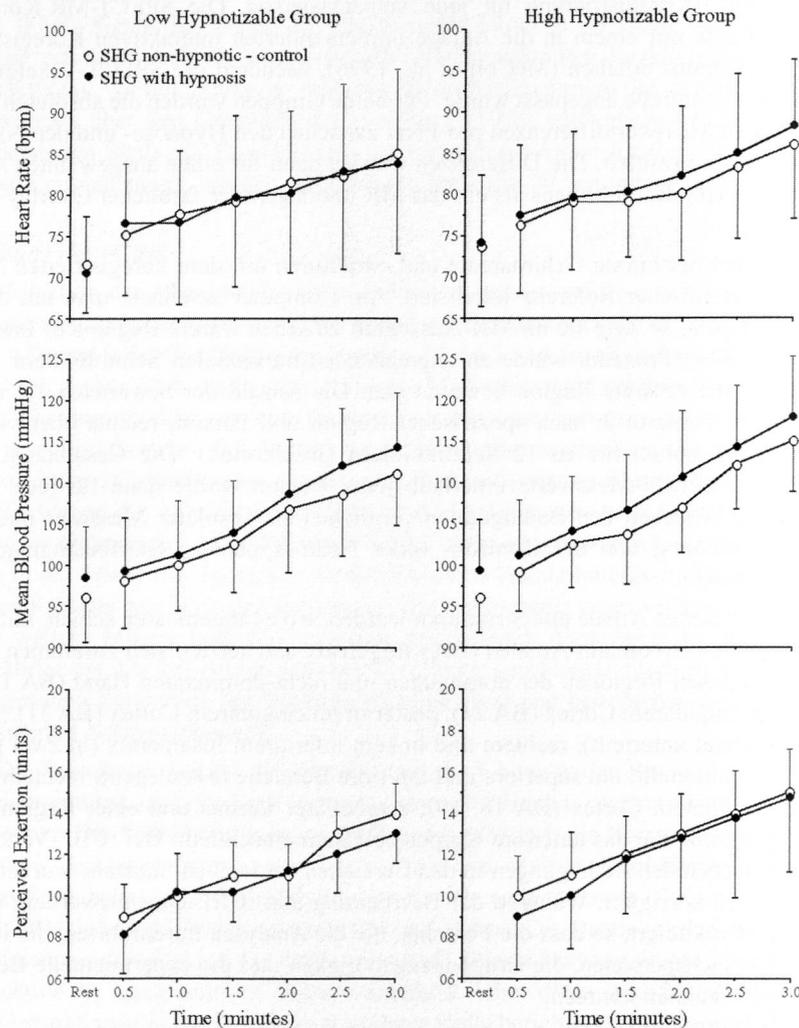
Mithilfe eines automatischen Volumenkoregistrierungs-Algorithmus, der oft zur PET-PET-Koregistrierung verwendet wird (Woods et al., 1992), wurden die einzelnen Hirnaufnahmen am Computer dreidimensional dargestellt. Sobald die SPECT-Scans eines jeden Teilnehmers koregistriert waren, erreichte man eine Normierung der Variabilität der gesamten radioaktiven Messwerte, indem man jedes Volumen neu skalierte, so dass die Gesamtmesswerte für alle Volumina gleich waren. Es folgte eine SPECT-SPECT-Koregistrierung für jede Versuchsperson. Die SPECT-MR-Koregistrierung wurde mit einem in die Anlage implementierten interaktiven Koregistrierungs-Algorithmus erhalten (McColl et al., 1996), nachdem die SPECT-Voxelgröße an die MR-Voxelgröße angepasst wurde. Für beide Gruppen wurden die absoluten und prozentuellen Messwertdifferenzen pro Pixel zwischen den Hypnose- und den Nicht-Hypnose-Scans ermittelt. Die Differenzen wurden dann für einen ausgewählten Ausschnitt innerhalb des Volumens als ein das MR überlagernder farblicher Overlay dargestellt.

Es wurden bestimmte Gehirnareale und -strukturen mit dem koregistrierten MR-Bild als anatomischer Referenz lokalisiert. Am Computer zeichnete man um diese Regionen herum, so, wie sie im MR-Ausschnitt zu sehen waren, Regions of Interest (ROI) ein. Diese Prozedur wurde an angrenzenden transaxialen Schnittbildern wiederholt, bis die gesamte Region bewertet war. Die Anzahl der bewerteten 1,5 mm-Schnittbilder variierte je nach spezifischer Region und Person, reichte aber von 8 (anterioren Cingulus) bis zu 12 Schnittbildern (Inselkortex). Die Gesamtzahl der radioaktiven SPECT-Messwerte innerhalb jeder Region wurde dann für jede Versuchsperson zwischen den Bedingungen verglichen als absoluter Messwert und als Prozentabweichung von der Kontroll- (oder Nicht-Hypnose-) Greifbedingung für beide Gruppen.

Die analysierten Areale und Strukturen wurden, wo es angemessen schien, mit den entsprechenden Brodmann-Arealen (BA) aufgelistet und setzten sich zusammen aus: sensomotorischen Regionen der dominanten und nicht-dominanten Hand (BA 1, 4), anteriorem cingulärem Cortex (BA 24), posteriorem cingulärem Cortex (BA 31), Thalamus (bilateral unterteilt), rechtem und linkem inferiorem Inselkortex (in zwei gleiche Hälften unterteilt, um superiore und inferiore Bereiche festzulegen), rechtem und linkem okzipitalem Cortex (BA 18, 19), zerebellärer Vermis und einer Region aus weißer Substanz, die das anteriore Corpus callosum einschließt. Bei rCBF-Veränderungen zwischen den Bedingungen in den Bereichen der weißen Substanz wurden die SPECT-Daten korrigiert. Während der Bearbeitung und rCBF-Datenbewertung wurden die Daten kodiert, so dass die Forscher, die die Analysen durchführten, die Identität der Versuchspersonen, die Gruppenzugehörigkeit und die experimentelle Bedingung nicht erkennen konnten.

Um die Unterschiede in den abhängigen Variablen vom Ruhepunkt bis zu drei

Abb. 1: Kardiovaskuläre Reaktionen und wahrgenommene Anstrengung (perceived exertion) während eine Handdruckübung mit und ohne Hypnose: Daten (Mittelwerte \pm Standardabweichung SD) für wenig- und hoch-hypnotisierbare Gruppen hinsichtlich Herzrate (heart rate), Blutdruck (mean blood pressure), Einschätzung der wahrgenommenen Anstrengung (perceived exertion) im Ruhezustand (at rest) und während 30 Sekunden innerhalb einer 3minütigen Handdruckübung zu 30% der maximalen willkürlichen Kontraktion unter Hypnose und ohne Hypnose (Kontrolle). Es gab keinen signifikanten Effekt hinsichtlich Hypnose oder Gruppe.



Tab. 1: Anzahl der radioaktiven Zähler in spezifischen kortikalen interessierenden Regionen (Regions of Interest, ROIs) während einer Handdruckübung mit 30% der maximalen willentlichen Kontraktion, durchgeführt unter einer Kontrollbedingung ohne Hypnose und einer Experimentalbedingung mit "neutraler" Hypnose ohne spezifische Suggestionen. Es sind auch die Brodmann Areale (BA) angegeben, die am ehesten in Frage kommen. Der einzige signifikante Unterschied ($p < 0,05$) zwischen den beiden Bedingungen zeigte sich in den rechten und linken okzipitalen Regionen und ist mit einem * gekennzeichnet.

Kortikale Region	hoch Hypnotisierbare		wenig Hypnotisierbare	
	Kontrolle	Hypnose (Unterschied)	Kontrolle	Hypnose (Unterschied)
dominanter Arm sensomotorisch (BA 1-4)	540 ± 31	545 (+0.9 $\pm 4\%$) ± 34	551 ± 24	540 (-2.0 $\pm 6\%$) ± 21
nicht-dominanter Arm sensomotorisch (BA 1-4)	461 ± 30	469 (+1.7 $\pm 5\%$) ± 33	449 ± 24	441 (-1.8 $\pm 5\%$) ± 28
anteriores Cingulum (BA 24)	477 ± 23	491 (+2.9 $\pm 5\%$) ± 27	499 ± 40	493 (-1.2 $\pm 3\%$) ± 44
posteriores Cingulum (BA 31)	454 ± 21	442 (-2.6 $\pm 4\%$) ± 23	458 ± 32	440 (-3.9 $\pm 4\%$) ± 34
rechte thalamische Region	432 ± 44	438 (+1.4 $\pm 6\%$) ± 34	437 ± 53	449 (+2.7 $\pm 6\%$) ± 58
linke thalamische Region	449 ± 30	440 (-2.0 $\pm 4\%$) ± 36	433 ± 58	447 (+3.2 $\pm 7\%$) ± 62
rechte inferiore Insel	485 ± 31	475 (-2.1 $\pm 4\%$) ± 21	472 ± 55	480 (+2.5 $\pm 5\%$) ± 57
linke inferiore Insel	498 ± 47	486 (-2.4 $\pm 4\%$) ± 42	484 ± 46	490 (+1.2 $\pm 4\%$) ± 32
rechte occipitale Region (BA 18, 19)	540 ± 40	599 (+10.9 $\pm 4\%*$) ± 44	533 ± 43	575 (+7.9 $\pm 5\%*$) ± 46
linke occipitale Region (BA 18, 19)	545 ± 47	604 (+10.8 $\pm 4\%*$) ± 44	541 ± 48	583 (+7.7 $\pm 5\%*$) ± 52
rechter inferiorer parietaler Lobus (BA 40)	485 ± 41	465 (-4.1 $\pm 4\%$) ± 38	479 ± 50	461 (-3.7 $\pm 5\%$) ± 47
linker inferiorer parietaler Lobus (BA 40)	489 ± 49	472 (-3.4 $\pm 5\%$) ± 52	484 ± 41	476 (-1.7 $\pm 4\%$) ± 47
cerebelläre Vermis	537 ± 30	542 (+0.9 $\pm 5\%$) ± 34	534 ± 39	544 (+1.9 $\pm 6\%$) ± 39
Corpus Callosum (white matter corr.)	280 ± 25	287 (+2.5 $\pm 2\%$) ± 28	277 ± 31	281 (+1.4 $\pm 5\%$) ± 31

Minuten zu vergleichen, wurde eine 2-Weg-Varianzanalyse mit Haupteffekten in Bedingung (Nicht-Hypnose vs. Hypnose) und Gruppe (hohe vs. niedrige Hypnotisierbarkeit) für alle Variablen durchgeführt. Ausgenommen hiervon waren die Daten für das Anstrengungsempfinden (SAE). Dies wurde während der Übung in 30-Sekunden-Intervallen eingeschätzt. Wenn Signifikanz entdeckt wurde, folgte eine Tukey-Post-hoc-Analyse, um spezifische Mittelwertsunterschiede zu vergleichen. Das Signifikanzniveau war für alle Analysen $p < 0.05$. Die Daten werden als Mittelwerte \pm Standardabweichung (Mittelwert \pm SD) präsentiert.

Ergebnisse

Herzfrequenz und Blutdruck

Die kardiovaskulären Reaktionen beider Gruppen beim Greifen in Hypnose und ohne Hypnose werden in Abbildung 1 dargestellt. Es gab für die wenig hypnotisierbare Gruppe keine signifikanten Unterschiede in der Herzfrequenz zwischen den Bedingungen. Der Ruhepuls während der nicht-hypnotischen SHG war 72 ± 5.2 bpm und steigerte sich nach drei Minuten bis zu 84 ± 7.8 bpm; in der hypnotischen Bedingung war die Reaktion ähnlich. Bei der hoch hypnotisierbaren Gruppe gab es ebenfalls keinen signifikanten Effekt der Hypnose auf die Herzfrequenz; der Ruhepuls war 73 ± 6.8 bpm und 84 ± 7.3 bpm bei drei Minuten. Der mittlere Ruheblutdruck war bei der LH-Gruppe 96 ± 4.8 mmHg vs. 97 ± 5.2 in der Nicht-Hypnose- bzw. der Hypnose-Bedingung. Nach drei Minuten war der mittlere Blutdruck ohne Hypnose 112 ± 5.5 mmHg und in Hypnose 114 ± 7.1 mmHg. Bei der HH-Gruppe war der Ruheblutdruck in der Nicht-Hypnose- und der Hypnose-Bedingung ähnlich (96 ± 3.5 mmHg vs. 98 ± 5.4 mmHg). Der Blutdruck war auch nach drei Minuten für HH in der Nicht-Hypnose- und der Hypnose-Bedingung ähnlich. (115 ± 5.8 mmHg bzw. 117 ± 7.8 mmHg).

Wahrgenommene Anstrengung

Die Ratings für die wahrgenommene Anstrengung beim Greifen in Hypnose und ohne Hypnose sind für beide Gruppen in Abbildung 1 dargestellt. Während der SHG-Übung der wenig hypnotisierbaren Gruppe gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen der hypnotischen und der nicht-hypnotischen Bedingung, was die wahrgenommene Anstrengung betrifft. Während der nicht-hypnotischen Bedingung begann die LH-Gruppe bei 9 ± 1.8 Einheiten (30-Sekunden-Wert) und endete nach drei Minuten bei 14 ± 1.6 Einheiten. In Hypnose begann die LH-Gruppe bei 8 ± 2.1 Einheiten und endete bei 13 ± 1.8 Einheiten. Bei den SAE-Werten für die HH-Gruppe gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen der hypnotischen und der nicht-hypnotischen Bedingung. Während der nicht-hypnotischen Bedingung begann die HH-Gruppe bei 10 ± 1.9 Einheiten (30-Sekunden-Wert) und endete bei 15 ± 1.8 Einheiten nach drei Minuten. In Hypnose begann die HH-Gruppe bei 9 ± 2.4 Einheiten und endete bei 15 ± 3.4 Einheiten.

Kraft und EMG

Bei der Kraftproduktion und der iEMG-Messung gab es insgesamt keine Unterschiede innerhalb der Gruppen oder zwischen ihnen. Bei der LH-Gruppe war die maximale Kraft am Tag des nicht-hypnotischen Greifens 31 ± 4 kg und 30 ± 3 kg in Hypnose. Beim Greifen mit 30% MWK war die Kraft in beiden Bedingungen 10 ± 2 kg. Die iEMG während des nicht-hypnotischen Greifens war im dominanten Arm $34 \pm 7\%$ (der MWK) und $2 \pm 1\%$ (der MWK) im kontralateralen Arm. Die iEMG während des hypnotischen Greifens war im dominanten Arm $33 \pm 5\%$ (der MWK) und $2 \pm 1\%$ (der MWK) im kontralateralen Arm.

Die Kraft, die die HH-Gruppe während der maximalen willkürlichen Kontraktion am Tag des nicht-hypnotischen Greifens aufbrachte, lag bei 32 ± 3 kg und war nicht verschieden von der Kraft am Tag des Greifens in Hypnose (33 ± 3 kg). Während beider Greifbedingungen bei 30% MWK wurde die Kraft bei 11 ± 2 kg beibehalten. Beim nicht-hypnotischen Greifen war die iEMG-Aktivität im dominanten Arm $31 \pm 5\%$ der Tages-MWK, während die iEMG des kontralateralen Arms $3 \pm 1\%$ betrug. Während des hypnotischen Greifens war die iEMG-Aktivität im dominanten Arm $32 \pm 5\%$ der Tages-MWK, die i-EMG des kontralateralen Arms $2 \pm 1\%$.

Veränderungen der rCBF

Veränderungen in der rCBF-Verteilung werden für die beiden Gruppen als radioaktive Messungen (für die identischen ROI's) und als prozentuelle Veränderung der Gehirnaktivität beim Greifen in Hypnose, verglichen mit der nicht-hypnotischen Bedingung, in Tabelle 1 dargestellt.

Beim Vergleich der Aktivierungsmuster spezifischer Gehirnregionen zwischen den Bedingungen kam es zu keinen signifikanten Haupteffekten für die Gruppenzugehörigkeit. Es gab jedoch eine schwache Effektgröße ($d = -0.56$) zwischen den Bedingungen für die HH-Gruppe im Bereich des anterioren Cingulus. Es sollte beachtet werden, dass die Gruppenwerte der rCBF-Veränderungen im anterioren Cingulus entgegengesetzt waren; die Anwendung eines t-Tests zur näheren Bestimmung dieser Reaktionen ergibt signifikante Unterschiede in diesen Veränderungen.

Es gab eine Region, die einen signifikanten Effekt für die hypnotische Bedingung zeigte: Sowohl die linke als auch die rechte Okzipitalregion wies einen signifikanten Anstieg während der Hypnose auf. Die rechte Seite zeigte einen Anstieg von $10.9 \pm 4.2\%$, die linke Seite $10.8 \pm 3.7\%$. Darüber hinaus war bei der separaten Analyse der wenig und der hoch hypnotisierbaren Gruppe ein Trend zu beobachten: Die hoch hypnotisierbaren Versuchspersonen wiesen in ihrer okzipitalen Aktivität größere Veränderungen auf als die wenig hypnotisierbaren (HH = $10.8 \pm 4\%$ vs. LH = $7.8 \pm 5\%$; $p = 0.07$). Dieser Trend war jedoch nicht statistisch signifikant, da das Signifikanzniveau bei $p < 0.05$ angesetzt wurde.

Diskussion

Es gab bei dieser Untersuchung zwei Hauptergebnisse:

- Erstens: Eine Form von neutraler Hypnose ohne Suggestionen, dafür entwickelt, Wahrnehmung oder kardiovaskuläre Reaktionen zu beeinflussen, unterschied sich im Ergebnis nicht vom gleichen Übungs-Paradigma ohne Hypnose (d.h. Kontrollbedingung).
- Zweitens: Personen mit hohen Werten in Hypnotisierbarkeit (HH) unterschieden sich zum größten Teil nicht von denen mit niedrigen Werten (LH) hinsichtlich ihrer kardiovaskulären und perzeptiven Reaktionen in der Hypnose- und der Kontrollbedingung.

Hypnose ging einher mit einem Anstieg der okzipitalen rCBF während der Übung. Die gestiegene Aktivität in den Okzipitalregionen während der Hypnose stimmt überein mit Ergebnissen von Rainville et al. (1999; 2002) bezüglich Hypnose und mit Ergebnissen von Kjaer et al. (1997) und Lou et al. (1999), die bei Ruhebedingungen Entspannungsmeditation einsetzten. Dies entspricht der Annahme, dass Hypnose bei hoch hypnotisierbaren Personen mit einem gesteigerten Grad an imaginativer Aktivität einhergeht (Crawford, 1982), auch wenn die Personen, wie in unserer Untersuchung, während der Hypnose nicht nach ihrer imaginativen Wahrnehmung gefragt wurden. Der vorliegende Unterschied im Grad der okzipitalen Aktivierung zwischen den hoch hypnotisierbaren ($+10.8 \pm 4.6\%$) und den gering hypnotisierbaren ($+7.8 \pm 4.8\%$) Gruppen brachte eine schwache Effektgröße von $d = 0.64$ hervor. Obwohl gezeigt wurde, dass auch andere Regionen während Hypnose und Meditation aktiviert werden (Kjaer et al., 1997; Lou et al., 1999; Rainville et al., 1999), war dies in der vorliegenden Untersuchung nicht der Fall; keine anderen Regionen haben Unterschiede zwischen der hypnotischen und der nicht-hypnotischen Übungsbedingung gezeigt. Wie unten noch angeführt, schien jedoch bei der HH-Gruppe auch die Region des anterioren Cingulus durch Hypnose beeinflussbar zu sein. Es ist möglich, dass kraftabhängige Übungen physiologische Veränderungen erzeugen, die die unter Ruhebedingungen beobachteten hypnosebedingten Veränderungen überlagern.

Hypnose

Zu Beginn der vorliegenden Studien wurden die Teilnehmer mit verschiedenen Tests untersucht und einer Hypnoseinduktion unterzogen. Für diese Hypnoseinduktion verwendete man ein Standardskript. Obwohl sich die Teilnehmer im Grad der hypnotischen Beeinflussbarkeit in ihren HGSS- und SHSS-Werten voneinander unterscheiden, waren doch alle bis zu einem gewissen Grad in der Lage, hypnotische Phänomene zu erleben. In der Hypnosebedingung beurteilte man alle Teilnehmer gemäß ihren Reaktionen auf die in HGSS und SHSS enthaltenen Instruktionen, ihren Reaktionen auf hypnotische Vertiefungssuggestionen (d. h. Armlevitation) und ihren post-hypno-

tisch berichteten Erfahrungen von tiefer Entspannung und Zeitverzerrung. Auch wenn in unserer Untersuchung keine Gruppenunterschiede während der in neutraler Hypnose durchgeführten Übung gefunden wurden, ist es wahrscheinlich, dass Personen mit höherer Hypnotisierbarkeit bessere Reaktionen auf eine von Suggestionen begleitete Hypnose zeigen würden. Mit anderen Worten: Die spezielle Übungsaufgabe in unserer Untersuchung könnte die Effekte von Hypnose "per se" auf gewisse kortikale Regionen über eine Aktivierung von aufmerksamkeitsbezogenen Strukturen "maskiert" haben. Diese Vermutung wird durch frühere Untersuchungen gestützt, in denen hoch- und gering-hypnotisierbare Gruppen während der hypnotischen Suggestion einer imaginierten Übung miteinander verglichen wurden. Nur die Personen aus der hoch-hypnotisierbaren Gruppe waren in der Lage, die Übung zu imaginieren und kardiovaskuläre Reaktionen mit Veränderung der rCBF hervorzurufen (Williamson et al., 2002). Die gering-hypnotisierbare Gruppe war nicht fähig, während der imaginierten Übung kardiovaskuläre Reaktionen oder Veränderungen der rCBF zu produzieren. Es scheint, dass neutrale Hypnose oder Hypnose "per se" nicht mit den typischerweise bei einer Übung auftretenden neurophysiologischen Reaktionen interferiert oder sie konfundiert. Ein methodologisches Ergebnis der vorliegenden Studie scheint die Abwesenheit von konfundierenden Effekten der Hypnose "per se" zu sein, wenn sie in der Forschung zu körperlicher Anstrengung angewandt wird.

Kardiovaskuläre und perzeptive Reaktionen

Wahrnehmung von Anstrengung ist hoch korreliert mit kardiovaskulären Reaktionen während der Übung (Borg, 1973; Morgan, 1981). Es gibt zahlreiche Regionen innerhalb des höheren Gehirns, die fähig sind, kardiovaskuläre Reaktionen zu modulieren (siehe Cechetto & Saper, 1990; Verberne & Owens, 1998). Hypnose, die Veränderungen in der Anstrengungswahrnehmung suggeriert, kann kardiovaskuläre Reaktionen während der Übung beeinflussen (Morgan et al., 1973, 1976; Thornton et al., 2001; Williamson et al., 2001, 2002). Man nimmt an, dass Hypnose mit absteigenden Signalen aus höheren Gehirnzentren, die an der kardiovaskulären Regulation beteiligt sind, interagiert. Diese absteigenden Signale während körperlicher Anstrengung wurden als vom zentralen Nervensystem erhaltene Befehle (central command) bezeichnet, was klassischerweise als "feed-forward"-Mechanismus definiert wird, der eine parallele Aktivierung von sowohl motorischen als auch kardiovaskulären Zentren im zerebralen Kortex vermittelt (Mitchell, 1990; Kaufman & Forster, 1996). Man geht davon aus, dass der "central command" mit afferenten Signalen, die aus dem arbeitenden Skelettmuskel aufsteigen, an den medullären Zentren der kardiovaskulären Integration konvergiert, um eine umfassende kardiovaskuläre Reaktion proportional zur Intensität der physischen Aktivität oder Anstrengung zu erzielen. Er wird typischerweise über ein Rating der wahrgenommenen Anstrengung eingeschätzt (Borg, 1973). Wie Tabelle 1 zeigt, hat Hypnose die SAE-Antworten während der Handdruckübung nicht verändert.

Die hoch- und gering-hypnotisierbaren Gruppen unterschieden sich nicht in ihrer Anstrengungswahrnehmung während der Übung in der Hypnosebedingung. Dieses Ergebnis ist auch konsistent mit den Resultaten früherer Untersuchungen, die zeigen, dass Hypnose "per se" nicht die Anstrengungswahrnehmung beeinflusst (Morgan et al., 1973, 1976; Williamson et al., 2001). In Übereinstimmung mit diesen Ergebnissen waren Herzfrequenz und Blutdruckwerte zwischen den Gruppen ähnlich und zeigten keinen Hypnoseeffekt. Darüber hinaus waren die kardiovaskulären Reaktionen konsistent mit denen, die aus Studien mit ähnlichen Übungsparadigmen berichtet wurden (siehe Mitchell, 1990; Kaufman & Forster, 1996).

Veränderungen der rCBF

Die rechten und die linken Okzipitalregionen waren die einzigen, die signifikante Veränderungen während der Hypnose aufwiesen. Man konnte zeigen, dass diese bestimmten Regionen an Hypnose (Kosslyn et al., 2000; Rainville et al., 1999, 2000) und an Entspannungsmeditation (Kjaer et al., 1997; Lou et al., 1999) unter Ruhebedingungen beteiligt sind. Kosslyn et al. (2000) bemerkten eine ausgeprägtere Aktivierung der linken Okzipitalregion während der Hypnose. Rainville et al. (2002) berichteten kürzlich über hypnosebedingte Veränderungen im anterioren Cingulus, im Thalamus und im ponto-mesencephalen Hirnstamm. Diese rCBF-Veränderungsmuster während Hypnose im Ruhezustand waren jedoch großflächiger als diejenigen, die in unserer Untersuchung aufgezeichnet wurden. Darüber hinaus zeigten sich in unserer Untersuchung auch hypnose- und meditationsbedingte Veränderungen, über die früher noch nicht berichtet worden waren, im inferioren Parietallappen, den anterioren und posterioren Gyri cinguli, dem Precuneus, dem Frontalcortex, den temporalen Gyri, den striatalen und thalamischen Regionen und der zerebellären Vermis (Kosslyn et al., 2000; Kjaer et al., 1999; Rainville et al., 1999; Walter et al., 1994). Laurent et al. (2000) halten es für möglich, dass diese Gehirnregionen, die auf Hypnose im Ruhezustand reagieren, durch aufmerksamkeitsbezogene Aktivitäten wie z.B. unsere Handdruckübung moduliert werden können. Folglich wurden jene Effekte der Hypnose "per se" auf die rCBF, die für Ruhebedingungen berichtet wurden, in unserer Untersuchung während der unter Hypnose (ohne Suggestionen) durchgeführten statischen Handdruckübung nicht hinreichend beobachtet.

Die Reaktion der Okzipitalregion könnte auch mit der spezifischen Art der angewandten Hypnoseinduktion zusammenhängen. In einigen Fällen, so auch in unserer Untersuchung, beinhaltet der Induktionsprozess eine Art von Augenfixation, die so lange anhält, bis die Augen schwer, wässrig und möglicherweise verschwommen werden und sich dann schließen. Einige der Studien, die in der Literatur zu finden sind, haben Induktionen benutzt, die psychomotorische Aufgaben beinhalten, wie z.B. Handklammer, Armrigidität usw. Es ist nötig, dass die gewählten hypnotischen Induktionsprozeduren systematisch getestet und verglichen werden, um die Auswirkungen solcher Prozeduren zu bestätigen oder auszuschließen.

Einschränkungen

Da der Schwerpunkt dieser Studie auf Hypnose während körperlicher Anstrengung lag, sollten die Ergebnisse nicht auf Studien mit Hypnose im Ruhezustand übertragen werden. Die räumlichen Begrenzungen der SPECT-Technik (~ 8-10 mm) erlauben es auch nicht, kleinere Regionen, die vielleicht eine wichtige Rolle bei hypnosebezogenen Effekten spielen, wie z. B. spezifische Kerngebiete des Thalamus, der Medulla oder anderer subkortikaler Strukturen, sicher zu beurteilen; so ist es durchaus möglich, dass diese subkortikalen Regionen von Hypnose "per se" beeinflusst werden. Wie oben schon angeführt, wurden die Teilnehmer über die Testanordnung im Voraus informiert und waren sich deshalb bewusst, dass ihr erster Versuch keine Hypnose beinhalten würde. Aus diesem Grund wussten sie auch, wann Hypnose stattfinden würde, ein Vorwissen, das dazu beigetragen haben könnte, jegliche Unterschiede in den antizipatorischen Reaktionen zwischen den einzelnen Versuchen zu reduzieren. Es sollte auch beachtet werden, dass die geringe Gruppengröße die Wahrscheinlichkeit eines Fehlers zweiter Art bei diesem Typ von Untersuchung möglicherweise erhöht.

Schlussfolgerungen

Hypnose "per se" bewirkte einen Anstieg der rCBF in den okzipitalen Regionen während einer Handdruckübung, aber diese kortikale Aktivierung veränderte, verglichen mit der nicht-hypnotischen Übung, nicht die Muskelaktivität, nicht die Anstrengungswahrnehmung und nicht die kardiovaskulären Reaktionen. Diese Ergebnisse legen nahe, dass eine Aktivierung der okzipitalen Region größtenteils mit dem hypnotischen Prozess zusammenhängt, was durch einen erhöhten Grad an visueller Imagination während der Hypnose bedingt sein könnte, auch wenn keine spezifischen imaginativen Instruktionen oder Suggestionen gegeben wurden. Die Hypnoseeffekte während der körperlichen Anstrengung spiegeln nicht die Ergebnisse in Bezug auf die großflächigeren Veränderungen der kortikalen Aktivierungsmuster während Hypnose unter Ruhebedingungen wider. Insgesamt unterstützen diese Ergebnisse die Ansicht, Hypnose könne ein effektives Instrument sein zur Manipulierung unabhängiger Variablen bei der experimentellen Untersuchung neurophysiologischer Reaktionen auf körperliche Anstrengung hin.

Literatur

- Agosti, E. & G. Camerota (1965). Some effects of hypnotic suggestion on respiratory function. *International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis* 13(3): 149-156.
- Arvidsson, T., H. Astrom, S. Bevegard & B. Jonsson (1970). Circulatory effects of suggested leg exercise and fear induced under hypnotic state. *Progress in Respiratory Research* 5: 365-374.
- Beck, A.T. & R.A. Steer (1987). *Beck Depression Inventory Manual*. San Diego: The Psychological Corp.
- Williamson, J.W., R. McColl, D. Mathews & W.P. Morgan (2001). Hypnotic induction during physical exertion: effects on cardiovascular and perceptual responses. *Journal of Clinical Hypnosis* 43(4): 245-254.
- Williamson, J.W., R. McColl, D. Mathews & W.P. Morgan (2002). Hypnotic induction during physical exertion: effects on cardiovascular and perceptual responses. *Journal of Clinical Hypnosis* 43(4): 245-254.

- logical Corporation.
- Barber, T.X (1966). The effects of hypnosis and suggestions on strength and endurance: a critical review of research studies. *British Journal of Social and Clinical Psychology* 5: 42-50.
- Borg, G (1973). Perceived exertion: A note on history and methods. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 5:90-93.
- Crawford, H.J (1982). Hypnotizability, day dreaming styles, imagery vividness, and absorption: A multidimensional study. *Journal of Personality and Social Psychology* 42: 915-926.
- Cechetto, D.F. and C.B. Saper. Role of the cerebral cortex in autonomic function. In: *Central Regulation of Autonomic Function*, Ch. 12, Oxford University Press, 1990, pp. 208-223.
- Daly, W.J. and T. Overley. Modification of ventilatory regulation by hypnosis (1966). *Journal of Laboratory and Clinical Medicine* 68(2): 279-285.
- Eysenck, H.J (1941). An experimental study of the improvement of mental and physical functions in the hypnotic state. *British Journal of Medical Psychology* 18: 304-316.
- Eysenck, H.J. and S.B.G. Eysenck (1994). *Eysenck Personality Questionnaire Manual*. San Diego: Educational and Industrial Testing Service.
- Friberg, L (1994). Retention of 99mTc-bicisate in the human brain after intercarotid injection. *Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism* 14: S19-S27.
- Kaufman, M. and H.V. Forster. Reflexes controlling circulatory, ventilatory and airway responses to exercise. In: *Handbook of Physiology, Sect. 12, Exercise: Regulation and Integration of Multiple Systems*. Eds. L.B. Rowell & J.T. Shephard. American Physiological Society, Oxford Press, 1996, pp. 381-447.
- Kjaer, T.W., H. Lou, M. Nowak, G. Wildschiodtz and L. Friberg (1997). Consciousness quality and quantity. *Society of Neuroscience Abstracts* 192: 12, 496.
- Kosslyn, S.M., W.L. Thompson, M.F. Constantini-Ferrando, N.M. Alpert & D. Spiegel (2000). Hypnotic visual illusion alters color processing in the brain. *American Journal of Psychiatry* 157(8): 1279-1284.
- Kraemer, W.J., R.V. Lewis, N.T. Triplett, L.P. Koziris, S. Heyman and B.J. Noble (1992). Effects of hypnosis on plasma proenkephalin peptide F and perceptual and cardiovascular responses during submaximal exercise. *European Journal of Applied Physiology* 65(6): 573-578.
- Laurent, B., R. Peyron, L. Garcia-Larrea and F. Mauguiere. Positron emission tomography to study central pain integration. *Revue Neurologique* 156(4): 341-351.
- Lou, H.C., Kjaer, T.W., L. Friberg, G. Wildschiodtz, S. Holm and M. Nowak (1999). A 15O-H₂O PET study of meditation and the resting state of normal consciousness. *Human Brain Mapping* 7(2): 98-105.
- McColl, R.W., T. Blackburn, and R.M. Peshock (1996). Tools for analysis of fMRI data. *Society for Photo-optical Instrumentation and Engineering: Medical Imaging* 2707:1197-1206.
- McNair, D.M., N. Lorr, and L.F. Droppleman (1992). *Manual for the Profile of Mood States*. San Diego: Educational and Industrial Testing Service.
- Mitchell, J.H (1990). Neural control of the circulation during exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 22: 141-154.
- Morgan, W.P., P.B. Raven, B.L. Drinkwater, & S.M. Horvath (1973). Perceptual and metabolic responsivity to standard bicycle ergometry following various hypnotic suggestions. *International Journal for Clinical and Experimental Hypnosis* 21(2): 86-101, 1973.
- Morgan, W.P., K. Hirota, G.A. Weitz and B. Balke (1976). Hypnotic perturbation of perceived exertion: Ventilatory consequences. *American Journal of Clinical Hypnosis* 18: 182-190.
- Morgan, W.P (1981). Psychophysiology of self-awareness during vigorous physical activity. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 52: 385-427.
- Nemtsova, O.L. and D.I. Shatenstein (1936). The effect of the central nervous system upon some physiological process during work. *Fiziologicheskii Zhurnal SSSR*. 20: 581-593.
- Nowak, M., K. Olsen, I. Law, S. Holm, O. Paulson and N.H. Secher (1999). Command-related distribution of regional cerebral blood flow during attempted handgrip. *Journal of Applied Physiology* 86(3): 819-824.
- Nowak, M., S. Holm, N.H. Secher and L. Friberg (1999). PET and fMRI during light handgrip exercise: Cardiovascular responses and insular activation. *Proceedings from the 5th International Conference on Human Brain Mapping* S486.
- Raichle, M.E. Circulatory and metabolic correlates of brain function in normal humans. In: *Handbook of Physiology. Section 1, Vol. 1, The Nervous System, Higher Functions of the Brain*. Bethesda, MD: Am Physiol. Soc., sect. 1, vol. V, pt. 1, 1987, pp. 643-674.
- Rainville, P., R.K. Hofbauer, T. Paus, G.H. Duncan, M.C. Bushnell & D.D. Price (1999). Cerebral mechanisms of hypnotic induction and suggestion. *Journal of Cognitive Neuroscience* 11(1): 110-125.
- Rainville, P., R.K. Hofbauer, M.C. Bushnell, G.H. Duncan, and D.D. Price (2002). Hypnosis modulates activity in brain structures involved in the regulation of consciousness. *Journal of Cognitive Neuroscience* 14(6): 887-901.
- Shor, R.E. and E.C. Orne (1962). *Harvard Group Scale of Hypnotic Susceptibility, Form A*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press, Inc.
- Spielberger, CD, R.L. Gorsuch and R.E. Lushene (1983). *Manual for the State-trait Anxiety Inventory (form Y)*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.
- Thornton, J.M., A. Guz, K. Murphy, A.R. Griffith, D.L. Pedersen, A. Kardos, A. Leff, L. Adams, B. Casadei and D.J. Paterson (2001). Identification of higher brain centres that may encode the cardiorespiratory response to exercise in humans. *Journal of Physiology* 533.3: 823-836.
- Verberne, A.J.M. and N.C. Owens (1998). Cortical modulation of the cardiovascular system. *Progress in Neurobiology* 54: 149-168.
- Walter, H., I. Podreka, M. Hajji, M. Musalck, V. Passweg, E. Suess, M. Steiner, & O.M. Lesch (1994). Brain blood flow differences between hypnosis and waking state. *Comunicazioni scientifiche di psicologia generale. Hypnotic Suggestion: Cognitive and Psychophysiological Aspects* 12: 41-52.
- Weitzenhoffer, A.M. and E.R. Hilgard (1962). *Stanford Hypnotic Susceptibility Scale, Form C*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press, Inc.
- Williamson, J.W., R. McColl, D. Mathews, M. Ginsburg and J.H. Mitchell (1999). Activation of the insular cortex is affected by the intensity of exercise. *Journal of Applied Physiology* 87(3): 1213-1219.

- Williamson, J.W., R. McColl, D. Mathews, P.B. Raven, J.H. Mitchell, W.P. Morgan (2001). Hypnotic manipulation of effort sense during dynamic exercise: cardiovascular responses and brain activation. *Journal of Applied Physiology* 90: 1392-1399.
- Williamson, J.W., R. McColl, D. Mathews, J.H. Mitchell, W.P. Morgan (2002). Brain activation by central command during actual and imagined handgrip under hypnosis. *Journal of Applied Physiology* 92: 1317-1324.
- Woods, R.P., S.R. Cherry, and J.C. Mazziotta (1992). Rapid automated algorithm for aligning and reslicing PET images. *Journal of Computer Assisted Tomography* 16: 620-633.

Danksagung

Wir danken den Versuchspersonen für ihre Mitarbeit und möchten auch Shawn Shotzman für die fachkundige technische Unterstützung sowie dem Zale Lipshy University Hospital, Dallas, Texas, für die Kooperation unsere Anerkennung aussprechen. Diese Studie wurde unterstützt durch Forschungsgelder der American Heart Association der Texas Affiliate, Inc. (0050726Y - J.W.W.), NIH R01 HL 59145-03 (J.W.W.) und des Harry S. Moss Heart Center am University of Texas Southwestern Medical Center. Unterstützung wurde auch gewährt vom University of Wisconsin Sea Grant Institute (W.P.M.) mit Zuschüssen aus dem National Sea Grant Program, der National Oceanic and Atmospheric Administration, dem U.S. Department of Commerce und vom State of Wisconsin Federal Grant NA86RG0047, Projekt-Nummer R/NI-29-PD (W.P.M.).

Does Hypnosis Alter Cardiovascular Responses or Brain Activation During Handgrip Exercise?

Jon Williamson¹, Roderick McColl², Dana Mathews², William Morgan³

Hypnosis has been used in a number of investigations, but the specific influence of this intervention on exercise responses remains unclear. The purpose of this investigation was to determine the effects of hypnosis 'per se' or hypnosis without suggestion on cardiovascular responses and patterns of brain activation during handgrip exercise. Subjects were screened using the Harvard Group Scale of Hypnotic Susceptibility (HGSH) and a modified version of the Stanford Hypnotic Susceptibility Scale (SHSS) (Form C). Five individuals with high hypnotizability scores were compared with four scoring low on the combined HGSH and SHSS measures under two conditions: i. three minutes of static handgrip exercise (SHG) at 30% of maximal voluntary contraction (MVC) without hypnosis and ii. three minutes of SHG at 30% MVC with neutral hypnosis (i.e., no suggestion). Force (Kg), forearm integrated electromyography (iEMG), rating of perceived exertion (RPE), heart rate (HR), mean blood pressure (MBP), and differences in regional cerebral blood flow (rCBF) distributions were compared using single photon emission computed tomography (SPECT). An ANOVA with main effects for group and condition was used to assess changes for dependent variables. During SHG, both groups showed simi-

J.W. Williamson, R. McColl, D. Mathews & W.P. Morgan

lar increases in iEMG, RPE, HR and MBP for both hypnotic and non-hypnotic conditions. For rCBF, only one region showed significant changes, a main effect of condition was found bilaterally for the occipital region. Hypnosis 'per se' elicited activation of occipital regions, but the activation was not associated with changes in muscle activity, perception of effort, or cardiovascular responses during the SHG exercise. These findings suggest that activation of the occipital region is involved in the hypnotic process, and that hypnosis without suggestion does not alter physiological responses during brief static handgrip.

Keywords: human, exercise, functional brain mapping, single-photon emission computed tomography (SPECT), and magnetic resonance imaging (MRI)

Jon W. Williamson, Ph.D.
UT Southwestern Allied Health Sciences School
Department of Physical Therapy
5323 Harry Hines Blvd.
USA-Dallas, TX 75235-8876
jon.williamson@utsouthwestern.edu

Übersetzung aus dem Amerikanischen von Manfred Snatschke

erhalten: 6.3.2003

revidierte Fassung akzeptiert: 13.1.2004

¹Departments of Health Care Sciences and ²Radiology, University of Texas Southwestern Medical Center at Dallas and ³Department of Kinesiology, University of Wisconsin-Madison