

(様式4)

## 学 位 論 文 の 内 容 の 要 旨

氏 名 青柳壮志 印

(学位論文のタイトル)

Identifying acute lumbar spondylolysis in young athletes with low back pain: retrospective classification and regression tree analysis.

(腰痛を有する中学生スポーツ選手における早期腰椎分離症発見のためのアルゴリズム:後方視的 classification and regression tree analysis)

(学位論文の要旨)

### 【背景・目的】

腰椎分離症は中学生年代のスポーツ選手に多くみられる腰椎の傷害である。早期の腰椎分離症は疲労骨折の一つとして考えられ、適切なリハビリテーションとコルセットの使用により骨癒合が期待できる。一方で、腰椎分離症の発見が遅れ陳旧性となると、骨折部は偽関節となり慢性腰痛の要因となりうる。早期腰椎分離症を発見するためには magnetic resonance imaging (MRI) や computed tomography (CT) が必要とされており、問診や疼痛誘発テストなどの臨床テストでは正確に検知できない。しかしながら、高価な画像診断装置や医療費負担を考慮すると、全ての中学生腰痛患者がこれらの検査を受けることは難しい。

近年、classification and regression tree (CART) analysis を用いて、スクリーニングや診断の助けとなるアルゴリズムを提唱する医学研究が増えている。そこで本研究では、CART analysis を使用して、中学生スポーツ選手において、早期腰椎分離症と非特異的腰痛症患者を分類するためのアルゴリズムを作成することを目的とした。

### 【対象・方法】

早期腰椎分離症または非特異的腰痛症と診断された 223 名の中学生スポーツ選手の医療記録および画像診断結果を後方視的に分析した。選択基準は、1) 12 歳—15 歳までの中学生、2) スポーツ活動に従事している者、3) 早期腰椎分離症または非特異的腰痛症と診断された者、4) 運動器リハビリテーションを受けた者、とした。除外基準は、1) 上記以外の腰傷害と診断された者、2) 早期腰椎分離症を再発した者、とした。早期腰椎分離症の診断基準は、MRI (脂肪抑制法) にて腰椎関節突起部に高信号を呈した場合とし、非特異的腰痛症の診断は X 線検査、MRI にて器質的異常を認めなかった場合とした。

取り込みデータは、年齢、性別、学年、身長、発症から受診までの日数、過去の腰痛歴の有無、過去の腰痛時期、straight leg raising test の角度、1 週間のスポーツ活動時間、腰椎前弯角、腰仙角、二分脊椎の有無、の 13 項目とした。腰椎前弯角、腰仙角は X 線立位側面位にて計測し、二分脊椎の有無は X 線立位正面位にて判断した。倫理的配慮として、侵襲の無い後方視的研究デザインの為、オプトアウト法を用い、研究情報を 6 か月間公開し、対象患者およびその家族が研究への参加を拒否できる機会を保障した。群馬大学人を対象とする医学系研究倫理審査委員会にて承認を得て実施した (HS2019-180)。

### 【統計解析】

確率的回帰代入法にて欠損値を補間した。全対象者の90% (200名) を無作為に選択し CART analysis を実施し、早期腰椎分離症と非特異的腰痛症を分類するアルゴリズムを作成した。残りの10% (23名) をアルゴリズムに投入し、sensitivity、specificity、accuracy、the area under the ROC curve を算出し、アルゴリズムの判別精度を検討した。アルゴリズムにおける複数の分類条件の中からより明確に分類できる条件を抽出するため、各最終 node における早期腰椎分離症と非特異的腰痛症の割合から prevalence ratio を算出した。感度分析として完全ケース分析 (196名) を実施し、アルゴリズムの内的妥当性を検討した。上記すべての統計解析は R version 3.6.0 を用いた。

### 【結果】

全対象者中、早期腰椎分離症 124 名、非特異的腰痛症 99 名であった。早期腰椎分離症に分類される可能性が高い者の条件として、①男性、腰痛発症から 32 日以内の受診、過去 10 か月以内の腰痛歴があるまたは腰痛歴がない、週 17 時間以上スポーツ活動に従事している者、または②男性、腰痛発症から 32 日以内の受診、過去 10 か月以内の腰痛歴があるまたは腰痛歴がない、週 17 時間以下のスポーツ活動参加、二分脊椎の無い者、の 2 条件が挙げられた。また、非特異的腰痛症に分類される可能性が高い者の条件には、女性、週 14-24 時間のスポーツ活動に従事している者、が挙げられた。アルゴリズムの sensitivity は 0.64, specificity は 0.92、accuracy は 0.78、the area under the ROC curve は 0.79 であった。感度分析結果では、上位 1-3 項目 (性別、発症から受診までの日数、1 週間のスポーツ活動時間) において主解析と同様の項目が選択されたが、それより下位では異なる項目が選択された。

### 【結論】

CART analysis によって作成されたアルゴリズムは、腰痛を有する中学生スポーツ選手における早期腰椎分離症のスクリーニングに有用と考えられ、MRI や CT などのさらなる画像診断の必要性を判断する一助となり得る。早期腰椎分離症の判別には、性別、発症から受診日までの日数、過去の腰痛時期、1 週間のスポーツ活動時間、および二分脊椎の有無を考慮すべきである。アルゴリズムは臨床適用が可能な判別精度を有しているが、使用する際には偽陰性を示す可能性が高いことを留意しておく必要がある。その臨床適用を強く推奨するためにはさらなる精度の向上が不可欠であり、そのためには腰椎分離症の家族歴などの、本研究では取り入れていない腰椎分離症発生要因を追加した上で、アルゴリズムを改変する必要がある。同時に、アルゴリズムが異なる母集団でも同程度の判別精度を示し、広く適用できるかを検討していく必要がある。