# Estimulação Magnética Transcraneana na Disfagia

Filipe Carvalho

Rovisco Pais
Centro de Medicina de Reabilitação da Região Centro

HOSPITAL BEATRIZ ÂNGELO

# Estimulação cerebral não invasiva

- **TES - estimulação eléctrica transcraneana**
- TMS - estimulação magnética transcraneana

Transmissão do fluxo elétrico pela superfície cutânea
Desconforto local
Contração muscular associada
Estimulo difuso

# Estimulação cerebral não invasiva

- TES - estimulação eléctrica transcraneana
- **TMS - estimulação magnética transcraneana**

Indução não invasiva e focal de uma corrente elétrica nas regiões corticais, **modulando a sua atividade**

Tesla (Unidade de indução magnética): ≤2.2

Profundidade do campo magnético **até cerca de 6/7cm**

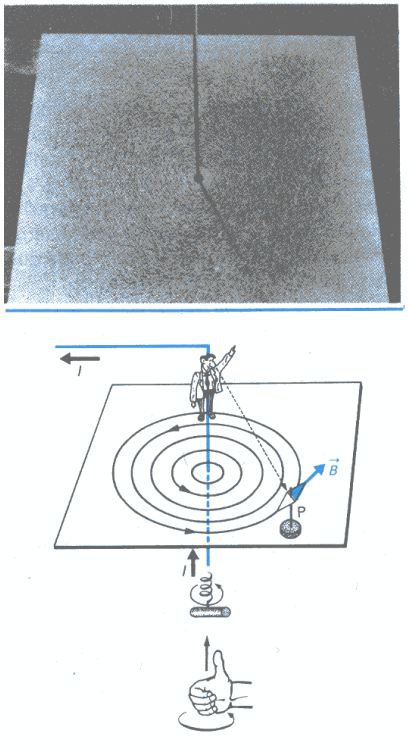
# Magnetismo

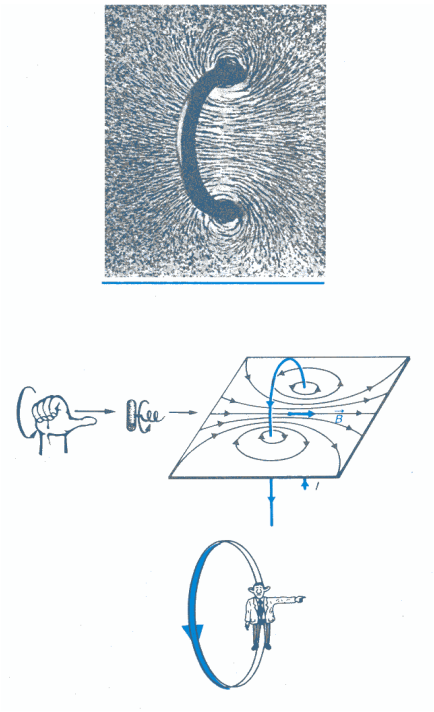
- 625/545AC, Thales de Miletus, filósofo grego, tentou justificar fenómenos anormais de um modo que poderia ser uma primeira discussão sobre magnetismo

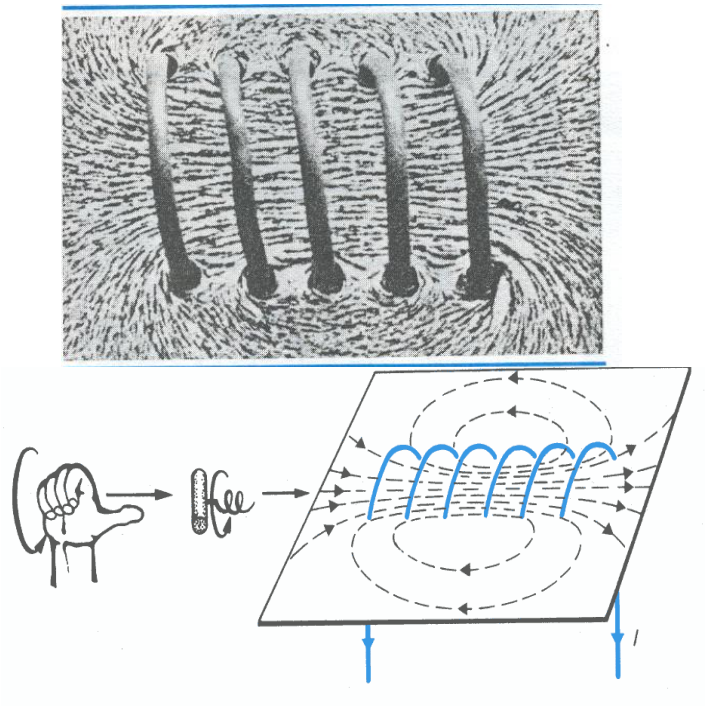
- 1031/1095DC, Shen Kuo, escreveu sobre vantagem para a navegação do uso de uma *bússula*

- 1269, Peter Peregrinus, escreveu o primeiro ensaio sobre as propriedades dos magnetes

# Estimulação Magnética Transcraneana

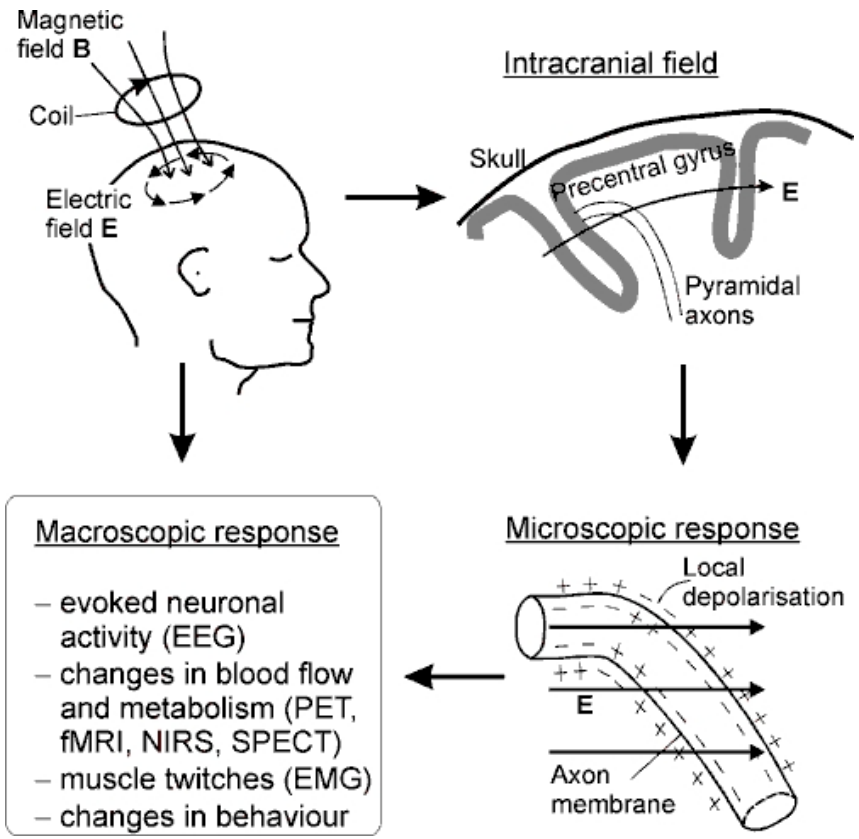



- 1819, **Hans Christian Oersted**, descobriu que a passagem de uma corrente pode influenciar a orientação de uma bússola
  - Michael Faraday, ralação entre um campo magnético e uma corrente elétrica
  - James Clerk Maxwell, trabalhos sobre eletromagnetismo (equações de Maxwell)

# Estimulação Magnética Transcraneana



# Estimulação Magnética Transcraneana

- 1989, introdução da rTMS para estimulação do cérebro humano de forma não invasiva

- 1995, demonstração de possíveis efeitos terapêuticos da rTMS na depressão

Clinical Neurophysiology 125 (2014) 2150–2206

Contents lists available at ScienceDirect

Clinical Neurophysiology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/clinph

Guidelines

# Evidence-based guidelines on the therapeutic use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS)

Jean-Pascal Lefaucheur [a,b,*], Nathalie André-Obadia [c,d], Andrea Antal [e], Samar S. Ayache [a,b], Chris Baeken [f,g], David H. Benninger [h], Roberto M. Cantello [i], Massimo Cincotta [j], Mamede de Carvalho [k], Dirk De Ridder [l,m], Hervé Devanne [n,o], Vincenzo Di Lazzaro [p], Saša R. Filipović [q], Friedhelm C. Hummel [r], Satu K. Jääskeläinen [s], Vasilios K. Kimiskidis [t], Giacomo Koch [u], Berthold Langguth [v], Thomas Nyffeler [w], Antonio Oliviero [x], Frank Padberg [y], Emmanuel Poulet [z,aa], Simone Rossi [ab], Paolo Maria Rossini [ac,ad], John C. Rothwell [ae], Carlos Schönfeldt-Lecuona [af], Hartwig R. Siebner [ag,ah], Christina W. Slotema [ai], Charlotte J. Stagg [aj], Josep Valls-Sole [ak], Ulf Ziemann [al], Walter Paulus [e,1], Luis Garcia-Larrea [d,am,1]

[a] Department of Physiology, Henri Mondor Hospital, Assistance Publique – Hôpitaux de Paris, Créteil, France
[b] EA 4391, Nerve Excitability and Therapeutic Team, Faculty of Medicine, Paris Est Créteil University, Créteil, France
[c] Neurophysiology and Epilepsy Unit, Pierre Wertheimer Neurological Hospital, Hospices Civils de Lyon, Bron, France
[d] Inserm U 1028, NeuroPain Team, Neuroscience Research Center of Lyon (CRNL), Lyon-1 University, Bron, France
[e] Department of Clinical Neurophysiology, Georg-August University, Göttingen, Germany
[f] Department of Psychiatry and Medical Psychology, Ghent Experimental Psychiatry (GHEP) Lab, Ghent University, Ghent, Belgium
[g] Department of Psychiatry, University Hospital (UZBrussel), Brussels, Belgium
[h] Neurology Service, Department of Clinical Neurosciences, Centre Hospitalier Universitaire Vaudois, Lausanne, Switzerland
[i] Department of Translational Medicine, Section of Neurology, University of Piemonte Orientale "A. Avogadro", Novara, Italy
[j] Unit of Neurology, Florence Health Authority, Firenze, Italy
[k] Institute of Physiology, Institute of Molecular Medicine, Faculty of Medicine, University of Lisbon, Portugal
[l] Brai²n, Tinnitus Research Initiative Clinic Antwerp, Belgium
[m] Department of Neurosurgery, University Hospital Antwerp, Belgium
[n] Department of Clinical Neurophysiology, Lille University Hospital, Lille, France
[o] ULCO, Lille-Nord de France University, Lille, France
[p] Department of Neurosciences, Institute of Neurology, Campus Bio-Medico University, Rome, Italy
[q] Department of Neurophysiology, Institute for Medical Research, University of Belgrade, Beograd, Serbia
[r] Brain Imaging and Neurostimulation (BINS) Laboratory, Department of Neurology, University Medical Center Hamburg-Eppendorf, Hamburg, Germany
[s] Department of Clinical Neurophysiology, Turku University Hospital, University of Turku, Turku, Finland
[t] Laboratory of Clinical Neurophysiology, AHEPA Hospital, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, Greece
[u] Non-Invasive Brain Stimulation Unit, Neurologia Clinica e Comportamentale, Fondazione Santa Lucia IRCCS, Rome, Italy
[v] Department of Psychiatry and Psychotherapy, University of Regensburg, Regensburg, Germany
[w] Perception and Eye Movement Laboratory, Department of Neurology, University Hospital, Inselspital, University of Bern, Bern, Switzerland
[x] FENNSI Group, Hospital Nacional de Parapléjicos, SESCAM, Toledo, Spain
[y] Department of Psychiatry and Psychotherapy, Ludwig Maximilian University, Munich, Germany
[z] Department of Emergency Psychiatry, CHU Lyon, Edouard Herriot Hospital, Hospices Civils de Lyon, Lyon, France

# Evidence-based guidelines on the therapeutic use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS)

- A (eficaz)
  - Analgésico, HF, córtex motor primário contralateral
  - Antidepressivo, HF, córtex esquerdo dorso-lateral prefrontal
- B (provavelmente eficaz)
  - Antidepressivo, LF, córtex direito dorso-lateral prefrontal
  - Motor, AVC crónico, LF, córtex M1 contralateral

- ? afasia não fluente, LF, hemisfério contralateral
- ? afasia não fluente, HF, hemisfério esquerdo
- C: heminegligência, LF, córtex parietal contralateral

# Evidence-based guidelines on the therapeutic use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS)

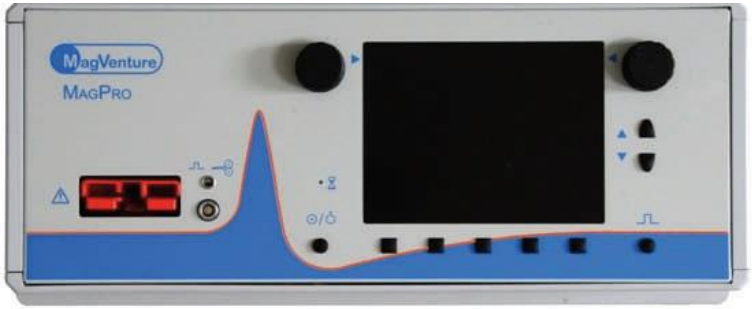
- Algumas outras áreas em estudo:
  - Dor neuropática
  - D. Parkinson
  - Distonia
  - Tremor
  - ELA
  - Esclerose múltipla
  - Epilepsia
  - D. Alzheimer
  - Acufenos
  - Depressão
  - Ansiedade
  - Esquizofrenia

# Estimulação Magnética Transcraneana

- Ambiente

# Estimulação Magnética Transcraneana

- Estimulador
- Braço de suporte
- Bobine
- Compressor
- Sham  noise



# Estimulação Magnética Transcraneana

- Bobine
  - Oito/butterfly
  - Circular

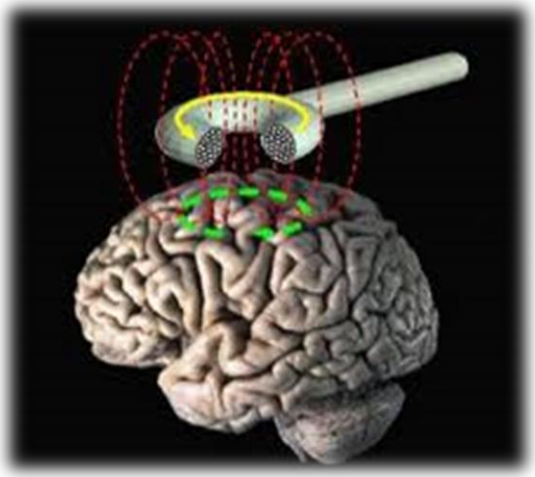
  (…)

# Estimulação Magnética Transcraneana

- Sham noise

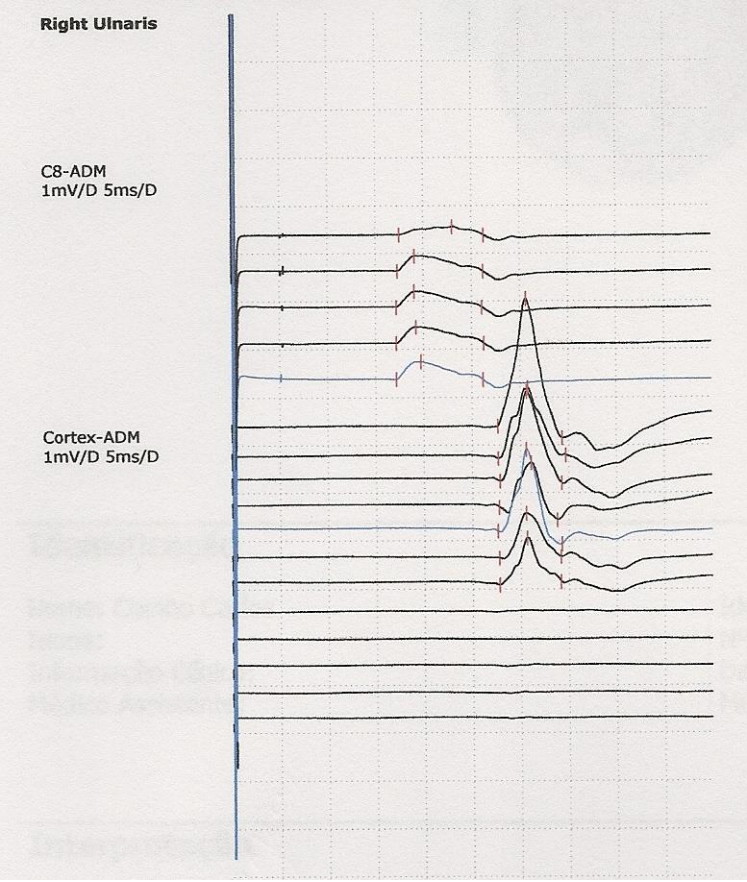
# Estimulação Magnética Transcraneana

- Parâmetros
  - Frequência
    - Baixa/inibição ≤ 1Hz
    - Alta/excitatória > 5Hz
  - Intensidade do estímulo
    - % limiar de excitabilidade
  - Intervalos entre estímulos
    - Contínuo x trens
  - Nº de sessões
  - Frequência das sessões
  - Local de estimulação

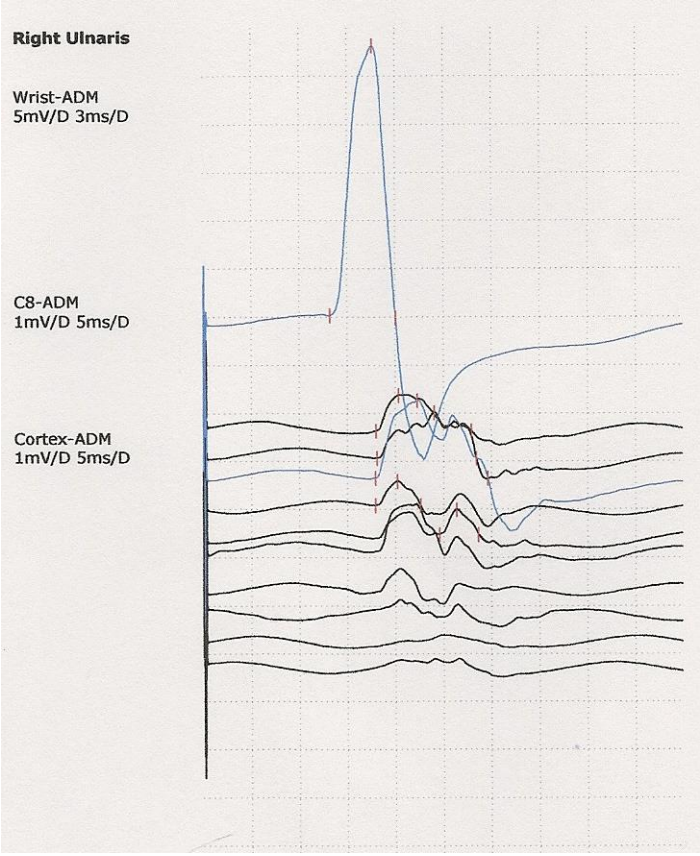


# Parâmetros Neurofisiológicos

- Tempo de condução central
- Limiar de excitabilidade
- PEM
  - Amplitude da resposta
  - Presença/ausência



# Limiar de Excitabilidade



# Limiar de Excitabilidade

- Intensidade mínima para produzir um pequeno MEP (>50 µV) em mais de metade dos estímulos
  - Em repouso ou
  - Com ligeira ativação

- Grande variabilidade entre indivíduos
  - Boa reprodutibilidade no mesmo indivíduo
  - Boa reprodutibilidade inter-hemisférica (<10%)

- É menor na mão do que no braço
    - Talvez pela maior densidade corticoneuronal
  - Aumentado no AVC
  - Diminuído na epilepsia

# Parâmetros Neurofisiológicos

**PEM**

- Forte correlação entre **PEM inicial**, **recuperação motora** e execução **AVD** (Barthel)

  [Rapisarda et al 1996]

- Ausência de PEM associada a **recuperação fraca**/risco aumentado de morte

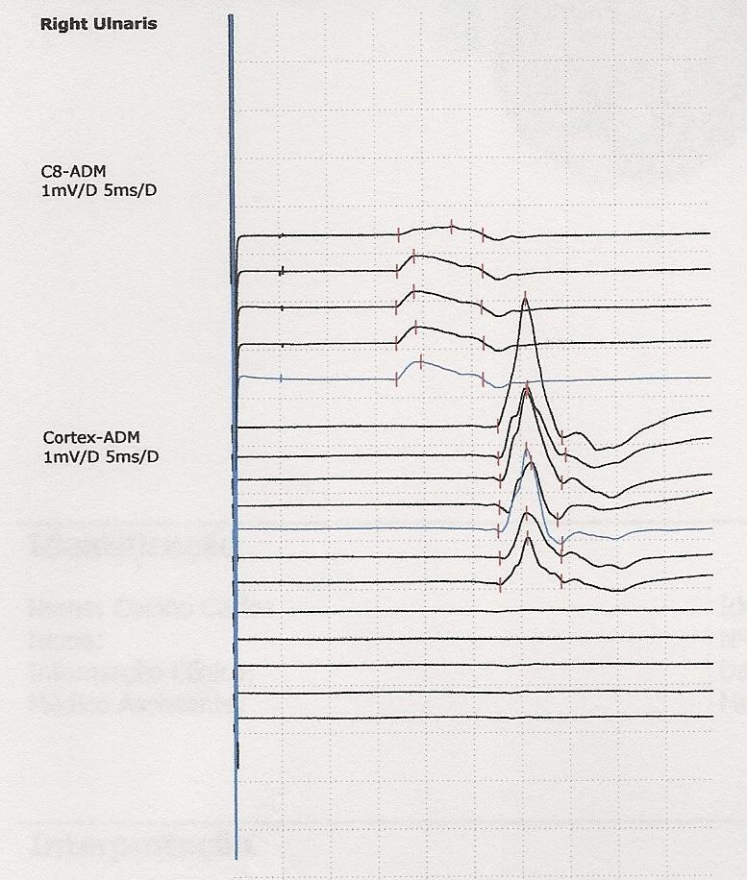
  [Heald et al 1993; Pennisi et al 1999]

- **Ausência** de PEM **não exclui** a possibilidade de boa recuperação

  [Escudero et al 1998]

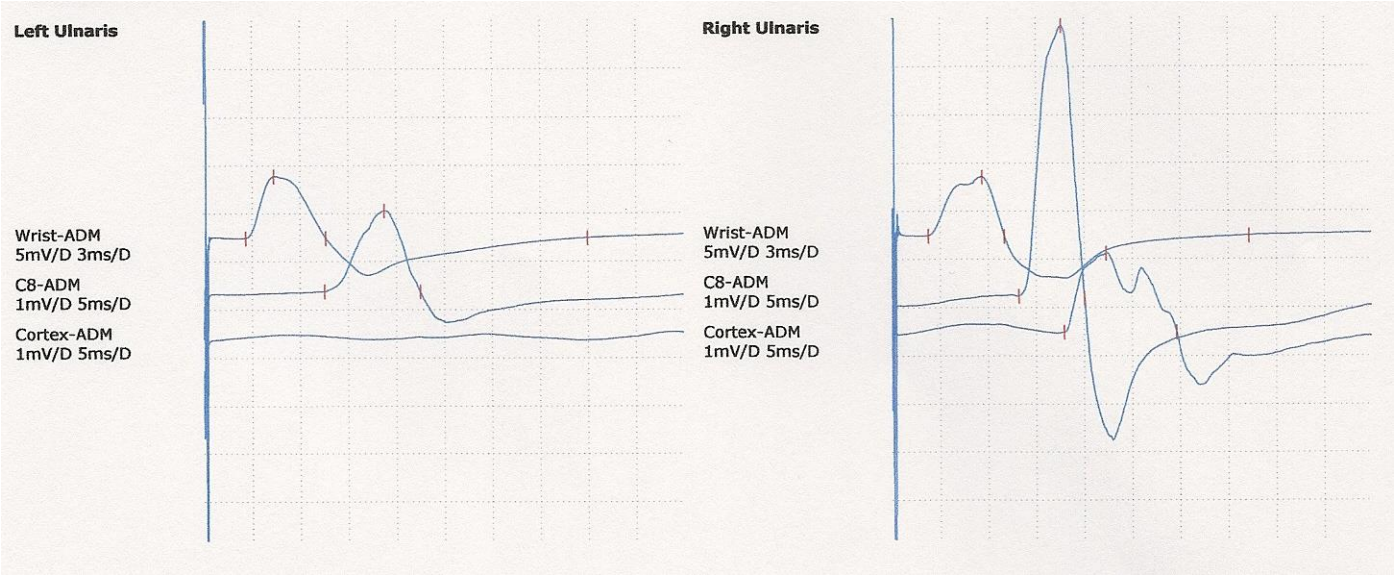
- Concluíram **falta de valor prognóstico**

  [Rijckevorsel et al 1993; Zgur et al 1993]



# Tempo de Condução Central

- Diferença na latência entre o estímulo cortical e o estímulo cervical/lombar




- **CCT normal** ou atrasado

  Elevada probabilidade de sobrevivência e boa recuperação funcional

[Heald et al 1993]

# Estimulação Magnética Transcraneana

- O cérebro tem uma grande capacidade para responder às necessidades funcionais

- É possível induzir plasticidade e recuperação funcional
  - rTMS corrige as alterações de excitabilidade inter-hemisférica

[Khedr ,al 2010]

  - rTMS atua diretamente na região cortical subjacente ou através das conexões com outras estruturas

[Oliveri et al 2000, Brighina F et al 2003, Khedr et al 2010]

# Estimulação Magnética Transcraneana

- **Todas as áreas cerebrais** podem ser potencialmente moduladas (estimuladas/inibidas)

[Zimerman et al 2010

- Cada indivíduo tem um **resultado modulatório diferente** na excitabilidade para diferentes frequências de estimulação

[Maeda et al 2002]

# Estimulação Magnética Transcraneana

- A “janela” terapêutica pode estender-se **anos após o AVC**

  [Fregni et al 2006]

- Deve fazer parte do **conjunto de técnicas** terapêuticas

- Os **efeitos são cumulativos**

  - Aplicação de **várias sessões**

# Estimulação Magnética Transcraneana

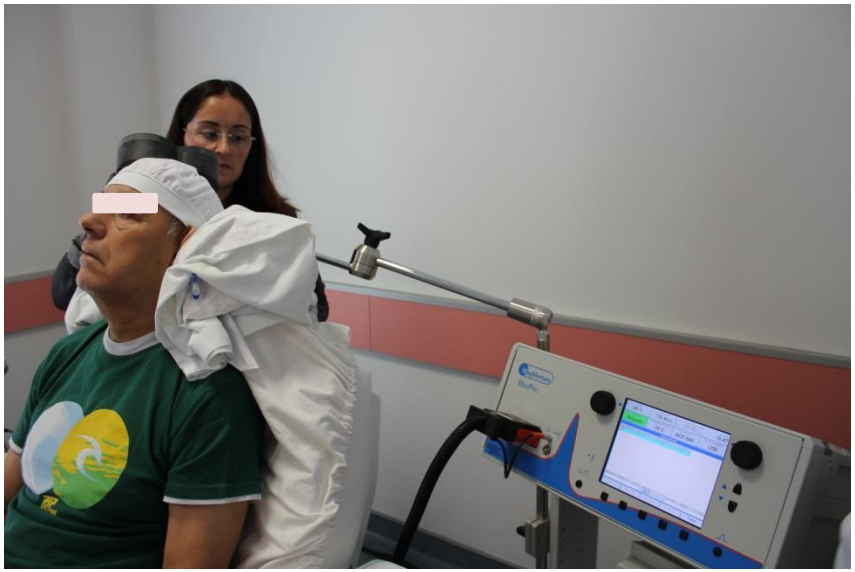
- rTMS:
  - Aumento da sinaptógenese
  - Crescimento de dendrites
  - Modificação de neuromediadores
    - Aumento da Dopamina, nos nucleos da base
    - Aumento da Opioides endógenos, pela subst cinzenta periaquedutal e nucleo *cingulato* anterior
    - Noradrenalina?

[Lefaucheur et al 2014]

# CMRRC: aplicações na lesão encefálica

- Afasia
- Cognição/inibição
- Disfagia
- Motor
- Depressão

- Dor
- Intestino neurogéneo



# CMRRC: aplicações na lesão encefálica

| | | Intensidade | Trens/Impulsos | Frequência | Nº Sessões |
|---|---|---|---|---|---|
| A | MOTOR [excitatório] | 80-90% LE FDI | 1/750 | 5Hz | 10 |
| C | MOTOR [inibitório] | 110-120% LE FDI | 1/150 | 1Hz | 10 |
| B | DISFAGIA | 120% LE FDI saudável | 10/30 | 3Hz | 5 |
| D | AFASIA | 90% LE FDI direito | 10/40 | 20Hz | 5 |
| E | AFASIA | 90% LE FDI esquerdo | 1/1200 | 1Hz | 5 |
| F | DEPRESSÃO (repete 3x, int 1 min) | 100% LE FDI direito | 3x15/10 | 10Hz | 10 |

**Notas**

Afasia: ponto de aplicação 6x1cm

Disfagia: HD 7x4cm (<>Cz) // HE 6,5x3cm (<> Cz), Khedr, EM et al, 2008

Rovisco Pais
Centro de Medicina de Reabilitação da Região Centro

# Estimulação Magnética Transcraneana

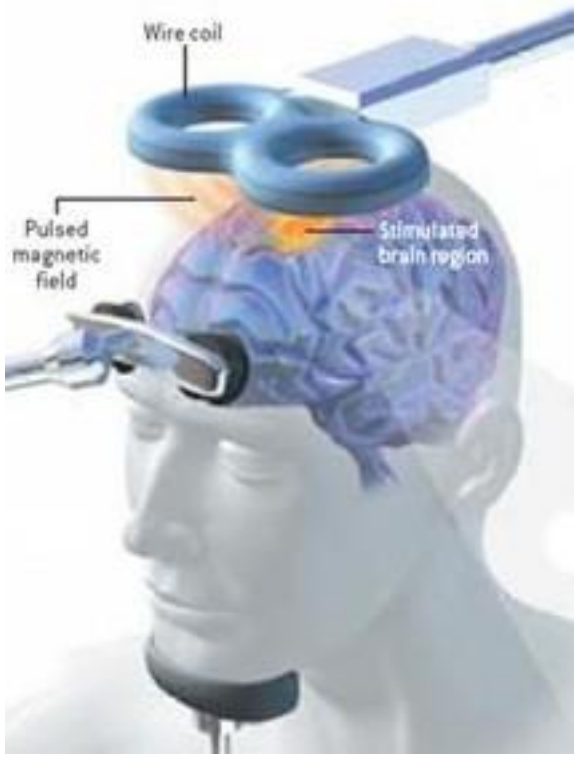
- TMS é uma técnica segura
- Na maioria dos estudos não foram reportados efeitos adversos significativos
  - Cefaleias ligeiras
  - Fadiga
  - Convulsões

    1.4% risco de desenvolver uma convulsão; nenhum caso de epilepsia

[Rossi et al 2009]

# Contra-indicações

- Antecedentes de epilepsia/convulsão
- Estado de consciência; doente comatoso/agitado
- Material ferromagnetico na cabeça, à exceção da boca
- Clips de aneurismas
- Instabilidade atlanto-axial
- PIC aumentada
- Febre
- Lesões da face ou olhos por fragmentos metálicos
- Pacemaker cardíaco, CDI; Doença cardiovascular grave
- Bombas infusoras fármacos
- Implantes estimulação craneana
- Patologia tumoral
- Aparelhos auditivos
- Gravidez



NCBI Resources How To Sign in to NCBI

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

PubMed | rTMS AND rehabilitation | Search

Create RSS Create alert Advanced Help

**Article types**
Clinical Trial
Review
Customize ...

**Text availability**
Abstract
Free full text
Full text

**PubMed Commons**
Reader comments
Trending articles

**Publication dates**
5 years
10 years
Custom range...

**Species**
Humans
Other Animals

Clear all

Show additional filters

Format: Summary Sort by: Most Recent Per page: 20 Send to

## Search results

**Items: 1 to 20 of 638**

<< First < Prev Page 1 of 32 Next > Last >>

1. [Clinical neurophysiological methods in diagnosis and treatment of cerebrovascular diseases].
Nagy I, Fabó D.
Ideggyogy Sz. 2018 Jan 30;71(1-02):7-14. doi: 10.18071/isz.71.0007. Review. Hungarian.
PMID: 29465895
Similar articles

2. Effects of combining high- and low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation on upper limb hemiparesis in the early phase of stroke.
Long H, Wang H, Zhao C, Duan Q, Feng F, Hui N, Mao L, Liu H, Mou X, Yuan H.
Restor Neurol Neurosci. 2018;36(1):21-30. doi: 10.3233/RNN-170733.
PMID: 29439359
Similar articles

3. N-of-1 Trial in Person with Pontine Stroke Receiving Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation to Improve Hand Function.
Frost KL, Carey JR, Broback TW, Carlson NL, Daggett CA, Dalbec MM, Mueller BA.
J Neuroimaging Psychiatry Neurol. 2017;2(2):36-42. Epub 2017 Oct 12.
PMID: 29435516
Similar articles

4. Low-Frequency Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation for Stroke-Induced Upper Limb Motor Deficit: A Meta-Analysis.

**Filters:** Manage Filters

**Sort by:**
Best match | Most recent

**Results by year**

Download CSV

**Titles with your search terms**

Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation (**rTMS**) for the cognitive **rehabilitati** [Trials. 2015]

Combining **rTMS** and Task-Oriented Training in the **Rehabilitation** of the [Stroke Res Treat. 2013]

Association between BDNF-196 G>A and BDNF-270 C>T po [NeuroRehabilitation. 2013]

See more...

**Find related data**

NCBI Resources How To Sign in to NCBI

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

PubMed | rTMS AND dysphagia | Search

Create RSS Create alert Advanced Help

**Article types**
Clinical Trial
Review
Customize ...

**Text availability**
Abstract
Free full text
Full text

**PubMed Commons**
Reader comments
Trending articles

**Publication dates**
5 years
10 years
Custom range...

**Species**
Humans
Other Animals

Clear all

Show additional filters

Format: Summary Sort by: Most Recent Per page: 50 Send to

## Search results

**Items: 32** Selected: 14

1. Vagus nerve magnetic modulation facilitates **dysphagia** recovery in patients with stroke involving the brainstem - A proof of concept study.
   Lin WS, Chou CL, Chang MH, Chung YM, Lin FG, Tsai PY.
   Brain Stimul. 2018 Mar - Apr;11(2):264-270. doi: 10.1016/j.brs.2017.10.021. Epub 2017 Nov 7.
   PMID: 29162502
   Similar articles

2. Swallowing Dysfunctions in Parkinson's Disease.
   Simons JA.
   Int Rev Neurobiol. 2017;134:1207-1238. doi: 10.1016/bs.irn.2017.05.026. Epub 2017 Jul 13.
   PMID: 28805570
   Similar articles

3. Neuronavigated high-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation for chronic post-stroke **dysphagia**: A randomized controlled study.
   Cheng IKY, Chan KMK, Wong CS, Li LSW, Chiu KMY, Cheung RTF, Yiu EML.
   J Rehabil Med. 2017 Jun 28;49(6):475-481. doi: 10.2340/16501977-2235.
   PMID: 28612077 Free Article
   Similar articles

4. Low-frequency **rTMS** of the unaffected hemisphere in stroke patients: A systematic review.
   Sebastianelli L, Versace V, Martignago S, Brigo F, Trinka E, Saltuari L, Nardone R.

**Filters:** Manage Filters

**Sort by:**
Best match | Most recent

**Find related data**
Database: Select
Find items

**Search details**
```
rTMS[All Fields] AND ("deglutition
disorders"[MeSH Terms] OR
("deglutition"[All Fields] AND
"disorders"[All Fields]) OR
"deglutition disorders"[All Fields]
```
Search See more...

**Recent Activity**
Turn Off Clear
rTMS AND dysphagia (32) PubMed

# Disfagia

- PEM do hemisfério cerebral pós-AVC apresentam
  - Maior tempo de latência
  - Menor amplitude

[Khedr et al. 2008 ]

- A área de representação cortical é menor no hemisfério lesado

[Khedr et al. 2008 ]

# Disfagia

- rTMS aplicada a 1Hz sobre o hemisfério não lesado, 20 min/dia, durante 5 dias, melhorou a disfagia orofaríngea pós-AVC
  - Melhoria da coordenação da deglutição - videofluoroscopia
  - Diminuição do tempo de reação
  - Melhoria do  Dysphagia Handicap Index

[Verin, E et al. 2008]

- Melhoria significativa da disfagia após rTMS a 1Hz:
  - x  a 5Hz
  - x placebo

[Leesuk Kim et al. 2011 ]

# Disfagia

- Eficácia da aplicação de **rTMS a 10Hz** sobre a área de projeção do músculo milohioideu à direita e à esquerda no tratamento da disfagia pós-AVC

[Park E et al. 2017]

- Eficácia da **associação** da rTMS com o tratamento convencional da disfagia pós-AVC

[Leesuk Kim et al. 2011 ]

# Disfagia

- rTMS mantem a eficácia do tratamento, 1 e 2 meses após o final do tratamento na disfagia pós-AVC
  - Aumento significativo da amplitude do PEM

[Khedr et al. 2009 ]

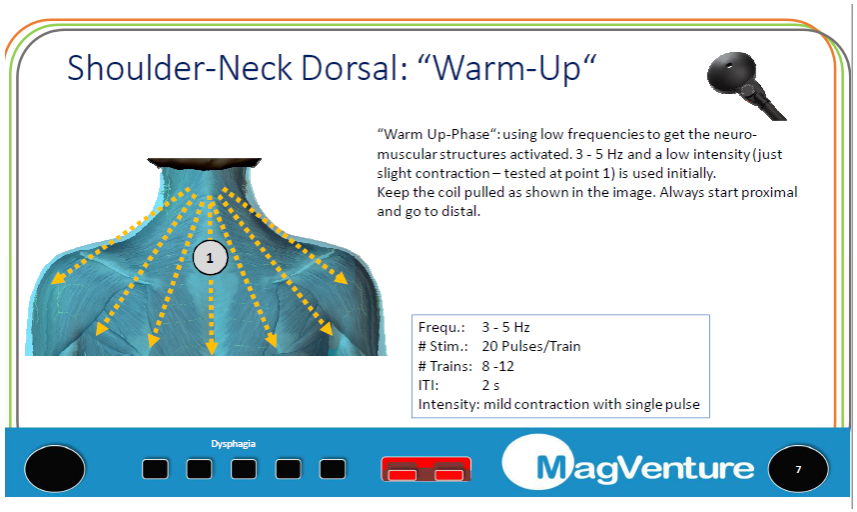
# Nervo Vago

- Modulação magnética a 5Hz, do nervo Vago em AVCs do tronco provoca melhoria significativa da disfagia avaliada por
  - Videofluoroscopia
  - PEM - aumento da amplitude e diminuição da latência
  - Australian Therapy Outcome Measures – Swallowing scale (AusTOMs)

[Lin WS et al. 2018 ]

# Estimulação periférica e central

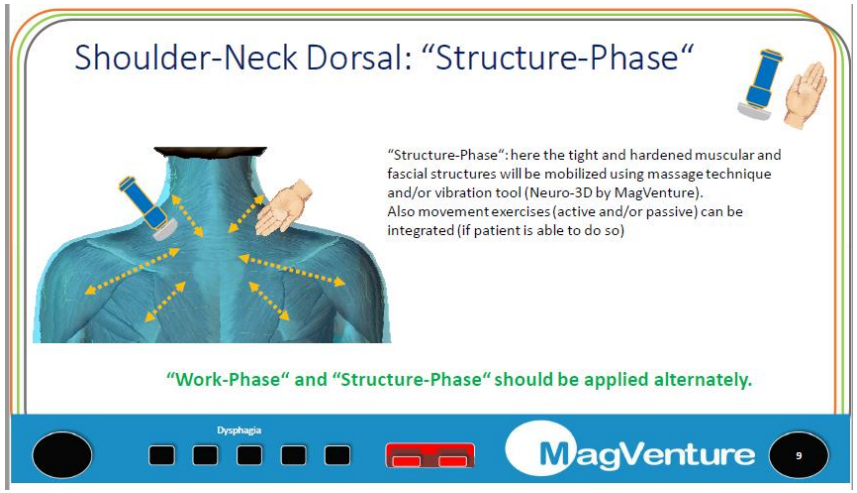
- **Preparação cervical/tronco**
- Relaxamento  cervical/tronco
- Estimulação periférica
- Estimulação cortical




[Matthias Kienle]

# Estimulação periférica e central

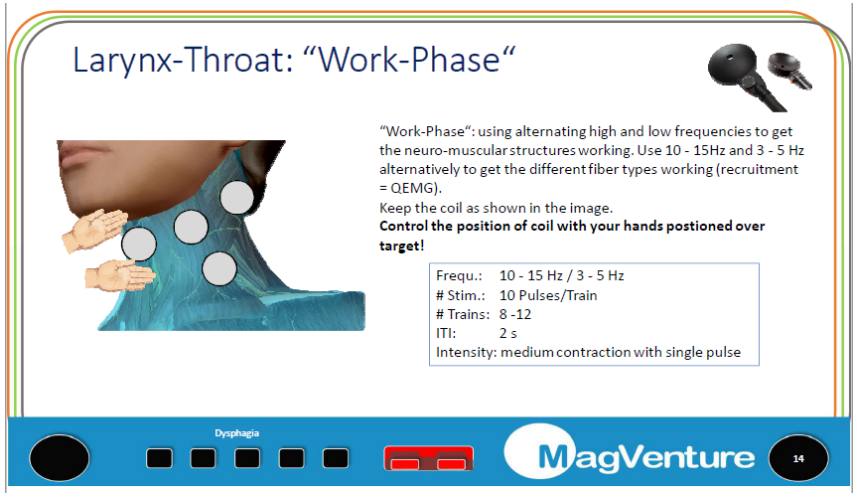
- Preparação cervical/tronco
- **Relaxamento cervical/tronco**
- Estimulação periférica
- Estimulação cortical




[Matthias Kienle]

# Estimulação periférica e central

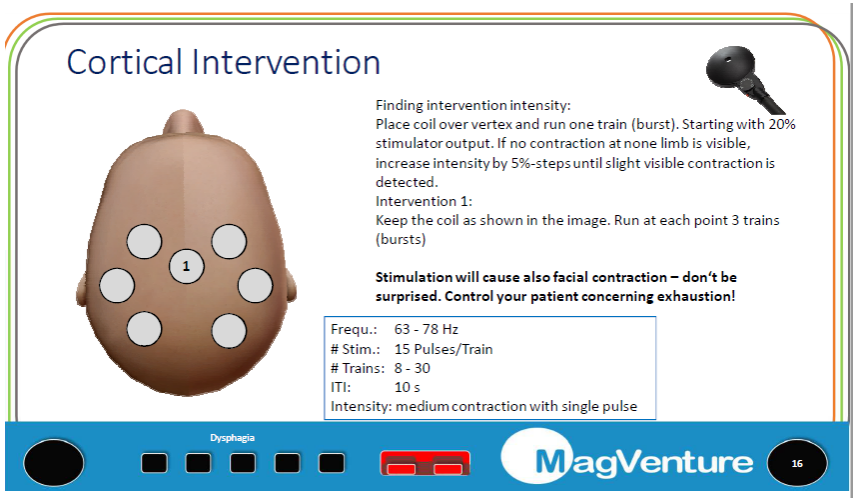
- Preparação cervical/tronco
- Relaxamento  cervical/tronco
- **Estimulação periférica**
- Estimulação cortical




[Matthias Kienle]

# Estimulação periférica e central

- Preparação cervical/tronco
- Relaxamento  cervical/tronco
- Estimulação periférica
- **Estimulação cortical**




[Matthias Kienle]

# Estimulação Magnética Transcraneana

- Qualidade dos estudos
  - Número reduzido de doentes

    [Emara et al 2010]
  - Heterogeneidade da topografia e localização do AVC

    [Emara et al 2010; Hiscock et al 2007]
  - Tempo de evolução após o AVC

    [Kehdr et al 2010]
  - Qualidade metodológica
    - intensidade; nº estímulos; nº grupos de estímulos; tempo intervalo entre grupos; tipo de bobine
  - Co-morbilidade associadas

    [Jefferson et al 2009]

# Disfagia

- Kaohsing et al., 2017, artigo de revisão sobre estimulação cerebral não invasiva no doente com disfagia pós-AVC
  - Trabalhos publicados apresentam resultados promissores
  - Estudos muito díspares dificultam a obtenção de conclusões

[Kaohsing et al. 2017 ]

Início:
15 de Outubro 2011

filipe.dvcarvalho@gmail.com