

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 24 日現在

機関番号：14401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2014

課題番号：25861274

研究課題名(和文) 反復経頭蓋磁気刺激療法がパーキンソン病の脳内神経機能へ与える影響の解明

研究課題名(英文) The mechanism of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) in the brain neural network of Parkinson's disease

研究代表者

圓尾 知之 (Maruo, Tomoyuki)

大阪大学・医学部附属病院・特任研究員

研究者番号：90533810

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：反復的経頭蓋磁気刺激(rTMS)パーキンソン病への影響の解明する目的で、rTMSにより生じる脳血流変化をLSFで記録、脳波や髄液中BDNFの変化とともに解析した。結果はHF-rTMSで刺激同側脳の経時的血流増加およびLF-rTMSにおける対側脳の血流増加傾向が確認されその変化は一定時間継続した。また脳波周波数解析では周波数帯域に有意変化は認めなかった。髄液中BDNFの発現は高頻度刺激において上昇傾向は認めたが有意差は認めなかった。rTMSが脳への可塑性変化をもたらす機序として脳血流変化の関連が示唆された。また脳波変化を認めないことから、副作用の少ない安全性の高い治療であることも示唆された。

研究成果の概要(英文)：The aim of our study was to evaluate the effects of Repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) on cerebral blood flow (CBF) and electroencephalography (EEG) and the change of brain-derived neurotrophic factor (BDNF) in Parkinson's disease. We used Parkinson's model rats created by the nigra injection of 6-hydroxydopamine (6-OHDA) that enabled us to investigate CBF using laser speckle flowmetry, and electroencephalography (EEG) using BESAs. We observed that CBF in primary sensorimotor area had increased temporarily during rTMS. In the high frequency rTMS (10Hz) group, ipsilateral CBF were significantly increased after rTMS compared with before rTMS. In the low frequency rTMS(1Hz) group, contralateral CBF were increased after rTMS compared with before rTMS. However, no statistically significant differences between any measurements in sham-rTMS were found in EEG and the change of brain-derived neurotrophic factor.

研究分野：医歯薬学

キーワード：パーキンソン病 経頭蓋磁気刺激

1. 研究開始当初の背景

パーキンソン病は振戦、無動、固縮、姿勢反射障害の運動障害を4大症候とする錐体外路系疾患であり、本邦では人口10万人あたり100~150人の有病率を有する難治性特定疾患に指定されている神経変性疾患である。これまでは運動症状に対する治療に主眼が置かれていたが、最近では、精神症状や認知障害、幻覚、感覚障害(疼痛、異常感覚)、睡眠障害などの多彩な非運動症状にも注目をされており、この非運動症状の改善が患者の生活の質(QOL)を向上させるためには非常に重要であると考えられている。(Lancet Neurol. 2009; 8: 464-74.) パーキンソン病の治療は抗パーキンソン病薬による薬剤治療が優先されるが、薬剤コントロールが困難な症例には外科的治療が考慮される。本邦で行われている外科的治療は、視床下核(STN)または淡蒼球内節(Gpi)に脳深部刺激電極を留置し電気刺激を行うことで運動症状の改善をもたらすという「脳深部刺激療法(DBS)」が広く施行されている。しかしパーキンソン病は高齢患者が多く外科的治療の適応にも限界がある。そこで、より低侵襲で有効性が期待される反復的経頭蓋磁気刺激療法(rTMS)に大きな注目が集まっており、これまでにrTMSを用いたパーキンソン病に対する多くの臨床研究が行われ、その有効性も多く報告されている。(Brain Stimulation. 6(6):884-91, 2013) これまでの臨床研究でrTMSのパーキンソン病への有効性は明らかであるが、この経頭蓋磁気刺激療法(TMS)により脳内神経回路にどのような変化が生じて症状が改善するのかについてはいまだ説明されておらず注目すべき研究テーマとなっている。またこれに関連して、神経栄養因子であるBDNFはventral midbrain由来のdopaminergic neuronの生存を直接促進することが報告されており、過去に行われた動物実験でもrTMSにより

脳皮質内でのBDNF発現に変化をもたらす可能性についても報告されているが、パーキンソン病における大脳皮質運動野や補足運動野などでのBDNFの発現変化のデータはこれまでにはない。またrTMSによって局所脳血流の変化も示唆されているが、実際のデータは報告されていないのが現状である。

2. 研究の目的

今研究ではパーキンソン病に対する新たなニューロモデュレーション治療法である反復的経頭蓋磁気刺激(rTMS)によって、パーキンソンモデルの大脳皮質内の脳血流に与える影響を、経時的変化とらえることができるレーザースペックル脳血流計および動物用MRI-PETを用いて解析し、また分子生物学的解析として神経栄養因子(特にBDNF)などの変化との相関性を解析した。これにより経頭蓋磁気刺激療法がパーキンソン病へ与える効果と作用機序を解明し、臨床応用に役立てることを目的とした。またrTMSの安全性と有効性のメカニズムには不明な点が多いため今研究の結果を用いて今後rTMSによる大脳皮質内変化に及ぼす影響を予測し、rTMSの運動症状および非運動症状への有効性の効果予測につなげていくことも目的とする。

3. 研究の方法

利用するパーキンソン病モデルラットは、これまでの実験で行っているように(Neurobiol Dis, 16: 428-39, 2004)ラット用定位的手術装置を用いて、6-OHDAを黒質内への定位的投与で作成する。次にパーキンソン病モデルラットと正常コントロール群の両群のラットをそれぞれ、ラット用定位的手術装置に全身麻酔下に固定し、脳表が透見できる程度まで頭蓋骨を薄く処理する。パーキンソン病モデルラットと正常コントロールラットで磁気刺激を与え、これら刺激による脳活動への影響をスペックル脳血流計で測定解析する。磁気刺激は左右の大脳半球に

それぞれ刺激し、刺激側と刺激対側の脳血流の変化も観察し、大脳皮質の脳血流を経時的に解析する。刺激強度は電気生理学的な方法を用い、MEP 上で、筋電図が確認できる最低刺激強度を安静時運動閾値として設定した。

rTMS 刺激条件

1. パ - キンソン病モデルラット群

高頻度磁気刺激 (10Hz)

2. パ - キンソン病モデルラット群

低頻度磁気刺激 (1Hz)

3. 正常コントロールラット群

高頻度磁気刺激 (10Hz)

4. 正常コントロールラット群

低頻度磁気刺激 (1Hz)

上記 4 群において、反復経頭蓋磁気刺激 (rTMS) を加えた上で、レーザースペックル脳血流計を施行し、リアルタイムでの脳表血流変化を測定して、正常コントロール群と比較検討する。これら 4 群間において大脳皮質および大脳基底核において、ダイナミックな血流、代謝変化を認める部位があるものと推定される。

上記 4 群における運動誘発電位 (MEP)、および体性感覚誘発電位 (SEP) を計測し、脳血流イメージ結果および髄液から採取した髄液中 BDNF の測定結果との相関性を比較する

4. 研究成果

rTMS の刺激条件の違いによる脳血流の変化

パ - キンソンモデル群およびコントロール群にそれぞれ 10Hz の高頻度刺激を片側の運動感覚野へ与えたところ、刺激側の脳血流は「刺激前の血流」を基準として刺激直後より徐々に増加し続け、それぞれ {パ - キンソン群 $10 \pm 3.1(\text{min})$: コントロール群 $11.2 \pm 5.7(\text{min})$ } をピークとして、{ $32.5 \pm 13.2(\text{min})$: $34.2 \pm 12.9(\text{min})$ } で「刺激前の血流」へと戻ることが観察された。またピーク時の脳血流は「刺激前の脳血流」と比較して { $25.2 \pm 13.6\%$: $24.3 \pm 11.3\%$ } の統計学的に有意な増加を認めた。しかしパ - キンソン群

とコントロール群の間においては統計学的な有意差は認めなかった。また、対側の脳血流に関しても両群とも有意な変化は認めなかった。

脳血流と同時計測した脳波の BESA を用いた周波数解析においては、刺激前 10 分間と刺激後の 10 分間の周波数帯域の変化を比較したが、刺激による脳波の変化は次に、1 Hz の低頻度刺激を片側の運動感覚野へ与えたところ、刺激側の脳血流は両群ともに「刺激前の脳血流」と比較して { $3.2 \pm 5.2\%$: $3.6 \pm 7.1\%$ } わずかな増加もとどまり有意な変化は認めなかった。またパ - キンソン群とコントロール群の間においても統計学的な有意差は認めなかった。しかし対側の脳血流に関しては、{パ - キンソン群 $12 \pm 5.8(\text{min})$: コントロール群 $16 \pm 8.9(\text{min})$ } をピークとして、{ $13.2 \pm 14.7\%$: $12.3 \pm 13.9\%$ } の統計学的に有意な増加を認めた。

また、それぞれの群における刺激前後の髄液中 BDNF を測定したが、高頻度刺激のパ - キンソン病モデル群において刺激後の髄液中の BDNF 発現に増加傾向は認めしたが、有意差が出るまでには至らなかった。その他の群においても刺激前後で有意な変化は認めない結果であった。

今研究はパ - キンソンモデル動物への経頭蓋磁気刺激による脳血流代謝の変化を経時的にとらえる手法を確立し、その経時変化をとらえることができた初めての成果である。今後も継続的に研究を行い、経頭蓋磁気刺激療法がパーキンソン病およびその他の神経疾患の病態へ与える影響およびその作用機序の解明を目指していく。パーキンソン病などの神経疾患の外科治療に携わる研究者の一人として、今研究結果とともに今後の研究によりさらなる病態解明や治療法の開発につなげていきたい。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 6 件)

1. Khoo HM, Kishima H, Tani N, Oshino S, Maruo T, Hosomi K, Yanagisawa T, Kazui H, Watanabe Y, Shimokawa T, Aso T, Kawaguchi A, Yamashita F, Saitoh S, Yoshimine T. Default mode network connectivity in patients with idiopathic normal pressure hydrocephalus. J Neurosurgery, in press.
2. Khoo HM, Kishima H, Hosomi K, Maruo T, Tani N, Oshino S, Shimokawa T, Yokoe M, Mochizuki H, Saitoh Y, Yoshimine T. Low-Frequency Subthalamic Nucleus Stimulation in Parkinson's Disease: A Randomized, Clinical Trial. Mov Disord. 29 (2): 270-4, 2014.
3. Kishima H, Oshino S, Tani N, Maruo T, Morris S, Khoo HM, Yanagisawa T, Shimono K, Okinaga T, Hirata M, Kato A, Yoshimine T. Which is the Most Appropriate Disconnection Surgery for Refractory Epilepsy in Childhood? NeuroMedico Chir. 53(11):814-20, 2013
4. Maruo T, Hosomi K, Shimokawa T, Kishima H, Oshino S, Morris S, Kageyama Y, Yokoe M, Yoshimine T, Saitoh Y. High-Frequency repetitive transcranial magnetic stimulation over primary foot motor area in Parkinson's disease. Brain Stimul. 6(6):884-91, 2013
5. Hosomi K, Kishima H, Oshino S, Hirata M, Tani N, Maruo T, Yorifuji S, Yoshimine T, Saitoh Y. Cortical excitability changes after high-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation for central post-stroke pain. Pain. 154(8):1352-7, 2013
6. Hosomi K, Kishima H, Oshino S, Hirata M, Tani N, Maruo T, Khoo HM, Shimosegawa E, Hatazawa J, Kato A,

Yoshimine T. Altered extrafocal iomazenil activity in mesial temporal lobe epilepsy. Epilepsy Research, 103(2-3), 195-204. 2013

〔学会発表〕(計 36 件)

1. 押野 悟、貴島晴彦、枝川光太郎、柳澤琢史、小林真紀、谷 直樹、圓尾知之、クーウィミン、細見晃一、平田雅之、下野九理子、青天目 信、大園恵一、吉峰俊樹 小児難治性てんかんに対する半球・多脳葉離断術の機能予後 第 38 回日本てんかん外科学会 2015/01/15 都市センターホテル(東京) シンポジウム
2. 貴島晴彦、押野 悟、柳澤琢史、枝川光太郎、小林真紀、圓尾知之、クーウィミン、谷 直樹、下野九理子、青天目 信、平田雅之、大園恵一、吉峰俊樹 年齢による特徴に合わせた小児のてんかん外科治療 第 38 回日本てんかん外科学会 2015/01/15 都市センターホテル(東京) シンポジウム
3. 細見晃一、モリス シェイン、坂本知三郎、田口潤智、木下雄介、圓尾知之、影山 悠、後藤雄子、清水豪士、押野 悟、貴島晴彦、吉峰俊樹、齋藤洋一 脳卒中後運動機能回復を目指した反復経頭蓋磁気刺激を用いた一次運動野刺激 第 54 回日本定位機能神経外科学会 2015/01/16 都市センターホテル(東京) シンポジウム
4. 押野 悟、貴島晴彦、平田雅之、谷 直樹、細見晃一、圓尾知之、枝川光太郎、Khoo Hui Ming、柳澤琢史、後藤雄子、小林真紀、清水豪士、井上 洋、齋藤洋一、吉峰俊樹 脊髄損傷と神経変性疾患に対するバクロフェン髄腔内持続投与治療の長期経過と問題点 第 54 回日本定位機能神経外科学会 2015/01/17 都市センターホテル(東京) シンポジウム
5. 貴島晴彦、押野 悟、枝川光太郎、後藤雄子、清水豪士、小林真紀、柳澤琢史、圓尾知之、Khoo Hui Ming、谷 直樹、平田雅之、吉峰俊樹 脳性まひに対するバクロフェン髄腔内投与療法の長期成績 第 54 回日本定位機能神経外科学会 2015/01/17 都市センターホテル(東京) シンポジウム
6. 圓尾知之、藤原 翔、後藤 恵、生塩之敬 ジストニアに対する脳深部刺激術の有効性と問題点 第 54 回日本定位機能神経外科学会 2015/01/17 都市センターホテル(東京) 口演
7. 枝川光太郎、押野 悟、貴島晴彦、細見晃一、圓尾知之、永野大輔、川端修平、Khoo Hui Ming、小林真紀、柳澤琢史、吉峰俊樹 難治性振戦に対し PSA-DBS を実施した後 Vim-DBS を追加したパーキンソン病の 1 症例 第 54 回日本定位機能神経外科学会 2015/01/17 都市センターホテル(東京) 口演

8. Khoo HM, Kishima H, Oshino S, Tani N, Maruo T, Yanagisawa T, Edakawa K, Inoue Y, Hirata M, Yoshimine T
Frameless image-guided stereotactic implantation of depth electrodes via craniotomy for pharmacoresistant epilepsy
2014 Annual Meeting of the American Epilepsy Society 2014/12/07 Seattle, USA Poster

9. Khoo HM, Kishima H, Oshino S, Tani N, Maruo T, Yanagisawa T, Edakawa K, Inoue Y, Hirata M, Yoshimine T
Frameless image-guided stereotactic implantation of depth electrodes via craniotomy for pharmacoresistant epilepsy
The 8th Asian Epilepsy Surgery Congress 2014/10/05 Tokyo, Japan Poster

10. 圓尾知之, 貴島晴彦, 押野 悟, 谷 直樹, 細見晃一, クー ウイミン, 枝川光太郎, 小林真紀, 吉峰俊樹 レーザースペックル脳血流計と脳波同時解析を用いたてんかんモデル動物における脳機能解析 第48回日本てんかん学会学術集会 2014/10/02 京王プラザホテル(東京) 口演

11. 枝川光太郎, 貴島晴彦, 柳澤琢史, 井上 洋, 小林真紀, Khoo Hui Ming, 細見晃一, 圓尾知之, 平田雅之, 吉峰俊樹 周術期てんかん患者における Cross-Frequency Coupling の観点からの発作時頭蓋内脳波解析 第48回日本てんかん学会学術集会 2014/10/02 京王プラザホテル(東京) ポスター

12. 細見晃一, 圓尾知之, 清水豪士, 後頭雄子, 松崎大河, 増村成嗣, 押野 悟, 貴島晴彦, 吉峰俊樹, 齋藤洋一, 一時運動野刺激療法の新たな展開 日本脳神経外科学会第73回学術総会 2014/10/09 グランドプリンスホテル新高輪(東京) シンポジウム

13. 貴島晴彦, 押野 悟, 圓尾知之, クー ウイミン, 柳澤琢史, 枝川光太郎, 清水豪士, 井上 洋, 谷 直樹, 平田雅之, 吉峰俊樹 ワイヤレス体内埋込ないし携帯型多チャンネル頭蓋内脳波計測によるてんかん焦点診断の可能性 第37回日本てんかん外科学会 2014/2/7 大阪国際会議場(大阪) 口演

14. 圓尾知之, 貴島晴彦, 押野 悟, 中村 元, 谷 直樹, クー ウイミン, 枝川光太郎, 吉峰俊樹 てんかんモデルにおける脳機能解析-レーザースペックル脳血流計と脳波同時解析を用いて- 第37回日本てんかん外科学会 2014/2/6 大阪国際会議場(大阪) Poster

15. 貴島晴彦, 押野 悟, 圓尾知之, クー ウイミン, 枝川光太郎, 後藤雄子, 清水豪士, 谷 直樹, 柳澤琢史, 平田雅之, 齋藤洋一, 吉峰俊樹 脳性麻痺・全身性ジストニアに対する髄腔内バクロフェン療法を用いた治療戦略 第53回日

本定位・機能神経外科学会 2014/2/8 大阪国際会議場(大阪) シンポジウム

16. 枝川光太郎, 押野 悟, 貴島晴彦, 圓尾知之, Khoo HuiMing, 平田雅之, 齋藤洋一, 吉峰俊樹 当施設における痙性対麻痺に対する髄腔内バクロフェン持続投与療法の現状 第53回日本定位・機能神経外科学会 2014/2/8 大阪国際会議場(大阪) シンポジウム

17. 圓尾知之, 横江 勝, 清水豪士, 影山 悠, 貴島晴彦, 押野 悟, 枝川光太郎, 吉峰俊樹, 齋藤洋一 パーキンソン病に対する反復的経頭蓋磁気刺激療法(rTMS)-刺激部位別の有効性の検討- 第53回日本定位・機能神経外科学会 2014/2/8 大阪国際会議場(大阪) 口演

18. Khoo Hui Ming, 貴島晴彦, 押野 悟, 谷 直樹, 圓尾知之, 細見晃一, 齋藤洋一, 吉峰俊樹 パーキンソン病に対する低周波視床下核刺激療法 日本脳神経外科学会第72回学術総会 2013/10/16 パシフィコ横浜(横浜)口演

19. 圓尾知之, 細見晃一, 横江 勝, 貴島晴彦, 押野 悟, 影山 悠, 後藤雄子, 清水豪士, 吉峰俊樹, 齋藤洋一 パーキンソン病に対する反復的経頭蓋磁気刺激療法(rTMS)の有効性 日本脳神経外科学会第72回学術総会 2013/10/18 パシフィコ横浜(横浜) Poster

20. 貴島晴彦, 押野 悟, クー ウイミン, 柳澤琢文, 谷 直樹, 圓尾知之, 枝川光太郎, 平田雅之, 青天目 信, 下野 九理子, 沖永剛志, 吉峰俊樹 新皮質てんかんの診断検査から手術まで 第47回日本てんかん学会学術集会 2013/10/12 北九州国際会議場(福岡) 特別講演(ビデオセッション)

21. 圓尾知之, 貴島晴彦, 押野 悟, 中村 元, 谷 直樹, クー ウイミン, 枝川光太郎, 吉峰俊樹 レーザースペックル脳血流計(LSF)を用いたてんかんモデルにおける経時的脳機能解析 第47回日本てんかん学会学術集会 2013/10/11 北九州国際会議場(福岡) Poster

22. 貴島晴彦, 押野 悟, 圓尾知之, クー ウイミン, 後藤雄子, 枝川光太郎, 清水豪士, 柳澤琢史, 平田雅之, 齋藤洋一, 吉峰俊樹 痙縮に対するバクロフェン髄腔内投与療法 第7回パーキンソン病・運動障害疾患カンファレンス 2013/10/11 京王プラザホテル(東京) 教育講演

23. Khoo Hui Ming, 貴島晴彦, 押野 悟, 谷 直樹, 細見晃一, 圓尾知之, 齋藤洋一, 吉峰俊樹 パーキンソン病に対する低頻度視床下核脳刺激療法-慢性刺激の効果と安全性について 第7回パーキンソン病・運動障害疾患カンファレンス 2013/10/12 京王プラザホテル(東京) Poster

24. 横江 勝, 圓尾知之, 細見晃一, 貴島晴彦, 押野 悟, 影山 悠, 後藤雄子,

清水豪士、吉峰俊樹、望月秀樹、齋藤洋一 パーキンソン病患者に対する反復的経頭蓋磁気刺激療法での最適刺激部位の検討 第7回 パーキンソン病・運動障害疾患コンgres 2013/10/12 京王プラザホテル(東京) Poster

25. Youichi Saitoh, Satoru Oshino, Haruhiko Kishima, Koichi Hosomi, Takeshi Shimizu, Tomoyuki Maruo, Hui Ming Khoo, Toshiki Yoshimine, Yuko Goto. Treatment of the Pain after Root Ablation-Depending on the Paroxysmal and Continuous Patterns of Pain. 15th World Congress of Neurosurgery (WFNS2013) 2013/9/13 Seoul, Korea, 口演

26. Haruhiko Kishima, Takufumi Yanagisawa, Yuko Goto, Tomoyuki Maruo, Hui Ming Khoo, Satoru Oshino, Shayne Morris, Naoki Tani, Toshiki Yoshimine. Effects of Intrathecal Baclofen on Respiratory Dysfunction in Spastic Patients. 15th World Congress of Neurosurgery (WFNS2013) 2013/9/10 Seoul, Korea 口演

27. Khoo Hui Ming, Kishima Haruhiko, Oshino Satoru, Tani Naoki, Maruo Tomoyuki, Yanagisawa Takufumi, Hirata Masayuki, Yoshimine Toshiki, Frameless Image-Guided Stereotactic Implantation of Depth Electrodes via Craniotomy for Presurgical Evaluation of Refractory Epilepsy. 15th World Congress of Neurosurgery (WFNS2013) 2013/9/10 Seoul, Korea 口演

28. Tomoyuki Maruo, Koichi Hosomi, Toshio Shimokawa, Haruhiko Kishima, Satoru Oshino, Shayne Morris, Yu Kageyama, Masaru Yokoe, Toshiki Yoshimine, Youichi Saitoh. Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation over Primary Leg Motor Area in Parkinson's Disease 15th World Congress of Neurosurgery (WFNS2013) 2013/9/8 Seoul, Korea Poster

29. 枝川光太郎、押野 悟、貴島晴彦、圓尾知之、Khoo Hui Ming、永野大輔、井上 洋、清水豪士、齋藤洋一、吉峰俊樹 本態性振戦に対し PSA-DBS を実施した1症例 第66回 日本脳神経外科学会近畿支部学術集会 2013/9/7 大阪 口演

30. 谷直樹、貴島晴彦、押野 悟、圓尾知之、Khoo Hui Ming、小林真紀、後藤 恵、須貝文宣、山口浩司、三原雅史、木村康義、高橋正紀、西川嘉郎、生塩之敬、望月秀樹、吉峰俊樹 両側 Gpi-DBS により改善を認めた Myoclonus-Dystonia の2例 九州山口機能神経外科セミナー 2013/8/17-18 福岡 口演

31. Khoo Hui Ming, Kishima Haruhiko, Tani Naoki, Oshino Satoru, Maruo Tomoyuki, Yanagisawa Takufumi, Hirata Masayuki, Katou Amami, Yoshimine Toshiki, Provocative test by electrical stimulation of the entorhinal area prevents memory impairment following amygdalohippocampectomy 30th INTERNATIONAL EPILEPSY CONGRESS 2013/6/26 Montreal, Canada Poster

32. Haruhiko Kishima, Satoru Oshino, Naoki Tani, Tomoyuki Maruo, Khoo Hui Ming, Morris Shayne, Toshiki Yoshimine. Is additional amygdalohippocampectomy necessary for the intractable lesional temporal lobe epilepsy. 30th INTERNATIONAL EPILEPSY CONGRESS 2013/6/25 Montreal, Canada Poster

33. 谷 直樹、貴島晴彦、クー ウイミン、押野 悟、圓尾知之、細見晃一、柳澤琢史、平田雅之、吉峰俊樹 側頭葉てんかんにおける神経機能結合変化 Neuro2013 2013/6/20 国立京都国際会館(京都) Poster

34. 圓尾知之、貴島晴彦、押野 悟、中村 元、谷 直樹、Khoo Hui Ming、吉峰俊樹. レーザースペックル脳血流計(LSF)を用いたてんかんモデルにおける経時的脳機能解析 Neuro2013 2013/6/20 国立京都国際会館(京都) Poster

35. Khoo Hui Ming, 貴島晴彦、押野 悟、谷 直樹、細見晃一、圓尾知之、齋藤洋一、吉峰俊樹. パーキンソン病に対する低頻度視床下核脳刺激療法 慢性刺激の効果と安全性について 第27回 日本ニューロモデュレーション学会 2013/5/18 都市センターホテル(東京) 口演

36. 貴島晴彦、押野 悟、Khoo Hui Ming、圓尾知之、柳澤琢史、吉峰俊樹. 安全かつ整容に配慮した頭蓋内電極留置術 第6回 日本整容脳神経外科研究会 2013/4/13 キッセイ文化ホール(長野) 口演

6. 研究組織

(1) 研究代表者

圓尾 知之 (MARUO, Tomoyuki)

大阪大学・医学部附属病院・特任研究員
研究者番号：90533810