

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2007～2009

課題番号：19591660

研究課題名（和文） 機能再建外科治療を意図した随意運動神経回路網の回復機序についての研究

研究課題名（英文） Study on the important functional changes for improvement of the motor activity after stroke in the voluntary motor system, intending to applicate for the functional reconstructive surgery in the brain

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

研究成果の概要（和文）：

脳卒中後の片麻痺患者、梗塞10例、出血18例(視床、又は被殻小病変例)計28例において、随意運動神経回路網(脊髓-視床-皮質路、皮質-脊髓路)の自然回復機序を検討した。出血例、梗塞例共に片麻痺の回復と病変の経時的縮小とに相関を認め、内包機能障害の改善との対応が示唆されたが、片麻痺の回復に寄与する大脳皮質運動関連構造、大脳基底核、視床の機能変化を捉えることはできなかった。随意運動を行う上で重要な上行性運動感覚信号は、パーキンソン病(PD)群での検討では、脊髓視床路を上行して視床腹中間核最外側部を通過し、皮質中心溝底部3a、4の領域に投射している。一方、脳血管障害例である脳卒中後振戦群での検討では、PD群、本態性振戦群と比較して、上行性運動感覚信号の伝達が視床レベルで大きく変化することが示唆された。

研究成果の概要（英文）：

To clarify the important functional changes for improvement of the motor activity after cerebro-vascular disease (CVD) in the voluntary motor system (spino-thalamo-cortical system or cortico-spinal system), we studied the changes of the level of hemiparesis, of the extent of CVD lesion, and of the regional blood flow or metabolism in the motor-related structures by PET or functional MRI in 28 patients with small thalamic or putaminal CVD lesion. We recognized the correlation between the improvement of hemiparesis with decrease of the size of CVD lesion, which suggested to correlate with improvement of internal capsular function. However, we could not find what kind of factors worked or contributed for improvement of motor activity in the cortical motor-related structures, basal ganglia or thalamus. The ascending motor-related sensory impulses, which may play important roles for voluntary movement, go via the spino-thalamic pathway, pass through the most lateral part of thalamic VIM nucleus and project to the bottom of central sulcus, corresponding to cortical 3a and 4 area, in the study of cases with Parkinson's disease (PD). As the thalamic function in patients with post-stroke tremor was different from that in the PD or essential tremor, ascending motor-related sensory impulses might be conducted with aberrant or abnormal way at the thalamus in patients with hemiparesis after stroke.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2008年度	500,000	150,000	650,000
2009年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	2,900,000	870,000	3,770,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：外科系臨床医学・脳神経外科学

キーワード：機能再建外科、脳血管障害、随意運動神経回路網、回復機序、機能画像、磁気刺激、脳深部電気刺激術、大脳皮質運動野電気刺激術

1. 研究開始当初の背景

日本では、高齢化を背景に脳血管障害の発生頻度が増加しており、その後遺症としての片麻痺は労働力を奪い、社会的損失の大きな原因となっている。これまで、その治療の主体はrehabilitationのみに委ねられてきたが、近年、再生医療への関心の高まりと共に、脳血管障害後の片麻痺等に対しても再生医療を含めた積極的な治療法によりこれを改善させようという試みが始まっている。

現在、脳損傷、特に脳卒中後の片麻痺に対する治療研究の主体は、ヒト神経幹細胞を中心とした細胞移植治療にあり、動物実験(Trojanowski, J. Q., et al. Exp Neurol 122:283-294, 1993、Borlongan, C.V., et al. Exp Neurol 149:310-321, 1998)、臨床トリアル(Kondziolka, D., et al. Neurology 55:565-569, 2000、Cell transplantation 13:749-754, 2004)、その効果(Meltzer, C.C., et al. Neurosurgery 49:586-592, 2001)等について膨大なデータが発表されているが、近年、その困難さも、又、浮き彫りとなってきている(Kondziolka, D., et al. J Neurosurg 103:38-45, 2005)。一方、脳卒中後片麻痺患者に対し磁気刺激装置を用いた非侵襲的皮質運動野刺激による片麻痺回復促進の試み(Mansur C.G., et al. Neurology 64:1802-1804, 2005、Kim Y.H., et al. Stroke 37:1471-1476, 2006)がなされ、効果を認めると共にその治療機序についての研究が始まっている。

近年、寡動症状の強いParkinson 病例など運動異常症に対し脳深部電気刺激療法が行われ、その著しい効果により外科治療による随意運動機能再建への道が開かれつつある。脳卒中後片麻痺患者においては、上述の如く、磁気刺激装置を用い

た非侵襲的皮質運動野刺激による片麻痺回復促進の試みがなされ効果を認めつつあるが、磁気刺激による治療は一過性、かつ低頻度の刺激によるものであり、脳深部電気刺激療法の実験から、大脳皮質の持続的、かつ高頻度刺激による治療の方が、より大きな治療効果をもたらすことが期待される。一方、随意運動においては大脳皮質運動野より錐体路を下行する生体信号と共に、これを制御する上行性運動感覚信号の重要性が理解されており、rehabilitationの意味を考えると、この上行性運動感覚信号の賦括が片麻痺の回復を促進することが推察される。

2. 研究の目的

脳卒中後の片麻痺患者において、随意運動神経回路網(脊髄-視床-皮質路、皮質-脊髄路)の自然回復機序、及び人為的刺激(磁気刺激装置を用いた皮質運動野刺激)による回復機序を解析し、片麻痺回復に重要であり、かつ人為的刺激(電気刺激)により賦活可能な随意運動神経回路網内の至適治療部位、治療時期などについて明らかにすることを目的としている。さらに、これらのデータを基に脳卒中後振戦や中枢性疼痛患者において、視床など脳深部構造や大脳皮質運動関連構造の至適部位を、至適条件で直接刺激し、より短期、かつ高度な片麻痺回復の促進を計りうるかどうかを検討する。又、本法の妥当性、及び安全性については、サルを用いた動物実験により検討する。最終的に、脳卒中後片麻痺患者において、片麻痺回復促進のために随

意運動神経回路網内に電極を留置し慢性刺激治療を行うことの是非、及びその可能性について検討すると共に、これらのデータを基に、ハイブリッド神経回路組み込みによる随意運動回路網再建外科治療の可能性について推察する。

3. 研究の方法

1) 皮質下梗塞、出血による片麻痺自然回復の脳内機序の解析

皮質下梗塞、及び出血後の不全片麻痺例で、発症時意識障害軽度、小病変（梗塞 2 cm、出血 3 cm 以下）の症例を選択し、急性期状態を脱した後、片麻痺回復の脳内機序を functional MRI (fMRI)、PET scan を用い解析する。

2) 片麻痺を呈した脳血管障害例に対する経頭蓋皮質運動野磁気刺激による片麻痺回復促進の試み

1) の症例のうち、さらに選択された症例において、脳血管障害発症後 3、6 ヶ月で磁気刺激装置を用い頭蓋外から皮質運動野の繰り返し刺激 (rTMS) を行い、臨床的に自然回復時との相違について検討する。

3) 片麻痺を呈した脳血管障害後振戦例、中枢性疼痛例に対する刺激電極留置、刺激術

皮質下小病巣に起因し症状を呈した脳血管障害後振戦例、中枢性疼痛症例において、前者では、術中、微小電極法を用い視床腹側核群神経細胞活動を記録した後、後者では、電気生理学的に大脳皮質運動野を同定した後、治療用電極を留置する。いずれも埋込み型刺激装置により慢性刺激治療を行う。術前、1) と同様、片麻痺の判定、fMRI、PET scan を用いた脳内病態の解析を行う。

4) 脳血管障害後振戦、中枢性疼痛例慢性電気刺激による脳内機能変化の解析

定位的視床刺激電極留置を行なった脳血管障害後振戦例、大脳皮質運動野硬膜外刺激電極留置を行った中枢性疼痛症例において、継続的電気刺激により治療を行ないつつ (100-160Hz 高頻度電気刺激)、術後 3、6 ヶ月で、1. と同様の方法により PET scan を用いた脳内病態の解析を行う。

5) サルを用いた刺激実験

サルを用いて、微小電極法により視床の電気生理学的解析を行った後視床腹中間核に治療用電極を留置する。pulse generator を用い、視床の高頻度、慢性刺激を行い、その行動の変化、安全性について検討すると共に刺激頻度、刺激強度の相違による変化を検討する。

6) 随意運動神経回路網回復機序の解析、大脳皮質、脳深部刺激による機能再建外科治療への応用

随意運動神経回路網内において、安全、かつ

効率的に筋活動を賦括できる至適刺激部位、刺激条件を明らかにし、同部位への電極留置、慢性刺激による片麻痺回復促進の可能性を検討する。さらに、これらの data を基に、ハイブリッド神経回路組み込みによる随意運動回路網再建外科治療の可能性について検討する。

4. 研究成果

1) 片麻痺回復の脳内機序については、研究初年度当科を受診し、入院、加療をうけた皮質下梗塞 5 例 (視床 2 例、被殻 3 例)、出血 7 例 (視床 2 例、被殻 5 例) 計 12 例、2 年度の皮質下梗塞 4 例 (視床 1 例、被殻 3 例)、出血 3 例 (視床 3 例) 計 7 例、3 年度の皮質下梗塞 1 例 (視床 1 例)、出血 8 例 (視床 3 例、被殻 5 例) 計 9 例、以上の皮質下梗塞 10 例 (視床 4 例、被殻 6 例)、出血 18 例 (視床 8 例、被殻 10 例) 計 28 例において検討した。いずれも小病変例であり、急性期状態を脱した 2 週-1 ヶ月後より、MRI を用い病変の大きさの経時的変化を検討すると、出血例、梗塞例共に急速な病変の縮小を認める例と認められない例とが存在し、片麻痺の回復もこの変化と対応した。内包の機能障害からの回復と対応した変化と思われる。大脳皮質運動関連構造 (捕足運動野、前運動野、運動野)、大脳基底核、視床などで PET scan、functional MRI (fMRI) により明らかな機能変化を捉えることはできず、とくに病変の存在した大脳基底核、視床では脳血管障害そのものによる血流、代謝の変化が大きいために、目的とした機能変化そのものを捉えることはできなかった。

2) 磁気刺激装置を用いた頭蓋外からの皮質運動野刺激については、機器の不都合もあり散発的施行に終わり、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。

3) 本研究課題の一つである上行性運動感覚信号については、

a) 上行性運動感覚信号の中継点である視床腹中間核 (VIM 核) でのその処理様式についてパーキンソン病 7 例を対象に検討した。定位的視床手術中、視床 VIM 核において対側手首、及び拇指の末梢自然刺激に対する運動感覚反応が得られた際に、手首部の正中神経電気刺激 (1 Hz) を行い、視床 VIM 核において体性感覚誘発反応 (SEP) を記録した。SEP は single、又は multiple unit 反応、及び local field potential (LFPs) を記録した。正中神経電気刺激に対する視床 VIM 核での single、又は multiple unit 反応の潜時は 17.5 ± 2.9 msec ($n=6$) であり、又、正中神経刺激誘発の LEPs は、周波数解析により刺激後およそ 10-30 msec で 50-200 Hz の oscillation が増強す

ることが明らかとなった。この oscillation が増強した際には大きく 2 つの pattern (興奮-抑制、抑制-興奮) が認められた。正中神経刺激により視床 Vim 核で記録された unit 反応の潜時は、これまで報告された視床腹尾側核 (VC 核、主知覚核) における unit 反応の潜時とほぼ同様であり、視床 Vim 核を通過する上行性運動感覚信号は脊髄視床路を経由し上行している可能性が高いと考えられた。又、病的状態においては視床介在ニューロン、視床網様核ニューロン (抑制性) の関与により、視床においてリズム形成を生ずる。このため、随意運動を行う際に上行性運動感覚信号は視床のレベルで大きく影響をうける可能性が示唆された。

b) 上行性運動感覚信号の中継点となる視床感覚核における振戦例疾患群別の感覚反応の同定率、分布を検討した。パーキンソン病 (PD) 10 例、本態性振戦 (ET) 10 例 (コントロール群) の解析では、運動感覚反応は視床腹中感覚核 (Vim 核) において PD 群では 59 反応 (5.9 反応/トラッキング)、ET 群では 97 反応 (7.5 反応/トラッキング) を認めた。その末梢受容野は前者では下肢 10 反応 (17%)、上肢 49 反応 (83%) で、視床 Vim 核内背外側下肢、腹内側上肢という比較的整然とした身体部位局在を示し、後者では下肢 14 反応 (14.5%)、上肢 82 反応 (84.5%)、顔面 1 反応 (1%) で、その分布は基本的には PD 群と同様であったが、より広い範囲に広がり身体部位局在がやや不明瞭であった。これに対し、脳血管障害後振戦 (pCVD-T) 群 5 例では、運動感覚反応は視床 Vim 核において 12 反応 (2.4 反応/トラッキング) を認め、上肢 11 反応 (83%)、顔面 1 反応 (17%) (深部) で、視床 Vim 核内の腹尾側部に偏在していた。片麻痺患者の視床の状態は pCVD-T 群に近い状態であると思われるが、今回の検討からコントロール群となる PD 群、ET 群と比較して、pCVD-T 群の視床の状態は機能的に大きく異なっており、随意運動を行う上で重要な上行性運動感覚信号の伝達も視床のレベルにおいて大きく変化している事が示唆された。片麻痺患者において麻痺の改善を意図し上行性運動感覚信号を賦活する際に、又、それによる脳内動態の変化を解析する際に考慮すべき重要な問題と思われた。

c) 振戦例における視床腹中間核手術 (凝固術) 結果より、視床、大脳皮質における投射領域を含め種々の解剖、生理学的検討を行った。fMRI を用いた研究により、本態性振戦患者右手振戦例 6 例において患側上肢手関節の受動的屈曲・伸展を行うと、左側大脳皮質中心溝部が賦括されることが明らかとなった。さらに、振戦の治療として、微小電極法により視床腹中間核最外側部において上行性運動感覚信号を捉え、記録部位を含んで最小の凝固巣を形成すると、術後大脳皮質中心溝底部でこの賦括の程度が減弱することが明らかとなった。患側上肢手関節の受動的屈曲・伸展課題では、患側上肢からの固有知覚性、及び表在知覚性信号が皮質中心溝部に伝えられ、これにより

ローランド皮質は広く賦括されているものと思われた。一方、視床腹中間核の凝固により視床において固有知覚入力断れたため、術後、大脳皮質中心溝底部における賦括が減弱し大脳皮質中心溝付近においてギャップを伴う賦括パターンとなったことが推定された。すなわち、随意運動を行う上で重要な上行性運動感覚信号は、視床腹中間核最外側部、及び皮質中心溝底部の 3a、4 の領域に投射していることが明らかとなった。

4) 留置電極を用いた慢性刺激による脳内病態の変化についても、PET scan を用い散発的に検討したが、大脳皮質運動関連構造、大脳基底核、視床などで明らかな機能変化を捉えることはできず、とくに病変の存在した大脳基底核、視床では血流、代謝の変化が大きいため、機能変化そのものを捉えることができなかった。

5) 至適刺激部位、刺激条件が整わなかったため、サルを用いた刺激実験は施行しなかった。

6) 今回の検討で、主に片麻痺回復に関与する上行性運動感覚信号についての視床、皮質を中心とする生理学的、病的所見が明らかとなったが、随意運動神経回路網回復のより詳細な機序、および随意運動神経回路網内において、安全、効率的に筋活動を賦括できる至適刺激部位、刺激条件について明らかにすることはできなかった。しかし、他の研究者より上行性運動感覚信号賦括による運動機能再建の報告が散見されるようになっており、脳深部刺激による機能再建外科治療を考える上でも、今回の検討結果は有用であったと思われる。

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 18 件)

- 1) Hirato M, Watanabe K, Yoshimoto Y: Study on neural activity of thalamic sensory nucleus and microstimulation effect in patients with post-stroke pain. Pain Research 2010;25:27-35. (査読有)
- 2) 平戸政史, 渡辺克成, 好本裕平: パーキンソン病振戦優位例に対する視床腹中間核手術の長期効果. 機能的脳神経外科 2010;49: (印刷中). (査読無)
- 3) 平戸政史, 渡辺克成, 風間健, 好本裕平: 中枢性疼痛 (視床痛) に対する外科的治療の長期成績. 機能的脳神経外科 2009;48:20-21. (査読無)
- 4) 平戸政史: 幻肢痛. Clinical Neurosci 2009;27:530-532. (査読無)

- 5) 平戸政史、渡辺克成、風間健、好本裕平: Parkinson病視床下核刺激術において刺激電極留置部位が長期効果に及ぼす影響. 機能的脳神経外科 2008;47:123-129. (査読有)
- 6) 平戸政史: 刺激電極埋め込みによるCRPSの治療. ペインクリニック 2008;29:1179-1188. (査読無)
- 7) 平戸政史、高橋章夫、渡辺克成、風間健、好本裕平: Parkinson病視床下核刺激術において刺激電極留置部位が長期効果に及ぼす影響. 機能的脳神経外科 2008;47:20-22. (査読無)
- 8) 平戸政史、高橋章夫、渡辺克成、風間健、好本裕平: 中枢性疼痛局所痛例の治療戦略. 機能的脳神経外科 2008;47:23-25. (査読無)
- 9) 平戸政史: 幻肢痛の特徴と治療. ペインクリニック 2008;29:S109-S118. (査読無)
- 10) 平戸政史: 中枢性疼痛(視床痛)の発症メカニズムと外科治療. BIO Clinica 2008;25:390-397. (査読無)
- 11) 平戸政史、高橋章夫、渡辺克成、風間健、好本裕平: 脳卒中後疼痛(視床痛)の病態と外科治療. Jpn J Neurosurg 2008;17:205-213. (査読有)
- 12) 平戸政史、高橋章夫、渡辺克成、風間健、好本裕平: 中枢性疼痛局所痛の病態と脊髄刺激療法の効果. Pain Research 2008;23:35-44. (査読有)
- 13) 平戸政史、高橋章夫、渡辺克成、風間健、好本裕平: 視床運動感覚反応に基づいた振戦に対する視床手術. 臨床脳波 2008;50:32-37. (査読無)
- 14) Miyagishima T, Takahashi A, Kikuchi S, Watanabe K, Hirato M, Saito N, Yoshimoto Y: Effect of ventralis intermedius thalamotomy on the area in the sensorimotor cortex activated by passive hand movements: fMRI imaging study. Stereotact Funct Neurosurg 2007;85:225-234. (査読有)
- 15) 平戸政史、高橋章夫、宮城島孝昭、風間健、好本裕平: 本態性振戦に対する視床手術. 機能的脳神経外科 2007;46:111-118. (査読有)
- 16) 平戸政史、高橋章夫、宮城島孝昭、風間健、好本裕平: 本態性振戦に対する視床手術. 機能的脳神経外科 2007;46:74-75. (査読無)
- 17) 平戸政史、高橋章夫、宮城島孝昭、風間健、好本裕平: 中枢性疼痛に対する外科的治療法の選択と治療成績. 機能的脳神経外科 2007;46, 16-17. (査読無)
- 18) 高橋章夫、平戸政史、好本裕平: 視床と振戦. 脳神経外科 2007;35, 651-662. (査読無)

[学会発表] (計 23 件)

- 1) 平戸政史、渡辺克成、好本裕平: パーキンソン病振戦優位例に対する視床腹中間核手術の長期効果. 第 49 回日本定位・機能神経外科学会、

2010. 1. 23、千里ライフサイエンスセンター (大阪府)

- 2) 平戸政史、渡辺克成、好本裕平: Indication and surgical procedure of spino-cerebral stimulation for the treatment of central pain after stroke. 第49回日本定位・機能神経外科学会、2010. 1. 22、千里ライフサイエンスセンター (大阪府)
- 3) 平戸政史、渡辺克成、宮城島孝昭、好本裕平: 中枢性疼痛に対する脊髄・視床手術-脳深部刺激術の適応について- 第 68 回脳神経外科学会総会、2009. 10. 14、京王プラザホテル (東京都)
- 4) Hirato M: Where is the essential area of DBS for tremor arrest? -Study on the selective Vim thalamotomy based on the kinesthetic response in the Vim- The 9th World Congress of the International Neuromodulation Society 2009. 9. 14. Grand Hilton Hotel (Seoul)
- 5) 平戸政史、渡辺克成、好本裕平: 中枢性疼痛(視床痛)の成因-視床感覚核神経活動記録、微小電気刺激から-. 第 31 回日本疼痛学会、2009. 7. 18、名古屋国際会議場 (愛知県)
- 6) 平戸政史: スムーズな動きをとり戻そう -運動異常症に対する脳外科の治療- 第 2 回東葛神経治療研究会、2009. 6. 27、三井ガーデンホテル柏 (千葉県)
- 7) 平戸政史、渡辺克成、宮城島孝昭、好本裕平: 中枢性疼痛(視床痛)例における脊髄-視床-皮質路の機能変化 -局所痛例と広範痛例での比較- 第23回日本ニューロモジュレーション学会、2009. 6. 13、都市センターホール (東京都)
- 8) 平戸政史、渡辺克成、風間健、好本裕平: 中枢性疼痛(視床痛)に対する外科的治療の長期成績. 第 48 回日本定位・機能神経外科学会、2009. 1. 24、東京ステーションコンファレンス (東京都)
- 9) 平戸政史: 視床手術 バリエーションを中心に. 第 48 回日本定位・機能神経外科学会、2009. 1. 23、東京ステーションコンファレンス (東京都)
- 10) 平戸政史、渡辺克成、風間健、好本裕平: Parkinson病片側視床下核刺激術の長期効果-刺激電極留置部位による相違. 第 67 回脳神経外科学会総会、2008. 10. 1、岩手県民会館 (岩手県)
- 11) 平戸政史、渡辺克成、風間健、好本裕平: 中枢性疼痛(視床痛)例における脊髄-視床-皮質路の機能変化-視床神経活動記録、微小電気刺激による解析. 第 30 回日本疼痛学会、2008. 7. 20、福岡国際会議場

(福岡県)

- 12) Hirato M, Watanabe K., Kazama K, Yoshimoto Y: Surgical treatment for central pain after stroke based on the neural mechanism. The 3rd Asian Pain Symposium 2008. 7. 18. Fukuoka International Congress Center (Fukuoka)
- 13) Hirato M: Stereotactic thalamic surgery for movement disorders and pain after stroke with aid of depth microrecording. The 7th Asian Congress of Neurological Surgeons, 2008. 6. 23. Beijing International Hotel (Beijing)
- 14) 平戸政史, 高橋章夫, 渡辺克成, 風間健, 好本裕平: Parkinson病視床下核刺激術において刺激電極留置部位が長期効果に及ぼす影響. 第 47 回日本定位・機能神経外科学会 2008. 1. 26、アクトシティ浜松 (静岡県)
- 15) 平戸政史, 高橋章夫, 渡辺克成, 風間健, 好本裕平: 中枢性疼痛局所痛例の治療戦略. 第 47 回日本定位・機能神経外科学会 2008. 1. 26、アクトシティ浜松 (静岡県)
- 16) 平戸政史: 中枢性疼痛の病態と外科治療. 第 8 回北海道機能神経外科研究会 2007. 10. 11、ロイトン札幌 (北海道)
- 17) 平戸政史, 高橋章夫, 渡辺克成, 風間健, 好本裕平: 種々の振戦例に対する運動感覚反応に基づいた定位的視床手術. 第 66 回脳神経外科学会総会 2007. 10. 3、京王プラザホテル (東京都)
- 18) 平戸政史, 高橋章夫, 渡辺克成, 風間健, 好本裕平: 中枢性疼痛局所痛の成因と脊髄刺激療法の効果. 第 29 回日本疼痛学会 2007. 7. 7、パシフィコ横浜 (神奈川県)
- 19) Hirato M, Takahashi A, Miyagishima T, Kazama K, Yoshimoto Y: Effectiveness of thalamic surgery for various kinds of tremor. The 6th Congress of Asian Society for Stereotactic, Functional & Computer-assisted Neurosurgery 2007. 5. 24. Highland Resort Hotel (Fujiyoshida)
- 20) Hirato M, Takahashi A, Miyagishima T, Kazama K, Yoshimoto Y: How should we indicate various kinds of surgical treatments for patients with central (thalamic) pain? The 6th Congress of Asian Society for Stereotactic, Functional & Computer-assisted Neurosurgery 2007. 5. 24. Highland Resort Hotel (Fujiyoshida)
- 21) 平戸政史, 高橋章夫, 宮城島孝昭, 風間健, 好本裕平: 脳卒中後疼痛 (視床痛) の病態と外科治療. 第 27 回日本脳神経外科コンgres総会、2007. 5. 20、ホテルメトロポリタン仙台 (宮城県)
- 22) 平戸政史, 高橋章夫, 宮城島孝昭, 風間健, 好本裕平: 本態性振戦に対する視床手術. 第 46 回日本定位・機能神経外科学会 2007. 1. 27、

アクロス福岡 (福岡県)

- 23) 平戸政史, 高橋章夫, 宮城島孝昭, 風間健, 好本裕平: 中枢性疼痛に対する外科的治療法の選択と治療成績. 第 46 回日本定位・機能神経外科学会 2007. 1. 27、アクロス福岡 (福岡県)

〔図書〕 (計 2 件)

- 1) 平戸政史, 真興交易 (株) 医書出版部、神経障害性疼痛の基礎と臨床 2、2009、305、pp. 403-411
- 2) 平戸政史, 中外医学社、EBM神経疾患の治療、2008、534、pp. 205-208

6. 研究組織

(1) 研究代表者

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

(2) 研究分担者

高橋 章夫 (TAKAHASHI AKIO)
群馬大学・医学部・講師
研究者番号：60261856 (H19)

風間 健 (KAZAMA KEN)
群馬大学・大学院医学系研究科・助教
研究者番号：30396626 (H19→H20)

渡辺 克成 (WATANABE KATSUSHIGE)
群馬大学・大学院医学系研究科・助教
研究者番号：10312886 (H20→H21)

(3) 連携研究者

()
研究者番号