

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 2 日現在

機関番号：12301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26462199

研究課題名(和文) 難治性機能的脳疾患の病態機序としての視床-皮質律動異常の検証と治療への応用

研究課題名(英文) Study on the thalamo-cortical dysrhythmia as a pathophysiological basic mechanism of intractable functional disorders and on the application for the treatment

研究代表者

平戸 政史 (Hirato, Masabumi)

群馬大学・大学院医学系研究科・准教授

研究者番号：00173245

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：視床・皮質律動異常の原因となる視床感覚核のburst状活動電位(過分極状態)、及びこのburst状放電を生ずる視床感覚核病態が解析された。中枢性脳卒中後疼痛例では活動の低下、消失した視床固有感覚核周囲にバースト放電で表現される広範な過活動領域が認められ、視床感覚核内脊髄-視床-皮質路での局所的機能亢進部の存在が示された。この視床活動低下域周囲の局所的機能亢進部の長期刺激により有効な除痛が得られ、視床・皮質律動異常における皮質低周波干渉の成因となる視床短・高周波burst状放電(活動)の存在と共に、この視床部burst状放電の治療的modulationによる症状変化が示された。

研究成果の概要(英文)：Study on the thalamo-cortical dysrhythmia as a pathophysiological basic mechanism of the intractable functional disorders was carried out. Electrophysiological studies were performed on the sensory thalamus in patients with central post-stroke pain (CPSP) treated by thalamic stimulation. Mild to severe functional changes of the spino-thalamo-cortical system were found in patients with CPSP. These functional changes, detected as focal hyperactivity or electrical instability around the cerebrovascular disease lesion, may affect perception or conduction of sensory impulses in the thalamus. Adequate and long-term pain relief was obtained by electrical stimulation of the areas where burst discharges were frequently encountered in the sensory thalamus. Electrical modulation of the burst discharges induced improvement of symptom (pain), which was considered one of the important basic mechanisms of the thalamo-cortical dysrhythmia.

研究分野：医歯薬学

キーワード：難治性機能的脳疾患 視床-皮質律動異常 皮質機能断端効果 機能神経外科学 視床自発神経活動 大脳皮質運動感覚野

1. 研究開始当初の背景

近年、難治性機能的脳疾患（神経原性疼痛、Parkinson 病、耳鳴り、片頭痛、精神疾患）において、その病態機序として Thalamocortical dysrhythmia (Llinas RR. et al. Proc Natl Acad Sci USA 1999; 96,15222-7, Trends Neurosci 2005; 28,325-33) 仮説が提唱されている。すなわち、これらの疾患において大脳皮質には広範に低周波 oscillation が出現しており、さらに低-高周波 oscillation 干渉が示されるからである (Llinas RR. et al. Trends Neurosci 2005; 28,325-33)。皮質低周波 oscillation の出現の機序として、視床-皮質 Relay cell の T type (Cav 3.1) calcium channel 依存性低閾値 calcium 伝導の脱非活性化による低閾値 calcium spike、短・高周波 burst 状活動電位の出現（過分極状態）(Llinas RR. et al. J Neurophysiol 2006; 95,3297-308, Jeanmonod D et al. Brain 1996; 119,363-75) と、Cortico-thalamic system を介する視床網様核からの新たな抑制による burst 状放電の同期が重要であるとされ、この結果 cortico-thalamo-cortic network は全体として低周波（4-10 Hz）oscillation に移行し、視床-皮質間の情報の流れは妨害されるという。一方、陽性症状出現には大脳皮質 slow wave activity focus 近傍領域の神経細胞の活動の亢進、すなわち edge effect (Llinas RR. et al. Trends Neurosci 2005; 28,325-33) が重要で、この部の皮質神経細胞が自発的、継続的に高周波 oscillation を呈し、例えば神経原性疼痛では体性感覚野の神経活動亢進部位に一致した末梢受容野に慢性疼痛が引き起こされるという。事実、難治性の耳鳴りでは、この大脳側頭葉皮質低-高周波活動増加領域の局所的電気刺激による抑制により症状が軽減する (Ridder DD. J Neurosurg 2011; 114, 912-21)。以上はこれら難治性機能的脳疾患の病態機序を説明する極めて魅力的な仮説ではあるが、これは実験的視床神経細胞活動、及び臨床的大脳皮質活動解析それぞれの個々の研究より導きだされたものであり実証されたものではない。

2. 研究の目的

神経原性疼痛、運動異常症患者において、微小電極法を用いた視床を中心とする脳深部構造神経細胞活動記録、硬膜外電極を用いた大脳皮質運動-感覚野(近傍)脳波記録、及び PET、fMRI を用いた大脳皮質機能亢進

部、手術前後の皮質機能変化部の解析より、これら難治性機能的脳疾患(神経原性疼痛、運動異常症)の病態機序としての Thalamocortical dysrhythmia の存在を検証する。さらに、個々の疾患特有の病態を把握すると共に、これらの詳細な解析結果をふまえこれまで効果的治療法のなかった難治性機能的疾患に対する新たな治療法を開発する

3. 研究の方法

1) 中枢性疼痛例、脳血管障害後振戦例における視床自発神経活動の解析

皮質下(視床、被殻)の小病巣に起因し症状を呈した中枢性疼痛症例(視床感覚核刺激術予定、年間3-5例)及び脳血管障害後振戦例(視床運動感覚核刺激術予定、年間3-5例)において、術中、微小電極法により2本の電極(3mm間隔、矢状面に平行、同時記録)を用いて視床での自発神経活動を記録すると共に、視床神経活動の低閾値 calcium spike、短・高周波 burst 状活動電位(過分極状態)について、その出現部位、頻度、電気的特性を検討する。術後、データプロセッサを用い、記録された自発神経活動 local field potential (LFP)を周波数帯域別に解析し、特に低周波 oscillation について検討する。さらに、同様の部位に病変を有しながら症状の異なる上記2疾患での視床病態の相違を明らかにする。

2) 運動異常症における視床、及び視床下核、淡蒼球自発神経活動の解析

視床凝固術により治療を行うパーキンソン病振戦例(視床運動感覚核凝固術予定、年間5-6例)及び本態性振戦例(視床運動感覚核凝固術予定、年間5-6例)において、1)と同様に、術中、微小電極法により2本の電極を用いて視床での自発神経活動を記録すると共に視床神経活動の低閾値 calcium spike、短・高周波 burst 状活動電位(過分極状態)について、その出現部位、頻度、電気的特性を検討する。術後、データプロセッサを用い、記録された自発神経活動を周波数帯域別に解析し、特に低周波 oscillation について検討する。さらに、皮質下病変を有し同様の症状を呈する脳血管障害後振戦例の視床病態との相違を明らかにする。一方、脳深部刺激治療を行うパーキンソン病寡動例(視床下核刺激術予定、年間7-8例)、ジストニア例(淡蒼球刺激術予定、年間3-4例)において、術中、微小

電極法により 2 本の電極を用いて記録された視床下核、淡蒼球の自発神経活動について、術後データプロセッサを用い低周波神経活動を中心に解析し、oscillation 等視床低周波 oscillation 同様大脳皮質運動-感覚野活動に影響を及ぼす病態について、その共通点、相違点を検討する。

3) 中枢性疼痛例、脳血管障害後振戦例における大脳皮質運動-感覚野(近傍)の脳波解析

1) の症例において、視床手術の際記録電極挿入のために設けた穿頭孔より 4 連ストリップ電極を硬膜外後下方に挿入し (Nishio H. et al. *Funct Neurosurg* 2009; 48:147-151) 電気的状態の落ち着いたところで大脳皮質運動-感覚野、及び近傍の脳波を記録する。術後、データプロセッサを用い、記録された脳波を周波数帯域別に解析し、同部位における低周波 oscillation、低-高周波 oscillation 干涉について検討する。さらに、同様の部位に病変を有しながら症状の異なる上記 2 疾患での大脳皮質運動-感覚野病態の相違を明らかにする。

4) 運動異常症患者における大脳皮質運動-感覚野(近傍)の脳波解析

2) の症例において、視床手術、脳深部手術の際、記録電極挿入のために設けた穿頭孔より 4 連ストリップ電極を硬膜外後下方に挿入し、電気的状態の落ち着いたところで大脳皮質運動-感覚野、及び近傍の脳波を記録する。術後、データプロセッサを用い、記録された脳波を周波数帯域別に解析し、同部位における低周波 oscillation、低-高周波 oscillation 干涉について検討する。さらに、パーキンソン病振戦例、本態性振戦例と脳血管障害後振戦例(有皮質下病変)及びパーキンソン病振戦例と寡動例との大脳皮質運動-感覚野病態の相違を検討する。

5) 中枢性疼痛例、脳血管障害後振戦例における大脳皮質(運動-感覚野)の PET、fMRI による解析

1) の症例において、PET (FDG)、functional MRI による機能画像法により大脳皮質運動、感覚野(近傍)を中心に神経細胞活動亢進部、すなわち、edge effect が生じている構造、部位を明らかにする。これをより明らかとするため、手術前後においても同画像検査を行い機能変化部を捉える。さらに、同様の部位に病変を有しながら症状の異なる上記 2

疾患での大脳皮質運動-感覚野病態の相違を明らかにする。すなわち、大脳皮質病態については、電気生理学、機能画像の両面より検討する。

6) 運動異常症患者における大脳皮質(運動-感覚野)の PET、fMRI による解析

2) の症例において、PET (FDG)、functional MRI による機能画像法により大脳皮質運動、感覚野(近傍)を中心に神経細胞活動亢進部、すなわち、edge effect が生じている構造、部位を明らかにする。手術前後においても同画像検査を行って機能変化部を捉える。さらに、パーキンソン病振戦例、本態性振戦例と脳血管障害後振戦例(有皮質下病変)及びパーキンソン病振戦例と寡動例における大脳皮質運動-感覚野病態の相違を明らかにする。

7) 難治性機能的脳疾患(神経原性疼痛、運動異常症)の病態機序としての Thalamo-cortical dysrhythmia の実証、疾患特有の病態の把握、及び解析結果に基づく治療法の開発

神経原性疼痛患者、運動異常症患者において、術中、微小電極法を用い視床で得られた自発神経活動(local field potential=LFP)の定量的解析より、難治性機能的脳疾患の原因として注目されている視床-皮質 Relay cell の低閾値 calcium spike、短・高周波 burst 状活動電位(過分極状態)の詳細を明らかにし、共通病態と考えられる低周波 oscillation の存在を実証する。さらに、皮質下の同様の部位に病変を有しながら症状の異なる中枢性疼痛例と脳血管障害後振戦例、同様の症状でありながら皮質下病変の有無が異なるパーキンソン病振戦、本態性振戦例と脳血管障害後振戦例において共通する、あるいは相違する視床病態を明らかにする。次いで、これらの症例において、術中、解析された大脳皮質運動-感覚野(近傍)脳波より共通病態と考えられる低周波 oscillation の存在を実証すると共に、上記の様々な組み合わせにおける大脳皮質運動-感覚野(近傍)の病態の相違を明らかにする。又、パーキンソン病寡動症状を出現させると考えられている視床下核、淡蒼球の低周波神経活動(oscillation)について解析し、さらに共通する大脳皮質低周波 oscillation について視床低周波神経活動(oscillation)に起因するそれとの共通点、相違点について検討する。一方、陽性症状出現に重要な大脳皮質 slow

wave activity focus 近傍領域の神経細胞の活動の亢進、すなわち edge effect を PET, fMRI を用いた機能画像解析により明らかにし、この部と術中、脳波記録により解析された大脳皮質運動-感覚野(近傍)の低周波 oscillation 部近傍の高周波 oscillation 部、すなわち、低-高周波 oscillation 干渉部が一致するかどうかを検討する。このようにして、視床-皮質間の情報の流れを妨害し、症状を出現させると考えられる Thalamocortical dysrhythmia の存在をヒトにおいて実証する。以上の病態解析から、これまで効果的治療法がなかったこれら難治性機能的疾患に対する様々なアプローチ法を検討し、個々の病態に応じた適切な治療法を開発する。

4. 研究成果

1) 本研究課題の一つである視床感覚核 burst 放電を中心とする視床感覚核病態について、いくつかの検討を行った。

a) 中枢性脳卒中後疼痛例における上行性運動感覚信号の中継点となる視床感覚核病態について解析した。微小電極法を用い定位的視床手術を施行した中枢性脳卒中後疼痛例 9 例、非視床病変群(n-TH 群) 5 例、視床病変群(TH 群) 4 例において、視床自発神経活動は n-TH 群で外側>内側視床 3 例、外側 = 内側視床(低活動) 2 例、Th 群では外側<内側視床 3 例、外側 = 内側視床(低活動) 1 例であった。バースト放電は n-TH 群で外側視床 4 例、内側視床 4 例、Th 群で外側視床 1 例、内側視床 3 例に認め、特に Th 群の 1 例では内側視床で頻発していた。外側視床での末梢自然刺激反応は n-TH 群で 2 例、Th 群で 1 例に認め、視床微小電気刺激反応は n-TH 群で外側視床 4 例、内側視床 1 例、Th 群で外側視床 2 例、内側視床 2 例に認められた。中枢性脳卒中後疼痛例では視床感覚核において異常神経活動を認めるが、視床病変例では内側視床活動の残存(亢進)機能変化が著明であった。すなわち、中枢性脳卒中後疼痛例では脊髄視床路は保存されているものの内側毛帯系機能の低下が著しく、視床腹外側部軽-中等度障害例で視床感覚核機能異常、視床病変周囲で burst 放電頻発を認めた。一方、重度障害例では外側感覚核機能が失われても内側視床髄板内核部の機能は保存され、時に局所的活動亢進(burst 放電)が認められた。

b) 中枢性脳卒中後疼痛例における脊髄視床皮質路の機能的変化、疼痛の成因について、特に中枢性脳卒中後疼痛の成因としての視床感覚核脊髄視床皮質路の局所活動異常に

ついて検討した。片側視床血管障害により対側半身に疼痛をきたした 9 例の中枢性脳卒中後疼痛患者を対象とした。術前全例で体性感覚誘発電位(SEP)を施行し、術中微小電極法を用い 6 例に定位的視床腹中間核(Vim)-小細胞性腹尾側核(Vcpc)刺激術、3 例に Vim-Vcpc-外側中心核(CL)刺激術を施行した。術中、記録電極による視床神経活動記録、微小電気刺激を行い、視床神経活動では背景神経活動(BNA)、バースト放電(burst)、感覚反応(SR)を、視床微小電気刺激では感覚反応を解析した。術直後、治療用電極を用いテスト刺激を行った。SEP はすべての例で平坦もしくは著しく減弱していた。検討例は視床感覚核の機能変化により 3 群に分類できた。A 群(3 例)では視床感覚核活動減弱部、あるいは消失部周囲に頻発する長周期バースト放電を認めたが感覚反応は得られなかった。視床微小電気刺激による知覚野と末梢自然刺激の受容野とは対応を示さなかった。B 群(3 例)では同部周囲に頻発するバースト放電を認めると共に、視床感覚核の一部の限局した領域で感覚反応が得られた。この部位はバースト放電頻発部(病変周囲吻背側部)腹側、視床 Vim-Vcpc 核相当部位であった。C 群(3 例)ではバースト放電をあまり認めず、視床感覚核の広い範囲で感覚反応が得られた。治療効果は視床感覚核の機能変化と相関を示し、長期の良好な除痛が B 群、中等度の除痛が A 群で得られたが、C 群では良好な除痛は得られなかった。除痛は脳血管障害病変周囲吻背側の不規則なバースト放電頻発部位の慢性刺激により得られた。中枢性脳卒中後疼痛例では視床感覚核で内側毛帯系の機能低下と脊髄-視床-皮質路の局所的機能亢進を認めた。この脊髄-視床-皮質路の局所的活動亢進により視床で感覚信号の受容、伝達に変化をきたしていることが示唆されると共に、局所的活動亢進(burst 放電)部の電気刺激による機能 modulation により症状が変化することが示された。

c) 脳腫瘍症例において微小電極法を用いた視床神経活動記録を行い、特に悪性脳腫瘍症例において腫瘍近傍 6.3 ± 4.5 mm (mean \pm SD) から 0 mm において神経活動の低下、神経活動低下域手前 3 ± 1.4 mm から低下域までの領域において短・高周波 burst 状放電を認めた。脳腫瘍症例において、これらの所見の原因として抑制性 GABA 神経細胞の選択的機能低下が示唆されており、本研究対象疾患においても同様の機序が示唆される。視床・皮質律動異常における皮質低周波干渉の成因

となる視床短・高周波 burst 状放電（活動）の原因病態として興味深い。

d)本態性振戦 21 例、振戦優位パーキンソン病 15 例に対する選択的視床腹中間核凝固術において、振戦治療に必要な最小、かつ本質的視床部位、及びの長期成績について検討した。視床における運動感覚反応記録を基に視床 Vim 核最外側に軸位断で逆 V 字型の小治療病巣を作成した。振戦の評価は modified Fahn-Tolosa-Marin 振戦スケールを用いた。片側手術例、両側手術例初回側では、ET 群で術前 15.1 ± 6.0 、術直後 1.2 ± 2.3 ($p < 0.0001$)、PD 群で術前 11.7 ± 4.8 、術後 0.4 ± 0.5 ($p < 0.0001$)と著明な振戦の改善を認め、3 ヶ月 - 1 年でわずかに増悪を認めるものの、2 年以降術後 8 年までは同様の状態が観察された。両群 1-2 例に一過性の筋力低下、平衡障害、構音障害を認めた。治療病巣の内側境界は ET 群、PD 群共に標準的な治療部位と比較して明らかに外側であり、PD 群で ET 群より外側であった。外側境界(平均 2mm 外側)は内包に近接していた。視床感覚核で認められる律動的群化放電 (burst 放電)ではなく、視床腹中間核最外側の末梢振戦部位に対応する固有感覚中継部位を選択的に遮断することにより、長期的かつ確実な振戦コントロールが得られ、振戦例においては必ずしも律動的群化放電(規則的 burst 放電)の modulation のみが症状変化につながるわけではないことが示された。

2)中枢性疼痛例、脳血管障害後振戦例における大脳皮質運動-感覚野(近傍)の脳波解析については、系統的検討による有意な結果を導くことはできなかった。

3) 運動異常症患者における大脳皮質運動-感覚野(近傍)脳波の解析についても 2)と同様であり、系統的検討による有意な結果を導くことはできなかった。

4) 今回の検討において、Thalamocortical dysrhythmia の原因となる視床感覚核の burst 状活動電位(過分極状態)及びこの burst 状放電を生ずる視床感覚核病態が明らかとなり、今後の研究につながる結果と思われる。特に今回の研究では中枢性脳卒中後疼痛例では活動の低下、消失した視床固有感覚核周囲にバースト放電で表現される広範な過活動領域が認められ、視床感覚核内脊髄-視床-皮質路での局所的機能亢進部の存在が示された。この視床活動低下域周囲の局所的機能亢進部の長期刺激により有効な除痛が得られており、視床・皮質律動異常における皮質低周波干渉の成因とな

る視床短・高周波 burst 状放電(活動)の存在、及びこの burst 状放電の治療的 modulation による症状変化が示され、視床・皮質律動異常の病態を考える上で興味深い所見であった。一方、これに伴う大脳皮質運動感覚野(近傍)での病態解析が進まず、特に同部の脳波解析について系統的結果が得られなかったため、大脳皮質低周波 oscillation の存在を実証することはできなかった。又、陽性症状出現に重要な大脳皮質 slow wave activity focus 近傍領域の神経細胞の活動の亢進、すなわち edge effect についても PET、fMRI を用いた機能画像解析が行われ一部陽性所見は得られたものの、系統的かつ有意な結果は得られず実証には到っていない。

今後、更なる検討により、特に大脳皮質レベルでの病態解析が行われる必要がある。これにより難治性機能的脳疾患(神経原性疼痛、運動異常症)の病態機序としての Thalamo-cortical dysrhythmia が実証され、さらに疾患特有の病態の把握が行われて、その解析結果に基づく治療法の開発が進展することが望まれる。

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 7 件)

1) Matsuzaki Y, Konno A, Mukai R, Honda F, Hirato M, Yoshimoto Y, Hirai H: Transduction Profile of the Marmoset Central Nervous System Using Adeno-Associated Virus Serotype 9 Vectors. *Molecular Neurobiology* 54:1745-1758,2016.

DOI:10.1007/s12035-016-9777-6. (査読有)

2) Ibe Y, Tosaka M, Horiguchi K, Sugawara K, Miyagishima T, Hirato M, Yoshimoto Y: Resection extent of the supplementary motor area and post-operative neurological deficits in glioma surgery. *Br J Neurosurg* 13:1-7, 2016. (査読有)

3) 平戸政史、好本裕平: 難治性疼痛に対する視床刺激法(DBS) - 視床腹中間核-小細胞性腹尾側核-外側中心核刺激術. 新 NS NOW “痛みの手術” 106-116, 2016. (査読無)

4) Iijima K, Hirato M, Miyagishima T, Horiguchi K, Sugawara K, Hirato J, Yokoo H, Yoshimoto Y: Microrecording and image-guided stereotactic biopsy of deep-seated brain tumors. *J Neurosurg* 123: 978-988, 2015. (査読有)

5) 平戸政史: 振戦の外科治療 専門医に求められる最新の知識: 機能外科. *脳神経外科速報* 24:1107-1114, 2014 (査読無)

6) 平戸政史: 中枢神経障害性疼痛(Central neuropathic pain) 神経症候群 VI-その他の

神経疾患を含めて- 第2版 XV 頭痛 4. Painful cranial neuropathies and other facial pains. 日本臨床 909-912, 2014 (査読無)

7) 平戸政史: PET 『痛みのマネージメント update』 II. 痛みの診断・評価法 痛みの画像検査ならびに誘発電位 日本医師会雑誌 143:S106-S107, 2014 (査読無)

〔学会発表〕(計 14 件)

1) 平戸政史、宮城島孝昭、好本裕平: 振戦に対する視床腹中間核最外側部凝固術. 第 56 回日本定位・機能神経外科学会、2017.1.27. 大阪コングレコンベンションセンター(大阪府大阪市)

2) 平戸政史、宮城島孝昭、好本裕平: 中枢性脳卒中後疼痛の成因としての視床感覚核脊髄視床皮質路の局所活動異常. 日本脳神経外科学会第 75 回学術総会、2016.9.30. 福岡国際会議場(福岡県博多市)

3) Hirato M, Miyagishima T, Yoshimoto Y: Hyperactivity of spinothalamic system around cerebro-vascular lesion on the sensory thalamus in the genesis of central post-stroke pain 16th World Congress of International Association for the Study of Pain (IASP) 2016.9.28. Pacifico Yokohama (Yokohama, Japan)

4) 平戸政史: 定位・機能神経外科. 第 19 回日本臨床脳神経外科学会 2016.7.24. ホテルガーデンパレス熊谷(埼玉県熊谷市)

5) 平戸政史、宮城島孝昭、好本裕平: 中枢性脳卒中後疼痛の成因 - 視床感覚核脊髄視床皮質路の局所的活動亢進. 第 38 回日本疼痛学会、2016.6.24. 北海道立道民活動センターかでの(北海道札幌市)

6) Hirato M, Miyagishima T, Takahashi A, Yoshimoto Y: Stereotactic selective Vim thalamotomy for tremor with aid of depth microrecording- minimal and essential thalamic area ameliorating for tremor - 9th Catholic International Neurosurgery Update Symposium 2016.2.13. Catholic University of Korea (Soul, Korea) (招待講演)

7) Hirato M, Miyagishima T, Takahashi A, Yoshimoto Y: Maintaining and mediating system of tremor - Rationale of stereotactic selective Vim thalamotomy for tremor- 9th Catholic International Neurosurgery Update Symposium 2016.2.13. Catholic University of Korea (Soul, Korea) (招待講演)

8) 平戸政史、宮城島孝昭、好本裕平: 本態性振戦、振戦優位パーキンソン病に対する選択的視床腹中間核凝固術 - 長期成績、及び振戦治療に必要な最小、かつ本質的視床部位- 第 52 回日本定位・機能神経外科学会

2016.1.23. 江陽グランドホテル(宮城県仙台市)

9) 平戸政史、宮城島孝昭、好本裕平: 中枢性脳卒中後疼痛の成因 第 71 回日本脳神経外科学会学術総会、2015.10.15. ロイトン札幌(北海道札幌市)

10) 平戸政史、宮城島孝昭、好本裕平: 中枢性脳卒中後疼痛の解剖学的成因 第 37 回日本疼痛学会、2015.7.3. 市民会館崇城大学ホール(熊本県熊本市)

11) 平戸政史、宮城島孝昭、好本裕平: 中枢性脳卒中後疼痛に対する微小電気電極法を用いた病態解析に基づく視床刺激術 第 54 回日本定位・機能神経外科学会、2015.1.17. 都市センターホテル(東京都千代田区)

12) 平戸政史、宮城島孝昭、好本裕平: 中枢性脳血管障害後疼痛に対する個々の視床病態に基づいた視床手術 第 70 回日本脳神経外科学会学術総会、2014.10.9. 高輪プリンスホテル(東京都品川区)

13) 平戸政史、宮城島孝昭、好本裕平: 視床神経活動記録、微小電気刺激による病態解析に基づいた中枢性脳血管障害後疼痛に対する視床手術. 第 36 回日本疼痛学会

2014.6.21. KKR ホテル大阪(大阪府大阪市)

14) 平戸政史、宮城島孝昭、好本裕平: 本態性振戦、パーキンソン病振戦に対する微小電気電極法を用いた選択的視床腹中間核凝固術. 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(大阪府大阪市)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕
出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

平戸 政史 (HIRATO MASABUMI)
群馬大学・大学院医学研究科・准教授
研究者番号: 00173245

(2) 研究分担者

宮城島 孝昭 (MIYAGISHIMA TAKAAKI)
群馬大学・大学院医学研究科・助教
研究者番号: 40625365

(3) 連携研究者