

Transkranielle Gleichstrom- stimulation tDCS

Effektivitätsstudien



Impressum

neurocare group AG

Albert-Einstein-Straße 3, 98693 Ilmenau

Tel: +48 (3677) 68 979 0

E-Mail: info@neurocaregroup.com • Web: www.neurocaregroup.com

Sitz der Geschäftsleitung: Rindermarkt 7 • 80331 München • Deutschland

Bilder: neurocare group AG, Copyright: neurocare group AG 2020

Die Verwendung oder Veröffentlichung von enthaltenen Texten oder Bildern ist streng untersagt.

Ausnahmen bedürfen der schriftlichen Genehmigung der neurocare group AG.

Inhalt

Sicherheit & Anwendung	5	2017	Richtlinien zur Sicherheit und Anwendung der tDCS Antal et al.
Depression	6	2017	Depression, Brunoni et al.
	7	2017	Depression nach Schlaganfall, Tea-Gyi et al.
	8	2015	Depression, Aust et al.
	9	2014	Depression, Segrave et al.
Abhängigkeits- erkrankungen	10	2018	Sucht - Überblick, Coles et al.
	11	2018	Alkohol-Sucht, Klauss et al.
	12	2015	Kokain-Sucht, Kruger Batista et al.
Schmerzen	13	2017	Fibromyalgie, Silva et al.
	14	2017	Migräne, Przeklasa-Muszynska et al.
	15	2016	Chronische Schmerzen, Concerto et al.
	16	2014	Schmerzen nach Schlaganfall, Sea-Hyun et al.
	17	2010	Schmerzen bei Multipler Sklerose, Mori et al.
Motorische Störungen	18	2017	nach Schlaganfall, Andrade et al.
	19	2016	nach Schlaganfall, Allman et al.
	20	2016	nach Schlaganfall, Goodwill et al.
	22	2015	nach Schlaganfall, Sattler et al.
	23	2016	bei Parkinson, Coast-Riberio et al.
Kognitive Defizite	24	2019	Arbeitsgedächtnis bei Älteren, Antonenko et al.
	25	2017	nach Schlaganfall, Ruf et al.
	26	2016	nach Schädel-Hirn-Trauma, Sacco et al.
	27	2016	bei Multipler Sklerose, Mattioli et al.
	28	2016	bei Parkinson, Manenti et al.
	29	2015	nach Schlaganfall, Yun et al.
Neglect	30	2016	nach Schlaganfall, Yi et al.
Dysphagie	31	2018	nach Schlaganfall, Suntrup-Krueger et al.
Aphasie	32	2018	nach Schlaganfall, Rosso et al.
	33	2016	nach Schlaganfall, Meinzer et al.
	34	2016	nach Schlaganfall, Fiori et al.
	35	2017	bei Demenz, Roncero et al.
Schizophrenie	36	2018	Arbeitsgedächtnis, Negativsympt., Gomeset et al.
	37	2012	akustische Halluzinationen, Brunelin et al.
	38		Abkürzungen / Training & Science



Richtlinien zur Sicherheit und Anwendung der tDCS

Low intensity transcranial electric stimulation: Safety, ethical, legal regulatory and application guidelines

Autoren

Antal A, Alekseichuk I, Bikson M, Brockmüller J, Brunoni AR, Chen R, Cohen LG, Bouthwaite G, Ellrich J, Flöel A, Fregni F, Goerge MS, Hamilton R, Haueisen J et al.;
2017 - Clinical Neurophysiology, Volume 128, NO. 9



Methodik

Systematische Analyse von Gefahren und Nebenwirkungen in Studien zur transkraniellen elektrischen Stimulation (insgesamt 18.000 Stimulationssitzungen an Gesunden, neurologischen und psychiatrischen Patienten). Einschluss von Studien bis 2016

Ziel

Überprüfung der Sicherheit und möglicher Nebenwirkungen von tDCS am Menschen und Empfehlungen zur sicheren Anwendung in der klinischen Praxis

Ergebnisse

Assessment	Ergebnisse
Sicherheit	tDCS beim Menschen gilt auf Basis der Studienlage als sicher Nebenwirkungen bei alten Menschen, Schwangeren, Kindern unterscheiden sich nicht von denen typischer erwachsener Studienteilnehmer Langzeitwirkung bei Kindern/Jugendlichen noch nicht ausreichend untersucht
Nebenwirkungen	moderate Nebenwirkungen mit Handlungsbedarf selten und nicht eindeutig durch tDCS hervorgerufen leichte Nebenwirkungen ohne Handlungsbedarf: Kopfschmerzen, Müdigkeit nach der Stimulation, leichtes Kribbeln oder Brennen am Stimulationsort moderate Nebenwirkungen: Hautverbrennungen durch unsachgemäße Applikation der Elektroden keine Berichte über schwere Nebenwirkungen keine berichteten kognitiven oder wahrnehmungsbezogenen Nebenwirkungen keine berichteten Anfälle, die nachweislich auf tDCS zurückzuführen sind
Verletzungen	Verletzungsgefahr kann minimiert werden durch: - Auswahl und Vorbereitung der Elektrode - korrektes Anlegen der Elektroden bzgl. Position und Hautkontakt (durch salzhaltige Pasten oder Schwämme mit ausreichend Salzlösung)

Empfehlungen

Ausbildung	gute Schulung der Anwender und Sicherheit im Anbringen der Elektroden
Aufklärung	umfassende Aufklärung der Patienten vor der Therapie mit Abfrage der Kontraindikationen und Risiken
Gerätetechnik	Nutzung von in Studien verifizierten Geräten keine Anwendung von Eigenbau oder nicht verifizierten Geräten
Protokoll	Einhaltung der max. Stimulationsstärken und -dauer sowie der korrekten Elektrodenapplikation

Schlussfolgerung

Diese Analyse zeigt, dass standardisierte tDCS-Anwendungen im Rahmen der klinisch zugelassenen und üblichen Intensität von max. 1–2 mA und max. 20–30 Minuten bei korrekter Applikation der Elektroden sicher durchgeführt werden können. Für durchführende Personen ist eine Unterweisung im Umgang mit den Elektroden und den Protokollen notwendig.

Depression

Trial of Electrical Direct-Current Therapy versus Escitalopram for Depression

Autoren

Brunoni AR, Moffa AH, Sampaio-Junior B, Borrione L, Moreno ML, Fernandes RA, Veronezi BP, Nogueira BS, Aparicio LVM, Razza LB, Chamorro R, Tort LC, Fraguas R, Lotufo PA, Gattaz WF, Fregni F, Benseñor IM; 2017 – The New England Journal of Medicine, Volume 376



Ablauf

Placebo-Gruppe: Placebo Escitalopram + Placebo-stimulation;
Escitalopram-Gruppe: Escitalopram + Placebostimulation;
tDCS-Gruppe: Placebo Escitalopram + active Stimulation

Methodik

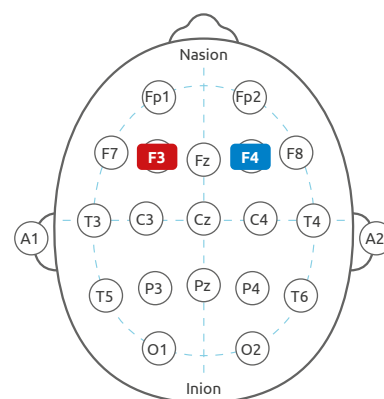
Doppelblindstudie (RCT) mit 202 depressiven Patienten (55 Placebo, 75 Escitalopram, 72 tDCS)

Ziel

Einfluss von tDCS bzw. Escitalopram (SSRI) auf Depression

Parameter

Stimulationsstärke	2 mA
Dauer	30 Min
Anode	F3
Kathode	F4
Elektrodengröße	35 cm ²
Behandlung	5 x wöchentlich (erste 3 Wochen) danach 1 x wöchentlich (7 Wochen)
Umfang	22 Behandlungen
Assessment	HDRS-17, MADRS



10-20 System

Ergebnisse

Assessment	Placebo-Gruppe	Escitalopram-Gruppe	tDCS-Gruppe
HDRS-17	Verringerung der HDRS-Scores im Vergleich Prä-Post um 5.8 ± 7.9 Punkte	Verringerung der HDRS-Scores im Vergleich Prä-Post um 11.3 ± 6.5 Punkte	Verringerung der HDRS-Scores im Vergleich Prä-Post um 9.0 ± 7.1 Punkte
		** Escitalopram war signifikant besser als Placebo [Differenz: 5.5, 95 % CI, 3.1 zu 7.8, P<.001]	* tDCS war signifikant besser als Placebo [Differenz: 3.2, 95 % CI, 0.7 zu 5.5, P=.01]
		* leichte Überlegenheit des Escitaloprams gegenüber tDCS [Differenz: 2.3, 95 % CI, -4.3 zu -0.4, P=-.02]	
MARDS	Verringerung der MARDS-Scores im Vergleich Prä-Post um 6.6 ± 9.3 Punkte	Verringerung der MARDS-Scores im Vergleich Prä-Post um 13.4 ± 9.3 Punkte	Verringerung der MARDS-Scores im Vergleich Prä-Post um 11.0 ± 9.4 Punkte
		** Escitalopram war signifikant besser als Placebo [Differenz: 6.8, 95 % CI, 5.4 zu 10.6, P<.001]	** tDCS war signifikant besser als Placebo [Differenz: 4.4, 95 % CI, 2.1 zu 7.2, P=.006]
		* leichte Überlegenheit des Escitaloprams gegenüber tDCS [Differenz: -2.4, 95 % CI, -5.7 zu -1.1, P=.04]	

Signifikanzwerte: * P<0.05; ** P<0.01; *** P<0.001

Schlussfolgerung

Diese Studie zeigt, dass Patienten mit moderater oder schwerer Depression (und bestehender Angststörung) erfolgreich mit tDCS behandelt werden können. Zur klassischen pharmakologischen Behandlung wurde in dieser Studie tDCS als eine erfolgreiche Alternative aufgezeigt.

Depression – Schlaganfall

Effect of transcranial direct current stimulation of stroke patients on depression and quality of life

Autoren

Tae-Gyu A, Soo-Han K,
Ko-Un K;
2017 – The Journal of Physical Therapy Science, Volume 29



Ablauf

Placebo-Gruppe: konventionelle Beschäftigungstherapie + Placebostimulation; Verum-Gruppe: konventionelle Beschäftigungstherapie + aktive Stimulation

Ziel

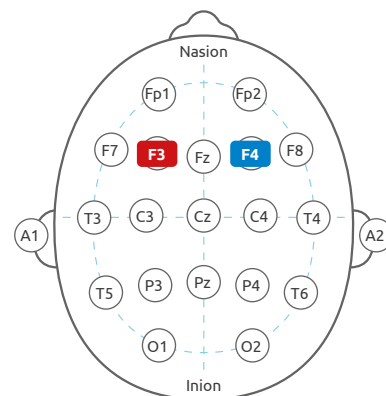
Auswirkung von tDCS des DLPFC bei Patienten mit Depression nach Schlaganfall

Methodik

Kontrollierte Studie mit 40 Patienten mit Depression nach Schlaganfall (20 Kontrollgruppe, 20 tDCS-Gruppe)

Parameter

Stimulationsstärke	2 mA
Dauer	30 Min
Anode	F3
Kathode	F4
Elektrodengröße	35 cm ²
Behandlung	1x täglich (für vier Wochen)
Umfang	20 Behandlungen
Assessment	BDI, SS-QOL



10-20 System

Ergebnisse

Assessment	Placebo-Gruppe	Verum-Gruppe
BDI	keine signifikante Veränderung der depressiven Symptomatik von Prä: 39,0 ± 4,6 auf Post: 37,8 ± 6,1	* signifikante Verringerung der depressiven Symptomatik von Prä: 38,8 ± 4,7 auf Post: 16,8 ± 4,6
SS-QOL	keine signifikante Veränderung der Lebensqualität von Prä: 154,3 ± 18,3 auf Post: 162,1 ± 18,7	* signifikante Verbesserung der Lebensqualität von Prä: 152,1 ± 16,9 auf Post: 167,7 ± 25,7

Signifikanzwerte: * P<0.05; ** P<0.01; *** P<0.001

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse der Studie zeigen die positive Wirkung der tDCS auf den DLPFC bei Patienten nach Schlaganfall. Durch 20 Behandlungen konnte die depressive Symptomatik auf die Hälfte (BDI-Scores) verringert und die Lebensqualität verbessert werden.

Depression

Transkranielle Gleichstromsimulation bei depressiven Störungen

Autoren

Aust S, Palm U, Padberg F,
Bajbouj M;
2015 – Nervenarzt – Review, Ausgabe 12/2015

Der Nervenarzt

Ablauf

Placebo-Gruppe: Placebostimulation;
Verum-Gruppe: aktive Stimulation

Ziel

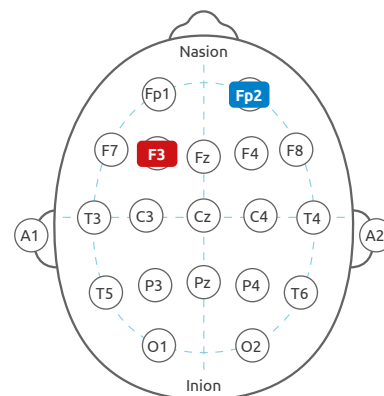
Wirksamkeit von tDCS zur Reduktion depressiver Störungen

Methodik

Review: 6 randomisiert kontrollierte Studien mit 294 Patienten

Parameter

Stimulationsstärke	2 mA
Dauer	20-30 Min
Anode	F3
Kathode	Fp2
Elektrodengröße	35 cm ²
Behandlung	1 x täglich
Umfang	10-15 Behandlungen
Assessment	HAMD, MADRS, BDI



10-20 System

Ergebnisse

Assessment	Placebo-Gruppe	Verum-Gruppe
HDRS-17	keine signifikanten Unterschiede	* signifikante Verbesserungen bei therapieresistenten Patienten um 40-47%
MARDS	keine signifikanten Unterschiede	* signifikante Verbesserung * kombinierte Behandlung mit Medikament und tDCS zeigte größten Erfolg (tDCS + Sertralin)

Signifikanzwerte: * P<0.05; ** P<0.01; *** P<0.001

Schlussfolgerung

Der Review berichtet über den positiven Effekt der tDCS bei depressiven Patienten – tDCS verstärkt die Aktivierung im DLPFC. Die neurologische Rehabilitationsforschung verweist auf einen gezielten Einsatz der tDCS, um depressive Störungen zu reduzieren.

Depression

Concurrent Cognitive Control Training Augments the Antidepressant Efficacy of tDCS: A Pilot Study

Autoren

Segrave RA, Arnold S, Hoy K, Fitzgerald P;
2014 – Brain Stimulation, Volume 7

BRAIN STIMULATION

Ablauf

Placebo-Gruppe: kognitives Training + Placebestimulation;
Verum-Gruppe: kognitives Training + aktive Stimulation

Ziel

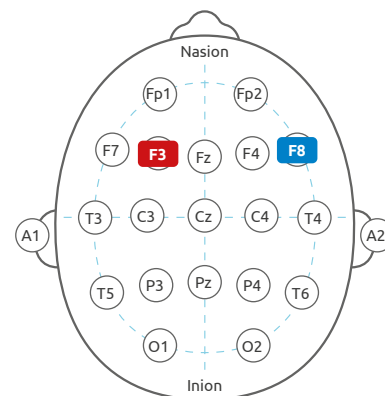
klinische Auswirkung von tDCS in Kombination mit computergestütztem kognitivem Training auf die depressive Symptomatik

Methodik

Kombination aus tDCS und kognitivem Training:
Doppelblindstudie (RCT) mit 27 depressiven Patienten (9 Placebo, 18 Verum) mit und ohne kognitivem Training

Parameter

Stimulationsstärke	2 mA
Dauer	24 Min
Anode	F3
Kathode	F8
Elektrodengröße	35 cm ²
Behandlung	1 x täglich
Umfang	5 Behandlungen
Assessment	MARDS, BDI, Two-Back



10-20 System

Ergebnisse

Assessment	Placebo-Gruppe	Verum-Gruppe
MARDS	* MARDS-Scores verringerte sich [P=0.02] nach dem FollowUp verringerten sich MARDS-Scores und waren ähnlich der Baseline	MARDS-Scores verringerte sich [P=0.06] ** nach dem FollowUp deutliche und weiter ansteigende Verbesserung der MARDS-Scores [P<0.001]
BDI	** BDI-Scores verringerten sich [P=0.006] nach dem FollowUp verringerten sich BDI-Scores und waren ähnlich der Baseline	keine signifikanten Veränderungen [P>0.05] ** nach dem FollowUp deutliche und weiter ansteigende Verbesserung der BDI-Scores [P=0.004]
Two-back (Genauigkeit)		** höhere Genauigkeit [P=0.02]
Two-back (Reaktionsschnelligkeit)	** Alle Gruppen wurden mit der Zeit schneller [positiv: $F_{(3,69)}=7.93, P=0.001$; neutral: $F_{(3,69)}=10.16, P<0.001$; negativ: $F_{(3,69)}=13.25, P<0.001$]	

Signifikanzwerte: * P<0.05; ** P<0.01; *** P<0.001

Schlussfolgerung

Diese Studie zeigt, dass tDCS die depressive Symptomatik vermindern kann. Durch zusätzliches kognitives Training (Aufmerksamkeitstraining) kann die Depression deutlich verringert und die Aufmerksamkeit zeitgleich gesteigert werden.

Abhängigkeitserkrankungen – Überblick

A Review of Brain Stimulation Methods to Treat Substance Use Disorders

Autoren

Coles AS, Kozak K, George TP;
2018 – American Journal on Addictions, Volume 27

The American Journal
on Addictions

Methodik

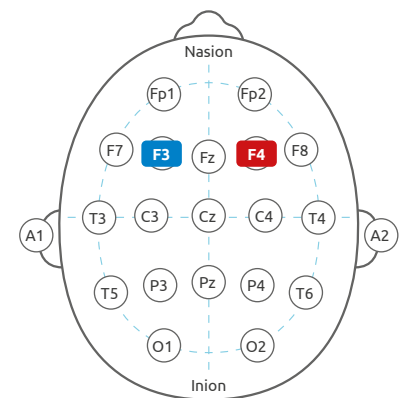
Systematische Analyse von Studien, die zwischen 2000 und 2017 in Fachzeitschriften mit Peer Review publiziert wurden. Die Versuchspersonen wiesen Diagnosen einer Abhängigkeitserkrankung gemäß DSM IV bzw. DSM V auf.

Ziel

Überprüfung der klinischen Wirksamkeit verschiedener Stimulationsmethoden (rTMS, tDCS, DBS) bei Abhängigkeitserkrankungen

Parameter & allgemeine Aussagen bez. tDCS

Stimulationsstärke	meist 2 mA
Dauer	20 min
Anode	Anode verschied. Positionen, häufig rDLPFC
Kathode	Kathode verschied. Positionen, häufig DLPFC kontralateral
Sitzungszahl	mehrere Sitzungen (5-10) sind zu empfehlen
Ziel	Suchtdruck bzw. Konsum; Rückfallquote
Effektstärken	mittel bis groß nach mehreren Sitzungen
Outcome	Wirksamkeit der tDCS vergleichbar mit Wirksamkeit der rTMS



10-20 System

Ergebnisse tDCS Studien mit mehreren gleichartigen Sitzungen tDCS, 2 mA, 20 min

Substanz	Anzahl Teilnehmer gesamt	Ergebnisse
Alkohol	137	Suchtdruck und/oder Rückfallquote signifikant verändert bei kathodaler Stimulation des linken DLPFC
Tabak	76	gemischte Ergebnisse bei anodaler Stimulation des linken DLPFC signifikante Verringerung von Suchtdruck und/oder Konsum bei kathodaler Stimulation des linken DLPFC
Kokain	60	signifikante Verringerung von Suchtdruck gegenüber Baseline und Placebogruppe keine Unterschiede bezüglich Angst, depressiver Symptome und kognitiver Leistung

Signifikanzwerte: * p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001

Schlussfolgerung

Diese Analyse zeigt, dass die kurzfristige Behandlung mit tDCS bei verschiedenen Arten substanzgebundener Abhängigkeit zu einem Rückgang des Suchtdrucks führt. Die Rückfallquote und damit der Konsum an sich verringern sich teilweise signifikant. Die besten Ergebnisse werden über die Stimulation des rechten DLPFC erreicht.

Abhängigkeitserkrankungen – Alkohol

Multiple Sessions of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) Reduced Craving and Relapses for Alcohol Use: A Randomized Placebo-Controlled Trial in Alcohol Use Disorder

Autoren

Klauss J, Anders QS, Felipe LV, Nitshe MA, Nakamura-Palacios EM; 2018 – *frontiers in Pharmacology*, Volume 9



Ablauf

Placebo-Gruppe: Placebostimulation;
Verum-Gruppe: aktive Stimulation

Ziel

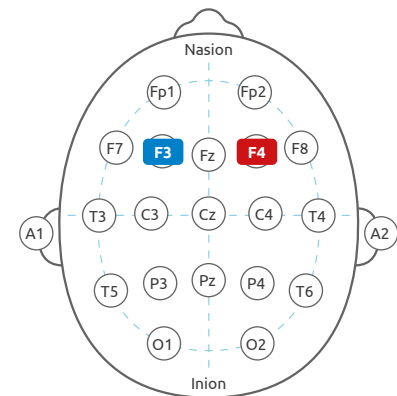
Wirksamkeit repetitiver bilateraler tDCS über dem DLPFC bei Menschen mit Alkoholabhängigkeit

Methodik

Doppelblindstudie (RCT) mit 45 Alkohol-Süchtigen (22 Placebo-Gruppe, 23 Verum-Gruppe) in einer Spezialklinik für Abhängigkeitserkrankungen

Parameter

Stimulationsstärke	2 mA
Dauer	20 Min
Anode	F4 (rDLPFC)
Kathode	F3 (lDLPFC)
Elektrodengröße	35 cm ²
Behandlung	alle 2 Tage
Umfang	10 Behandlungen
Assessment	OCDS (Suchtdruck), Abstinenz



10-20 System

Ergebnisse

Assessment	Placebo-Gruppe	Verum-Gruppe
Rückfallhäufigkeit	72,2% der Patienten hatten innerhalb von 3 Monaten nach der Therapie einen Rückfall	27,3% der Patienten hatten innerhalb von 3 Monaten nach der Therapie einen Rückfall
	Unterschied zwischen den Gruppen (Rückfall) ist signifikant (p=0,01)	
OCDS	Mittelwert fiel von 3,82 (zu Beginn) auf 2,46 (im Follow-Up) kleine Effektstärke (0,32)	Mittelwert fiel von 5,25 (zu Beginn) auf 1,56 (im Follow-Up) große Effektstärke (1,07)
	kein signifikanter Unterschied Prä-Post	signifikanter Unterschied Prä-Post
	signifikanter Unterschied vor Behandlung zum Follow-Up	
	signifikante Gruppenunterschiede	

Signifikanzwerte: * p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001

Schlussfolgerung

Die Studie zeigt, dass die bilaterale Stimulation des DLPFC sowohl die Rückfallwahrscheinlichkeit als auch den Suchtdruck deutlich verringern kann. Bis zum FollowUp blieben nach aktiver Stimulation knapp drei Viertel der Versuchspersonen abstinent. In der Placebogruppe blieben nur etwa ein Viertel der Teilnehmer abstinent. Die tDCS kann den langfristigen Behandlungserfolg unterstützen.

Abhängigkeitserkrankungen – Kokain

A randomized placebo-controlled trial of targeted prefrontal cortex modulation with bilateral tDCS in patients with crack-cocaine dependence

Autoren

Batista E, Klauss J, Fregni F,
Nitsche MA, Nakamura-Palacios EM;
2015 – International Journal of Neuropsychopharmacology,
Volume 18

International Journal of
Neuropsychopharmacology

Ablauf

Placebo-Gruppe: Placebostimulation;
Verum-Gruppe: aktive Stimulation

Methodik

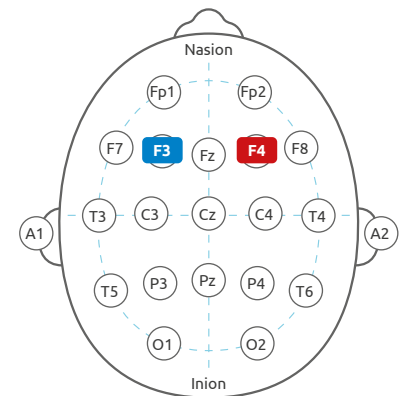
Doppelblindstudie (RCT) mit 36 Patienten mit Crack-Kokain-Abhängigkeit (19 Placebo-Gruppe, 17 Verum-Gruppe)

Ziel

klinische Auswirkungen von repetitiver bilateraler tDCS am DLPFC bei Crack-/Kokain-Abhängigkeit

Parameter

Stimulationsstärke	2 mA
Dauer	20 Min
Anode	F4 (rDLPFC)
Kathode	F3 (lDLPFC)
Elektrodengröße	35 cm ²
Behandlung	1 x täglich, jeden zweiten Tag
Umfang	5 Behandlungen
Assessment	HAM-D, HAM-A, WHOQOL, Craving



10-20 System

Ergebnisse

Assessment	Placebo-Gruppe	Verum-Gruppe
Craving		<ul style="list-style-type: none"> * Verum-Gruppe und Placebo-Gruppe unterscheiden sich signifikant bezüglich Suchtdruck (Gruppe und Behandlung: [F(1,33)=5,29; p=0,028; partial $\eta^2=0,14$] * Suchtdruck-Scores verringerten sich linear von der Baseline zur letzten Behandlung [lineare Regression: 4,412 - 0,617X; r²=0,058; F(1,66)=4,089, p=0,047]
HAM-D		<ul style="list-style-type: none"> * signifikante Verringerung der HAM-D-Werte innerhalb der Gruppe (p=0,04)
HAM-A		<ul style="list-style-type: none"> * gegenläufige Ergebnisse: Werte der Verum-Gruppe verringern sich, Werte der Placebo-Gruppe erhöhen sich (P=.03)
WHOQOL		<ul style="list-style-type: none"> * signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen bei WHOQOL: (Q1: p=0,31 & Q2: p=0,48)

Signifikanzwerte: * p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001

Schlussfolgerung

Die Suchtdruck-Scores wurden nach bilateraler repetitiver tDCS geringer. Die Verum-Gruppe, verglichen mit der Placebo-Gruppe, unterscheidet sich signifikant bezüglich Angst, Lebensqualität und Gesundheit. Die Werte der Verum-Gruppe verbesserten sich in Post und FollowUp.

Schmerzen – Fibromyalgie

Anodal transcranial direct current stimulation over the left dorsolateral prefrontal cortex modulates attention and pain in fibromyalgia: randomized clinical trial

Autoren

Silva AF, Zortea M, Carvalho S, Leite J, da Silva Torres IL, Fregni F, Caumo W; 2017 – Nature, Volume 7



Ablauf

Placebo-Gruppe: Go/No-go Task + Placebestimulation;
Verum-Gruppe: Go/No-go Task + aktive Stimulation

Ziel

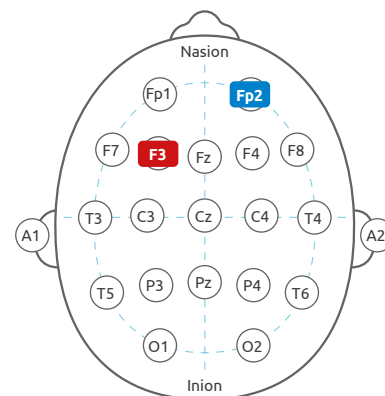
Wirksamkeit von tDCS auf Patienten mit Fibromyalgie und kognitiven Einbußen

Methodik

Kombination aus tDCS und kognitivem Training:
Einfachblindstudie (RCT) mit 40 Patienten mit Fibromyalgie (20 Placebo-Gruppe, 20 Verum-Gruppe)

Parameter

Stimulationsstärke	1 mA
Dauer	20 Min
Anode	F3
Kathode	Fp2
Elektrodengröße	35 cm ²
Behandlung	1 x wöchentlich
Umfang	2 Behandlungen
Assessment	ANT, HPT _h , HPT _o , Go/No-go Task



10-20 System

Ergebnisse

Assessment	
ANT	* signifikanter Gruppenunterschied; Verum-Gruppe im Vergleich zur Placebo-Gruppe erzielte höhere Orientierungswerte im ANT nach der Stimulation [F(1, 70,0)=4.189; p=0,044]
	* signifikanter Gruppeneffekt; Verum-Gruppe im Vergleich zur Placebo-Gruppe erzielte höhere Werte in der Exekutivfunktion im ANT nach der Stimulation [F(1, 49.11)=7.94; p=0,007]
	* Verum-Gruppe im Vergleich zur Placebo-Gruppe zeigte signifikant bessere Leistung als die Placebo-Gruppe in der congruent target condition ohne cue und spatial cues [p=0,040; p=0,020]
HPT_h	* Verum-Gruppe zeigte eine signifikante Verbesserung um 4,95% des Schwellwerts für Hitzeschmerz im Vergleich zur Placebo-Gruppe [p=0,03]
HPT_o	* Verum-Gruppe zeigte eine signifikant höhere Toleranz von 3,6% gegenüber Hitzeschmerz im Vergleich zur Placebo-Gruppe [p=0,03]
Go/No-go Task	keine signifikanten Effekte

Signifikanzwerte: * p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass wenige Stimulationen in Kombination mit einem Go/No-go Training das neuronale Netzwerk für Aufmerksamkeit in Bezug auf Orientierung und Exekutive steigern können. Die Stimulation des DLPFC kann als zusätzlicher Stimulationsort neben M1 verwendet werden, um Schmerzen bei Patienten mit Fibromyalgie zu verringern.

Schmerzen – Migräne

Transcranial direct current stimulation (tDCS) and its influence on analgesics effectiveness in patients suffering from migraine headache

Autoren

Przeklasa-Muszynska A,
Kocot-Kepska M, Dobrogowski J, Wiatr M, Mika J;
2017 - Pharmacological Reports, Volume 69



Ablauf

Kontrollgruppe: pharmakologische Therapie;
Verum-Gruppe: aktive Stimulation und pharmakologische Therapie

Ziel

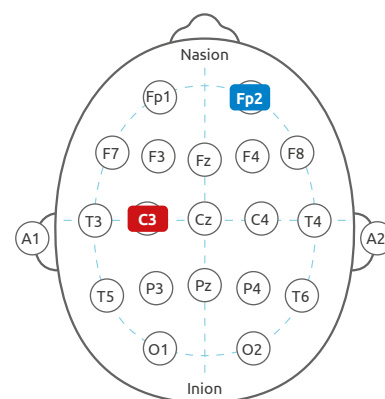
Auswirkung von tDCS auf Medikamentenkonsum und Schmerzempfinden bei Migränepatienten

Methodik

Einfachblindstudie (RCT) mit 50 Migränepatienten mit und ohne Aura (20 Kontrollgruppe, 30 Verum-Gruppe)

Parameter

Stimulationsstärke	2 mA
Dauer	20 Min
Anode	C3
Kathode	Fp2
Elektrodengröße	35 cm ²
Behandlung	2-3 x wöchentlich
Umfang	10 Behandlungen
Assessment	Migränedauer, Migräneanfälle, Medikamentenkonsum, Schmerzintensität der Migräne (NRS)



10-20 System

Ergebnisse

Assessment	Placebo-Gruppe	Verum-Gruppe
Migränedauer	keine signifikante Verringerung mit und ohne Aura	*** mit Aura: von 24 Stunden auf 10 Stunden verringert *** ohne Aura: von 25 Stunden auf 8,5 Stunden verringert
Migräneanfälle	keine signifikante Verringerung mit und ohne Aura	** mit Aura: von 7 Tagen pro Monat auf 4 Tage pro Monat ** ohne Aura: von 7 Tagen pro Monat auf 4 Tage pro Monat
Medikamentenkonsum	keine signifikante Verringerung (Analgetika) mit und ohne Aura keine signifikante Verringerung (Triptane) mit und ohne Aura	** Analgetikakonsum: mit Aura eine Reduktion um 49 % * Analgetikakonsum: ohne Aura eine Reduktion um 72 % ** Triptane: mit Aura eine Reduktion um 58 % * Triptane: ohne Aura eine Reduktion um 59 %
Schmerzintensität der Migräne (NRS)	Verringerung der Schmerzintensität mit Aura um 12,5 % Verringerung der Schmerzintensität ohne Aura um 10 %	Verringerung der Schmerzintensität mit Aura um 36 % Verringerung der Schmerzintensität ohne Aura um 40 %

Signifikanzwerte: * P<0.05; ** P<0.01; *** P<0.001

Schlussfolgerung

Diese Studie zeigt die gut verträgliche und effektive Anwendung von tDCS bei Migränepatienten. Die Schmerzintensität der Migräne, die Migräneanfälle, die Migränedauer und der Medikamentenkonsum konnten durch 10 Behandlungen deutlich reduziert werden.

Schmerzen – Chronische Schmerzen

Anodal transcranial direct current stimulation for chronic pain in the elderly: a pilot study

Autoren

Concerto C, Al Sawah M,
Chusid E, Trepal M, Taylor G, Aguglia E, Battaglia F;
2016 - Aging - Clinical and Experimental Research, Volume 28



Ablauf

Experimental-Gruppe:
Pharmakologische Therapie + aktive Stimulation

Methodik

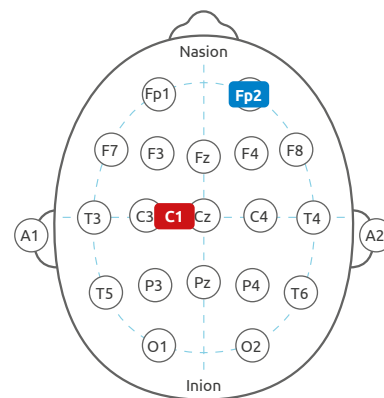
Unkontrollierte Studie:
10 Patienten mit chronischen Schmerzen

Ziel

Wirksamkeit von anodaler tDCS auf dem motorischen Kortex zur Linderung chronischer Schmerzen und Depression

Parameter

Stimulationsstärke	2 mA
Dauer	20 Min
Anode	C1/C2 (kontralateral zur Schmerzseite)
Kathode	Fp1/Fp2 (kontralateral zur Anode)
Elektrodengröße	25 cm ²
Behandlung	1 x täglich
Umfang	5 Behandlungen
Assessment	VAS für Schmerz, FFI, PASS-20, Medikamentenkonsum, HDRS



10-20 System

Ergebnisse

Assessment	Verum-Gruppe
VAS für Schmerz	*** Verbesserung chronischer Schmerzen um 36,9 % nach der letzten Behandlung [P<0.0001], 42,4 % eine Woche nach der letzten Stimulation [P<0.0001] ** signifikante Verbesserung der chronischen Schmerzen um 21,6 % vier Wochen nach der letzten Stimulation [P<0.006]
FFI	*** Verbesserung der Fußfunktion um 36,8 % nach der letzten Stimulation [P<0.0001], 25,2 % eine Woche nach der letzten Stimulation [P<0.0001], 23,2 % vier Wochen nach der letzten Stimulation [P<0.0001]
PASS-20	*** ängstliche Besorgtheit vor möglichen Schmerzen verringerte sich um 18,2 % nach der Stimulation [P<0.0001], 15,5 % eine Woche nach der letzten Stimulation [P<0.0001], 12,7 % vier Wochen nach der letzten Stimulation [P<0.0001]
Medikamentenkonsum	*** signifikant verringerter Konsum von Schmerztabletten im FollowUp [P<0.0002, P<0.0043]
HDRS	keine signifikanten Veränderungen über die Zeit

Signifikanzwerte: * P<0.05; ** P<0.01; *** P<0.001

Schlussfolgerung

Die Studie zeigt, dass anodale tDCS des motorischen Kortex signifikant und langanhaltend Schmerzen verringern kann. Durch die Normalisierung der gestörten Aktivität im schmerzverarbeitenden Netzwerk wurde die Lebensqualität der chronischen Schmerzpatienten gesteigert.

Schmerzen – Schlaganfall

Analgesic effect of transcranial direct current stimulation on central post-stroke pain

Autoren

Sea-Hyun B, Gi-Do K,
Kyung-Yoon K;
2014 – The Tohoku Journal of Experimental Medicine,
Volume 234

Tohoku Journal of
Experimental Medicine

Ablauf

Placebo-Gruppe: Placebostimulation;
Verum-Gruppe: aktive Stimulation

Ziel

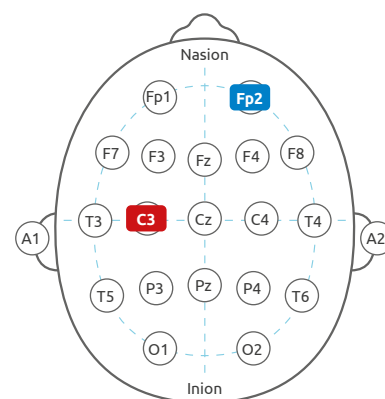
Auswirkung von tDCS auf die analgetischen Effekte
bei Patienten nach Schlaganfall

Methodik

Methodik Einfachblindstudie (RCT) mit 14 Patienten
nach Schlaganfall mit zentralem Schmerz
(7 Placebo-Gruppe, 7 Verum-Gruppe)

Parameter

Stimulationsstärke	2 mA
Dauer	20 Min
Anode	C3/C4-kontralateral zur Schmerzseite
Kathode	Fp1/Fp2-kontralateral zur Anode
Elektrodengröße	35 cm ²
Behandlung	3 x wöchentlich
Umfang	3 Wochen
Assessment	VAS für Schmerz, Hauttemperaturmessung, quantitative sensorische Messungen



10-20 System

Ergebnisse

Assessment	Placebo-Gruppe	Verum-Gruppe
VAS für Schmerz	keine signifikante Veränderung - Prä: 4.28, Post: 4.14	* signifikante Schmerzreduktion - Prä: 4.92, Post: 3.14 [P<.05]
Haut- temperatur	keine signifikante Veränderung - Prä: 0.94, Post: 0.82	* signifikante Verringerung der Temperatur - Prä: 0.96, Post: 0.49 [P<.05]
Quantitative sensorische Messung	keine signifikante Veränderung der Kälte- wahrnehmung - Prä: 24.71, Post: 25.09	* signifikante Veränderung der Kältewahr- nehmung - Prä: 24.71, Post: 25.09 [P<.05]
	keine signifikante Veränderung der Wärmewahrnehmung - Prä: 37.36, Post: 36.99	* signifikante Veränderung der Wärmewahr- nehmung - Prä: 38.19, Post: 35.93 [P<.05]
	keine signifikante Veränderung des Schwellwerts für Kälteschmerz - Prä: 13.57, Post: 13.80	** signifikante Veränderung des Schwell- werts für Kälteschmerz - Prä: 12.24, Post: 14.03 [P<.001]
	keine signifikante Veränderung des Schwellwerts für Hitzeschmerz - Prä: 48.01, Post: 48.16	* signifikante Veränderung des Schwellwerts für Hitzeschmerz - Prä: 48.07, Post: 47.7

Signifikanzwerte: * P<0.05; ** P<0.01; *** P<0.001

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse zeigen die Effektivität von tDCS zur Reduktion von Schmerzempfinden bei Patienten nach einem Schlaganfall. Die Schwelle für Kälteempfinden und Kälteschmerz sowie für Wärmeempfinden und Hitzeschmerz veränderte sich nachhaltig.

Schmerzen – Multiple Sklerose

Effects of anodal transcranial direct current stimulation on chronic neuropathic pain in patients with multiple sclerosis

Autoren

Mori F, Codeà C, Hajime K, Monteleone F, Buttari F, Fiore S, Bernardi G, Koch G; 2010 - The Journal of Pain, Volume 11



Ablauf

Placebo-Gruppe: Placebostimulation;
Verum-Gruppe: aktive Stimulation

Ziel

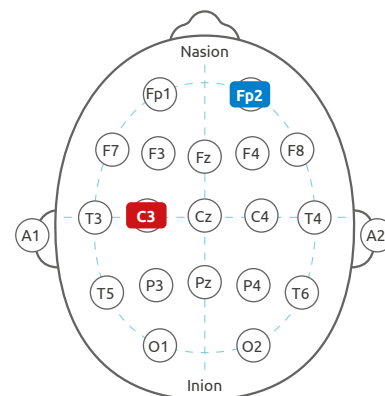
Wirksamkeit täglicher tDCS (an aufeinanderfolgenden Tagen) zur Reduktion chronischer Schmerzen bei Multiple Sklerose-Patienten

Methodik

Doppelblindstudie (RCT) mit 19 arzneimittelresistenten Multiple Sklerose-Patienten mit neuropathischen Schmerzen (9 Placebo-Gruppe, 10 Verum-Gruppe)

Parameter

Stimulationsstärke	2 mA
Dauer	20 Min
Anode	C3/C4-kontralateral zur Schmerzseite
Kathode	Fp1/Fp2-kontralateral zur Anode
Elektrodengröße	35 cm ²
Behandlung	1 x täglich
Umfang	5 Behandlungen
Assessment	VAS für Schmerz, SF-MPQ, MSQOL-54, BDI, VAS für Angst



10-20 System

Ergebnisse

Assessment	Placebo-Gruppe	Verum-Gruppe
VAS für Schmerz		** Schmerzreduktion nach dem fünften Tag im Vergleich zum ersten [Baseline, Tag 1, Tag 2, Tag 3, Tag 4, Tag 5: F=9.03, P<.001] * signifikante Unterschiede ab dem dritten Tag im Vergleich zur Baseline um 51,7% ± 10,3, vierter Tag zur Baseline um 43,9% ± 11,5 und fünfter Tag zur Baseline um 45,5% ± 11,0
SF-MPQ		* subjektives Schmerzempfinden verringerte sich nach der ersten Woche und blieb gering [alle: P<.05]
MSQOL-54		* signifikante Effekte Zeit (Gruppe x Zeit Interaktion) -> signifikante Unterschiede blieben bis zum FollowUp erhalten
BDI		keine signifikanten Unterschiede
VAS für Angst		keine signifikanten Unterschiede

Signifikanzwerte: * P<0.05; ** P<0.01; *** P<0.001

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse zeigen die Effektivität von tDCS zur Reduktion neuropathischer Schmerzen bei Multiple Sklerose-Patienten (deutliche Reduzierung der Schmerzen bei Verum). Eine geringe Anzahl an Stimulationen genügt, um das Schmerzempfinden und die Lebensqualität bei MS-Patienten zu verbessern.

Motorische Störungen – Schlaganfall

Constraint-Induced Movement Therapy Combined with Transcranial Direct Current Stimulation over Premotor Cortex Improves Motor Function in Severe Stroke: A Pilot Randomized Controlled Trial

Autoren

Andrade SM, Batista LM, Nogueira LLRF, de Oliveira EA, de Carvalho AGC, Lima SS, Santana JRM, de Lima ECC, Fernández-Calvo B; 2017 – Rehabilitation Research and Practice, Volume 2017



Ablauf

Placebo-Gruppe: motor. Training + Placebostimulation; Verum-Gruppen: motor. Training + aktive Stimulation

Methodik

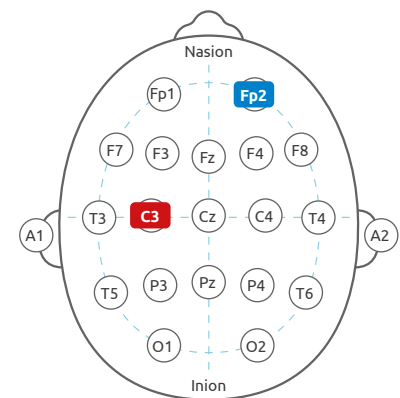
Doppelblindstudie (RCT) mit 60 Patienten nach Schlaganfall (20 Placebo-Gruppe, 20 Verum-Gruppe (M1), 20 Verum-Gruppe (PMC))

Ziel

Auswirkungen täglicher tDCS in Kombination mit CIMT auf die motorische Rehabilitation bei Patienten nach Schlaganfall

Parameter

Stimulationsstärke	1 mA
Dauer	20 Min
Anode	C3/C4 oder 2,5 cm anterior zu C3/C4 (gleiche Hemisphäre wie Läsion)
Kathode	Fp1/Fp2 (kontralateral zur Anode)
Elektrodengröße	16 cm ²
Behandlung	5 x wöchentlich
Umfang	10 Behandlungen
Assessment	BI, UEFM, MAS, BBT, MRC



10-20 System

Ergebnisse

Assessment	Placebo-Gruppe	Verum-Gruppe
BI	* geringere Effektgröße in Sham [$\delta = -.14$, $P = .01$]	* stärkere Effektgröße in PMC und M1-Gruppen [PMC: $\delta = -.83$, $P = .02$; M1: $\delta = -.64$, $P = .01$]
	* signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen [$\delta^2 = 11.41$, $df = 2$, $P = .01$]	
UEFM	* Verbesserung Gruppe Sham, Prä-Post innerhalb der Gruppe von 20 auf 24 [$z = 0.44$, $P = .01$]	* Verbesserung Gruppe M1, Prä-Post innerhalb der Gruppe von 20 auf 29 [$z = -2.04$, $P = .01$]
	* Verbesserung PMC, Prä-Post innerhalb der Gruppe von 21 auf 33 [$z = -2.86$, $P = .02$]	
PMC zeigte größte Verbesserung in der motorischen Wiederherstellung im Vergleich zu M1 [$z = -2.01$; $P = .04$] und Sham [$z = -2.36$; $P = .03$]		
MAS	* Spastikreduktion in Sham, Prä-Post von 18 auf 15 [$z = -1.16$, $P = .03$]	* Spastikreduktion in M1, Prä-Post von 17 auf 11 [$z = -1.94$, $P = .01$]
	* Spastikreduktion in PMC, Prä-Post von 16 auf 7 [$z = -2.87$, $P = .02$]	
* PMC größte Verringerung der Spastizität im Vergleich zu M1 [$z = -2.12$; $P = .02$] und Sham [$z = -2.51$; $P = .04$]		
BBT und MRC	keine signifikante Verbesserung in Sham, Prä-Post [$p > 0.05$]	keine signifikante Verbesserung in M1, Prä-Post [$p > 0.05$]
	* signifikante Verbesserung in PMC, Prä-Post von 1 auf 7 [$z = -2.98$, $P = .02$] und [$z = -3.01$, $P = .03$]	

Signifikanzwerte: * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$

Schlussfolgerung

Die Studie zeigt, dass die kombinierte Anwendung aus CIMT und tDCS zu deutlich größeren Effekten der motorischen Rehabilitation führt als die isolierte Anwendung der CIMT. Dabei zeigt sich, dass die Stimulation des prämotorischen Kortex (PMC) größere Leistungsanstiege bewirken kann als die Stimulation des motorischen Kortex (M1). Die Stimulation des prämotorischen Areals kann eine gute Alternative zur Standardstimulation des M1 sein.

Motorische Störungen – Schlaganfall

Ipsilesional anodal tDCS enhances the functional benefits of rehabilitation in patients after stroke

Autoren

Allman C, Amadi A, Winkler AM, Wilkins L, Filippini N, Kischka U, Stagg CJ, Johansen-Berg H; 2016 – Science Translational Medicine, Volume 8



Ablauf

Placebo-Gruppe: motorisches Training + Placebo-stimulation;
Verum-Gruppe: motorisches Training + aktive Stimulation

Ziel

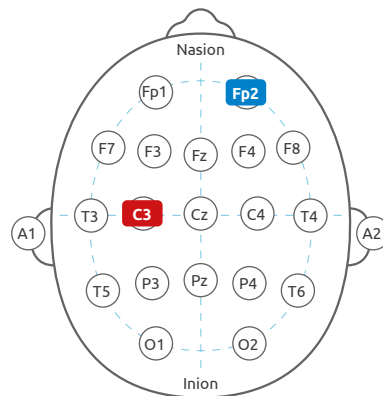
Auswirkung von tDCS mit motorischem Training auf Patienten nach Schlaganfall

Methodik

Kombination aus tDCS und motorischem Training:
Doppelblindstudie (RCT) mit 24 Patienten nach Schlaganfall (13 Placebo-Gruppe, 11 Verum-Gruppe)

Parameter

Stimulationsstärke	1 mA
Dauer	20 Min Stimulation + 40 Min motorisches Training
Anode	C3/C4 (gleiche Hemisphäre wie Läsion)
Kathode	Fp1/Fp2 (kontralateral zur Anode)
Elektrodengröße	35 cm ²
Behandlung	1 x täglich
Umfang	9 Behandlungen
Assessment	ARAT, WMFT, UEFM und MRT



10-20 System

Ergebnisse

Assessment	Placebo-Gruppe	Verum-Gruppe
ARAT		* signifikante Verbesserung im ARAT [P=.031], verglichen mit Placebo-Gruppe
WMFT		* signifikante Verbesserung [P=.037] im Vergleich zur Placebo-Gruppe
UEFM		* UEFM zeigte keine Signifikanz gegenüber der Placebo-Gruppe [P=.329]
MRT	keine signifikanten Aktivierungsmuster im fMRT	* fMRT-Untersuchungen zeigen erhöhte Aktivität der Verum-Gruppe bei der Bewegung der eingeschränkten Hand in ipsilesionalen prämotorischen und motorischen Arealen
	* MRT-Messungen der Verum-Gruppe zeigen Volumenzuwachs der grauen Masse nach der tDCS im prämotorischen und motorischen Kortex im Vergleich zur Placebo-Gruppe	

Signifikanzwerte: * P<0.05; ** P<0.01; *** P<0.001

Schlussfolgerung

Diese Studie zeigt, dass die Kombination von tDCS mit motorischem Training neuronale Plastizität fördert. Die signifikant langfristigen Veränderungen (FollowUp) bei der Verum-Gruppe zeigen die gute Kombinationsmöglichkeit von tDCS zur bestehenden motorischen Therapie. Daraus leitet sich ab, dass die Stimulation des Motorkortex Plastizität erzeugen kann und größere Effekte erzielt als ein motorisches Training ohne tDCS.

Motorische Störungen – Schlaganfall

Bihemispheric-tDCS and Upper Limb Rehabilitation Improves Retention of Motor Function in Chronic Stroke: A Pilot Study

Autoren

Goodwill AM, Teo W, Morgan P, Daly RM, Kidgell DJ;
2016 – Frontiers in Human Neuroscience, Volume 10



Ablauf

Placebo-Gruppe: motorisches Training + Placebo-stimulation;
Verum-Gruppe: motorisches Training + aktive Stimulation

Ziel

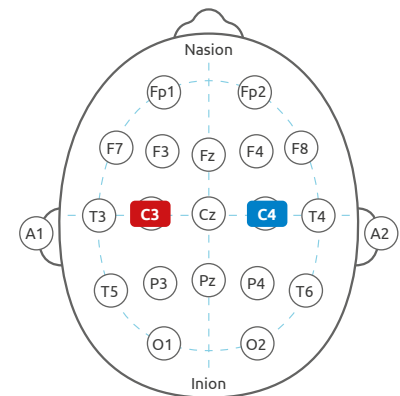
Auswirkung anodaler tDCS auf die motorische Rehabilitation der oberen Extremität und kortikospinale Plastizität

Methodik

Kombination aus tDCS und motorischem Training: Doppelblindstudie (RCT) mit 15 chronischen Schlaganfallpatienten (7 Placebo-Gruppe, 8 Verum-Gruppe)

Parameter

Stimulationsstärke	1,5 mA
Dauer	20 Min
Anode	C3/C4 (gleiche Hemisphäre wie Läsion)
Kathode	C3/C4 (kontralateral zur Anode)
Elektrodengröße	25 cm ²
Behandlung	3 x wöchentlich
Umfang	9 Behandlungen
Assessment	MAS, Griffstärke, Tardieu, Kortikospinale Erregbarkeit, Intrakortikale Inhibition



10-20 System

Ergebnisse

Assessment	Placebo-Gruppe	Verum-Gruppe
	** signifikante Verbesserung Prä-Post in beiden Gruppen: Placebo-Gruppe: um 43%; Verum-Gruppe: um 62% [df=2, both P<0.001]	
MAS	im FollowUp (nach 3 Wochen) verringerte sich motorische Funktion auf 21% [Wald Chi-Square =77.21, df=2, P=0.08]	** im FollowUp (nach 3 Wochen) blieben Verbesserungen erhalten, bzw. Anstieg auf 64% [Wald Chi-Square=13.25, df=2, P<0.001]
Griffstärke	keine signifikanten Unterschiede	
Tardieu Scale	* signifikant geringer Anstieg in der Tardieu-Scale im Handgelenk [x2=6.56, P=0.02] keine signifikanten Gruppenunterschiede im Ellbogen und Spastizität	keine signifikanten Unterschiede
Kortikospinale Erregbarkeit: AMT	keine signifikanten Unterschiede	

> Ergebnisse

Assessment	Placebo-Gruppe	Verum-Gruppe
Kortikospinale Erregbarkeit: MEP's (paretischer Arm)	keine signifikanten Veränderungen im Auslösen der MEP's (%M _{MAX}) Prä-Post, um 12 % [Wald Chi-Square =0.86, df=2, P=0.36]	** signifikant leichteres Auslösen von MEP's (%M _{MAX}) Prä-Post, um 46 % [Wald Chi-Square=37.49, df=2, P<0.001]
	** im FollowUp (nach 3 Wochen) blieb leichteres Auslösen der MEP's (%M _{MAX}) erhalten, um 38 % [Wald Chi-Square=37.49, df=2, P<0.001]	** im FollowUp (nach 3 Wochen) blieb leichteres Auslösen der MEP's (%M _{MAX}) erhalten, um 38 % [Wald Chi-Square=37.49, df=2, P<0.001]
	keine signifikanten Veränderungen bei den MEP's im nichtparetischen Arm	
Kortikospinale Erregbarkeit: Laterality Index (LI)	keine signifikanten Unterschiede	** erhöhte Erregbarkeit, Verschiebung des LI's, von 0.6 auf 0.3 , Prä-Post [Wald Chi-Square=14.80, df=2, P<0.001]
	keine signifikanten Unterschiede	* im FollowUp (nach 3 Wochen) blieb die Verschiebung des LI's konstant [Wald Chi-Square=14.80, df=2, P=0.03]
Intrakortikale Inhibition: CSP, (nichtparetischer Arm)	keine signifikanten Unterschiede	* signifikante Steigerung der CSP um 33% , Prä-Post [Wald Chi-Square=8.16, df=2, P=0.01]
	keine signifikanten Unterschiede	* im FollowUp (nach 3 Wochen) blieb die Steigerung erhalten, 24 % [Wald Chi-Square=8.16, df=2, P=0.04]
Intrakortikale Inhibition: SICI	keine signifikanten Unterschiede	keine signifikanten Unterschiede
	* im FollowUp (nach 3 Wochen) zeigte sich eine Steigerung der SICI in der Verum-Gruppe im Vergleich zur Placebo-Gruppe um 27 % [Wald Chi-Square=7.08, df=2, P=0.04]	

Signifikanzwerte: * P<0.05; ** P<0.01; *** P<0.001

Schlussfolgerung

Diese Studie zeigt ausführlich die Verbesserung der motorischen Funktion der oberen Extremität nach einem Schlaganfall durch tDCS in Kombination mit motorischem Training. Die gesteigerte hemisphärische Balance sowie verbesserte kortikospinale Plastizität im ipsiläsionalen und kontraläsionalen M1 erweist sich als wichtiger Rehabilitationsprozess zur Rückerlangung motorischer Funktionen nach Schlaganfall.

Motorische Störungen – Schlaganfall

Anodal tDCS combined with radial nerve stimulation promotes hand motor recovery in the acute phase after ischemic stroke

Autoren

Sattler V, Acket B, Raposo N, Albucher JF, Thalamas C, Loubinoux I, Chollet F, Simonetta-Moreau M; 2015 – Neurorehabilitation and Neural Repair, Volume 29



Ablauf

Placebo-Gruppe: aktives FES + Placebostimulation (tDCS);
Verum-Gruppe: aktives FES + aktive Stimulation (tDCS)

Methodik

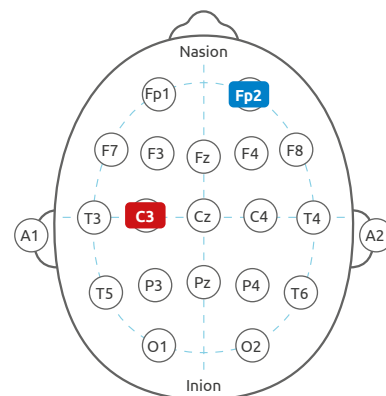
Kombination aus tDCS und FES: Doppelblindstudie (RCT) mit 20 Patienten nach Schlaganfall mit leichten bis moderaten motorischen Defiziten (10 Placebo, 10 Verum)

Ziel

Wirkung von tDCS und FES auf die funktionelle Wiederherstellung der Armmotorik bei Patienten nach Schlaganfall in der akuten Phase

Parameter

Stimulationsstärke	1,2 mA
Dauer	13 Min Stimulation + 13 Min FES
Anode	C3/C4 (gleiche Hemisphäre wie Läsion)
Kathode	Fp1/Fp2 (kontralateral zur Anode)
Elektrodengröße	35 cm ²
Behandlung	1 x täglich
Umfang	5 Behandlungen
Assessment	JHFT, Hand Dynamometer (Handkraft), Nine Hole, Peg Test, Hand Tapping Test, ULFM, TMS (MEP)



10-20 System

Ergebnisse

Assessment	Placebo-Gruppe	Verum-Gruppe
JHFT	* signifikante Verbesserung (Baseline-FollowUp), Verringerung der Zeit, um JHFT durchzuführen	* signifikante Verbesserung (Baseline-FollowUp), Verringerung der Zeit, um JHFT durchzuführen, Tag 5: 6 Sek schneller; Tag 15: 23 Sek schneller; Tag 30: 24 Sek schneller * signifikant bessere motorische Leistung nach FollowUp im Vergleich zur Placebo-Gruppe [Tag 15: P=.03; Tag 30: P=.01]
DYN		keine signifikanten Veränderungen
9HPT		keine signifikanten Veränderungen
HTap		keine signifikanten Veränderungen
ULFM	*** signifikante zeitliche Verbesserung im FollowUp; verbesserte Hand- und Fingerextension	*** signifikante zeitliche Verbesserung im FollowUp, verbesserte Hand- und Fingerextension
TMS		keine signifikanten Veränderungen bezgl. AMT und RMT

Signifikanzwerte: * P<0.05; ** P<0.01; *** P<0.001

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse der kombinierten Therapie aus tDCS und FES zeigen eine Verbesserung der tDCS-Gruppe im FollowUp (JHFT). Im Detail verbesserte sich die Funktionalität der Hand, welche sich positiv auf die Aktivitäten des täglichen Lebens auswirkt. tDCS in Kombination mit FES kann zur motorischen Rehabilitation angewendet werden.

Motorische Störungen – Parkinson

Transcranial direct current stimulation associated with gait training in Parkinson’s disease: A pilot randomized clinical trial

Autoren

Coast-Ribeiro A, Maux A, Bosford T, Aoki Y, Castro R, Baltar A, Shirahige L, Moura Filho A, Nitsche MA, Monte-Silva K; 2016 – Developmental Neurorehabilitation, Volume 0



Ablauf

Placebo-Gruppe: Gangtraining + Placebostimulation;
Verum-Gruppe: Gangtraining + aktive Stimulation

Methodik

Kombination aus tDCS und Gangtraining:

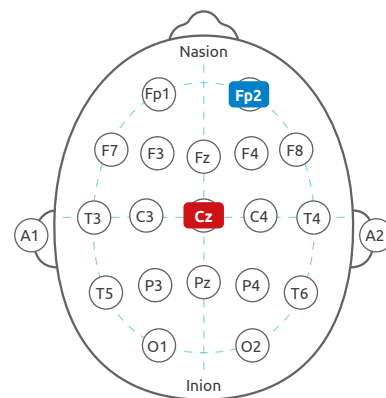
Doppelblindstudie (RCT) mit 22 Parkinsonpatienten (11 Placebo-Gruppe, 11 Verum-Gruppe)

Ziel

Wirksamkeit von tDCS mit Gangtraining auf die funktionelle Mobilität bei Parkinson-Patienten

Parameter

Stimulationsstärke	2 mA
Dauer	13 Min Stimulation + 30 Min Gangtraining
Anode	Cz (2 cm anterior)
Kathode	Fp2 (kontralateral zur betroffenen Seite)
Elektrodengröße	35 cm ²
Behandlung	3 x wöchentlich
Umfang	10 Behandlungen
Assessment	TUG, Ganggeschwindigkeit, Kadenz, UPDRS, UL-MT, BBS, PDQ-39



10-20 System

Ergebnisse

Assessment	Placebo-Gruppe	Verum-Gruppe
TUG, Ganggeschwindigkeit	* signifikante Verbesserungen, beide Parameter TUG und Ganggeschwindigkeit verbesserten sich signifikant im Post, im FollowUp waren diese nicht mehr signifikant	* signifikante Verbesserungen, beide Parameter TUG und Ganggeschwindigkeit verbesserten sich signifikant im Posttest, diese Verbesserungen blieben signifikant im FollowUp [Ganggeschwindigkeit: z=-2.184, P=.05; TUG: t=2.223, P=.05]
Kadenz		* signifikante Veränderungen
UPDRS		* signifikante Veränderungen
UL-MT		* signifikante Veränderungen
BBS		* signifikante Veränderungen
PDQ-39		* signifikante Veränderungen

Signifikanzwerte: * P<0.05; ** P<0.01; *** P<0.001

Schlussfolgerung

Das Ergebnis der kombinierten Therapie aus tDCS und Gangtraining zeigt zunächst keinen Unterschied zur Kontrollgruppe, beide Gruppen verbesserten sich signifikant. Im FollowUp (1 Monat) bleiben nur die positiven Effekte des Gangtrainings + tDCS nachhaltig wirksam. Das bedeutet, dass tDCS in Kombination mit Gangtraining die Effekte verlängert und stabilisiert.

Kognitive Defizite – Arbeitsgedächtnis – Zusatzstudie

tDCS-induced episodic memory enhancement and its association with functional network coupling in older adults

Autoren

Antonenko D, Hayek D, Netzband J, Grittner U, Flöel A; 2019 – nature, Scientific Reports, Volume 9



Ablauf

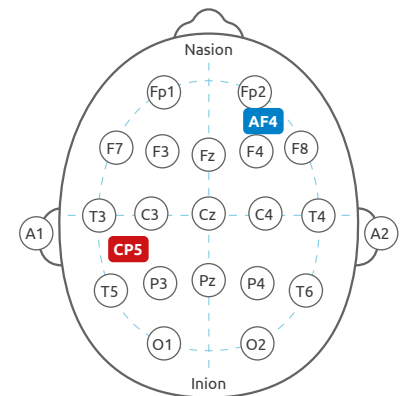
Lernen von Bild-Wort-Paaren kombiniert mit Placebo- bzw. aktiver Stimulation

Methodik

tDCS während gedächtnisbezogener Lernaufgaben: 34 gesunde ältere Menschen mit normalen kognitiven Funktionen

Parameter

Stimulationsstärke	1 mA
Dauer	20 Min
Anode	CP5
Kathode	AF4 (bzw. rechts supraorbital)
Elektrodengröße	Anode: 35 cm ² , Kathode: 100 cm ²
Behandlung	5 Lernblöcke, Stimulation während der ersten 4 Blöcke
Umfang	2 Sitzungen (pro Person 1 Verum / 1 Sham)
Assessment	Genauigkeit, Lernkurve, Reaktionszeit, BOLD



10-20 System

Ergebnisse

Assessment	Placebo-Gruppe	Verum-Gruppe
Genauigkeit der Aufgabenerfüllung	signifikant bessere Leistung mit Anzahl der Trainingsblöcke	** signifikant bessere Leistung mit Anzahl der Trainingsblöcke (P=0.002) * signifikant bessere Performance im Abruf des Gelernten nach Beenden der Lernblöcke (P=0.014)
Lernkurve		* steilere Lernkurve (P=0.014)
Reaktionszeit	Reaktionszeit kürzer mit Anzahl der Trainingsblöcke	*** Reaktionszeit kürzer mit Anzahl der Trainingsblöcke (P<0.001)
	kein signifikanter Unterschied Placebo vs. Verum-Gruppe	
BOLD	bessere Performance bei initial höherer Konnektivität zwischen temporo-parietaler Region und Hippocampus	besserer Lernfortschritt bei initial höherer Konnektivität

Signifikanzwerte: * P<0.05; ** P<0.01; *** P<0.001

Schlussfolgerung

Die Untersuchung zeigt, dass tDCS auch bei älteren Personen signifikante Verbesserungen in der kognitiven Performanz bewirkt. Es werden steilere Lernkurven und bessere Gedächtnisleistung erzielt. Die Wirksamkeit ist besser bei höherer bestehender Konnektivität zwischen lernrelevanten Hirnregionen.

Kognitive Defizite – Zusatzstudie

Augmentation of working memory training by transcranial direct current stimulation (tDCS)

Autoren

Ruf SP, Fallgatter AJ, Plewnia C;
2017 – Nature, Volume 7



Ablauf

Placebo-Gruppe: Arbeitsgedächtnistraining + Placebostimulation; Verum-Gruppe: Arbeitsgedächtnistraining + aktive Stimulation

Ziel

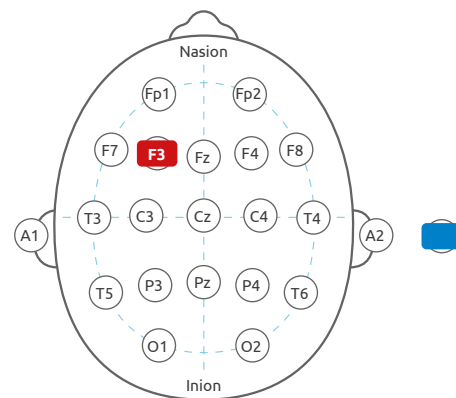
Einfluss von tDCS auf die Arbeitsgedächtnisleistung

Methodik

Kombination aus tDCS und kognitivem Training:
Einfachblindstudie (RCT) mit 71 Probanden (23 Placebo-Gruppe, 24 Congruent-Gruppe, 24 Incongruent-Gruppe)

Parameter

Stimulationsstärke	1 mA
Dauer	20 Min
Anode	F3 (verbale Aufgaben), F4 (räumliche Aufgaben)
Kathode	kontralaterale Schulter, Musculus deltoideus
Elektrodengröße	Anode: 35 cm ²
Behandlung	1 x täglich
Umfang	3 Behandlungen
Assessment	verbal n-back, spatial n-back



10-20 System

Ergebnisse

Assessment

Effekte während des Trainings (verbal und spatial n-back)	*** hoher Leistungsanstieg in Verum-Gruppe (Congruent) im Vergleich zu Placebo [$\beta_{\text{session} \times \text{congruent vs sham}} = 1.00, SE=0.27, z=3.66, P<0.001$]
	** nach zwei Stimulationen (zweiter Tag) deutlicher Leistungsanstieg der Verum-Gruppe im Vergleich zur Placebo-Gruppe [t(45)=3.29, P=0.002]
Effekte nach FollowUp (verbal und spatial n-back)	* Verum-Gruppe (Congruent) zeigte im FollowUp größeren Leistungsanstieg als Placebo-Gruppe [$\beta_{\text{congruent vs sham}} = 2.02, SE=1.01, t(48)=2.01, P=0.050$]
	** Verum-Gruppe (Congruent) zeigte im FollowUp deutlich besseres Leistungsniveau als Placebo-Gruppe [t(33)=2.96, P=0.006]
Transfereffekte	** Patienten mit niedrigerer Leistung (Baseline) profitierten mehr von Stimulation [$\beta_{\text{baseline} \times \text{congruent vs sham}} = 0.74, SE=0.25, t(65)=-3.00, P=0.004$]

Signifikanzwerte: * P<0.05; ** P<0.01; *** P<0.001

Schlussfolgerung

Diese Studie zeigte, dass die Stimulation des DLPFC die Arbeitsgedächtnisleistung steigern kann. Das von tDCS begleitete kognitive Training kann durch Transfereffekte auch nicht-trainierte Aufgaben verbessern. Die Verbesserung der Arbeitsgedächtnisleistung kann auch nach 9 Monaten noch nachgewiesen werden. Patienten mit geringerer Anfangsleistung profitieren am stärksten von der kombinierten Anwendung.

Kognitive Defizite – Schädel-Hirn-Trauma

Concomitant use of transcranial direct current stimulation and computer-assisted training for the rehabilitation of attention in traumatic brain injured patients: Behavioral and neuroimaging results

Autoren

Sacco K, Galetto V, Dimitri D, Geda E, Perotti F, Zettin M, Geminiani GC; 2016 – Frontiers in Behavioral Neuroscience, Volume 10



Ablauf

Placebo-Gruppe: computergestütztes Training + Placebostimulation; Verum-Gruppe: computergestütztes Training + aktive Stimulation

Methodik

Kombination aus tDCS und kognitivem Training:

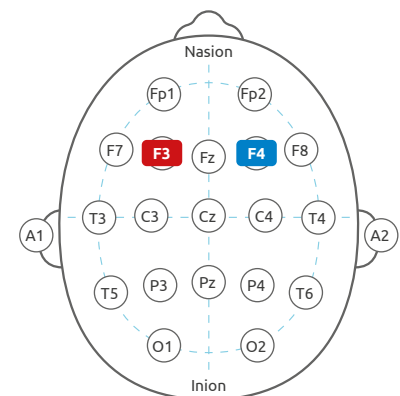
Einfachblindstudie (RCT) mit 32 Patienten nach Schädelhirntrauma (16 Placebo-Gruppe; 16 Verum-Gruppe)

Ziel

Wirksamkeit von tDCS und kognitivem Training auf die geteilte Aufmerksamkeit und neuronale Aktivität

Parameter

Stimulationsstärke	2 mA
Dauer	20 Min (+30 Min kognitives Training)
Anode	DLPFC (Läsionsseite)
Kathode	DLPFC (kontralateral zur Anode)
Elektrodengröße	35 cm ²
Behandlung	2 x täglich
Umfang	10 Behandlungen
Assessment	TEA, rBANS, BDI, AES, MRT



10-20 System

Ergebnisse

Assessment	Placebo-Gruppe	Verum-Gruppe
TEA	keine signifikanten Unterschiede	*** signifikant besser im Vergleich Prä-Post [schnellere Reaktionszeit: $t=3.41$, $P=0.004$; Auslassungsfehler: $t=4.49$, $P<0.0001$] Verbesserungen blieben bis zum FollowUp bestehen
rBANS		keine signifikanten Unterschiede
BDI		keine signifikanten Unterschiede
AES		keine signifikanten Unterschiede
MRT		** Verringerung der Aktivität im rechten Gyrus cinguli

Signifikanzwerte: * $P<0.05$; ** $P<0.01$; *** $P<0.001$

Schlussfolgerung

Nach der computergestützten kognitiven Therapie + tDCS normalisierte sich nur in der Verum-Gruppe die abnormale kortikale Aktivität. Darüber hinaus zeigten sich signifikante, nachhaltige Verbesserungen der geteilten Aufmerksamkeit und Reaktionsgeschwindigkeit.

Kognitive Defizite – Multiple Sklerose

Neuroenhancement through cognitive training and anodal tDCS in multiple sclerosis

Autoren

Mattioli F, Bellomi F, Stampatori C,
Capra R, Miniussi C;
2016 – Multiple Sclerosis Journal, Volume 22



Ablauf

Placebo-Gruppe: kognitives Training + Placebostimulation;
Verum-Gruppe: kognitives Training + aktive Stimulation

Ziel

Auswirkung von tDCS kombiniert mit kognitivem Training
auf die Aufmerksamkeitsleistung

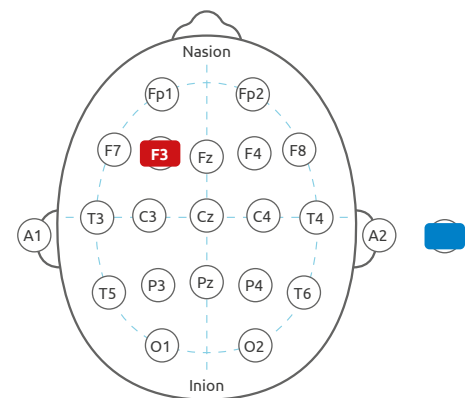
Methodik

Kombination aus tDCS und kognitivem Training:

Doppelblindstudie (RCT) mit 20 Multiple Sklerose-Patienten
(10 Placebo-Gruppe, 10 Verum-Gruppe)

Parameter

Stimulationsstärke	2 mA
Dauer	20 Min
Anode	linker DLPFC (F3)
Kathode	Schulter (rechts)
Elektrodengröße	25 cm ²
Behandlung	1 x täglich
Umfang	10 Behandlungen
Assessment	SDMT, PASAT, WCST



10-20 System

Ergebnisse

Assessment	Placebo-Gruppe	Verum-Gruppe
SDMT	* nach 10 Tagen: Verum-Gruppe ist signifikant besser als Placebo-Gruppe [P=.019]	* signifikante Verbesserung
PASAT 2	* signifikant bessere Effekte in der Verum-Gruppe (Verum-Gruppe im Vergleich mit Placebo-Gruppe): FollowUp-Baseline [PASAT 2: P=.015; WCST P=.035]	
PASAT 3	* signifikante Verbesserung	
WCST	nach 10 Tagen: Verum-Gruppe ist signifikant besser als Placebo-Gruppe: ** total error [P=.003] ** perseverative responses [P=.035] ** perseverative errors [P=.043] ** non-perseverative errors [P=.009]	
Schwierigkeitsgrade		* schnelleres Erreichen höherer Schwierigkeitsgrade [P=.02]

Signifikanzwerte: * P<0.05; ** P<0.01; *** P<0.001

Schlussfolgerung

tDCS in Kombination mit kognitivem Training verbessert die Aufmerksamkeit und Informationsverarbeitung bei Multiple Sklerose-Patienten. In der Verum-Gruppe sind die signifikanten Ergebnisse nachhaltig (FollowUp). Durch die Stimulation erhöht sich die Aktivierung der Neuronenpopulationen, wodurch stärkere Therapiefortschritte erzielt werden konnten.

Kognitive Defizite – Parkinson

Mild cognitive impairment in Parkinson's disease is improved by transcranial direct current stimulation combined with physical therapy

Autoren

Manenti R, Brambilla M, Benussi A, Rosini S, Cobelli C, Ferrari C, Petesi M, Orizio I, Padovani A, Borroni B, Cotelli M; 2016 – Movement Disorders, Volume 31



Ablauf

Placebo-Gruppe: Bewegungstraining + Placebostimulation;
Verum-Gruppe: Bewegungstraining + aktive Stimulation

Methodik

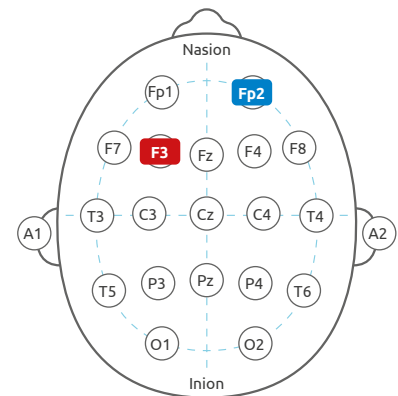
Kombination aus tDCS und Bewegungstraining:
Doppelblindstudie (RCT) mit 20 Parkinsonpatienten
(10 Placebo-Gruppe, 10 Verum-Gruppe)

Ziel

Auswirkung von tDCS und Bewegungstraining bei Parkinsonpatienten auf die motorische und kognitive Leistung

Parameter

Stimulationsstärke	2 mA
Dauer	25 Min
Anode	DLPFC (F3/F4: kontralateral zur betroffenen Körperseite)
Kathode	Fp2/Fp1 (kontralateral zur Anode)
Elektrodengröße	35 cm ²
Behandlung	1 x täglich
Umfang	10 Behandlungen
Assessment	motor function tests, PD-CRS, verbal fluency, TMT



10-20 System

Ergebnisse

Assessment	Placebo-Gruppe	Verum-Gruppe
Motorische Tests	* beide Gruppen verbesserten sich in den motorischen Tests (z. B. Gleichgewicht)	
PD-CRS		Ergebnisse verbesserten sich im Posttest [P=.003], dieser Effekt blieb stabil im FollowUp
Verbale Wortflüssigkeit		verbesserte sich im Posttest [P=.002] und blieb nachhaltig signifikant im FollowUp [P=.005]
TMT-B		für die Durchführung des Tests wurde weniger Zeit benötigt [P=.002], auch im FollowUp

Signifikanzwerte: * P<0.05; ** P<0.01; *** P<0.001

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse der Studie zeigen eine signifikante Steigerung der kognitiven Leistungsparameter durch die Kombination von tDCS und Bewegungstraining. Die motorische Leistung steigerte sich signifikant in beiden Gruppen, die Gedächtnis- und Aufmerksamkeitsleistung verbesserte sich ausschließlich in der Verum-Gruppe.

Kognitive Defizite – Schlaganfall

The effects of transcranial direct current stimulation on cognition in stroke patients

Autoren

Yun GJ, Chun MH, Kim BR;
2015 – Journal of Stroke, Volume 17



Ablauf

Placebo-Gruppe: kognitives Training + Placebestimulation;
Verum-Gruppe: kognitives Training + aktive Stimulation

Ziel

Wirksamkeit von tDCS auf die kognitiven Fähigkeiten bei Patienten nach Schlaganfall

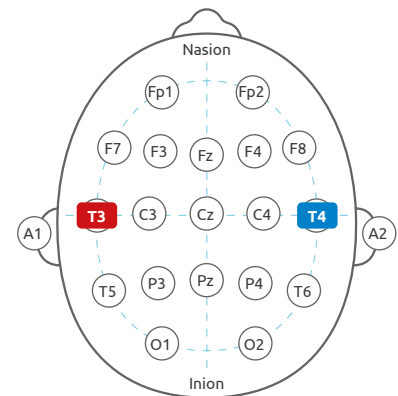
Methodik

Kombination aus tDCS und kognitivem Training:

Doppel-blindstudie (RCT) mit 45 Schlaganfallpatienten (15 Placebo-Gruppe; 15 Verum-Gruppe (FT-AS links), 15 Verum-Gruppe (FT-AS rechts))

Parameter

Stimulationsstärke	2 mA
Dauer	30 Min
Anode	T3
Kathode	T4
Elektrodengröße	25 cm ²
Behandlung	1 x täglich
Umfang	15 Behandlungen
Assessment	K-MBI, K-MMSE, BDST, FVST, VeLT-R



10-20 System

Ergebnisse

Assessment	Placebo-Gruppe	Verum-Gruppe
K-MMSE	* signifikante Verbesserungen im Prä-Post-Vergleich	
BDST (backwards visual)		* signifikante Verbesserungen im Prä-Post-Vergleich
FVST (forward visual span)		* signifikante Verbesserungen im Prä-Post-Vergleich
VeLT-R (verbal learning test - delayed recall)		* signifikante Verbesserungen im Prä-Post-Vergleich
K-MBI	* signifikante Verbesserungen im Prä-Post-Vergleich	

Signifikanzwerte: * P<0.05; ** P<0.01; *** P<0.001

Schlussfolgerung

Durch die Stimulation der T3-Region konnte die Gedächtnisleistung verbessert werden. Die Arbeitsgedächtnisleistung konnte nur in der Verum-Gruppe gesteigert werden.

Neglect – Schlaganfall

The Effect of Transcranial Direct Current Stimulation on Neglect Syndrome in Stroke Patients

Autoren

Yi YG, Chun MH, Do KH,
Sung EJ, Kwon YG, Kim DY;
2016 – Annals of Rehabilitation Medicine, Volume 40



Ablauf

Placebo-Gruppe: konventionelle Therapie + Placebo-stimulation;
Verum-Gruppe: konventionelle Therapie + aktive Stimulation

Ziel

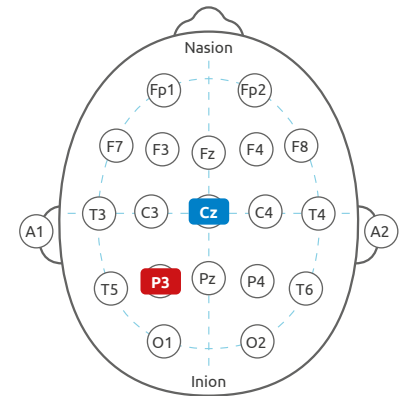
Auswirkung von tDCS mit konventioneller Beschäftigungstherapie auf die visuo-spatiale Aufmerksamkeit und Funktion nach Schlaganfall mit neurologischem Neglect

Methodik

Kombination aus tDCS und kognitivem Training:
Einfachblindstudie (RCT) mit 30 linksseitigen Neglectpatienten (10 Placebo-Gruppe, 20 Verum-Gruppe)

Parameter

Stimulationsstärke	2 mA
Dauer	30 Min
Anode	P3 oder P4
Kathode	Cz
Elektrodengröße	25 cm ²
Behandlung	1 x täglich
Umfang	15 Behandlungen
Assessment	MVPT, SCT, LBT, CBS, K-MBI, FAC



10-20 System

Ergebnisse

Assessment	Ergebnisse
	* beide Gruppen verbesserten sich Prä-Post
MVPT	* signifikant stärkere Verbesserung in der Verum-Gruppe (von Prä: 8.2±6.8 auf Post: 14.8±5.8) zur Placebo-Gruppe (von Prä: 8.3 ±5.2 auf Post: 10.3±5.5) [P=0.014]
SCT	* beide Gruppen verbesserten sich Prä-Post
	* beide Gruppen verbesserten sich Prä-Post
LBT	* signifikant stärkere Verbesserung in der Verum-Gruppe (von Prä: 27.3±18.6 auf Post: 12.5±13.0) zur Placebo-Gruppe (von Prä: 26.0 ±13.2 auf Post: 19.0±12.3) [P=0.016]
	* beide Gruppen verbesserten sich Prä-Post
CBS	* signifikant stärkere Verbesserung in der Verum-Gruppe (von Prä: 16.2±6.4 auf Post: 10.0±6.2) zur Placebo-Gruppe (von Prä: 16.0 ±9.7 auf Post: 12.3±10.8) [P=0.013]
K-MBI	* beide Gruppen verbesserten sich Prä-Post
FAC	* beide Gruppen verbesserten sich Prä-Post

Signifikanzwerte: * P<0.05; ** P<0.01; *** P<0.001

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die anodale oder kathodale tDCS des PPC (P3/P4) unterstützend zur bestehenden Therapie kombiniert werden kann, um visuo-spatiale Aufmerksamkeit bei Neglect Patienten zu steigern.

Dysphagie – Schlaganfall

Randomized Trial of Transcranial Direct Current Stimulation for Poststroke Dysphagia

Autoren

Suntrup-Krueger S, Ringmaier C, Muhle P, Wollbrink A, Kemmling A, Hanning U, Claus I, Warnecke T, Teismann I, Pantev C, Dziewas R; 2018 – Annals of Neurology, Volume 83



Ablauf

Placebo-Gruppe: Schlucktraining + Placebostimulation; Verum-Gruppe: Schlucktraining + aktive Stimulation

Methodik

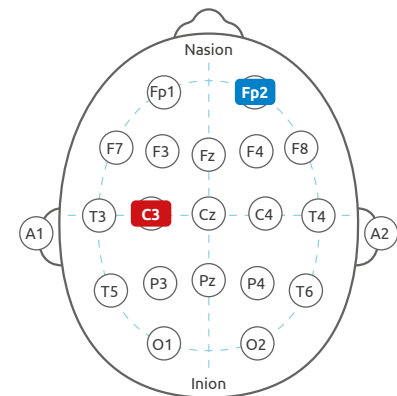
Doppelblindstudie (RCT) mit 59 Patienten nach Schlaganfall (30 Placebo-Gruppe, 29 Verum-Gruppe)

Ziel

Auswirkung mehrmaliger tDCS in Kombination mit Schlucktraining auf den Dysphagie Schweregrad

Parameter

Stimulationsstärke	1 mA
Dauer	20 Min
Anode	kontraläsional: von Cz 3,5 cm lateral und 1 cm anterior: ~C3 oder C4 (bei Hirnstamminfarkt: ~C4)
Kathode	Fp1/Fp2 (kontralateral zur Anode)
Elektrodengröße	35 cm ² Anode, 100 cm ² Kathode
Behandlung	4 x wöchentlich
Umfang	4 Behandlungen
Assessment	FEDSS, MEG, DSRS, FOIS, Dysphagia limit



10-20 System

Ergebnisse

Assessment	Placebo-Gruppe	Verum-Gruppe
	* signifikante Verbesserung (Baseline-Post) [P=.027]	** signifikante Verbesserung (Baseline-Post) [P<.001]
FEDSS	*** signifikant stärkere Verbesserung, 1 FEDSS-Punkt in Verum-Gruppe (83.3%) im Vergleich zur Placebo-Gruppe (36.7%) durchschnittliche Verbesserung 1.3 vs. 0.4 FEDSS-Punkte [η²=0.208, P<.0005]	
MEG	keine signifikanten Veränderungen	* signifikante Erhöhung der swallow-related event-related Desynchronisation (Baseline-Post, 13-30Hz)
DSRS	** signifikante Verbesserung in Verum-Gruppe im Vergleich zur Placebo-Gruppe [P=.001]	
FOIS	* signifikante Verbesserung in Placebo-Gruppe im Vergleich zur Verum-Gruppe [P=.041]	
Dysphagia limit	* signifikante Verbesserung in Verum-Gruppe im Vergleich zur Placebo-Gruppe [P=.018]	

Signifikanzwerte: * P<0.05; ** P<0.01; *** P<0.001

Schlussfolgerung

Die Studie zeigt, dass die tDCS gegenüber der derzeit praktizierten konservativen Dysphagietherapie einen zusätzlichen Benefit bringt. tDCS kann eingesetzt werden, um schneller und größere Fortschritte bei akuten Dysphagiepatienten zu erzielen.

Aphasie – Schlaganfall

Repetitive sessions of tDCS to improve naming in post-stroke aphasia: Insights from an individual patient data (IPD) meta-analysis

Autoren

Rosso C, Arbizu C, Dhennain C, Lamy JC, Samson Y;
2018 – Restorative Neurology and Neuroscience (IOS Press), Volume 36



Ablauf

Placebo-Gruppe: Bewegungstraining + Placebostimulation;
Placebo-Gruppe: Benennttraining + Placebostimulation;
tDCS-Gruppe: Benennttraining + aktive Stimulation

Methodik

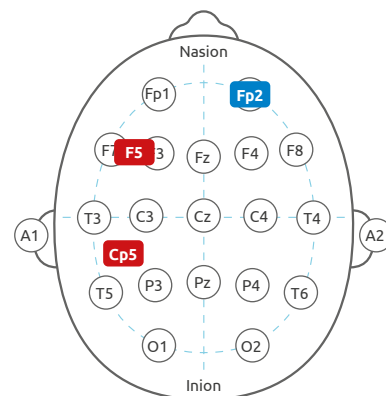
Metaanalyse mit 68 Aphasikern (87 Aktiv-Placebo-Vergleiche)

Ziel

Wirksamkeit von tDCS + Benennttraining anhand individueller Patientendaten

Parameter

Stimulationsstärke	1-2 mA
Dauer	20 Min
Anode	F5 oder Cp5
Kathode	Fp2
Elektrodengröße	35 cm ²
Umfang	>5 Behandlungen
Assessment	Benennungsgenauigkeit



10-20 System

Ergebnisse

Assessment	Placebo-Gruppe	Verum-Gruppe
	*** signifikante Verbesserung der Benennungsgenauigkeit um 25 % (±37%) (P<.0001)	*** signifikante Verbesserung der Benennungsgenauigkeit um 35 % (±34%) (P<.0001)
	*** je stärker die Verbesserung in der Placebo-Gruppe, desto stärker auch die Verbesserung in der tDCS-Gruppe [r=0.993, 95% CI: 0.896-0.954, R2=87%, P<.0001]	
Benennungsgenauigkeit		* Behandlungshäufigkeit: wiederholtes Stimulieren (mehr als fünf) steigert die Effekte der Behandlung (P<.02)
		anodale Stimulationen des linken temporoparietalen Lappens am effektivsten
	* für alle Schweregrade der Aphasie (leicht/mittel/schwer) können unter aktiver Stimulation im Vergleich zur Placebo-Stimulation (P=.01, P=.002, P=.01) stärkere Verbesserungen erzielt werden	

Signifikanzwerte: * P<0.05; ** P<0.01; *** P<0.001

Schlussfolgerung

Diese Metanalyse zeigt, dass die Kombination aus tDCS + Benennttraining zu größeren Fortschritten führen kann. Der Stimulationsumfang sollte 5 Behandlungen übersteigen und auf dem Temporoparietallappen erfolgen.

Aphasie – Schlaganfall

Electrical stimulation of the motor cortex enhances treatment outcome in post-stroke aphasia

Autoren

Meinzer M, Darkow R, Lindenberg R, Flöel A;
2016 – Brain – A Journal of Neurology, Volume 139



Ablauf

Placebo-Gruppe: Benenraining + Placebostimulation;
Verum-Gruppe: Benenraining + aktive Stimulation

Ziel

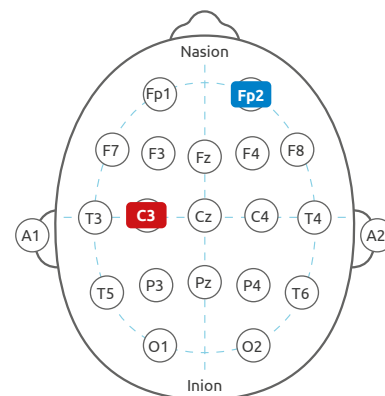
Einfluss von tDCS auf die Sprachfähigkeit bei Patienten mit chronischer Aphasie nach Schlaganfall

Methodik

Kombination aus tDCS und Benenraining:
Doppelblindstudie (RCT) mit 26 Patienten nach Schlaganfall (13 Placebo-Gruppe, 13 Verum-Gruppe)

Parameter

Stimulationsstärke	1 mA
Dauer	20 Min
Anode	C3
Kathode	Fp2
Elektrodengröße	Anode: 35 cm ² , Kathode: 100 cm ²
Behandlung	2 x täglich, 4 Tage pro Woche
Umfang	zwei Wochen, 16 Behandlungen
Assessment	Naming Test, CETI, PCQ



10-20 System

Ergebnisse

Assessment	Placebo-Gruppe	Verum-Gruppe
Naming Test	* signifikante Verbesserung bei trainierten Objekten im Post und FollowUp * signifikante Verbesserung bei untrainierten Objekten, im FollowUp keine signifikanten Verbesserungen (Baseline-FollowUp)	* signifikante Verbesserungen bei trainierten Objekten [P=.08] und signifikant besser als die Kontrollgruppe im FollowUp (6 Monate) [P=.01] *** signifikante Verbesserungen bei trainierten Objekten [P=.0009] und signifikant besser als die Kontrollgruppe im FollowUp (6 Monate) [P<.01]
CETI (Communicative Effectiveness Index)	* signifikant	* signifikant höher als bei Placebo-Gruppe nach Prä-Post [P=.037] und im FollowUp [P=.055]
PCQ (Partner Communication Questionnaire)	* signifikant	* signifikant höher als bei Placebo-Gruppe im Prä-Post [P=.06] und im FollowUp [P=.03]

Signifikanzwerte: * P<0.05; ** P<0.01; *** P<0.001

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse zeigen die positiven Effekte der Kombination aus tDCS und Benenraining bei chronischer Aphasie. Wenige Stimulationen genügen, um Fortschritte zu erreichen. Die Stimulation auf C3 in Kombination mit Benenraining verbesserte die Sprachfähigkeit. Ein Transfer in den Alltag konnte nachgewiesen werden, wodurch die Lebensqualität der Patienten stieg.

Aphasie – Schlaganfall

Differential involvement of the left frontal and temporal regions in verb naming:
A tDCS treatment study

Autoren

Fiori V, Di Paola M, Oliveri M, Caltagirone C;
2013 – Restorative Neurology and Neuroscience,
Volume 31



Ablauf

Placebo-Setting: Benennttraining + Placebostimulation;
Verum-Setting: Benennttraining + aktive Stimulation

Methodik

Kombination aus tDSC und Benennttraining:

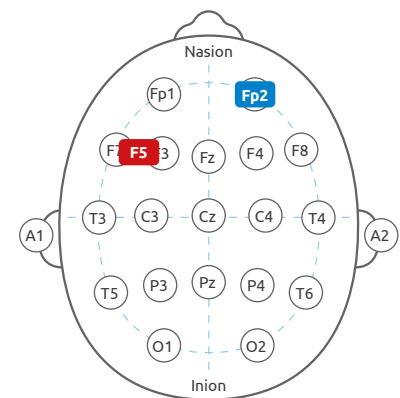
Unkontrollierte Studie mit 7 Patienten mit
linkshemisphärischem Schlaganfall

Ziel

Wirkung von tDCS auf die verbale Abrufleistung
bei Aphasikern

Parameter

Stimulationsstärke	1 mA
Dauer	20 Min
Anode	F5
Kathode	Fp2
Elektrodengröße	35 cm ²
Behandlung	1 x täglich
Umfang	15 Behandlungen
Assessment	Naming Test



10-20 System

Ergebnisse

Assessment	Placebo-Gruppe	Verum-Gruppe
Naming Test	keine signifikante Verbesserung	** signifikante Verbesserung: 33% korrekte Benennung [P=.004]
		*** signifikante Verbesserung Prä-Post: 40% korrekte Benennung [P=.000]
		nach 5 Tagen: 54% richtig benannt und erkannt (Baseline = 14%)
		im FollowUp: Leistung bei 44% (blieb konstant)

Signifikanzwerte: * P<0.05; ** P<0.01; *** P<0.001

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass tDCS + Benennttraining eine gute therapeutische Kombination darstellt. Die Stimulation des Broca-Areals zeigt gute Effekte bei Aphasie-Patienten.

Aphasie – Demenz

Inferior parietal transcranial direct current stimulation with training improves cognition in anomic Alzheimer’s disease and frontotemporal dementia

Autoren

Roncero C, Kniefel H, Service E,
Thiel A, Probst S, Chertkow H;
2017 – Alzheimer’s & Dementia: Translational Research &
Clinical Interventions, Volume 3



Ablauf

Placebo-Gruppe: Benennttraining + Placebostimulation;
Verum-Gruppe: Benennttraining + aktive Stimulation

Methodik

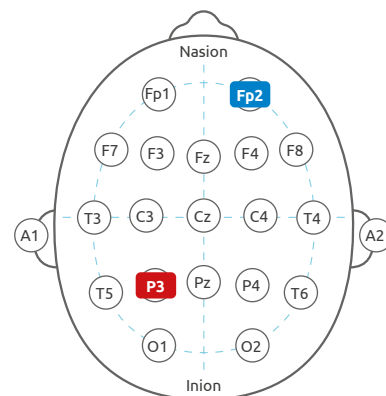
Kombination aus tDSC und Benennttraining:
Doppelblindstudie (RCT) mit 10 Demenzpatienten
(AD oder FTD); Crossover-Design

Ziel

Auswirkung von tDCS und Sprachtraining auf
die Benennungsleistung

Parameter

Stimulationsstärke	2 mA
Dauer	30 Min
Anode	P3
Kathode	Fp2
Elektrodengröße	35 cm ²
Behandlung	1 x täglich, jeden zweiten Tag
Umfang	10 Behandlungen
Assessment	Naming Test, Digit Span, Interviews



10-20 System

Ergebnisse

Assessment	Placebo-Gruppe	Verum-Gruppe
Naming Test	* Trainierte Objekte: signifikante Verbesserung: Baseline-letzte Stimulation: 19 % Verbesserung	Trainierte Objekte: signifikante Verbesserung: Baseline-letzte Stimulation: 40 % Verbesserung
	Nichttrainierte Objekte: * Im direkten Vergleich: Baseline-Ergebnisse sind bei beiden Gruppen gleich, nach zwei Wochen: signifikant unterschiedlich (t(9)=3.07, P<.05)	
Digit Span	Baseline 11.38 (SE=1.98)	Baseline 11.75 (SE=1.01)
	ähnliche Baselines [t(7)=0.31, P=.77]	
	nach zwei Wochen auf 9.38 (SE=1.52)	nach zwei Wochen auf 12.75 (SE=1.39)
	* signifikant unterschiedlich nach zwei Wochen [t(7)=4.34, P<0.1]	
Interview	keine signifikanten Verbesserungen	7/10 Angehörigen berichteten über signifikante Verbesserungen im Verhalten

Signifikanzwerte: * P<0.05; ** P<0.01; *** P<0.001

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse der Studie zeigen die positiven Effekte der Stimulation des Parietallappens auf die Benennungsleistung. Durch die Kombination von Sprachtraining und tDCS kann die Wirkung der Therapie verstärkt werden. Zusätzlich konnten stimulierte Patienten besser mit dem gesteigerten Niveau an semantischen Verarbeitungsprozessen umgehen.

Schizophrenie

Effects of transcranial direct current stimulation on working memory and negative symptoms in schizophrenia: a phase II randomized sham-controlled trial

Autoren

Gomes JS, Trevizol AP., Ducos DV., Gadelha A, Ortiz BB, Fonseca AO, Akiba HT, Azevedo CC, Guimaraes LSP, Shiozawa P, Cordeiro Q, Lacerda A, Dias AM;
2018 – Schizophrenia Research: Cognition, Volume 12



Ablauf

Placebo-Gruppe: Placebostimulation;
Verum-Gruppe: aktive Stimulation

Methodik

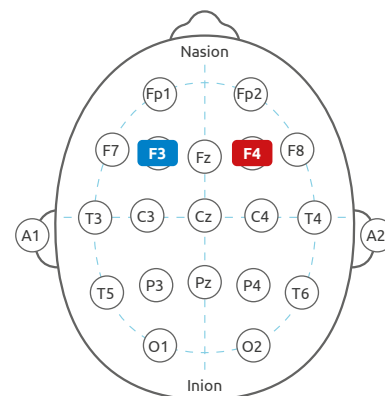
Doppelblindstudie (RCT) mit 24 Patienten mit Schizophrenie (12 Placebo-Gruppe, 12 Verum-Gruppe)

Ziel

Auswirkung mehrmaliger tDCS bei Schizophrenie-Patienten

Parameter

Stimulationsstärke	2 mA
Dauer	20 Min
Anode	F3 (linker DLPFC)
Kathode	F4 (rechter DLPFC)
Elektrodengröße	25 cm ²
Behandlung	5 x wöchentlich
Umfang	10 Behandlungen
Assessment	PANSS, kognitives Assessment



10-20 System

Ergebnisse

Assessment	Placebo-Gruppe	Verum-Gruppe
PANSS-Negative symptoms	Reduktion von Baseline zur letzten Intervention: 0.17; blieb konstant bis zum Follow-Up	Reduktion von Baseline zur letzten Intervention: 3.83; blieb konstant bis Follow-Up
PANSS-General symptoms	Reduktion von Baseline zur letzten Intervention und zum Follow-Up um 0.83 Punkte	Reduktion von Baseline zur letzten Intervention und zum Follow-Up um 10.75 Punkte
PANSS-Total symptoms	Reduktion von Baseline zur letzten Intervention und zum Follow-Up um 0.59 Punkte	Reduktion von Baseline zur letzten Intervention und zum Follow-Up um 6 Punkte
kognitives Assessment	* time effect für Arbeitsgedächtnis, Verarbeitungsgeschwindigkeit, visuelles Lernen, Problemlösung	

Signifikanzwerte: * P<0.05; ** P<0.01; *** P<0.001

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse dieser Studie empfehlen die therapeutische Anwendung der tDCS bei Schizophrenie-Erkrankten. Durch die mehrmalige tDCS-Anwendung konnte die negative Symptomatik deutlich reduziert werden.

Akustische Halluzinationen – Schizophrenie

Examining transcranial direct current stimulation (tDCS) as a treatment for hallucinations in schizophrenia

Autoren

Brunelin J, Mondino M, Gassab L, Haesebaert F, Gaha L, Suaud-Chagny MF, Saoud M, Mechri A, Poulet E; 2012 – The American Journal of Psychiatry, Volume 169



Ablauf

Placebo-Gruppe: Placebostimulation; Verum-Gruppe: aktive Stimulation

Methodik

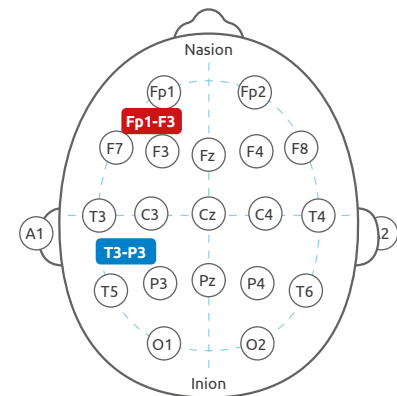
Doppelblindstudie (RCT) mit 30 Patienten mit akustischen Halluzinationen bei Schizophrenie (15 Placebo-Gruppe, 15 Verum-Gruppe)

Ziel

Wirksamkeit von tDCS bei Schizophrenie-Erkrankten mit schweren akustischen Halluzinationen

Parameter

Stimulationsstärke	2 mA
Dauer	20 Min
Anode	Fp1 - F3
Kathode	T3 - P3
Elektrodengröße	35 cm ²
Behandlung	2 x täglich
Umfang	10 Behandlungen
Assessment	AHRS, PANSS



10-20 System

Ergebnisse

Assessment	Placebo-Gruppe	Verum-Gruppe
AHRS	AHRS verbesserte sich um 8%	*** nach 5 Tagen zeigt sich ein großer Effekt in der Verum-Gruppe im Vergleich zur Placebo Gruppe, [df=1.58, p<.0001] (6 Monate) einen Rückfall
Negativ-symptomatik	leichte Verringerung negativer Symptome PANSS von 82,8 auf 80,5	** AHRS verbesserte sich um 31% (nach 5 Tagen) *** Effekt bei AHRS verstärkte sich nach einem Monat (36% [t=-4.48, p<.0001]) und ebenfalls nach drei Monaten (38% [t=-4.58, p<.0001]) * deutliche Verringerung negativer Symptome PANSS von 76,9 auf 66,9 im Vergleich zur Placebo-Gruppe [P=.01]

Signifikanzwerte: * P<0.05; ** P<0.01; *** P<0.001

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse zeigen, dass akustische Halluzinationen bei Schizophrenen nach nur 10 Behandlungen mit tDCS deutlich verringert werden können. Die Verbesserung hielt bis zum FollowUp (3 Monate) an und verbesserte die Lebensqualität der Patienten. Zusätzlich bewirkte die Stimulation eine Verringerung der negativen Symptome (PANSS).

Training & Science

Die neurocare Academy bietet ein- und zweitägige Weiterbildungen zur transkraniellen Gleichstromstimulation:

- an den Standorten der Academy oder flexibel in Ihrer Einrichtung.

Sie erfahren, wie Sie die tDCS zur Unterstützung der Therapien einsetzen können. Sie lernen:

- wie tDCS wirkt und angewendet wird,
- welche Therapien laut aktueller Forschungslage möglich sind,
- wie Sie tDCS sinnvoll in Ihrer Praxis implementieren,
- wie die tDCS-Geräte angewendet werden (inkl. Übungen).

Abkürzungen

AES Apathy Evaluation Scale

AHRS Auditory Hallucination Rating Scale

AM Active Motor Threshold

ANT Attention Network Test

ARAT Action Research Arm Test

BBS Berg Balance Scale

BBT Box and Block Test

BDI Beck Depressions Inventar

BDST Backward Digit Span Test

CBS Catherine Bergego Scale

CATI Communicative Effectiveness Index

CSP Cortical Silent Period

DSRS Dysphagia Severity Scale

DYN Hand Dynamometer

Dysphagialimit Maximale Schluckmenge (H₂O), ohne Verschlucken oder Aspiration

FAB Frontal Assessment Battery

FAC Functional Ambulation Classification

FEDSS Fiberoptic Endoscopic Dysphagia Severity Scale

FFI Foot Function Index

FOIS Functional Oral Intake Scale

FVST Forward Visual Span Test

HAMA Hamilton Anxiety Scale

HAMD Hamilton Depression Scale

HDRS Hamilton Depression Rating Scale

HPTH Heat Pain Threshold

HPT₀ Heat Pain Tolerance

HTap Hand Tapping Test

JHFP Jebsen and Taylor Hand Function Test

K-MBI Korean Modified Barthel Index

LBT Line Bisection Test

LI Laterality Index

MARDS Montgomery-Åsberg Depression Rating Scale

MEG Modified Ashworth Scale

MEP Motor Evoked Potential

MMSE Mini-Mental State Examination

Neu: E-Learning bei der neurocare Academy
Die Kurse zur tDCS werden jetzt auch online angeboten. Die E-Learning-Kurse finden Sie im neurocare Academy Learning Management System „LMS“.

Die Kurse sind modular aufgebaut und beinhalten On-Demand-Videos und moderierte Sitzungen. Sie absolvieren die Kurse in Ihrem eigenen Tempo und sind zusätzlich mit dem Kursleiter in Kontakt.

Informationen, Beratung und Anmeldung:

neurocare group AG

E-Mail: academy@neurocaregroup.com

Telefon: +49 (3677) 68 979-0

www.neurocaregroup.com

MRC Medical Research Council

MSQOL-54 Multiple Sclerosis Quality of Life-54

MVPT Motor-free Visual Perception Test

NRS Numerical Rating Scale

OCDS Obsessive Compulsive Drinking Scale

PANSS Positive and Negative Syndrome Scale

PASAT 2 Paced Auditory Serial Addition Task 2

PASAT 3 Paced Auditory Serial Addition Task 3

PASS-20 Pain Anxiety Symptoms Scale-20

PCQ Partner Communication Questionnaire

PD-CRS Parkinson's Disease Cognitive Rating Scale

PDQ-39 Parkinson's Disease Questionnaire-39

rBANS Repeatable Battery for the Assessment of the Neuropsychological Status

RCT Randomized controlled trial

SCT Star Cancellation Test

SDM Symbol Digit Modality Test

SF-MPQ Short-form McGill Pain Questionnaire

SICI Short-Interval Intracortical Inhibition

SS-QOL Stroke-specific Quality of Life

TEA Test for the Examination of Attention

TMT-B Trail Making Test -Part B

TUG Timed Up and Go Test

UEFM Upper Extremity Fugl-Meyer

ULFM Upper Limb Fugl-Meyer

UL-MT Upper Limb Motor Task

UPDRS Unified Parkinson's Disease Rating Scale

VAS Visual Analog Scale

VeLT-R Verbal Learning Test-delayed Recall

WCST Wisconsin Card Sorting Test

WHOQOL Quality of Life of the World Health Organization

WMF Wolf Motor Function Test

9HPT Nine Hole Peg Test

Kontakt und Information:

neurocare group AG

info@neurocaregroup.com

Tel: +49 (3677) 68 979-0

www.neurocaregroup.com