

# Deutsche Gesellschaft für Elektrostimulation und Elektrotherapie e.V.



GESET Dr. A. Conrad, Kieler Str. 92, D-24247 Mielkendorf

An die  
Mitglieder der GESET

Vorsitzender: Dr. med. Andreas Conrad  
Bundesgeschäftsstelle:  
c/o Physiotherapie Sonja Soeder  
am Deutschen Beckenbodenzentrum (DBBZ)  
Josefshaus  
St. Hedwig-Krankenhaus  
Große Hamburger Straße 5-11  
D-10115 Berlin

Telefon: (030) 326 79 151  
Facsimile: (030) 326 79 152  
Web-site: [www.geset.de](http://www.geset.de)  
e-mail: [conrad-mielkendorf@t-online.de](mailto:conrad-mielkendorf@t-online.de)

Deutsche Apotheker- und Ärztebank  
IBAN: DE67 3006 0601 0004 2858 67

**Mielkendorf, 15.06.2021**  
Dr. Co

## **Betr.: Newsletter II / 2021**

Sehr geehrte Mitglieder der GESET,

wir freuen uns, Ihnen den zweiten Newsletter in diesem Jahr mit Informationen aus dem Bereich der Elektrotherapie präsentieren zu können<sup>1</sup>, diesmal mit einem Beitrag von M. A. Nitsche, einem ausgewiesenen Experten im Bereich der transkraniellen Gleichstromstimulation (tDCS), der einen Überblick über die neuro-elektrophysiologischen Grundlagen und die Erkenntnisse und therapeutischen Fortschritte der letzten Jahre bietet. Th. Mokrusch (u. a. Vorstandsmitglied der GESET) steuert diesmal einen in der letzten Ausgabe der Neurologie & Rehabilitation bereits veröffentlichten Kommentar zu einer aktuell erschienenen Studie zur Untersuchung des Ausmaßes der Neuroplastizität nach Schlaganfall durch c-TBS bei. Wir wünschen Ihnen bei der Lektüre viel Spaß mit für Sie möglicherweise auch neuen Perspektiven.

Vorstand

Dr. med. A. Conrad F.P. Bossert MAS Prof. Dr. med. T. Mokrusch D. Seiler S. Soeder  
Sitz der Gesellschaft Lingen, g. e.V. Amtsgericht Lingen, VR 100454 beim AG Osnabrück

Wie schon in unserem letzten Newsletter erwähnt, werden wir im September 2021 darüber entscheiden, wann und in welcher Form unsere nächste Mitgliederversammlung in diesem Jahr stattfinden wird, so dass wir Sie darüber auch in unserem nächsten Newsletter informieren werden.

Mit freundlichem Gruß

Für den Vorstand der GESET:

Dr. Andreas Conrad,  
Vorsitzender der GESET

Frank P. Bossert MAS  
2.Vorsitzender der GESET

### **Transkranielle Gleichstromstimulation für Behandlung von Erkrankungen des zentralen Nervensystems**

Michael A. Nitsche

Abteilung Psychologie und Neurowissenschaften, Leibniz-Institut für  
Arbeitsforschung an der TU Dortmund  
Abteilung Neurologie, Universitätsklinikum Bergmannsheil, Bochum

Nicht-invasive Hirnstimulation wird in den vergangenen Jahren zunehmend zur Behandlung von Erkrankungen des zentralen Nervensystems eingesetzt. Zu den meistverwendeten Verfahren gehören die repetitive transkranielle Magnetstimulation (rTMS) und die transkranielle Gleichstromstimulation (tDCS). Gemeinsamer therapeutisch wirksamer Funktionsmechanismus ist die Erzeugung langanhaltender Veränderungen kortikaler Erregbarkeit oder auch Neuroplastizität. Neuroplastizität ist ein wesentlicher Mechanismus der dynamischen Adaptation des Gehirns an veränderte Umweltbedingungen, und der Restitution nach Hirnschädigungen. Sie umfasst sowohl Veränderungen der Stärke synaptischer Verbindungen zwischen Nervenzellen, als auch den Aufbau neuer struktureller Verbindungen, und ist ein wesentliches Korrelat von Lernen und Gedächtnisbildung. Die grundlegende Relevanz der Neuroplastizität für Erleben und Verhalten erklärt, warum Effekte der nicht-invasiven Hirnstimulation hinsichtlich sehr unterschiedlicher neurologischer und psychiatrischer Erkrankungen beobachtet werden können.

Vorstand

Dr. med. A. Conrad F.P. Bossert MAS Prof. Dr. med. T. Mokrusch D. Seiler S. Soeder  
Sitz der Gesellschaft Lingen, g. e.V. Amtsgericht Lingen, VR 100454 beim AG Osnabrück

Bei der transkraniellen Gleichstromstimulation (tDCS) wird eine schwache Stromintensität (gewöhnlich 1-3 mA) über relativ große Elektroden, die auf der Kopfhaut angebracht sind, appliziert. Diese Stromintensität ist gut verträglich, und nicht schmerzhaft. Die im Gehirn induzierten elektrischen Felder sind zu gering ausgeprägt, um Aktionspotentiale auszulösen, hyper- oder depolarisieren aber neuronale Ruhemembranpotentiale entsprechend ihrer Ausrichtung, und modulieren damit neuronale Erregbarkeit. So führt tDCS mit der Anode über dem motorischen Kortex zu einer Erregbarkeitserhöhung in diesem Areal, während kathodale Stimulation zu einer Erregbarkeitsverminderung führt. Diese Effekte sind unmittelbar während der Stimulation zu beobachten. Stimulation über mehrere Minuten führt zu gleichgerichteten neuroplastischen Nacheffekten, die für eine Stunde oder länger nach Ende der Intervention anhalten. Neuere Studien zeigen, dass es sich hier um Plastizität glutamaterger Synapsen handelt, und dass eine stimulationspolaritätsunabhängige Reduktion GABAerger Aktivität die Ausbildung dieser Plastizität unterstützt (Nitsche et al. 2008, Stagg et al. 2018). Neben diesen regionalen Effekten auf kortikale Zielareale wirkt sich tDCS auch auf Netzwerkaktivitäten aus. Wie funktionelle bildgebende Verfahren zeigen konnten, erhöht beispielsweise anodale tDCS über dem motorischen Kortex funktionelle Konnektivität des motorischen Netzwerkes, dass neben dem primärmotorischen Kortex auch prämotorische und posteriore parietale sowie subkortikale Areale wie die Basalganglien umfaßt (Polania et al. 2011, 2012).

Diese physiologischen Effekte der tDCS sind die Grundlage für ihre Auswirkungen auf psychologische und Verhaltensprozesse. Die Durchführung von Aufgaben geht mit der Aktivierung spezifischer Areale und Netzwerke einher, die durch tDCS modifiziert werden kann. Darüber hinaus sind Lernen und Gedächtnisbildung eng mit Neuroplastizität assoziiert, die ebenfalls durch tDCS induziert wird. Es konnte beispielsweise gezeigt werden, dass tDCS über präfrontalen Arealen exekutive Funktionen wie Aufmerksamkeit und Arbeitsgedächtnisleistungen verbessern kann. Darüber hinaus können mit anodaler tDCS, die langzeitpotenzierungsverstärkende Effekte hat, die wesentlich für Lernen und Gedächtnisbildung sind, diese Prozesse verbessert werden. Hinsichtlich motorischen Lernens zeigten sich nicht nur akute Auswirkungen auf den Lernerfolg, sondern die entsprechenden Effekte waren für mindestens 3 Monate nach der Intervention stabil (Nitsche et al. 2003, Reis et al. 2009). Wesentlich scheint hierbei zu sein, dass tDCS synchron mit entsprechenden Aufgaben appliziert wird, da diese Interventionen dann synergistische Effekte hinsichtlich der entstehenden Plastizität haben. Als neuromodulatorisches Verfahren sind die Auswirkungen der tDCS abhängig vom Status der Aktivität der stimulierten Hirnareale, von der Art der absolvierten Aufgabe, und von weiteren Faktoren, so dass eine gewisse interindividuelle Variabilität der Effekte dieser Intervention zu erwarten ist.

Auf der Grundlage dieser physiologischen, psychologischen und behavioralen Auswirkungen wurde in den vergangenen Jahren eine Reihe von Studien durchgeführt, die den Einsatz des Verfahrens zur Therapie neurologischer und psychiatrischer Erkrankungen einschließlich der Rehabilitation untersuchten. Konzeptuell sind hier der Einsatz der tDCS zur Beeinflussung abnormer Über- oder Unteraktivität spezifischer kortikaler Zielareale, oder aber die Beeinflussung kortikaler Plastizität in der Neurorehabilitation im Sinne der Verstärkung aufgabenabhängiger Plastizität

Vorstand

Dr. med. A. Conrad F.P. Bossert MAS Prof. Dr. med. T. Mokrusch D. Seiler S. Soeder  
Sitz der Gesellschaft Lingen, g. e.V. Amtsgericht Lingen, VR 100454 beim AG Osnabrück

vielversprechend. Die Mehrzahl der durchgeführten Untersuchungen umfaßt Pilotstudien mit relativ kleinen Patientenpopulationen, die die grundsätzliche Wirksamkeit des Verfahrens untersuchten, aber nicht das Ziel verfolgten, optimierte Protokolle für den klinischen Einsatz zu etablieren (LeFaucheur et al. 2017). Hinsichtlich des Einsatzes zur Kompensation pathologischer Veränderungen kortikaler Erregbarkeit und Aktivität zeigten sich beispielsweise positive Effekte anodaler links präfrontaler und kathodaler rechts präfrontaler tDCS bei Depressionen. Von diesem Stimulationsprotokoll wird angenommen, dass es ein bei Depressionen vorhandenes Aktivierungsungleichgewicht zuungunsten des linken präfrontalen Kortex kompensiert. Präfrontale Stimulation scheint ebenfalls einen positiven Effekt hinsichtlich kognitiver Defizite bei einer Vielzahl von Syndromen, einschließlich Fatigue-Symptomen zu haben. Anodale Stimulation über dem motorischen Kortex vermindert dagegen Schmerzsymptome, vermutlich über einen Netzwerkeffekt, der somatosensorische thalamische Areale in ihrer Aktivität reduziert. Therapeutische Effekte der tDCS sind allerdings nicht auf erregbarkeitserhöhende anodale tDCS beschränkt. Kathodale erregbarkeitsvermindernde tDCS über dem temporo-parietalen Kortex zeigte positive Auswirkungen bei Patienten mit chronischen akustischen Halluzinationen, bei denen dieses Areal überaktiv ist, und eine Verminderung epileptischer Anfallsaktivität bei Stimulation über entsprechenden Zielarealen. Aufgrund der neuroplastischen Effekte der Stimulation halten diese Effekte häufig deutlich über die Zeitdauer der tDCS selbst an. Ein weiteres Einsatzgebiet der tDCS ist ihr kombinierter Einsatz in der Neurorehabilitation mit Übungsverfahren. Erste Studien zu dieser Thematik wurden bereits 2005 durchgeführt, und konnten zeigen, dass bei Patienten in der chronischen Phase nach Schlaganfall eine Verbesserung feinmotorischer Fertigkeiten zu erzielen war, wenn die Stimulation mit der Anode über dem läsierten primärmotorischen Kortex oder mit der Kathode über dem kontraläsionellen motorischen Kortex durchgeführt wurde. Das Rationale für diese Stimulation ist eine Re-Balancierung bilateraler motorkortikaler Aktivität, wie sie auch durch die Constraint-induced Movement Therapie angestrebt wird. Nachfolgende Studien zeigten, dass Stimulation in Kombination mit einem motorischen Übungsprogramm über mehrere Tage zu über mehrere Monate stabilen Effekten führen kann (Allman et al. 2016). Hinsichtlich der optimalen Elektrodenposition weisen neuere Ergebnisse darauf hin, dass Stimulation über dem prämotorischen Kortex möglicherweise größere Effekte erzielen kann, was dadurch begründet wird, dass dieses Areal von vaskulären Läsionen im Allgemeinen weniger betroffen ist als der primärmotorische Kortex (Andrade et al. 2017). Über die Rehabilitation motorischer Defizite der oberen Extremitäten hinaus legen erste Studienergebnisse auch eine Effektivität der Gleichstromstimulation für die Rehabilitation von Schluckstörungen und motorischer Defizite der unteren Extremitäten nahe. Darüber hinaus belegt eine Reihe von in den letzten Jahren veröffentlichten Studien auch therapeutische Effekte der tDCS hinsichtlich nicht-motorischer Funktionsstörungen nach Hirnläsionen, beispielsweise in der Therapie der Aphasie.

Zusammengefaßt zeigt nicht-invasive Hirnstimulation beim Menschen mit tDCS ermutigende Resultate in der Therapie neurologischer und psychiatrischer Erkrankungen, die auf eine Modulation kortikaler Erregbarkeit und Neuroplastizität zurückzuführen sind. Bei einzelnen Symptomen und Erkrankungen sind die

Vorstand

Dr. med. A. Conrad F.P. Bossert MAS Prof. Dr. med. T. Mokrusch D. Seiler S. Soeder  
Sitz der Gesellschaft Lingen, g. e.V. Amtsgericht Lingen, VR 100454 beim AG Osnabrück

Studienergebnisse ausreichend, um eine Anwendung in der Klinik zu rechtfertigen, auch weil sich dieses Verfahren unter Einsatz gut eingeführter Protokolle bisher als sicher und nebenwirkungsarm herausgestellt hat (Bikson et al. 2016). Weitere Studien an größeren Probanden- und Patientengruppen sind erforderlich, um die Effektivität des Verfahrens durch Optimierung der Interventionsprotokolle hinsichtlich Stimulationsstärken, -dauern, Repetitionsintervallen, Personalisierung der Interventionen, sowie Kombination mit weiteren Interventionen zu erhöhen und abzusichern.

### **Literatur**

Allman C, Amadi U, Winkler AM, Wilkins L, Filippini N, Kischka U, Stagg CJ, Johansen-Berg H. [Ipsilesional anodal tDCS enhances the functional benefits of rehabilitation in patients after stroke.](#) Sci Transl Med. 2016 Mar 16;8(330):330re1. doi: 10.1126/scitranslmed.aad5651.

Andrade SM, Batista LM, Nogueira LL, de Oliveira EA, de Carvalho AG, Lima SS, Santana JR, de Lima EC, Fernández-Calvo B. [Constraint-Induced Movement Therapy Combined with Transcranial DirectCurrent Stimulation over Premotor Cortex Improves Motor Function in Severe Stroke: A Pilot Randomized Controlled Trial.](#) Rehabil Res Pract. 2017;2017:6842549. doi: 10.1155/2017/6842549.

Bikson M, Grossman P, Thomas C, Zannou AL, Jiang J, Adnan T, Mourdoukoutas AP, Kronberg G, Truong D, Boggio P, Brunoni AR, Charvet L, Fregni F, Fritsch B, Gillick B, Hamilton RH, Hampstead BM, Jankord R, Kirton A, Knotkova H, Liebetanz D, Liu A, Loo C, Nitsche MA, Reis J, Richardson JD, Rotenberg A, Turkeltaub PE, Woods AJ. [Safety of Transcranial Direct Current Stimulation: Evidence Based Update 2016.](#) Brain Stimul. 2016 Sep-Oct;9(5):641-661. doi: 10.1016/j.brs.2016.06.004.

Lefaucheur JP, Antal A, Ayache SS, Benninger DH, Brunelin J, Cogiamanian F, Cotelli M, De Ridder D, Ferrucci R, Langguth B, Marangolo P, Mylius V, Nitsche MA, Padberg F, Palm U, Poulet E, Priori A, Rossi S, Schecklmann M, Vanneste S, Ziemann U, Garcia-Larrea L, Paulus W. Evidence-based guidelines on the therapeutic use of transcranial directcurrent stimulation (tDCS). Clin Neurophysiol. 2017 Jan;128(1):56-92. doi: 10.1016/j.clinph.2016.10.087.

Nitsche MA, Cohen LG, Wassermann EM, Priori A, Lang N, Antal A, Paulus W, Hummel F, Boggio PS, Fregni F, Pascual-Leone A. Transcranial direct current stimulation: State of the art 2008. Brain Stimul. 2008 Jul;1(3):206-23. doi: 10.1016/j.brs.2008.06.004.

Nitsche MA, Schauenburg A, Lang N, Liebetanz D, Exner C, Paulus W, Tergau F. [Facilitation of implicit motor learning by weak transcranial direct current stimulation of the primary motor cortex in the human.](#) J Cogn Neurosci. 2003 May 15;15(4):619-26. doi: 10.1162/089892903321662994.

Vorstand

Dr. med. A. Conrad F.P. Bossert MAS Prof. Dr. med. T. Mokrusch D. Seiler S. Soeder  
Sitz der Gesellschaft Lingen, g. e.V. Amtsgericht Lingen, VR 100454 beim AG Osnabrück

Polanía R, Paulus W, Antal A, Nitsche MA. [Introducing graph theory to track for neuroplastic alterations in the resting human brain: a transcranial direct current stimulation study.](#) Neuroimage. 2011 Feb 1;54(3):2287-96. doi: 10.1016/j.neuroimage.2010.09.085.

Polanía R, Paulus W, Nitsche MA. [Modulating cortico-striatal and thalamo-cortical functional connectivity with transcranial direct current stimulation.](#) Hum Brain Mapp. 2012 Oct;33(10):2499-508. doi: 10.1002/hbm.21380.

Reis J, Schambra HM, Cohen LG, Buch ER, Fritsch B, Zarahn E, Celnik PA, Krakauer JW. Noninvasive cortical stimulation enhances motor skill acquisition over multiple days through an effect on consolidation. Proc Natl Acad Sci U S A. 2009 Feb 3;106(5):1590-5. doi: 10.1073/pnas.0805413106.

Stagg CJ, Antal A, Nitsche MA. Physiology of Transcranial Direct Current Stimulation. J ECT. 2018 Sep;34(3):144-152. doi: 10.1097/YCT.0000000000000510.

## Studien im Focus – Kommentar zu:

Hordacre B, Austin D, Brown K, Graetz L, Pareés I, et al. **Evidence for a Window of Enhanced Plasticity in the Human Motor Cortex Following Ischemic Stroke.** Neurorehabil Neural Repair 2021; 35(4): 307–320.

Die Studie an 60 Patienten nach Schlaganfall in zwei getrennten Kohorten benutzte (nach Angabe der Autoren erstmalig) die cerebrale Theta-Burst-Stimulation (cTBS), um in Abständen von 1-52 Wochen postapoplektisch anhand der Messung der Amplitudenreduktion des MEP den Verlauf der synaptischen Plastizität zu untersuchen. Diese zeigte sich am deutlichsten kontraläsionell innerhalb der ersten 14 Tage nach dem Schlaganfall als Hinweis auf eine vorübergehend gesteigerte Plastizität in einem für den frühestmöglichen Beginn der rehabilitativen Therapie definierbarem Zeitraum.

### Kommentar<sup>1</sup>:

Das Zeitfenster mit erhöhter Plastizität nach Schlaganfall kann mit c-TBS möglicherweise zuverlässig eingegrenzt werden. Detaillierte Kenntnisse zu einem Zeitfenster des Therapiebeginns von Physiotherapie nach einem Schlaganfall sind für Effektivität und Outcome der Therapie von klinischer Bedeutung, Ansätze zu einer Beurteilung ergeben sich mit einer Theta-Burst-Stimulation (cTBS). Die Studie ist von großer Bedeutung für die Planung einer neurologischen Rehabilitation. Diese sollte frühzeitig einsetzen, am besten in dem Zeitfenster, wenn die Plastizität am größten ist. Ein solches Zeitfenster mit

<sup>1</sup> Prof. Dr. med. Thomas Mokrusch, Vorsitzender Bundesverband NeuroRehabilitation, Past-Präsident DGNR, MdV German Brain Council, mokrusch@mac.com

erhöhter Plastizität nach Schlaganfall wird zwar schon lange sowohl aufgrund präklinischer Untersuchungen als auch aufgrund bildgebender Verfahren und laborchemischer Untersuchungen angenommen bzw. statuiert, sofern sich aber jetzt die Untersuchungstechnik mit cTBS in Folgestudien als geeignet erweist, ein solches Zeitfenster genauer zu bestimmen, wäre dies eine große Hilfe für die Planung der neurologischen Rehabilitation. Auch wäre es eine Argumentationshilfe gegenüber Kostenträgern, wenn es um die rasche Genehmigung einer stationären Maßnahme geht. Des weiteren könnte das klinische Untersuchungs-Procedere dann auch auf andere Symptombereiche als den hier gewählten motorischen Bereich übertragen werden, z. B. neuropsychologische oder aphasilogische Syndrome. Die hier durchgeführte Studie beinhaltete nur leichter betroffene Patienten (Fugl-Meyer OE mit durchschnittlich 62 von 66 möglichen Punkten), was möglicherweise eine Erklärung dafür liefern könnte dass die betroffene, ipsiläsionale Hemisphäre nur indifferente elektrophysiologische Veränderungen zeigte. Auch dies sollte in kommenden Untersuchungen an schwerer betroffenen Patienten weiter verfolgt werden.

---

<sup>i</sup> Die Erkenntnisse in der Medizin unterliegen laufendem Wandel durch Forschung und klinische Erkenntnisse. Die Verantwortlichen haben große Sorgfalt darauf verwendet, dass die gemachten therapeutischen Angaben (insbesondere hinsichtlich Indikation, Dosierung und unerwünschter Wirkungen) dem derzeitigen Wissensstand entsprechen. Dies entbindet den Leser nicht von der Verpflichtung, ihre/ seine therapeutischen Entscheidungen in eigener Verantwortung zu treffen.

Dieser Newsletter enthält Informationen für medizinisches Fachpublikum Inhalte zum Thema Gesundheit ersetzen nicht den Rat oder die Behandlung eines Therapeuten, Arztes oder eines anderen Angehörigen der Heilberufe. Die Autoren und der Betreiber lehnen jede Verantwortung für Schäden oder Verletzungen ab, die direkt oder indirekt durch die Anwendung der in der Website dargestellten Übungen, Therapien und Behandlungsmethoden entstehen können. Es wird ausdrücklich bei Auftreten von Krankheitssymptomen und gesundheitlichen Beschwerden vor einer Selbstbehandlung auf der Grundlage der auf dieser Website dargestellten Inhalte ohne weitere ärztliche Konsultation gewarnt!

Die kostenlosen und frei zugänglichen Inhalte dieses Dokuments/ dieser Webseite wurden mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt. Der Anbieter dieses Dokuments/dieser Webseite übernimmt jedoch keine Gewähr für die Richtigkeit und Aktualität der bereitgestellten kostenlosen und frei zugänglichen journalistischen Ratgeber und Nachrichten. Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben die Meinung des jeweiligen Autors und nicht immer die Meinung des Anbieters wieder. Allein durch den Aufruf der kostenlosen und frei zugänglichen Inhalte kommt keinerlei Vertragsverhältnis zwischen dem Nutzer und dem Anbieter zustande, insoweit fehlt es am Rechtsbindungswillen des Anbieters.

Vorstand

Dr. med. A. Conrad F.P. Bossert MAS Prof. Dr. med. T. Mokrusch D. Seiler S. Soeder  
Sitz der Gesellschaft Lingen, g. e.V. Amtsgericht Lingen, VR 100454 beim AG Osnabrück