

令和 6 年 6 月 15 日現在

機関番号：35308

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21K11234

研究課題名(和文) 経頭蓋直流電気刺激と末梢神経機能的電気刺激による皮質脊髄路促通効果の研究

研究課題名(英文) Effects of tDCS and IVES on corticospinal tract stimulation

研究代表者

河村 顕治 (Kawamura, Kenji)

吉備国際大学・保健医療福祉学部・教授

研究者番号：40278974

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：歩行や立ち上がりなどの下肢閉運動連鎖(CKC)運動においては、膝関節を安定化するために大腿四頭筋と拮抗筋であるハムストリングの共同収縮が必要とされる。大脳皮質興奮性を調整できる機能を持つ経頭蓋直流電気刺激(tDCS)と、動作筋を促通する随意運動介助型機能的電気刺激(IVES)を組み合わせることにより、状態依存性反射反転のメカニズムを強化して理想的なCKC運動が行えるという仮説に基づき研究を行った。10分間のtDCSと大腿四頭筋またはハムストリングに対するIVESを併用した等速性CKC運動により、膝屈曲60度の膝伸展モーメントは有意に増加した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

CKC運動においては膝関節で大腿四頭筋とハムストリングの共同収縮が起こり、膝関節が保護される。tDCSによって下降運動指令を強化して、IVESによって必要な筋収縮を補助すれば、効率的な筋力強化が行える。一般的にはCKCの状況下でも、大腿四頭筋優位の収縮が起こる。したがってハムストリングをIVESで刺激した時も膝伸展モーメントが有意に増大するという知見は、CKC運動における膝関節周囲の理想的なバランスの共同収縮を引き出すための方法として有意義である。このアプローチにより、サルコペニアなどで運動機能が低下している虚弱高齢者の下肢に対して、安全で効果的なりハビリテーションシステムが構築できる。

研究成果の概要(英文)：Lower extremity closed kinetic chain: CKC exercises require co-contraction of the quadriceps and antagonist hamstring muscles to stabilize the knee joint. To elicit co-contraction, a state-dependent reflex reversal mechanism works by prioritizing transmission via excitatory pathways from the Golgi tendon organ, so that the descending motor command automatically promotes muscle activity in the antagonist muscle. tDCS has the ability to modulate cortical excitability. IVES stimulates the muscles by applying electrical stimulation according to the magnitude of the electromyogram. The study was based on the hypothesis that the combination of tDCS and IVES would enhance the mechanism of state-dependent reflex reversal to produce ideal CKC exercise. Isokinetic CKC exercise combined with 10 minutes of tDCS and IVES to the quadriceps or hamstring significantly increased the knee extension moment at 60 degrees of knee flexion.

研究分野：リハビリテーション医学

キーワード：サルコペニア 閉運動連鎖 経頭蓋直流電気刺激 随意運動介助型機能的電気刺激 状態依存性反射反転 ニューロリハビリテーション

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

## 1. 研究開始当初の背景

寝たきりの発生要因となる大腿骨近位部骨折の98%が転倒によって起こり高齢者の転倒の多くは歩行中に発生する。転倒のリスク因子としては歩行機能障害、筋力低下(サルコペニア)、バランス機能低下などが主な因子である。サルコペニア(sarcopenia)とは、加齢により筋肉(sarco)が減少(penia)していることを意味する1989年にRosenbergが初めて提唱した概念である<sup>1)</sup>。70歳以上の高齢者の40%以上が罹患していると推定され、転倒を引き起こし骨粗鬆症性骨折の原因となり最終的に寝たきりの発生要因の一つとなる。サルコペニアでは $\alpha$ 運動神経が減少してtypeII線維の選択的脱神経が起こるとされているため、筋肉だけを問題とするのではなく神経系にもアプローチが必要となる。また、歩行などの閉運動連鎖(closed kinetic chain: CKC)運動においては、大腿四頭筋と拮抗筋であるハムストリングの共同収縮などの特徴的筋活動が起こるため、筋力強化においてもCKCでの運動が必要となる<sup>2)</sup>。

経頭蓋直流電気刺激(transcranial direct current stimulation: tDCS)はターゲットとなる皮質領域に置く電極の極性によって脳機能を興奮または抑制することができ、大脳皮質興奮性を調整できる<sup>3)</sup>。一方、随意運動介助型機能的電気刺激(integrated volitional control electrical stimulation: IVES)は脳からの運動指令を筋電図としてモニタリングし、それに合わせて同じ筋肉に電気刺激を与えることで主動筋の促通と、拮抗筋のIa相反抑制を生じさせ、さらに電気刺激により末梢から中枢へフィードバックが行える<sup>4)</sup>。

そこで、大脳皮質興奮性を調整できる神経調整(neuromodulation)機能を持つtDCSと末梢から中枢へフィードバックが行えるIVESを組み合わせることにより、皮質脊髓路促通効果が得られるという仮説に基づき、tDCSとIVESの併用電気刺激前後の等尺性CKC下肢最大筋出力時の脚力計測および内側広筋の表面筋電図波形解析を行った。その結果、速筋のリクルートを表す平均周波数と周波数中央値が有意に増加し、等尺性CKC下肢最大筋出力は促通されて有意に増加した<sup>5)</sup>。

## 2. 研究の目的

CKC運動においては、膝関節を安定化するために大腿四頭筋と拮抗筋であるハムストリングの共同収縮が必要とされるので、拮抗筋のIa相反抑制が有効に機能するOKC運動とは条件が全く異なる。この問題に関しては、状態依存性反射反転(state-dependent reflex reversal)という現象が知られており、CKC運動では筋にかかる負荷を敏感に検知するゴルジ腱器官からの興奮性経路を介した伝達を優先させることで、下降運動指令が自動的に拮抗筋の筋活動を促進する<sup>6)</sup>。経頭蓋直流電気刺激(tDCS)を使用することで、下降運動指令を強化し、脳からの運動指令を筋電図としてモニタリングし、それに合わせて同じ筋肉に電気刺激を与えることで主動筋を促通する随意運動介助型機能的電気刺激(IVES)を組み合わせることにより、CKC運動において起こる状態依存性反射反転のメカニズムを強化して効率的な筋力強化を行うことが本研究の狙いである。そのために理想的なCKC運動で下肢の関節モーメントが計測できる等速性閉運動連鎖運動評価訓練機<sup>7,8)</sup>を使用して研究を行った。

## 3. 研究の方法

### (1) IVESによる大腿四頭筋刺激

対象者は健常若年男性10名(身長 $174.3\pm 3.5$ cm、体重 $62.6\pm 6.9$ kg)とした。tDCS装置GD-800で左側一次運動野刺激を行った。国際10-20法に則りCz(頭頂部)に陽極電極、右眼窩上前額部に陰極電極を置き、刺激強度1.5mAのパルス刺激で運動に合わせて10分間通電した(図1)。IVESによって右大腿四頭筋の刺激を行った。IVESはGD-612(オーギー技研)を用いてIVESゲル導子(大)とIVESゲル2極導子(大)を大腿四頭筋上に貼付し、パワーアシストモードで運動に合わせて10分間刺激を行った(図2)。等速性CKC運動は我々が開発したフットペダルがサイクロイド曲線軌跡上を往復運動する構造の等速性閉運動連鎖型評価訓練機を用いて、右下肢の評価を行った(図3)。膝関節について運動速度 $60\text{ deg/sec}$ で、膝伸展 $0$ 度から膝屈曲 $90$ 度の往復運動を行わせた。足部出力を計測するためにフットプレートの下に3軸ロードセルLSM-B-5KNSA15(共和電業)を設置した。運動はデジタルビデオカメラで右側面から撮影しToMoCo-LLC(東総システム)にて右下肢の解析を行った(図4)。10分間のtDCSとIVESを併用した等速性CKC運動を10%MVCの強度で行わせ、その前後で右下肢最大出力時の下肢3関節モーメントを評価した。



図1



図2



図3：等速性閉運動連鎖型評価訓練機による右下肢の評価（大腿四頭筋刺激）



図4：ToMoCo-LC（東総システム）による右下肢の解析

#### (2) IVES によるハムストリング刺激

対象者は健常若年男性 10 名（身長  $172.5 \pm 6.9 \text{cm}$ 、体重  $66.4 \pm 5.7 \text{kg}$ ）とした。tDCS 装置 GD-800 で左側一次運動野刺激を行った。国際 10-20 法に則り Cz（頭頂部）に陽極電極、右眼窩上前額部に陰極電極を置き、刺激強度  $1.5 \text{mA}$  のパルス刺激で運動に合わせて 10 分間通電した。IVES によって右ハムストリングの刺激を行った。IVES は GD-612（オージー技研）を用いて IVES ゲル導子（大）と IVES ゲル 2 極導子（大）をハムストリング上に貼付し、パワーアシストモードで運動に合わせて 10 分間刺激を行った（図 5）。等速性 CKC 運動は我々が開発したフットペダルがサイクロイド曲線軌跡上を往復運動する構造の等速性閉運動連鎖型評価訓練機を用いて、右下肢の評価を行った。膝関節について運動速度  $60 \text{ deg / sec}$  で、膝伸展 0 度から膝屈曲 90 度の往復運動を行わせた（図 6）。足部出力を計測するためにフットプレートの下に 3 軸ロードセル LSM-B-5KNSA15（共和電業）を設置した。運動はデジタルビデオカメラで右側面から撮影し ToMoCo-LC（東総システム）にて右下肢の解析を行った。10 分間の tDCS と IVES を併用した等速性 CKC 運動を  $10\% \text{MVC}$  の強度で行わせ、その前後で右下肢最大出力時の下肢 3 関節モーメントを評価した。



図 5



図 6

#### 4. 研究成果

##### (1) IVES による大腿四頭筋刺激

10 分間の tDCS と IVES を併用した等速性閉運動連鎖運動により、膝屈曲 60 度の膝伸展モーメントは  $2.60 \pm 0.94 \text{ Nm/kg}$  から  $2.88 \pm 0.98 \text{ Nm/kg}$  へ有意に増加した（図 7）。

##### (2) IVES によるハムストリング刺激

10 分間の tDCS と IVES を併用した等速性閉運動連鎖運動により、膝屈曲 60 度の膝伸展モーメントは  $1.09 \pm 0.48 \text{ Nm/kg}$  から  $1.76 \pm 0.61 \text{ Nm/kg}$  へ有意に増加した（図 8）。

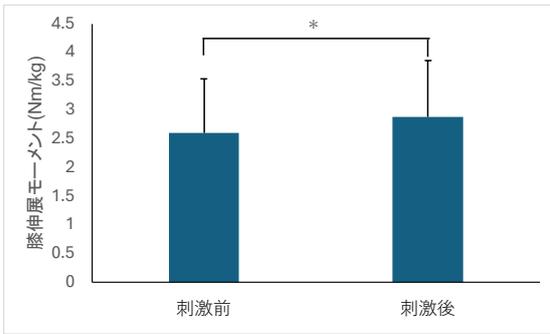


図 7

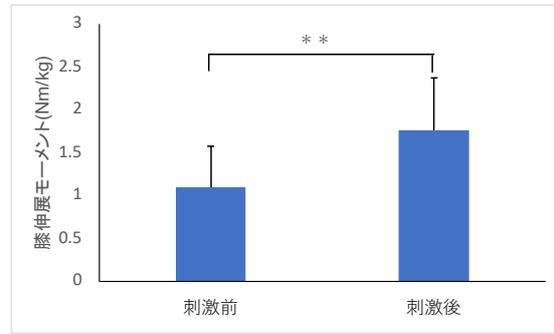


図 8

### (3)実験結果の考察

tDCS の効果は電流が大脳皮質に存在する投射性の興奮性神経細胞である錐体細胞に作用し、陽極刺激では脱分極、陰極刺激では過分極を誘導するためと考えられている。一次運動野をターゲットとした場合、陽極の電極を一次運動野の上に置いた場合は興奮性の上昇に作用し、陰極を置いた場合は抑制的に作用する<sup>3)</sup>。陽極の電極を一次運動野の上に置いた tDCS による一次運動野刺激によって運動学習を促進することにより、下肢全体の筋群を協調して筋力を発揮する能力が高まると考えられる。最新の研究では運動皮質の tDCS はランニングパフォーマンスを増強することが明らかとなった<sup>9)</sup>。tDCS によるヒトの運動機能に対する効果は近年多数報告されており、2016 年にはアスリートが tDCS を利用して「脳ドーピング」を行うのではないかとというレポートが報告された<sup>10)</sup>。

一方、導出した筋活動電位に比例して電気刺激が行われる IVES は、体性感覚入力増加と随意的運動促進の両方が相乗効果をもって、脳の可塑性を賦活して機能改善に寄与するとされている<sup>11)</sup>。末梢電気刺激治療を行うことで、一次運動野から  $\alpha$  運動ニューロンを經由して筋へと至る皮質脊髄路の興奮性が増大することがわかっている<sup>12)</sup>。IVES による随意筋電量に比例した電気刺激は、随意運動を介助し、自らの運動を認識しやすくする。そして皮質からの運動指令と介助された随意運動により、末梢からの体性感覚入力の増加と随意運動促進が、相乗効果により脳神経ネットワークの再構築に寄与すると考えられる<sup>11)</sup>。微弱な随意収縮を筋電図としてモニタリングし、それに合わせて同じ筋肉に電気刺激を与えアシストする治療法である IVES は、機能的電気刺激 (Functional Electrical Stimulation: FES) と、治療的電気刺激 (Therapeutic Electrical Stimulation: TES) を融合させた新しい電気刺激療法といえる<sup>13)</sup>。

TES による主動筋 (麻痺筋) やその支配神経への電気刺激は、主動筋 (麻痺筋) の 2 シナプス性 Ia 抑制介在ニューロンを介して拮抗筋の運動ニューロンを抑制することで、拮抗筋緊張を抑制 (相反抑制) する。さらに、主動筋 (麻痺筋) の 2 シナプス性 Ia 抑制介在ニューロンは、相互抑制により、拮抗筋の 2 シナプス性 Ia 抑制介在ニューロンを抑制し、結果として、拮抗筋側からの相反抑制から脱抑制されて、主動筋 (麻痺筋) の随意運動が改善する<sup>14)</sup>。

近年、tDCS 前処置 IVES 療法において慢性期脳卒中後の中等度上肢麻痺に対する有効性が報告されている<sup>15)</sup>。上肢の運動はほとんどが開運動連鎖 (open kinetic chain: OKC) 運動である。本研究は歩行などの日常で最もよく使われる運動様式である CKC 運動について検討を行った。CKC 運動においては、大腿四頭筋と拮抗筋であるハムストリングの共同収縮などの特徴的筋活動が起こるため、拮抗筋の Ia 相反抑制が有効に機能する上肢の OKC 運動とは条件が全く異なる。この問題に関しては、状態依存性反射反転 (state-dependent reflex reversal) という現象が知られている<sup>6)</sup>。これは、運動中に変化する必要条件を満たすように、脊髓回路における情報伝達が下降性運動指令によって制御されるというものである。すなわち、OKC 運動においては Ia 相反抑制が合目的に作用するが、CKC 運動においては作用筋と拮抗筋の共同収縮が必要とされる。そのため、CKC 運動では筋にかかる負荷を敏感に検知するゴルジ腱器官からの興奮性経路を介した伝達を優先させることで、下降運動指令はそこからのフィードバックを自動的に筋活動の促進に用いることを可能にしている。

CKC 運動においては膝関節で大腿四頭筋とハムストリングの共同収縮が起こり、膝関節が保護されるが、この必要条件を満たすように、脊髓回路における情報伝達が下降性運動指令によって制御されている。tDCS によって下降運動指令を強化して、IVES によって必要な筋収縮を補助すれば、効率的な筋力強化が行える可能性がある。本研究の結果では大腿四頭筋またはハムストリングを IVES で刺激したが、どちらにおいても膝伸展モーメントは有意に増大した。一般的には CKC の状況下でも人の解剖学的構造上、大腿四頭筋優位の収縮が起こる。したがってハムストリングを IVES で刺激した時も膝伸展モーメントが有意に増大するという知見は、CKC 運動における膝関節周囲の理想的なバランスの共同収縮を引き出すための方法として有意義である。

本研究の結果は、リハビリテーションやスポーツトレーニングの分野において有用である。このアプローチにより、サルコペニアや変形性膝関節症によって運動機能が低下している虚弱高齢者の下肢に対して、安全で効果的なリハビリテーションシステムが構築できる。さらに、将来的には、この手法を用いた新しいトレーニング機器の開発が期待される。

<引用文献>

1. I. R. Rosenberg, Summary comments. *Am. J. Clin. Nutr.* 50: 1231-1233 ISI (1989).
2. R. A. Palmitier, K. N. An, S. G. Scott et al, Kinetic chain exercise in knee rehabilitation. *Sports Medicine* 11:402-413 (1991).
3. M. A. Nitsche, W. Paulus, Excitability changes induced in the human motor cortex by weak transcranial direct current stimulation. *J Physiol* 527, 633-639 (2000).
4. 村岡慶裕, 正門由久, 富田豊, 藤原俊之, 治療的電気刺激による脳卒中患者の足関節筋群における2シナプス性Ia相反抑制の変化. *リハビリテーション医学* 37(7), 453-458 (2000).
5. 河村顕治, 井上茂樹, 等尺性下肢閉運動連鎖運動における経頭蓋直流電気刺激と随意運動介助型電気刺激の併用による皮質脊髄路促進効果. *吉備国際大学保健福祉研究所研究紀要* 24, 7-11 (2023).
6. E. R. Kandel, J. D. Koester, S. H. Mack, S. A. Siegelbaum, *Principles of Neural Science* (McGraw Hill, ed. 6, 2021).
7. 河村顕治, 畠中泰彦, 中嶋正明, 藤野英己, 元田英一, 鈴木康夫, 奥村康成, 角野 歩, 都築常明, グアン リー, 臥床患者のための閉運動連鎖型訓練機器の開発 (1) -CYBEX 6000 による下肢出力様式の基礎的研究-. *吉備国際大学保健科学部研究紀要* 6, 71-79(2001).
8. 河村顕治, 畠中泰彦, 中嶋正明, 藤野英己, 元田英一, 鈴木康夫, 奥村康成, 角野 歩, 都築常明, グアン リー, 臥床患者のための閉運動連鎖型訓練機器の開発 (2) . *吉備国際大学保健科学部研究紀要* 7, 103-110 (2002).
9. S. B. Park, D.J. Sung, B. Kim, S. Kim, J. K. Han, Transcranial Direct Current Stimulation of motor cortex enhances running performance. *PLoS ONE* 14(2), e0211902 (2019).
10. S. Reardon, 'Brain doping' may improve athletes' performance. *Nature* 531, 283-284 (2016).
11. E. Bhatt, A. Nagpal, K. H Greer, T. K. Grunewald, J. L. Steele, J. W. Wiemiller, S. M. Lewis, J. R. Carey, Effect of Finger Tracking Combined with Electrical Stimulation on Brain Reorganization and Hand Function in Subjects with Stroke. *Exp. Brain. Res.* 182, 435-447 (2007).
12. D. G. Everaert, A. K. Thompson, S. L. Chong, R. B. Stein, Does functional electrical stimulation for foot drop strengthen corticospinal connections? *Neurorehabil Neural Repair* 24, 68-177 (2010).
13. 村岡慶裕, 筋電フィードバック電気刺激IVESの開発—神経生理に基づく医療機器開発から普及方策まで—. *計測と制御* 59 (1), 17-22 (2020).
14. V. M. Pomeroy, L. King, A. Pollock, A. Baily-Hallam, P. Langhorne, Electrostimulation for promoting recovery of movement or functional ability after stroke. *Cochrane Database Syst. Rev.* Apr 19;2006(2):CD003241 (2006).
15. 宗村麻紀子, 大林 茂, 慢性期脳卒中上肢麻痺へのtDCSを前処置としたIVES併用作業療法の検討. *Jpn. J. Rehabil. Med.* 58, 197-207 (2021).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 12件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 川上翔平, 河村顕治	4. 巻 34 (1)
2. 論文標題 高位脛骨骨切り術前後における静止立位の運動学パラメータの検討	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 運動器リハビリテーション	6. 最初と最後の頁 7-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 秋本剛, 河村顕治, 大西邦博, 横山茂樹	4. 巻 44
2. 論文標題 変形性膝関節症患者における歩行周期時間変動と膝関節機能の関連 - 異なる3種類の歩行速度による検討	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 臨床バイオメカニクス	6. 最初と最後の頁 81-86
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 大西邦博, 松居和寛, 秋本剛, 河村顕治	4. 巻 44
2. 論文標題 人工膝関節全置換術患者の杖歩行自立日数には年齢および術前の歩行変動性に関連性がある	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 臨床バイオメカニクス	6. 最初と最後の頁 135-140
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 増川武利, 井上茂樹, 河村顕治	4. 巻 9 (1)
2. 論文標題 下肢機能に対する経頭蓋直流電気刺激のシャム刺激によるプラセボ効果について	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 岡山健康科学	6. 最初と最後の頁 29-34
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 河村顕治, 井上茂樹	4. 巻 25
2. 論文標題 等速性閉運動連鎖運動における経頭蓋直流電気刺激と随意運動介助型電気刺激の併用効果	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 吉備国際大学保健福祉研究所研究紀要	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 宮地 司 , 河村 顕治	4. 巻 3(1)
2. 論文標題 異なる関節角速度での筋出力特性と片脚ドロップジャンプ着地時における姿勢制御の関係性	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 総合理学療法研究	6. 最初と最後の頁 6-14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Takeshi Akimoto, Kenji Kawamura, Takaaki Wada, Naomichi Ishihara, Akane Yokota, Takehiko Suginoshita, Shigeki Yokoyama	4. 巻 34
2. 論文標題 Gait cycle time variability in patients with knee osteoarthritis and its possible associating factors.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Physical Therapy Science	6. 最初と最後の頁 140-145
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1589/jpts.34.140	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 福田 航, 河村顕治, 横山茂樹, 片岡悠介, 五味徳之	4. 巻 59(7)
2. 論文標題 前十字靭帯再建術後の再損傷発生に関連する片脚スクワット中の運動学的因子の検討	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Jpn J Rehabil Med	6. 最初と最後の頁 725-731
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2490/jjrmc.21050	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 大西邦博, 松居和寛, 秋本剛, 河村顕治	4. 巻 43
2. 論文標題 3軸加速度計による術後2週までの人工膝関節全置換術患者の体幹動揺性と運動機能の縦断調査	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 臨床バイオメカニクス	6. 最初と最後の頁 155-161
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 河村顕治, 井上茂樹	4. 巻 24
2. 論文標題 等尺性下肢閉運動連鎖運動における経頭蓋直流電気刺激と随意運動介助型電気刺激の併用による皮質脊髄路促進効果	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 吉備国際大学保健福祉研究所研究紀要	6. 最初と最後の頁 7-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.57431/0002000004	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 河村顕治	4. 巻 72巻6号
2. 論文標題 バランス運動における経頭蓋直流電気刺激の効果	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 整形外科	6. 最初と最後の頁 584-586
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15106/j_seikei72_584	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 山科 俊輔, 原田 和宏, 玉利 光太郎, 田中 亮, 山田 英司, 森山 英樹, 阿南 雅也, 京極 真, 河村 顕治	4. 巻 55巻8号
2. 論文標題 保存療法中の変形性膝関節症患者を対象とした観察に基づく歩行異常性評価の構築に向けた研究 評価の項目特性, 因子妥当性, 併存的妥当性および検者間信頼性	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 理学療法ジャーナル	6. 最初と最後の頁 922-930
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11477/mf.1551202407	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fukuda W, Kawamura K, Yokoyama S, Kataoka Y, Ikeno Y, Chikaishi N, Gomi N	4. 巻 28
2. 論文標題 A cross-sectional study to assess variability in knee frontal plane movement during single leg squat in patients with anterior cruciate ligament injury	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Bodywork and Movement Therapies	6. 最初と最後の頁 144-149
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jbmt.2021.07.016	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 秋本剛, 河村顕治, 大西邦博, 横山茂樹	4. 巻 42
2. 論文標題 変形性膝関節症患者と健常高齢者の歩行周期時間変動の差異	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 臨床バイオメカニクス	6. 最初と最後の頁 29-32
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 大西邦博, 秋本剛, 河村顕治	4. 巻 42
2. 論文標題 3軸加速度計を用いた人工膝関節全置換術患者における術後1週の運動機能の変化	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 臨床バイオメカニクス	6. 最初と最後の頁 149-154
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計14件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 河村顕治
2. 発表標題 生体電気刺激の効果
3. 学会等名 おかもやま生体信号研究会第 39 回例会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 川上翔平, 福田航, 河村顕治
2. 発表標題 変形性膝関節症患者における静止立位の矢状面運動学パラメータの検討 重心位置が静止立位と歩行に与える影響に着目して
3. 学会等名 第34回日本運動器科学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 秋本剛, 河村顕治, 石原直道, 杉之下武彦, 大西邦博, 横山茂樹
2. 発表標題 変形性膝関節症患者における歩行周期時間変動の1分間の変化 - 健常高齢者との比較 -
3. 学会等名 第11回日本運動器理学療法学会学術大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 河村顕治
2. 発表標題 等速性閉運動連鎖運動における経頭蓋直流電気刺激と随意運動介助型電気刺激の併用効果
3. 学会等名 第7回日本リハビリテーション医学会秋季学術集会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 大西 邦博, 松居 和寛, 中谷 亮誠, 岩城 啓好, 河村 顕治
2. 発表標題 変形性膝関節症患者における歩行再現性と身体機能の関連性
3. 学会等名 第50回日本臨床バイオメカニクス学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 井上 茂樹, 増川武利, 河村顕治
2. 発表標題 経頭蓋直流電気刺激 (tDCS) と随意運動介助型機能的電気刺激 (IVES) の効果検証
3. 学会等名 第28回岡山リサーチパーク研究・展示発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 川上翔平, 河村顕治
2. 発表標題 高位脛骨骨切り術前後における静止立位の運動学パラメータの検討 - knee-spine syndromeに着目して
3. 学会等名 第33回日本運動器科学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 秋本 剛, 河村顕治, 和田孝明, 石原直道, 横田あかね, 杉之下武彦, 大西邦博, 横山茂樹
2. 発表標題 変形性膝関節症患者における歩行周期時間変動と膝関節機能の関連 - 異なる3種類の歩行速度による検討 -
3. 学会等名 第49 回日本臨床バイオメカニクス学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大西邦博, 松居和寛, 石田徳磨, 河村顕治
2. 発表標題 人工関節膝関節全置換術患者の杖歩行自立日数は術前の歩行変動性、心理社会的要因、運動機能のどれに関与するのか？
3. 学会等名 第49 回日本臨床バイオメカニクス学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 河村顕治
2. 発表標題 経頭蓋直流電気刺激と末梢神経機能的電気刺激による皮質脊髄路促進効果
3. 学会等名 第6回日本リハビリテーション医学会秋季学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 秋本 剛, 河村顕治, 横山茂樹
2. 発表標題 変形性膝関節症患者の下腿外側傾斜角の変動と膝関節機能・歩行能力・WOMACとの関連
3. 学会等名 第32回日本運動器科学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 福田航, 河村顕治, 横山茂樹, 片岡悠介, 池野祐太郎, 近石宣宏, 五味徳之
2. 発表標題 女性前十字靭帯再建術後患者における片脚ジャンプ着地時の下肢関節運動の変動特性について
3. 学会等名 第32回日本運動器科学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 坂本竜司, 酒井孝文, 大西智也, 河村顕治
2. 発表標題 トレッドミル歩行時の足圧および足圧中心軌跡から加齢変化の抽出
3. 学会等名 第48回日本臨床バイオメカニクス学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 河村 顕治
2. 発表標題 経頭蓋直流電気刺激によるCKCでの下肢筋出力促進効果
3. 学会等名 第5回日本リハビリテーション医学会秋季学術集会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

吉備国際大学 河村 顕治 研究室 <a href="https://kawamura-md.jimdofree.com">https://kawamura-md.jimdofree.com</a>
---

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	井上 茂樹  (Inoue Shigeki)  (40531447)	吉備国際大学・保健医療福祉学部・准教授    (35308)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------