

Title	皮膚電気刺激および経頭蓋磁気刺激による大脳運動野の興奮性に関する研究
Sub Title	
Author	都丸, 哲也
Publisher	慶應医学会
Publication year	2004
Jtitle	慶應医学 (Journal of the Keio Medical Society). Vol.81, No.4 (2004. 12) ,p.30-
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	号外
Genre	Journal Article
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00069296-20041202-0030

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

皮膚電気刺激および経頭蓋磁気刺激による大脳運動野の興奮性に関する研究

都 丸 哲 也

内容の要旨

【目的】リハビリテーション治療手技として皮膚刺激、振動刺激など様々な感覚入力を利用し、麻痺筋への促通等を行なっているが、その多くが経験に基づくもので科学的根拠を欠いているものも少なくない。本研究は経頭蓋磁気刺激 (transcranial magnetic stimulation: 以下TMS) が皮膚刺激の運動機能促通に与える影響を電気生理学的に検索したものである。

【方法】

(実験1) 健康被験者8名を対象に皮膚電気刺激が大脳運動野興奮性に及ぼす影響を、特に時系列の観点から検討を加えた。条件刺激として右示指遠位機側を感覚閾値の2倍で電気刺激した後、右第一背側骨間筋を標的筋としてTMSによる運動誘発電位 (motor evoked potential: 以下MEP) を記録した。TMSの頻度は1/7Hzと設定し、先行する電気刺激とTMSの刺激間隔を10msから100msの間でランダムに選択できるように設定した。

(実験2) 12名の被験者を対象に皮膚への電気刺激とその70ms後のTMSからなるペア刺激を0.1Hzの頻度で180回 (30分間) 行い、その後での大脳皮質の興奮性の変化を調べた。大脳皮質の興奮性は安静時MEP閾値の1.05倍刺激によるMEP振幅を指標として、180回のペア刺激前と刺激直後、10分後、20分後および30分後の4回評価を行った。ペア刺激前と刺激直後、30分後に関してはさらに静止期 (以下silent period) とF波による脊髄レベルの興奮性の測定も行った。

【結果】

(実験1) 電気刺激とTMSの刺激間隔が20ms、50ms、60ms、70ms、80ms、100msにおいて有意な促通を認め、70msで最大の促通現象がみられた。

(実験2) ペア刺激直後にMEP振幅は著明に増大し、時間経過とともに刺激前のレベルに戻る傾向を示した。このMEP振幅の増大はペア刺激10分後においても有意であった。Silent periodの持続時間に関しては有意な延長が30分後まで持続していた。一方、F波の振幅に関してはペア刺激前後で有意な変化を認めなかった。

【考察と結語】

皮膚電気刺激後20msおよび50msから80msの2つの促通現象はその出現する潜時からそれぞれ脊髄由来の促通および大脳皮質由来の促通に相当するものと考えられた。また、TMSを用いた皮膚筋反射の大脳皮質由来の促通現象の研究報告とも一致するものであった。

30分間のペア刺激によりペア刺激10分後まで有意なMEP振幅の増大を認め、皮質レベルの興奮性の評価として同時に行ったsilent periodは有意に延長し、脊髄レベルの興奮性の指標としてのF波振幅に変化を認めなかったことから、ペア刺激後のMEP振幅の増大が大脳皮質由来の変化であることが示唆された。このように皮膚筋反射の2番目の促通の時間間隔でのペア刺激を用いて大脳皮質の興奮性の増大を検討した報告は本研究が初めてであり、運動麻痺のリハビリテーション治療手段として臨床応用が示唆された。

論文審査の要旨

本研究は経頭蓋磁気刺激 (以下TMS) を用いて、リハビリテーション治療手技として利用されている皮膚刺激による運動機能促通に関して、電気生理学的に検索したものである。健康成人を対象に、まず、予備実験として、皮膚電気刺激がどのタイミングで大脳運動野の興奮性を最も増大させるかを調べ、皮膚電気刺激の70ms後にTMSを行った時にMEP振幅が最も増大するという結果を得た。次に、皮膚電気刺激とその70ms後のTMSからなるペア刺激を0.1Hzの頻度で30分間行い、その前後で大脳皮質の興奮性の変化を調べた。その結果、ペア刺激終了から10分後までMEP振幅の有意な増大を認め、silent periodは有意に延長した。脊髄レベルの興奮性の指標であるF波には変化を認めなかったことから、ペア刺激後の変化が大脳皮質由来であることが示唆された。このように皮膚筋反射の2番目の促通の時間間隔でのペア刺激を用いて大脳皮質の興奮性の増大を示した報告は本研究が初めてである。

審査では、まず結果の個人差や再現性に関して質問された。これに対して、皮膚電気刺激の強度 (感覚閾値の2倍と設定) の被験者による感受性の相違や身長差による潜時のずれなどの個人差が認められるが、同一体内の再現性に関しては、予備実験において良好であったと回答された。次に、皮膚電気刺激が大脳運動野に到達するまでの神経経路について質問があり、これに対して、皮膚から主にグループII線維 (圧覚、触覚) で脊髄に入り、後索を上行し、視床VPLc核を経て一次感覚野に入り、介在ニューロンを経て大脳運動野の錐体細胞に影響を及ぼすと推察していると回答された。次に、ペア刺激後にMEP振幅が増大したメカニズムに関する質問に対して、海馬のHebbian synapseにおけるlong-term potentiation (LTP) と同様の現象を想定しているとの回答があった。さらに、LTPにしては潜時が短すぎるなどの指摘があったが、これについては、興奮性シナプス後電位が惹起されてから100ms以内に活動電位を起こさせることでシナプス効率を変化させることが可能であったというMarkramらの実験が紹介された。次に、MEP振幅の増大 (促通) とsilent periodの延長 (抑制) という一見矛盾した結果が得られた点について質問があり、これに対して、MEP振幅の増大は、安静時における運動の起こりやすさの増大を意味し、N-methyl-D-aspartate (NMDA) 受容体を介する変化と考えられているのに対し、silent periodの延長は随意収縮中における抑制系の増大を意味し、 γ -aminobutyric acid (GABA) 受容体を介する変化と考えられていると回答された。今後の方向性として、パクロフェン、フェニトインなどの薬物の影響の検討、100ms以降のより長い刺激間隔での検討、内包後脚梗塞患者における検討などの助言がなされた。

以上、本研究にはなお検討すべき点が残るものの、運動機能促通のためのリハビリテーション治療手技としての皮膚感覚入力の重要性を電気生理学的に示し、今後の脳卒中片麻痺患者の治療手段としての応用可能性を示唆した点で、意義ある研究と評価された。

論文審査担当者 主査 リハビリテーション医学 里宇 明元
外科学 河瀬 斌 内科学 鈴木 則宏
解剖学 仲嶋 一範
学力確認担当者: 北島 政樹、河瀬 斌
審査委員長: 河瀬 斌

試問日: 平成16年 8月 7日