

令和 4 年 6 月 28 日現在

機関番号：31201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18K08948

研究課題名(和文) 歩行機能に与える圧迫性脊髄症に対しての除圧術の影響と脳循環代謝変化との相関

研究課題名(英文) Correlation of effect and cerebral circulation metabolism change of the decompression of cervical myelopathy to give a gait function

研究代表者

菅原 淳 (Sugawara, Atushi)

岩手医科大学・医学部・講師

研究者番号：90445114

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：頸椎症または頸椎後縦靭帯骨化症による圧迫性脊髄症に対して徐圧術を施行する患者に、術前および術後三か月後に歩行分析計による歩行測定を行い、運動関連皮質における神経活動の変化と関連するかどうか明らかにすることを目的とした。最終的に術前後の歩行パラメータの計測のみ実施することとなったが、以下のことを明らかにできた：腰部脊柱管狭窄症に対する減圧術後の歩行機能の改善について、歩行分析計を用いて客観的に評価した。脊髄内腫瘍に対する術後の歩行対称性について、歩行分析計を用いて評価した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

頸椎症もしくは頸椎後縦靭帯骨化症による圧迫性脊髄症に対して手術を行い、術後の歩行機能の改善について歩行分析計を用いて歩行測定を行った。圧迫性脊髄症に対する手術は、歩行改善をもたらすことを客観的に評価ができた。また、腰部脊柱管狭窄症では、術後の歩行改善について、歩行測定を行うことによって客観的に評価できた。これらのデータは、圧迫性脊髄症や腰部脊柱管狭窄症の手術が有用であると説明ができる。また、これらのデータを術後の患者さんに説明することにより、手術の満足度も上がることが期待される。

研究成果の概要(英文)：The purpose of the present study was to objectively and quantitatively approve the relation between gait functions and neural activities in the cerebral motor area before and after cervical decompressive surgery for patients with myelopathy of cervical spondylosis cervical ossification of the posterior longitudinal ligament and using a tri-axial accelerometer. We could be only performed the gait assessment before and after the surgery in the patients. On the other hand, we could also perform the following related works: 1) evaluation of gait symmetry using a tri-axial accelerometer in patients with lumbar spinal canal stenosis, and 2) objective improvement of gait disturbance after operation for patients with intramedullary tumor of spine. Finally, this study demonstrated that a tri-axial accelerometer is useful for postoperative gait evaluation of spine and spinal cord disease.

研究分野：脊椎・脊髄、末梢神経、脳

キーワード：歩行分析 三軸加速度計 圧迫脊髄症 腰部脊柱管狭窄症 脊髄内腫瘍 絞扼性末梢神経障害 リサーチ図形

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

頸椎症もしくは頸椎後縦靭帯骨化症による圧迫性脊髄症は、手足にしびれから始まり、放置すると巧緻運動障害や痙性歩行などの脊髄症状を呈するようになり、増悪すると日常生活に支障をきたす疾患である。圧迫性脊髄症は、社会構造の老齢化にともない今後も患者人口の増加が考えられ、いわば社会的な要請の多い疾患のひとつにあげられる。本疾患の手術的治療を行う機会も多くなってきている。本疾患の脊髄症状の一つである痙性歩行の術前・術後の従来の評価法の問題点としては、いずれも検者および患者の主観評価で定量性に乏しいことや、微細な変化を捉えることが難しいといった問題があった。携帯型精密歩行分析計(MG-M1110)は最近開発された歩行機能を詳細かつ客観的に分析でき、主に運動神経変性疾患の病期の判定に用いられている¹⁾。応募者らは、本装置を用いて圧迫性脊髄症に対する減圧術の歩行機能に対する効果を分析する着想に至った。また、圧迫性脊髄症に対する減圧術が末梢神経の機能を改善し、運動機能が改善した結果、大脳運動関連皮質の機能にも何らかの影響を与えるのではないかと考えた。これまでに当施設では、認知機能の変化が、¹²³I-iomazenil single-photon emission computed tomography (SPECT)を用いて可視化できるベンゾジアゼピン受容体結合能の変化と相関することを証明しており²⁾、歩行計測結果と SPECT との組み合わせによって、認知機能同様に運動機能との関連も明らかにできる可能性があると考えた。

本研究では、これらを踏まえ、MG-M1110 と ¹²³I-iomazenil SPECT を用い、圧迫性脊髄症に対する除圧術の歩行機能改善効果の客観的証明と大脳神経受容体へ与える影響を解明する。

2. 研究の目的

頸椎症もしくは頸椎後縦靭帯骨化症による圧迫性頸髄症に対する手術は、現在ほぼ確立されており、適応や時期が適切であれば、術後成績は良好である³⁾。我々は圧迫性脊髄症に対する手術後において、¹²³I-iomazenil SPECT によるベンゾジアゼピン受容体結合能は変化するのか、変化した場合、その程度は、術後の歩行改善の程度並びに神経学的所見の変化と関連があるのか、術後のベンゾジアゼピン受容体結合能は、神経症状の長期転帰を予知できるかどうか、の3つを解明するのが本研究の目的である。

3. 研究の方法

頸椎症または頸椎後縦靭帯骨化症による圧迫性脊髄症に対して徐圧術を施行する患者に、術前および術後一・三か月後にMG-M1110を用いて歩行計測を行い、同時に、従来評価法である日整会腰痛疾患治療成績判定基準 (Japanese Orthopedic Association score : JOA score) の記載も実施する。また、運動機能関連皮質領域における術前後のベンゾジアゼピン受容体結合能 (benzazepine receptor binding potential: BRBP) を評価するために、術前および術後三か月に、¹²³I-iomazenil SPECTを撮像する。

歩行計測後の解析によって取得されるパラメータ、JOA score、BRBP それぞれについて有意差

検定を実施する。また、(術後) - (術前)の差分値を算出し、各パラメータ同士の相関係数も算出する。

全体の流れは以下の通りとする：

1. 頸椎症または頸椎後縦靭帯骨化症による圧迫性脊髄症の手術を受ける患者を対象とする(図1)。手術は、前方アプローチまたは後方アプローチによる除圧術とする。
2. 術前に JOA score の記載、携帯型精密歩行分析計(図2)による歩行計測¹⁾と歩行状態のビデオ撮り、¹²³I-iomazenil SPECT の撮影を行う。
3. 術後一・三か月に JOA score の記載と歩行計測、歩行状態のビデオ撮影を行う。
4. 術後三ヶ月に ¹²³I-iomazenil SPECT (図3) の撮影を行う。
5. 歩行計測の波形データ(図4)から専用ソフトウェアにてパラメータを算出する。
6. 統計解析を実施する。

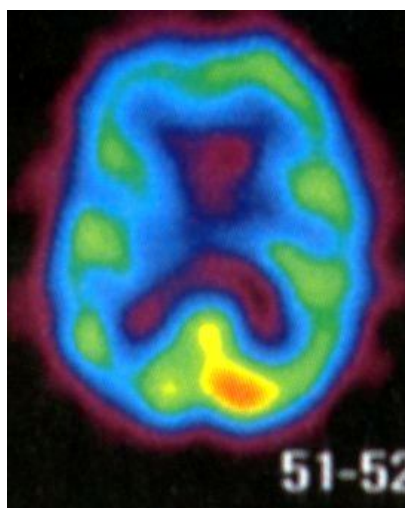
(図1) 頸椎 MRI



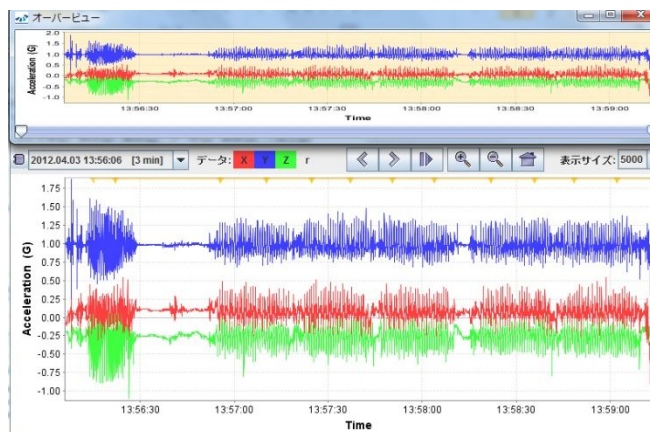
(図2) 携帯型精密歩行分析計(MG-M1110)



(図3) SPECT



(図4) 歩行分析



4. 研究成果

頸椎症もしくは頸椎後縦靱帯骨化症による圧迫性脊髄症に対して手術を行い、術前後に歩行測定を実施できた症例は、18例であった。そのうち、¹²³I-iomazenil SPECTの撮影は2例で行われた。

- 1) 歩行分析計による評価項目は、換算歩数(歩)、歩行周期(秒)、歩行率、力強さ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)、ステップ時間、Coefficients of variance: CV(%)、速度(m/分)、歩幅(cm)で、各パラメータの変化から、手術前後における歩行の変化を客観的に評価できた。臨床評価はJOA scoreの下肢運動機能と脊椎・脊髄の神経症状判定基準の下肢運動機能で行った。歩行の測定は、手術前と術後三ヶ月にMG-M1110を用いて10m歩行を6回行い、各回の歩行波形から取得されるパラメータについて、6回の平均値を算出した。臨床評価はJOA scoreの下肢運動機能と脊椎・脊髄の神経症状判定基準(以下NCSS)の下肢運動機能で行った。結果は、JOA scoreの下肢運動機能 4点満点 は術前平均2.43点、術後三ヶ月平均2.81点であった。NCSSの下肢運動機能 5点満点 術前平均3.73点、術後三ヶ月平均4.00点であった。歩行分析計での歩容の評価は、換算歩行(術前平均18.66歩、術後三ヶ月平均17.55歩)と速度(術前平均60.7m/分、術後三ヶ月平均66.3m/分)において術後三ヶ月では術前に比べ有意に改善した。現在、各歩行パラメータの術前後の変化とJOA scoreの術前後での変化との相関関係を統計学的に解析中である。
- 2) ¹²³I-iomazenil SPECTの撮影は、2例で行われたが、目標症例数に達していないため、今後とも研究を継続し症例数を増やす予定である。

最終的には、この4年間で、1)歩行評価と各パラメータの算出、2)¹²³I-iomazenil SPECT撮像から解析、といったそれぞれの流れは確立できたが、1)と2)同時に実施するための前向きコホート研究について、いまだ倫理委員会からの承認にいたっていない。したがって、承認後は、これまで実施できなかった1)同病態における術前後のBRBP評価、2)BRBPと術後の歩行改善の程度との関係、3)BRBPを用いた術後の長期転帰の予知、の3点について解明することを目指す。

関連研究成果

1) 腰部脊柱管狭窄症に対する術後の歩行改善：歩行分析計を用いた客観的評価

腰部脊柱管狭窄症に対する減圧術後の歩行機能改善について、同歩行分析計MG-M1110を用いて客観的に評価した。最終的に、対象となった31例全例において、手術前と術後三ヶ月に歩行測定を実施できた。歩行分析計による評価項目は、頸椎後縦靱帯骨化症による圧迫性脊髄症同様に、換算歩数(歩)、歩行周期(秒)、歩行率、力強さ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)、ステップ時間、Coefficients of variance: CV(%)、速度(m/分)、歩幅(cm)である。臨床評価はJOA scoreで行った。JOA score 29点満点 は術前平均15.0点、術後三ヶ月平均21.0点であった。歩行分析計での歩容の評価は、換算歩数(術前平均20.23歩、術後三ヶ月平均17.92歩)、歩行率(術前

平均 110.3 歩/分、術後三ヶ月平均 114.4 歩/分)、力強さ(術前平均 0.23G、術後三ヶ月平均 0.28G)、ステップ時間(術前平均0.546秒、術後三ヶ月平均0.523秒)、CV(術前平均4.76%、術後三ヶ月平均 3.35%)、歩幅(術前平均 49.4cm、術後三ヶ月平均 55.9cm)、速度(術前平均 54.1 m/分、術後三ヶ月平均 63.7m/分)において術後三ヶ月では術前に比べ有意に改善した。また、各症例において、歩行周期(秒)、歩行率(歩/分)、力強さ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)の3つのパラメータのうち、1つでも「改善」を示した患者を、「歩行機能術後改善」と定義した。歩行機能改善例は31例中15例で、48%であった。歩行周期、歩行率と力強さの3つのパラメータが全て改善したのは2例で、歩行周期と歩行率が改善したのが9例、歩行周期と力強さが改善したのが2例、歩行率のみが改善したのが2例だった。改善群(中央値-0.14)は、非改善群(中央値-0.020)と比べ、歩行周期は有意に低かった。改善群(中央値14.5)は、非改善群(中央値2.8)と比べ、歩行率は有意に高かった。改善群(中央値 0.065)は、非改善群(中央値 0.043)と比べ、力強さは有意に大きかった。研究成果としては、携帯型精密歩行分析計は、腰部脊柱管狭窄症の術後の歩行状態の客観的な評価に有用であった。

2) 歩行分析計を用いた脊髄内腫瘍に対する術後の歩行対称性の評価

Lissajous Index (LI)は、三軸加速度計で測定した仮想重心の加速度変化を散布図に描いた lissajous 図形を作成した後、図形を左右に分けて面積を算出し面積の左右差を求めたものである。LIが小さいほど左右対称となる。脊髄内腫瘍の術後での歩行機能の改善とLIの経時的変化を検討した。脊髄内腫瘍の歩行測定ができたのは4例であった。LIの経時的変化としては、術後早期にLIが改善する例、術後一度LIが悪化し、徐々に経時的にLIが改善する例、術後も術前と比べLIは、明らかな変化がない例を認めた。症例数が少ないため、今後も継続的な研究が必要である。

参考文献

- 1) Kurihara Y, et al. IEEE Trans. Syst., Man, Cybern. C, Appl. Rev. 42: 495-500, 2012.
- 2) Chida K, et al. Cerebrovasc Dis. 29: 343-351, 2010
- 3) 田口敏彦 他. 脊椎脊髄 20: 479-482, 2007.
- 4) 飯島 睦 他. 神経治療学 29: 773-778, 2012

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 千葉貴之、菅原淳、石垣大哉、小笠原靖、小笠原邦昭	4. 巻 30
2. 論文標題 摘出手術要した背側脱出型巨大腰椎椎間板ヘルニアの1例	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 脳神経外科速報	6. 最初と最後の頁 1348-1352
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 Fujiwara S, Sato S, Sugawara A, Nishikawa Y, Koji T, Nishimura Y, Ogasawara K	4. 巻 20
2. 論文標題 The Coefficient of Variation of Step Time Can Overestimate Gait Abnormality: Test-Retest Reliability of Gait-Related Parameters Obtained with a Tri-Axial Accelerometer in Healthy Subjects.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sensors (Basel)	6. 最初と最後の頁 E577
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/s20030577.	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 及川 公樹、西川 泰正、藤原 俊朗、小笠原 邦昭	4. 巻 27
2. 論文標題 脊椎術後疼痛症候群に対する脊髄刺激療法後の歩行改善 - 歩行分析計を用いて客観的・定量的に解析した1例 -	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 脳神経外科ジャーナル	6. 最初と最後の頁 686-690
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17件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 菅原淳、石垣大哉、藤原俊朗、井須豊彦、小笠原邦昭
2. 発表標題 腰部脊柱管狭窄症の対する術後の歩行改善－歩行分析計を用いた客観的評価－
3. 学会等名 第55回日本リハビリテーション医学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 菅原淳、石垣大哉、藤原俊朗、井須豊彦、小笠原邦昭
2. 発表標題 脊髄内腫瘍に対する術後の歩行改善：歩行分析計を用いた客観的評価
3. 学会等名 第79回日本脳神経外科学会総会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 菅原淳、石垣大哉、藤原俊朗、井須豊彦、小笠原邦昭
2. 発表標題 脊髄内腫瘍に対する術後の歩行改善：歩行分析計を用いた客観的評価
3. 学会等名 第35回日本脊髄外科学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 菅原淳、石垣大哉、藤原俊朗、井須豊彦、小笠原邦昭
2. 発表標題 高齢者の圧迫脊髄症に対する術後の歩行改善：歩行分析計を用いた客観的評価
3. 学会等名 第18回日本臨床医療福祉学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 石垣大哉、菅原淳、藤原俊朗、井須豊彦、小笠原邦昭
2. 発表標題 三軸加速度計を用いた絞扼性末梢神経障害患者の歩行対称性の評価
3. 学会等名 第35回日本脊髄外科学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 石垣大哉、菅原淳、藤原俊朗、井須豊彦、小笠原邦昭
2. 発表標題 高齢者の難治性腰殿部痛に中殿筋除圧術を行った一例
3. 学会等名 第18回日本臨床医療福祉学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 菅原 淳、石垣大哉、藤原俊朗、井須豊彦、小笠原邦昭
2. 発表標題 腰部脊柱管狭窄症に対する術後の歩行改善－歩行分析計を用いた客観的評価－
3. 学会等名 第34回日本脊髄外科学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 菅原 淳、石垣大哉、藤原俊朗、井須豊彦、小笠原邦昭
2. 発表標題 腰部脊柱管狭窄症に対する術後の歩行改善－歩行分析計を用いた客観的評価－
3. 学会等名 第54回日本脊髄障害医学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 菅原 淳、石垣大哉、藤原俊朗、井須豊彦、小笠原邦昭
2. 発表標題 圧迫性脊髄症に対する術後の歩行改善 歩行分析計を用いた客観的評価
3. 学会等名 第33回日本脊髄外科学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 菅原 淳、石垣大哉、藤原俊朗、井須豊彦、小笠原邦昭
2. 発表標題 圧迫性脊髄症に対する術後の歩行改善 歩行分析計を用いた客観的評価
3. 学会等名 第77回日本脳神経外科学会総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 菅原 淳、石垣大哉、藤原俊朗、井須豊彦、小笠原邦昭
2. 発表標題 圧迫性脊髄症に対する術後の歩行改善 歩行分析計を用いた客観的評価
3. 学会等名 第53回日本脊髄障害医学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 石垣大哉、菅原淳、藤原俊朗、小笠原邦昭
2. 発表標題 歩行分析計を用いた総腓骨神経障害症例の術後歩行評価
3. 学会等名 第33回日本脊髄外科学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Fujiwara S, Sato S, Sugawara A, Nishikawa Y, Koji T, Ogasawara K
2. 発表標題 Reliability of gait parameters obtained by a tri-axial accelerometer in gait assessments
3. 学会等名 European Stroke Organisation Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 菅原 淳、石垣大哉、藤原俊朗、井須豊彦、小笠原邦昭
2. 発表標題 三軸加速度計を用いた腰部脊柱管狭窄症に対する術後の歩行評価
3. 学会等名 第36回日本脊髄外科学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 菅原 淳、石垣大哉、藤原俊朗、井須豊彦、小笠原邦昭
2. 発表標題 三軸加速度計を用いた腰部脊柱管狭窄症に対する術後の歩行評価
3. 学会等名 第80回日本脳神経外科学会総会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 菅原 淳、石垣大哉、井須豊彦、小笠原邦昭
2. 発表標題 局所麻酔下による上殿皮神経障害・中殿皮神経障害の手術経験
3. 学会等名 第11回日本低侵襲・内視鏡脊髄神経外科学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 石垣大哉、菅原 淳、小笠原邦昭、井須豊彦
2. 発表標題 中殿皮神経障害の治療経験
3. 学会等名 第36回日本脊髄外科学会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 石垣大哉、菅原淳（井須豊彦、金景成 編著）	4. 発行年 2021年
2. 出版社 中外医学社	5. 総ページ数 p93-95
3. 書名 プロフェッショナルが伝える しびれ外来	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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	藤原 俊朗 (Fujiwara Shunrou) (60405842)	岩手医科大学・医学部・助教 (31201)	

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
---------	---------