

# Estimulación Transcraneal de Corriente Directa

Joaquim Brasil-Neto

Departamento de Ciências Fisiológicas-UnB- Brasil

# La Estimulación Transcraneal de Corriente Directa

- Estimulación transcraneal de corriente directa es una técnica de estimulación cerebral no invasiva que se basa en cambiar el potencial de membrana en reposo neuronal para inducir cambios en la excitabilidad cortical.
- Dos electrodos se deben utilizar , ánodo y cátodo, que , dispuestos en diferentes montajes , crean un flujo de corriente eléctrica de baja intensidad que llega a una área específica de la corteza cerebral
- La modulación ocurre de acuerdo a la polaridad: la estimulación anódica induce la despolarización de la membrana neuronal , lo cual facilita el disparo neuronal , mientras que la estimulación catódica tiene el efecto opuesto debido a la hiperpolarización de la membrana neuronal.

transcranial magnetic ...

www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=transcranial+magnetic+stimulation

NCBI Resources How To

PubMed.gov  
US National Library of Medicine  
National Institutes of Health

PubMed transcranial magnetic stimulation

RSS Save search Advanced

Article types  
Clinical Trial  
Review  
Customize ...

Text availability  
Abstract  
Free full text  
Full text

PubMed Commons  
Reader comments

Publication dates  
5 years  
10 years  
Custom range...

Species  
Humans  
Other Animals

Clear all  
Show additional filters

Summary 20 per page Sorted by Recently Added Send to

Results: 1 to 20 of 11119

<< First < Prev Page 1 of 556 Next > Last >>

[Training voluntary motor suppression with real-time feedback of motor evoked potentials.](#)  
1. Majid DA, Lewis C, Aron AR.  
J Neurophysiol. 2015 Mar 4;jn.00992.2014. doi: 10.1152/jn.00992.2014. [Epub ahead of print]  
PMID: 25744889 [PubMed - as supplied by publisher]  
[Related citations](#)

[Repetitive transcranial magnetic stimulation over the left parietal cortex facilitates visual search for a letter among its mirror images.](#)  
2. Renata Mangano G, Oliveri M, Turriziani P, Smirni D, Zhaoping L, Cipolotti L.  
Neuropsychologia. 2015 Mar 2; pii: S0028-3932(15)00107-4. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2015.03.002. [Epub ahead of print]  
PMID: 25744867 [PubMed - as supplied by publisher]  
[Related citations](#)

[The Impact of Accelerated HF-rTMS on the Subgenual Anterior Cingulate Cortex in Refractory Unipolar Major Depression: Insights From <sup>18</sup>F-DG PET Brain Imaging.](#)  
3. Baeken C, Marinazzo D, Everaert H, Wu GR, Van Hove C, Audenaert K, Goethals I, De Vos F, Peremans K, De Raedt R.  
Brain Stimul. 2015 Feb 7; pii: S1935-861X(15)00879-7. doi: 10.1016/j.brs.2015.01.415. [Epub ahead of print]  
PMID: 25744500 [PubMed - as supplied by publisher]  
[Related citations](#)

[Motor evoked potential polyphasia: A novel endophenotype of idiopathic generalized epilepsies.](#)  
4. Chowdhury FA, Pawley AD, Ceronie B, Nashef L, Elwes RD, Richardson MP.  
Neurology. 2015 Mar 4; pii: 10.1212/WNL.0000000000001413. [Epub ahead of print]

transcranial direct curr... +

www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=transcranial+direct+current+stimulation

NCBI Resources How To

PubMed.gov  
US National Library of Medicine  
National Institutes of Health

PubMed transcranial direct current stimulation

RSS Save search Advanced

Article types  
Clinical Trial  
Review  
Customize ...

Text availability  
Abstract  
Free full text  
Full text

PubMed Commons  
Reader comments

Publication dates  
5 years  
10 years  
Custom range...

Species  
Humans  
Other Animals

[Clear all](#)

[Show additional filters](#)

Summary 20 per page Sorted by Recently Added Send to:

Results: 1 to 20 of 1595 << First < Prev Page 1 of 80 Next > Last >>

[Modulating cognition using transcranial direct current stimulation of the cerebellum.](#)

1. Pope PA.  
J Vis Exp. 2015 Feb 15;(96). doi: 10.3791/52302.  
PMID: 25741744 [PubMed - in process]  
[Related citations](#)

[Effects of anodal transcranial direct current stimulation on visually guided learning of grip force control.](#)

2. Minarik T, Sauseng P, Dunne L, Berger B, Sterr A.  
Biology (Basel). 2015 Mar 2;4(1):173-86. doi: 10.3390/biology4010173.  
PMID: 25738809 [PubMed] **Free Article**  
[Related citations](#)

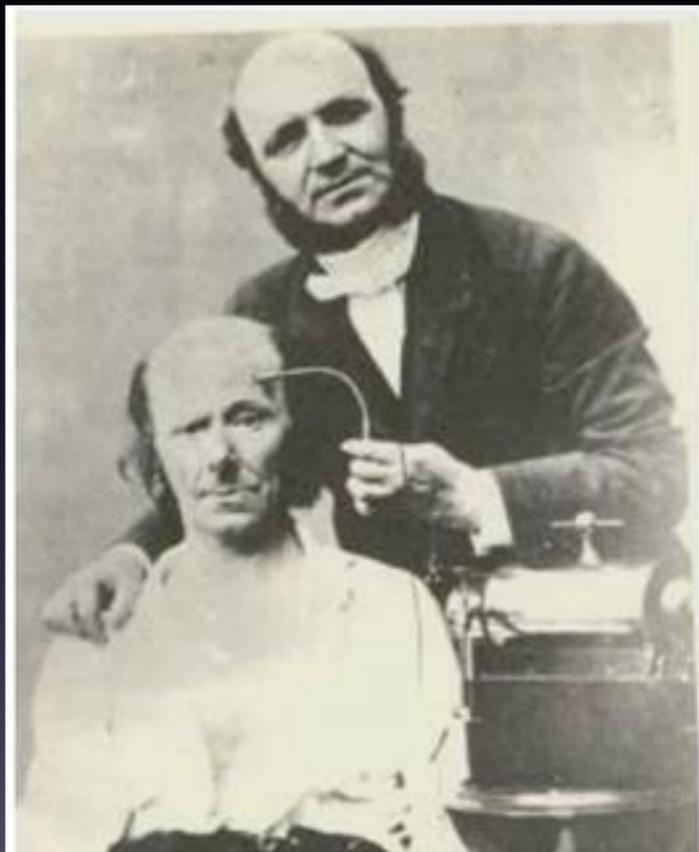
[How does anodal transcranial direct current stimulation of the pain neuromatrix affect brain excitability and pain perception? A randomised, double-blind, sham-control study.](#)

3. Vaseghi B, Zoghi M, Jaberzadeh S.  
PLoS One. 2015 Mar 4;10(3):e0118340. doi: 10.1371/journal.pone.0118340. eCollection 2015.  
PMID: 25738603 [PubMed - in process] **Free Article**  
[Related citations](#)

[Enhancement of Cortical Excitability and Lower Limb Motor Function in Patients With Stroke by Transcranial Direct Current Stimulation.](#)

4. Chang MC, Kim DY, Park DH.  
Brain Stimul. 2015 Jan 31. pii: S1935-861X(15)00875-X. doi: 10.1016/j.brs.2015.01.411. [Epub ahead of print]  
PMID: 25736569 [PubMed - as supplied by publisher]

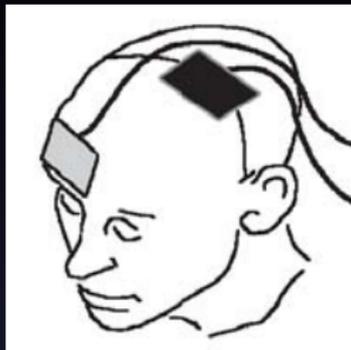
# Historia



# Los primeros estudios

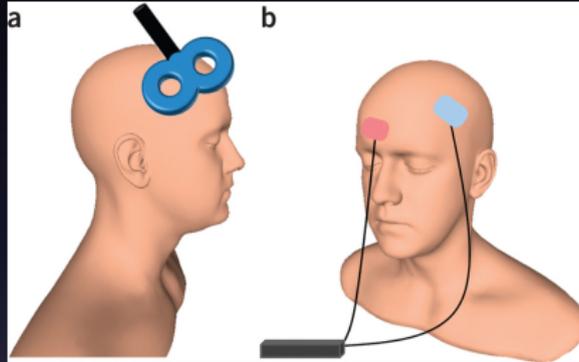
- En los EE.UU. , en 1871 , Beard y Rockwell publicaron su libro sobre los usos médicos de la electricidad;
- presentaron argumentos a favor del uso de la galvanización (el término para la estimulación CD en el momento ) para una variedad de indicaciones;
- A finales de la década de 1700 a principios de 1800, Giovanni Aldini ( sobrino de Galvani ) informó experimentos usando la galvanización para tratar la psicosis , depresión e incluso revivir a los muertos;
- Se piensa que este uso exagerado de la técnica puede haber sido la causa de dañar la reputación de la estimulación eléctrica para los próximos 100 años.

En la década de 1960 , los experimentos en animales utilizando débil estimulación CD en la corteza expuesta mostraron que la actividad neuronal pudo ser alterada de inmediato , y que estos cambios podrían durar varias horas . Estos estudios marcaron los verdaderos inicios de la estimulación transcraneal DC ( tDCS ) .



La mayoría de la investigación tDCS se ha hecho por Nitsche y sus colegas en la Universidad de Göttingen en Alemania. Otros autores incluyen : Fregni , Pascual -Leone y Boggio desde Beth -Israel Deaconess Medical School ( Universidad de Harvard ) , además de Antal , Kincses , Hoffman, Kruse .

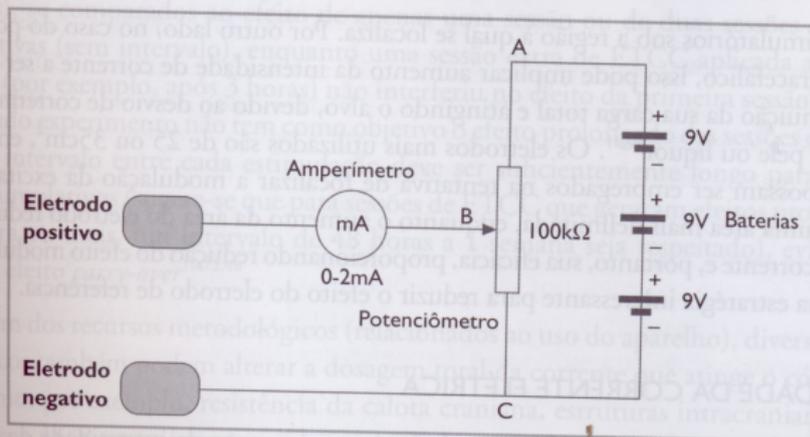
# Técnica



- a= TMS
- b=tDCS

# Circuito Básico

Fuente: Neuromodulação Terapêutica. Fregni, Boggio y Brunoni (eds). 2012



**FIGURA II-5** – Circuito básico de um aparelho de ETCC, que é basicamente formado por um gerador, um amperímetro, um potenciômetro e dois eletrodos (fonte: engenheiro Sérgio Américo Boggio).

# Técnica

- El electrodo estimulante del cerebro se denomina el electrodo activo , mientras que el electrodo inactivo - completador del circuito- se denomina el electrodo de referencia.
- En la mayoría de los estudios, la referencia ha sido colocada sobre la órbita contralateral (por encima del ojo izquierdo o derecho) para evitar los efectos negativos de la misma.

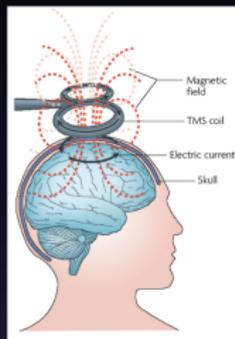
# Montaje

Algunos estudios recientes y , en particular, un estudio realizado por Nitsche , et al. , (2007) muestran que es mejor tener un pequeño electrodo de estimulación y uno grande de referencia. De esta manera , la densidad de corriente es alta bajo el electrodo de tratamiento y débil bajo el electrodo de referencia. Esta disposición permite que el electrodo de referencia sea colocado casi en cualquier parte sobre el cuero cabelludo sin que afecte a la función cerebral debajo de ella.

# Pre-requisitos

Es importante que el dispositivo tDCS sea corriente-controlado. Lo que esto significa es que el dispositivo ajusta la tensión de acuerdo con los cambios de resistencia para que la corriente no cambie nunca . Por ejemplo, si la resistencia de la piel es 10,000 ohmios , entonces se necesitan 10 voltios para "empujar " 1 ma a través del cuerpo. Si por alguna razón , la conexión se hace pobre y salta a 20.000 ohmios , entonces el dispositivo debe aumentar automáticamente el voltaje a 20 voltios con el fin de empujar la corriente de 1 mA a través del cuerpo.

# Mecanismo de Acción



En contraste con la TMS, la tDCS no produce directamente la descarga neuronal, pero altera el medio ambiente neuronal, aumentando o disminuyendo la probabilidad de disparo neuronal o las respuestas neuronales a los impulsos aferentes sinápticos.

# Dos Fases:

- Durante la administración de la corriente eléctrica los efectos son neuromoduladores;
- Después de la aplicación de tDCS los efectos son esencialmente plásticos.

# Los estudios en animales

- En 1950 , Goldring y O'Leary estudiaron los efectos de la polarización cortical superficial en conejos . La polarización cortical positiva resultó en el desarrollo de descargas paroxísticas. El efecto persistió durante 1 a 2 minutos.
- En 1956 , Terzuolo y Bullock investigaron los efectos de la aplicación de corriente eléctrica en la activación espontánea de las neuronas en crustáceos. Ellos encontraron que la corriente anódica aumentava la activación espontánea mientras que la corriente catódica tenía el efecto opuesto.
- En 1964 , Purpura y McMurtry encontraron que el disparo espontáneo de las neuronas del tracto piramidal aumentó después de la estimulación anódica y disminuyó después de la estimulación catódica en gatos.

# Estudios en Humanos

## Estudio Farmacológico:



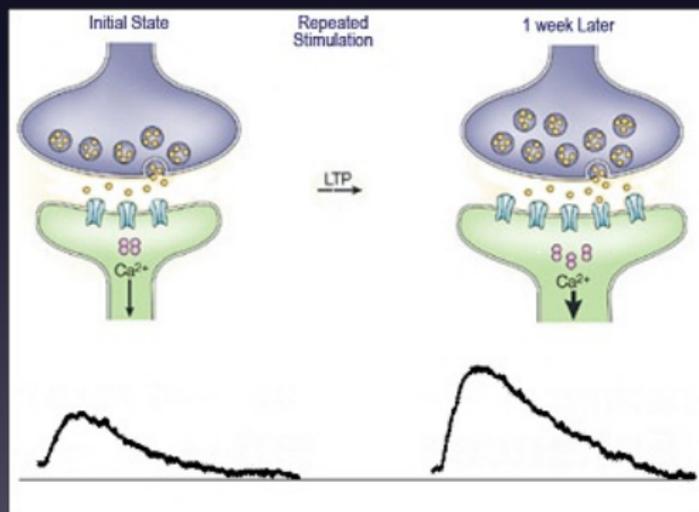
- Nitsche et al. (2003): Carbamazepina (bloqueador de sodio) elimina selectivamente la mejora de la excitabilidad inducida por la estimulación anódica durante y después de tDCS. Flunarizina (bloqueador de calcio) resultó en cambios similares.
- El bloqueo de los receptores NMDA por dextrometorfano no alteró los cambios de excitabilidad generados por la estimulación eléctrica durante una breve estimulación, pero impidió la inducción de los efectos de larga duración.

# Conclusión de Nitsche

Estos resultados sugieren que, al igual que en otros animales, los cambios de la excitabilidad cortical inducida durante tDCS en los seres humanos dependen también de la polarización de la membrana, modulando así la conductancia de los canales de sodio y calcio. Además, sugieren que los efectos de larga duración pueden ser receptor NMDA -dependientes.

# Potenciación a Largo Plazo

La potenciación a largo plazo –long term potentiation (LTP)– se define como un aumento duradero en la comunicación sináptica entre dos neuronas como consecuencia de una estimulación eléctrica de alta frecuencia. Este ajuste en la eficacia sináptica es el proceso fisiológico que sustenta el aprendizaje y la memoria



# Otros Mecanismos

Otros estudios sugieren que la tDCS puede alterar la forma de las proteínas transmembrana debido a la exposición al campo eléctrico (Ardolino et al. 2005).

# Los parámetros de estimulación

Aunque algunos estudios han demostrado que el aumento de la intensidad podría conducir a resultados más sólidos, los efectos adversos también pueden ocurrir con más frecuencia, y las redes neuronales profundas podrían ser estimuladas. La intensidad de corriente máxima utilizada es generalmente de 2 mA.

# Tiempo de estimulación

- En lugar de aumentar la intensidad de corriente , se podría aumentar la duración de cada sesión. Existe una relación directa entre el tiempo de estimulación y la duración de los efectos de post- estimulación.
- Los experimentos con animales han demostrado que 5-30 minutos de estimulación producen aumento de la excitabilidad cortical durante horas.
- En los seres humanos, 13 minutos de tDCS han dado como resultado 150 % de aumento de la excitabilidad con duración de hasta 90 minutos después de la estimulación.

# Número de sesiones

Sesiones tDCS sucesivas podrían tener un efecto acumulativo, con mayores y más duraderos efectos en el comportamiento. Sin embargo, el número mínimo y/o máximo de sesiones aún no se ha establecido.

# Intervalo entre sesiones

Estudios recientes han demostrado que cuando se aplica una sesión de estimulación extra dentro de 1 hora después de la primera sesión, los efectos duran más tiempo (120 minutos), en comparación con el efecto de una sola sesión o de 2 sesiones consecutivas (sin intervalo). Una segunda sesión realizada después de 1 hora no interfirió en los resultados de la primera sesión. Sin embargo, si se quiere evitar efectos de arrastre, un intervalo de 48 horas a una semana es mejor.

# Seguridad

tDCS se ha utilizado en muchos estudios clínicos durante la última década y hasta ahora ningún efecto adverso grave ha sido reportado. En estudios con animales, las corrientes con una intensidad por debajo de  $25 \text{ mA} / \text{cm}^2$  no indujeron lesiones de los tejidos cerebrales, incluso cuando se aplica durante varias horas.

All Content



Search

[Advanced Search](#)

[< Previous Article](#)

[July 2012](#) Volume 5, Issue 3, Pages 196–200

[Next Article >](#)

## Lack of clinically detectable acute changes on autonomic or thermoregulatory functions in healthy subjects after transcranial direct current stimulation (tDCS)

[Ronney Jorge S. Raimundo](#), [Carlos E. Uribe](#), [Joaquim P. Brasil-Neto](#)  

Received: December 2, 2010; Received in revised form: March 29, 2011; Accepted: March 30, 2011; Published Online: April 27, 2011

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.brs.2011.03.009>

 [Article Info](#)

# Efectos adversos

Sintomas	Ativo	Placebo
Picazón (rasquiña)	46 (39,3%)	27 (32,9%)
Hormigueo	26 (22,2%)	15 (18,3%)
Dolor de cabeza	17 (14,8%)	13 (16,2%)
Ardor	10 (8,7%)	8 (10%)
Malestar	12 (10,4%)	11 (13,4%)
Total (estudios)	117	82

Table: Fuente: Fregni, Boggio y Brunoni, 2012

# Gracias!

