

平成23年5月31日現在

機関番号：15301

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2010

課題番号：20591831

研究課題名（和文）難治性疼痛に対する仮想現実鏡治療の効果検証

研究課題名（英文） The validation of virtual reality mirror visual feedback therapy as an analgesic modality for intractable pain

研究代表者

佐藤 健治 (SATOU KENJI)

岡山大学・岡山大学病院・講師

研究者番号：70359884

研究成果の概要（和文）：我々はバーチャルリアリティ応用・鏡療法（VR/MVF）を開発し、様々な鎮痛方法でも痛みが軽減しない幻肢痛やCRPS（複合性局所疼痛症候群）患者での鎮痛効果を確認・報告した。当該研究ではVR/MVFの鎮痛効果をより継続させるためVR/MVF治療を音情報に変換し音楽を作成するシステムを開発した。我々はVR/MVF治療では体内に備わる痛みを和らげる機構（内因性オピオイドシステム）が活発になると考えていて、VR/MVF治療中に作成した音楽を家に持ち帰り日常生活の場で聴くことで、体内に備わる痛みを和らげる機構が再び活発となり痛みが和らぐと期待している。

研究成果の概要（英文）：We developed and introduced The Virtual Reality Mirror Visual Feedback Therapy (VR/MVF) to patients with intractable pain, such as phantom limb pain and complex regional pain syndrome (CRPS). We have already confirmed and reported its analgesic efficacy and speculated that VR/MVF would provide its analgesic effect through the activation of intrinsic opioid system. In the present study we developed the system which could link VR/MVF with this intrinsic opioid system and is easy to take outside of the hospital (where VR/MVF was set). The system converts VR/MVF into music. When patients hear this music, their intrinsic opioid system could be activated just like during VR/MVF therapy, they can enjoy analgesia anytime he/she wants.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,300,000	690,000	2,990,000
2009年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,800,000	1,140,000	4,940,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：外科系臨床医学・麻酔・蘇生学

キーワード：シミュレーション工学、認知科学、バーチャルリアリティ

## 1. 研究開始当初の背景

我々はバーチャルリアリティ(VR)を応用した鏡治療(VR/MVF)を平成 17/18 年度科学研究費(萌芽研究)で開発し、難治性疼痛患者での鎮痛効果を確認した。しかしシステムが大掛かりで高価なため岡山大学病院に固定設置され、患者の治療機会が制限される欠点があった。この問題を解決するためには病院外でも VR/MVF 治療の効果が継続する方法の開発が必要であった。また我々は VR・VF 治療により一旦疼痛の軽減がみられた症例でも治療中断により疼痛が再現している症例を経験している。VR 治療をずっと継続しなければならないことは患者 QOL の面から不利であり、VR/VF 治療の中断によっても継続する方法を開発する必要があった。

## 2. 研究の目的

VR/MVF の鎮痛機序は解明されていないが、最近の機能的脳画像診断法の進歩により、難治性疼痛患者では健常者と比較して、痛みや痛みに伴う不快な情動や不安などの脳内プロセッシングが異なり、これら脳内の可塑性変化により障害部位が治癒したあとも痛みが慢性的に維持されることが示唆されている。脳内の可塑性変化を健常状態に戻すことは有効な治療法に繋がる可能性がある。このような脳内可塑性の一例としては一次体性感覚野の再構築が知られている。最近外因性に投与したオピオイドによって一次体性感覚野の再構築が減少することが報告されたため、VR/MVF 治療では内因性オピオイドシステムが活性化することで鎮痛効果がもたらされる可能性がある。我々は岡山大学ペインセンターで開発したバーチャルリアリティ応用・

Visual-Feedback (VR/VF)療法を CRPS 患者の疼痛治療に導入している。治療前後の fMRI 検査では連携研究者である水原啓暁が機能的神経回路網解析ソフトを用いて検証した。治療前に疼痛が重篤であった時は掌握運動による運動野の賦活と同期して疼痛に関与する視床などの活動の賦活が認められたが。治療後に疼痛が軽減した場合はこれらの機能的神経回路網が消失していた。当該研究の目的は岡山大学病院の外でも VR/MVF 治療効果を継続させる為に、VR/MVF 治療中に活性化される内因性オピオイドシステムを VR/MVF を実施せずに活性化させるシステムを開発することである。

## 3. 研究の方法

VR/VF治療による鎮痛効果は残念ながら治療中断により消失することが我々の研究で示唆された。患者QOLの面からは不利であり、鎮痛効果を持続させる方法の開発が必須となる。VR/VF治療による鎮痛効果は内因性オピオイドシステムを介することが示唆されているため、内因性オピオイドシステムに関連した機能的神経回路網を固定させる条件付けを検討する。具体的には身の回りに普遍的に存在する音(音楽)を用いる。条件づけに必要な音の構成要素を検討し、既存のVR/VFシステムを組み合わせた music・VR/VF治療システムを開発する。視覚的フィードバックと音楽による条件付けを組み合わせることで内因性オピオイドシステムに関連した機能的神経回路網を強化し、最終的には音楽単独(聴覚入力)により同システムの賦活化

による鎮痛作用と回路網の connectivityの継続を期待する。

#### 4. 研究成果

VR/MVF治療中のタスクの進行状況を音情報に変換することで音楽を作成し、タスク実行中にその音楽を聴くことで、治療で賦活される内因性オピオイドシステムと音楽とを関連づけるシステムを開発した。対象物の運動軌跡を音情報へ変換する方法としてヤマハTENORI-ONを購入し音への変換システムを開発した。平成21年度にはそれまでに開発していた対象物が仮想空間内で自由に動き回る(対象物同士が衝突すると跳ね返る)機能をもとにその跳ね返る面をヤマハTENORI-ONのバーチャル版として作成して、治療中に物体が衝突した部分が音(音楽)として演奏されるシステムが完成した。当該研究の最終年度にあたる平成22年度にはそのシステムを実際の治療に応用しその効果を検証する予定であったが、内因性オピオイドシステムの再賦活化を惹起するには対象物がTENORI-ONのバーチャル版と衝突時の音を主とする方が効果的なのか、手の動き(特に掌握時)にリンクした音が効果的のかなどの調整を行った。

#### 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 Sato N, Ozaki TJ, Someya Y, Anami K, Ogawa S, Mizuhara H, Yamaguchi Y, Subsequent memory-dependent EEG theta correlates to parahippocampal blood oxygenation level-dependent response. Neuroreport 2010, 21,

168-172. (査読あり)

- ② 水原啓暁, グローバルな神経協調による情報統合と機能障害, 特別講演, 第34回日本神経心理学会総会. (査読なし)2010
- ③ Sato K, Gofuku A, Mizuhara H. nonimmersive virtual reality mirror visual feedback therapy and its application for the treatment of complex regional pain syndrome: an open-label pilot study. Pain medicine 2010;11:622-629 (査読あり)
- ④ 福森 聡、五福明夫、佐藤健治. 幻肢痛・慢性疼痛のための治療システムの開発と評価 一般発表 ヒューマンインターフェイスシンポジウム (査読なし) 2010
- ⑤ 水原啓暁, 神経ダイナミクスと知能創発、計測と制御, 2009, 48, 94-99. (査読あり)
- ⑥ 福森 聡、五福明夫、佐藤健治. バーチャルリアリティを利用した在宅CRPS治療システムの開発 日本遠隔医療学会学術大会 (査読なし) 2009

[学会発表] (計2件)

① Kenji Sato, VIRTUAL REALITY BASED MIRROR VISUAL FEEDBACK THERAPY FOR CRPS AND THE MODULATION OF THE PAIN PERCEPTION AS ITS PUTATIVE MECHANISM OF ANALGESIA, 12th World Congress on Pain, August 17-22, 2008, Glasgow, Scotland, UK

② 佐藤健治, バーチャルリアリティ応用・鏡療法によるCRPS治療, 第18回日本ペインクリニック学会中国・四国合同地方会、平成20年5月10日、岡山市

[その他]

ホームページ等

[http://www.okadaimasui.com/word\\_jp/virtualreality/virtualreality.html](http://www.okadaimasui.com/word_jp/virtualreality/virtualreality.html)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

佐藤 健治 (SATOU KENJI)  
岡山大学・岡山大学病院・講師  
研究者番号：70359884

### (2) 研究分担者

溝渕 知司 (MIZOBUCHI SATOSHI)  
岡山大学・大学院医歯薬学総合研究科・准教授  
研究者番号：70311800

西江 宏行 (NISHIE HIROYUKI)  
岡山大学・岡山大学病院・助教  
研究者番号：20379788

中塚 秀輝 (NAKATSUKA HIDEKI)  
岡山大学・岡山大学病院・准教授  
研究者番号：70263580 (H20～H21)

佐藤 哲文 (SATO TETSUFUMI)  
岡山大学・岡山大学病院・講師  
研究者番号：40362975 (H20～H21)

### (3) 連携研究者

水原 啓暁 (MIZUHARA HIROAKI)  
京都大学・情報学研究科・講師  
研究者番号：30392137