

授与番号	甲第 1822 号
------	-----------

論文内容の要旨

Quantification of gait features in patients with lumbar spinal stenosis using an acceleration sensor

(加速度センサを用いた腰部脊柱管狭窄症患者の歩行特徴量の定量化)

(安部悠一郎、村上秀樹、遠藤寛興、山部大輔、金野大地、千田康、土井田稔)

(Journal of Iwate Medical Association 72 巻, 3 号, 2020 年 8 月掲載予定)

I. 研究目的

腰部脊柱管狭窄症(lumbar spinal stenosis: LSS)の症状の一つに歩行継続に伴い両下肢のしびれを生じ、歩行をやめると症状が改善する間欠性跛行がある。現在 LSS の明確な診断基準は存在せず、臨床症状、身体所見と画像所見から総合的に診断している。また、重症度判定は患者質問票を用いて行われてきたものの客観的に定量化された指標は存在しない。そのため、LSS 患者の間欠性跛行を定量化出来れば、診断の一助や治療後評価判定の指標となりうる。

LSS 患者に対する床反力計や三次元動作解析装置を用いた歩行解析は確立されているものの、高コストで大規模な測定装置が必要な為、臨床応用するには難しい。そこで近年、従来に比べより手技が簡便で安価な 3 軸加速度センサを用いた歩行解析が広がりつつある。しかしながら、LSS 患者に対し 3 軸加速度センサを用いた歩行解析は散見されるものの、間欠性跛行を定量化した研究報告は渉猟し得た限りまだない。本研究の目的は無線型 3 軸加速度センサを用いて歩行解析を行い、健常者と LSS 患者を比較し歩行特徴を定量化することである。さらに、患者質問票及び静止時単純 X 線パラメーターと加速度データを比較し、LSS 患者の歩行特徴を明らかにすることである。

II. 研究対象ならび方法

歩行障害を有する LSS 患者 16 名(男性 6 名, 女性 10 名, 平均年齢=70.4±10.1 歳)と健康なボランティア 10 名(男性 4 名, 女性 6 名, 平均年齢=64.6±12.7 歳)を対象とした。3 軸加速度センサは第三腰椎棘突起上の皮膚に直接貼付し、25m の直線通路を 6 分間経過するまで継続歩行した。尚サンプリングレートは 200Hz に設定した。

データ解析:

測定した加速度データから、折り返し地点を除く安定した 2048 ポイントのデータを 0-1 分, 1-2 分, 2-3 分, 3-4 分, 4-5 分, 5-6 分間から各々抽出し、前後方向の平均加速度値(Averaged acceleration value of antero-posterior direction, AA)と左右対称性の指標である Lissajous Index (LI)を算出した。

臨床測定:

患者質問票[日本整形外科学会腰痛疾患治療判定基準 (The Japanese Orthopedic Association's evaluation for lower back pain syndrome: JOA score), 日本整形外

科学会腰痛評価質問票(JOA Back Pain Evaluation Questionnaire: JOABPEQ)及び視覚的評価スケール(Visual Analog Scale: VAS)]と静止時単純 X 線写真から矢状面腰椎骨盤パラメーター(Lumbar lordosis: LL, Sacral slope: SS, Pelvic tilt: PT, Pelvic incidence: PI 及び Pelvic incidence minus lumbar lordosis: PI-LL)を計測した。

統計解析:

LSS 患者と健常者の比較には Student の t-検定を用い、経時的変化の比較には paired t-検定と Analysis of variance: ANOVA を用いて検討した。LSS 患者の歩行解析と患者質問票及び Radiographic parameter の関係性について Pearson の相関関係を用いて検討した。

III. 研究結果

6 分間歩行距離は LSS 患者で 379.3 ± 74.8 m, 健常者で 512.4 ± 87.9 m から LSS 患者が有意に短かった ($p=0.0003$)。健常者と LSS 患者の LI 値の経時的変化では、3 分歩行時で健常者は $23.5 \pm 22.1\%$, LSS 患者は $45.6 \pm 24.7\%$ ($p=0.03$), 6 分歩行時で健常者は $19.1 \pm 12.2\%$, LSS 患者は $41.7 \pm 23.2\%$ ($p=0.009$) で共に有意な差を認めた。両者の経時的変化を比較すると、健常者は時間経過に伴う有意な差は認めなかったが、LSS 患者は時間経過に伴い LI 値が有意に増加し 3 分以降にプラトー状態となった。健常者及び LSS 患者の AA 経時的変化では、健常者は歩行時間が長くなっても AA の変化を認めなかったが、LSS 患者は時間経過と共に有意に低下した。歩行開始時、健常者と LSS 患者では差が見られていたが両者間に有意な差はみられなかった。Radiographic Parameter と AA の関係では、PT において負の相関関係を認めた ($r=-0.78$, $p=0.0007$)。VAS(下肢痛の程度) と AA の関係では、正の相関関係を認めた ($r=0.53$, $p=0.03$)。

IV. 結 語

本研究は LSS 患者に対し加速度センサを用いて 6 分間歩行中のデータ収集と歩行特徴量の解析を行った。算出した LI と AA は、LSS 患者の間欠性跛行を捉える指標となり、診断の一助や術前後評価判定に有用である可能性が示唆された。

論文審査の結果の要旨

論文審査担当者

主査 教授 一戸 貞文 (整形外科学講座)

副査 教授 西村 行秀 (リハビリテーション医学科)

副査 教授 土井田 稔 (整形外科学講座)

腰部脊柱管狭窄症(lumbar spinal stenosis: LSS)の症状の一つに歩行継続に伴い両下肢のしびれを生じ、歩行をやめると症状が改善する間欠性跛行がある。LSS 患者に対し 3 軸加速度センサを用いた歩行解析は散見されるものの、間欠性跛行を定量化した研究報告は渉猟し得た限りまだない。LSS 患者の歩行特徴を定量化し明らかにした論文である。3 軸加速度センサを第三腰椎棘突起上の皮膚に直接貼付し、計測した加速度データから、前後方向の平均加速度値(Averaged acceleration value of antero-posterior direction, AA)と左右対称性の指標である Lissajous Index (LI)を算出した。LSS 患者において、歩行開始時は健常者と同程度の LI 値だったが、時間経過に伴い LI 値が有意に増加した。健常者及び LSS 患者の AA 経時的変化では、健常者は歩行継続に伴い AA の変化を認めなかったが、LSS 患者は時間経過と共に有意に低下した。

算出した LI と AA は、LSS 患者の間欠性跛行を捉える指標となり、診断の一助や術前後評価判定に有用な知見が示され、学位に値する論文である。

試験・試問の結果

脊柱管狭窄症の病因・病態、間欠性跛行の定義、従来の歩行解析と加速度センサー解析の相違、測定の限界とメリットなどについて試問を行い、適切な解答を得た。学位に値する学識を有していると考えられる。また、学位論文の作成に当たって、剽窃・盗作等の学究不正はないことを確認した。

参考論文

1) 中節骨開放性骨折後偽関節に対する大腿骨内顆より血管柄付き骨移植を施行した 1 例 東北整形災害外科学会雑誌, 61 巻、 1 号 (2018) : 84-86.

2) Evaluation of the serum ionic fluoride concentration as a biomarker of bone metabolism post spinal fusion surgery (脊椎固定術後の骨代謝のバイオマーカーとしての血清イオン性フッ素濃度の評価) (及川涼介 他 7 名と共著)

Clinica Chimica Acta, 484 巻 (2018) : 132-135.