

令和 5 年 5 月 23 日現在

機関番号：17102

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2022

課題番号：18K16665

研究課題名（和文）思春期特発性側弯症に伴う腰痛の特異的な発症メカニズムの解明

研究課題名（英文）Elucidation of the mechanism of low back pain associated with adolescent idiopathic scoliosis

研究代表者

幸 博和（Saiwai, Hirokazu）

九州大学・大学病院・助教

研究者番号：80805276

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：思春期特発性側弯症（AIS）患者の歩行時の左右の傍脊柱筋および大殿筋の表面筋電図による解析では、筋活動量に左右差は認めなかったが、AIS術後においては、歩行時の大殿筋の筋活動に左右差を認めた。また、健康者を対照群として比較したところ、筋活動量および筋活動パターンに有意差を認めなかった。さらに、AIS術前、術後の歩行動作における体幹偏位量を測定すると、矢状面上の体幹前後傾運動に左右差を認めた。この結果は、術後に脊椎アライメントが変化することで、歩行時に体幹部のバランス保持のために作用している傍脊柱筋と大殿筋の相互作用に変化が生じ、その結果として腰痛発症に影響を与える可能性があることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまで思春期特発性側弯症（AIS）における腰痛の病態に関して確立された見解はなく、我々はAIS症例にて左右が非対称性となっている傍脊柱筋の電気生理学的な評価を行うことで、AIS特有の腰痛発症メカニズムを解析した。AISに限らず、高齢者の変性側弯や後弯症における腰痛においても傍脊柱筋の筋活動が関連している可能性についても同様の解析による評価を行うことにより、腰痛の病態解明や治療法の開発にもつながる可能性がある研究であったと考える。

研究成果の概要（英文）：In the analysis of surface electromyography of the paraspinal and gluteal muscles during walking in patients with adolescent idiopathic scoliosis (AIS), no significant differences were found in muscle activity between the left and right sides. However, after AIS surgery, a left-right difference in gluteal muscle activity during walking was observed. When compared to healthy controls, no significant differences were found in muscle activity or patterns. Furthermore, when measuring trunk deviation during pre- and post-surgery, a left-right difference in sagittal plane trunk inclination was observed. These results suggest that changes in spinal alignment after surgery may alter the interaction between the paraspinal and gluteal muscles, which act to maintain balance in the trunk during walking and could potentially contribute to the development of low back pain.

研究分野：整形外科

キーワード：思春期特発性側弯症 筋電図

## 1. 研究開始当初の背景

思春期特発性側弯症(AIS)は、思春期に脊柱が冠状面にてカーブを有するようになる原因不明の病態である。その有病率は1-3%程度と言われており、カーブ(Cobb角)の大きさによってはコズメティックな問題や心肺機能への影響もあるため、定期的な診察による脊柱の状態の確認が重要である。その経過観察中に腰背部痛を訴える症例が存在するが、AISはその疾患自体が青年期の腰痛発症の重要な危険因子と考えられており、側弯を有さない健康な青少年と比べて腰痛の有訴率が有意に高いことが示されている。一般的に、明確な原因が同定できない腰痛は非特異的腰痛と呼ばれ、その病態としては筋膜性、椎間関節由来、腰椎の不安定性、椎間板性、仙腸関節由来のものなどの様々な発症様式のものが含まれている。いずれの病態においても、明確な痛みの発生部位の同定は困難であり、痛みの程度に応じた対症療法がおこなわれている。AISに生じる腰痛も非特異的腰痛に準ずる治療が行われているのが現状であるが、脊柱の不安定性や椎間関節、仙腸関節、および椎間板に由来する痛みは脊柱の変性を来したうえで発生することを考慮すると、骨格が未熟なAIS患者においては、その腰痛の原因として筋膜によるものがその病態に大きく関与していることが予想される。さらに、AISでは脊柱が左右非対称であり、凹側、凸側での傍脊柱筋の解剖学的な形態および機能が異なることから、AISの腰痛発症には特有の病態があると考えられる。しかしながら、いまだにAISに発症する腰痛の病態に関して確立された見解はなく、症状に応じた対症療法がおこなわれているのが現状である。

## 2. 研究の目的

本研究は、AISが脊柱の変形を伴わない非特異的腰痛を有する症例と最も明確に異なる点、すなわち左右の傍脊柱筋が凹側、凸側にて非対称的に機能していることに着目し、AISにて腰痛を有する症例の傍脊柱筋の機能的な特徴を、電気生理学的な解析を行うことによって筋疲労度や筋活動、筋負荷の度合いの定量的に評価し、AISによる腰痛の病態の一端を明らかとすることを目的とした。

## 3. 研究の方法

### (1)対象

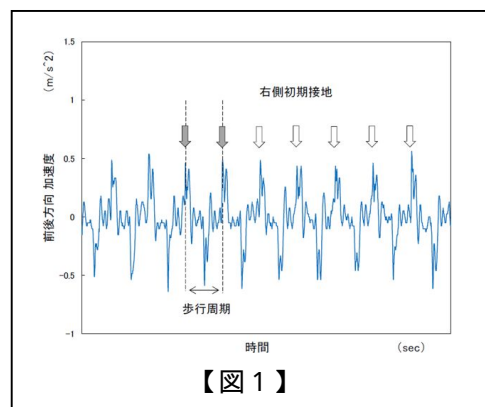
対象は、AISにて後方矯正固定術を施行し術前と術後退院時に評価が可能であった12例と健康者7例である。

### (2)運動計測と解析

本研究では、3軸加速度計と表面筋電図を被験者に装着し、当院リハビリテーション室内に前後3mの助走区間を有す10m歩行路を設定し、裸足での自由歩行を2試行測定した。なお、コルセットなどの装具は装着せず、疼痛などの影響がないことを確認し実施した。

表面筋電図は、被験筋を左右の傍脊柱起立筋（以下、PVM）と大殿筋（以下、GM）とし、アース電極位置を左右の上前腸骨棘として、表面電極 Blue Sensor M-00-S（Ambu 社製，デンマーク）を貼付し、双極誘導により筋電を導出した。電極貼付位置は、表面電極は被験筋の筋腹に沿って電極間距離約 3cm で貼付した。先行研究 2) を参考に、被験筋である PVM は、第 3 腰椎レベル棘突起外側 3cm の点とし、術後は手術侵襲に重複しないよう留意した。また GM は、大転子と腸骨稜を結ぶ線分上の近位 1/3 の点と規定した。得られた筋電図データは表面筋電図 EMG マスター（メディエリアサポート企業組合製，日本）を用い、各筋の活動性をサンプリング周波数 1kHz で測定した。そして PVM、GM から得られた情報を解析ソフト BIMUTAS（KISSEI COMTEC 社製，日本）にて解析した。EMG 解析では、測定した歩行データの歩行周期の任意 5 周期を平均化し、sEMG を全波整流平滑化した後に積分筋電図（iEMG）処理を行い、左側 PVM と左側 GM の iEMG を基準である 1 とした iEMG 相対値を算出した。

なお、歩行周期同定には、加速度計は前後成分ピーク値より、右立脚期からなる歩行周期を同定し（**図 1**）また iEMG は左踵部に貼付したフットスイッチのデータを元に、歩行測定中の 1 歩行周期を規定した。フットスイッチ貼付に際し、測定前に足踏みを試行し、踵部接地でのスイッチ反応および歩行動作に支障がないことを確認した。3 軸加速度計は、8 チャンネル小型無線モーションレコーダー MVP-WS2-S の 2 つから

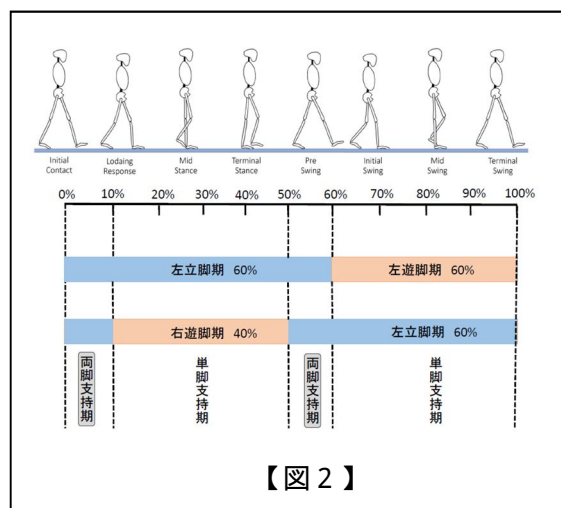


【図 1】

構成される体幹 2 点歩行動揺計 THE WALKING（Microstone 社製，日本）を使用した。体幹部と骨盤帯に伸縮性固定用バンドを装着し、その上にセンサーをマジックテープにてそれぞれ身体正中線上の第 10 胸椎と第 1 仙骨中央へ固定し、固定による四肢可動に支障がないことを確認した後、サンプリング周波数 100Hz にて計測した。得られた歩行中の加速度データより歩行周期の任意 5 周期を平均化し、胸椎部と骨盤帯の側方偏位量（mm）を算出した。

EMG 処理に関して、積分筋電図（integrated electromyogram；以下、IEMG）解析を行った。

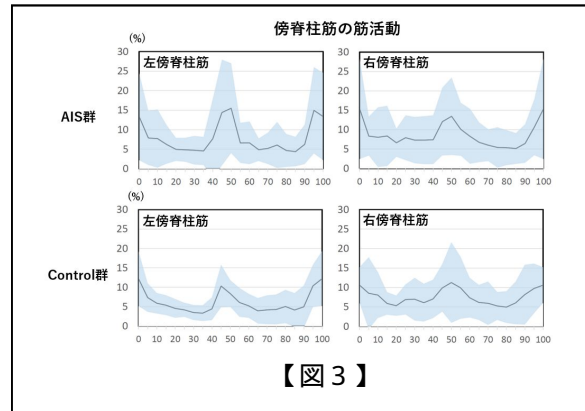
得られたフットスイッチ信号から 1 歩行周期時間を算出し、各被験者の 1 歩行周期時間を 100% に換算した。各被験者の 2 回の歩行から任意に 5 カ所の歩行周期を取り出し、歩行時の IEMG はすべて MVC 時の IEMG で補正し、相対的 IEMG（以下、% IEMG）とし、歩行周期 5% 刻みで、20 個に分けて加算平均した。なお、0~10 および 50~60% を両脚支持期、その他を単脚支持期として各期を比較した。（**図 2**）



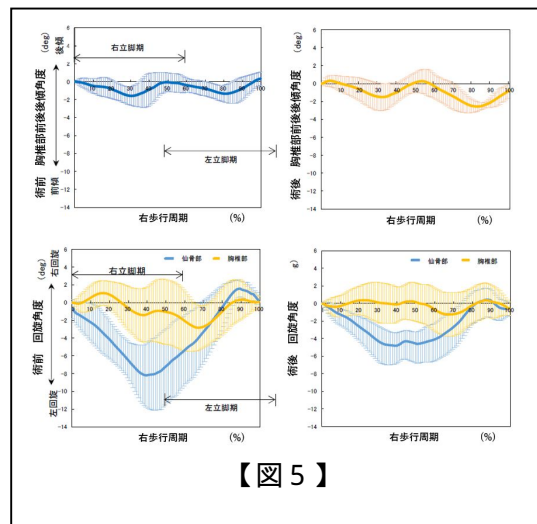
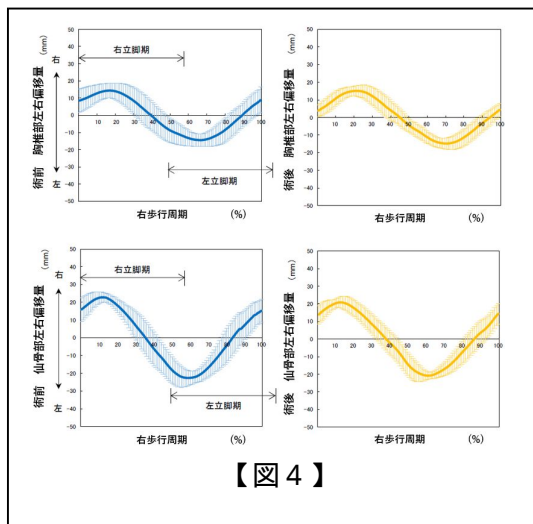
【図 2】

#### 4 . 研究成果

1 歩行周期における脊柱起立筋の筋活動を AIS 群、control 群において計測したところ、AIS 群では単脚支持期の傍脊柱筋の筋活動は左  $6.75 \pm 5.20\%$ 、右  $7.42 \pm 5.39\%$ 、両脚支持期は左  $10.84 \pm 8.29\%$ 、右  $11.8 \pm 7.89\%$  であり、control 群では、単脚支持期は左  $5.23 \pm 3.21\%$ 、右  $6.85 \pm 4.75\%$ 、両脚支持期は左  $8.51 \pm 4.53\%$ 、右  $10.06 \pm 7.11\%$  であった。1 歩行周期における脊柱起立筋の筋活動は、AIS 群で左  $7.75 \pm 5.61\%$ 、右  $8.30 \pm 5.77\%$  で有意差なく ( $p=0.19$ )、control 群でも左  $5.89 \pm 5.13\%$ 、右  $7.49 \pm 5.13\%$  で有意差は認めなかった ( $p=0.63$ ) (図 3)。

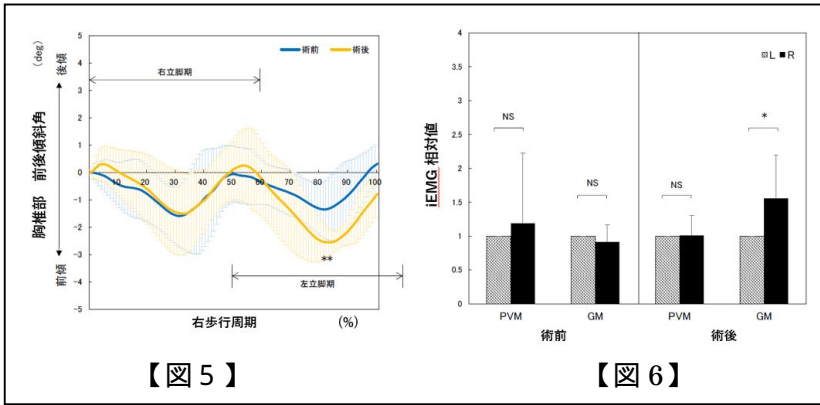


前額面上での左右立脚期の側方偏移量比較 (図 4) では、術前胸椎部で右側  $14.1 \pm 1.0\text{mm}$  と左側  $14.3 \pm 0.8\text{mm}$  で有意差を認めず、術前仙骨部で右側  $21.9 \pm 1.4\text{mm}$  と左側  $21.8 \pm 2.3\text{mm}$  で有意差を認めなかった。また、術後胸椎部で右側  $15.1 \pm 1.3\text{mm}$  と左側  $14.8 \pm 1.1\text{mm}$  で有意差を認めず、術後仙骨部で右側  $20.8 \pm 2.2\text{mm}$  と左側  $20.8 \pm 2.6\text{mm}$  で有意差を認めなかった。矢状面上での胸椎



部前傾角度 (図 5) は、術前胸椎部で右立脚期  $-1.59 \pm 0.1^\circ$  と左立脚期  $-1.35 \pm 0.1^\circ$  で有意差を認めず、術後胸椎部で右立脚期  $-1.51 \pm 0.03^\circ$  と左立脚期  $-2.56 \pm 0.59^\circ$  で有意差を認めた ( $p<0.05$ )

最後に、胸椎部左立脚期の術前  $-1.35 \pm 0.1^\circ$  と術後  $-2.56 \pm 0.59^\circ$  で有意差を認めた ( $p<0.05$ ) (図 5)。相対的 iEMG の左右比較 (図 6) では、術前 PVM は基準とする左側 1.0 に対し右側  $1.18 \pm 1.03$  で有意差を認めず、術前 GM は、左側 1.0 に対し右側  $0.91 \pm 0.25$  で有意差を認めなかった。また、術後 PVM は、左側 1.0 に対し右側  $1.01 \pm 0.29$  で有意差を認めず、術後 GM は、左側 1.0 に対し右側  $1.56 \pm 0.64$  で有意差を認めた ( $p<0.05$ )



【図 5】

【図 6】

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 高嶋美甫, 落石慶衣, 藤田努, 阿波村龍一, 岡澤和哉, 岡本花奈, 幸博和, 川口謙一, 中島康晴
2. 発表標題 成人期特発性側弯症に対し後方矯正固定術5ヶ月後の歩行解析を行った1例
3. 学会等名 第28回福岡県理学療法士学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡澤和哉, 高嶋美甫, 落石慶衣, 藤田努, 阿波村龍一, 岡本花奈, 幸博和, 川口謙一, 中島康晴
2. 発表標題 歩行時における健常者と思春期特発性側弯症患者の筋活動の比較 -腰部脊柱起立筋の筋活動量に着目して-
3. 学会等名 第6回日本運動器理学療法学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 落石慶衣, 岡澤和哉, 高嶋美甫, 藤田努, 阿波村龍一, 岡本花奈, 幸博和, 川口謙一, 中島康晴
2. 発表標題 特発性側弯症患者3例の歩行時における大殿筋筋活動量の特徴.
3. 学会等名 第6回日本運動器理学療法学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 阿波村龍一, 落石慶衣, 藤田努, 岡澤和哉, 高嶋美甫, 岡本花奈, 幸博和, 川口謙一, 中島康晴
2. 発表標題 思春期特発性側弯症患者における歩行時の脊柱起立筋の筋活動について.
3. 学会等名 第23回日本基礎理学療法学会学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡澤和哉,阿波村龍一,落石慶衣,藤田努,高嶋美甫,岡本花奈,幸博和,川口謙一,中島康晴
2. 発表標題 思春期特発性側弯症患者4例における側方リーチ動作特性の検証.
3. 学会等名 九州PT・OT合同学会2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡澤和哉,阿波村龍一,落石慶衣,藤田努,高嶋美甫,岡本花奈,幸博和,川口謙一,中島康晴
2. 発表標題 思春期特発性側弯症患者における表面筋電図を用いた術前・術後の比較.
3. 学会等名 第55回日本リハ医学会学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藤田努,岡澤和哉,阿波村龍一,落石慶衣,高嶋美甫,岡本花奈,幸博和,川口謙一,中島康晴
2. 発表標題 思春期特発性側弯症Lenke type に対する後方矯正固定術後3例の腰部傍脊柱筋における筋電図学的変化.
3. 学会等名 第55回日本リハ医学会学術集会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔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
---------------------------	-----------------------	----

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