

令和 6 年 5 月 12 日現在

機関番号：32672

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2023

課題番号：18K10831

研究課題名(和文) ランニング動作が腰椎椎間板変性に及ぼす影響

研究課題名(英文) The effect of running motion on lumbar intervertebral disc degeneration

研究代表者

平沼 憲治 (Hiranuma, Kenji)

日本体育大学・保健医療学部・教授

研究者番号：30434153

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)：長距離選手は椎間板変性の発生頻度が非競技者よりも低いことが明らかになった。(2) ランニング習慣がない場合は8km/hのランニングが必ずしも腰椎椎間板に好影響であるとは限らず、ランニングフォームも椎間板変性に関係する可能性が示唆された。(3) 8km/hのランニング中の前後方向の加速度は腰椎の屈伸方向となるため、L4/L5椎間板のT2値に最も影響を与えた可能性があると考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ランニングが腰椎椎間板に与える影響について統一した見解は得られていない。本研究では長距離ランナーに椎間板変性の発生が少なかった。さらに、ランニング中に腰部の前後方向の加速度が大きいと腰椎椎間板の水分量が一時的に増加する可能性が示された。そのため、本研究を発展させていくことで、椎間板変性の予防に貢献できる可能性があると考えられる。

研究成果の概要(英文)：It was found that the prevalence of lumbar intervertebral disc degeneration in long-distance runner was lower than that in non-athletes. (2) If the subject has no habit of running, running at 8km/h is not necessarily lead in positive effect in lumbar intervertebral disc. Running form might be related lumbar intervertebral disc degeneration. (3) The results of this study suggest that changes in the T2 times of the lumbar disc degeneration due to running at 8 km/h are correlated with acceleration, suggesting that anteroposterior loading may contribute to the important response of the lumbar disc degeneration.

研究分野：スポーツ医学

キーワード：椎間板変性 ランニング動作

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

大学スポーツ選手における椎間板変性の発生頻度について、レスリングや柔道といったコンタクトスポーツでは 50%を超えるが、陸上競技選手は 22.7%であり、他競技と比較して低かった (Min, et al., Am J Sports Med, 2010). 同様に、Hangai らもランナーの椎間板変性の発生割合は非競技者よりも低いことを報告している (Hangai et al., Am J Sports Med, 2008). ところが、大多数の一般健常人を対象にした調査において、腰椎の椎間板変性とスポーツ種目および活動頻度との関連性が検討され、ジョギングやランニングの活動頻度が高い対象者に椎間板変性が好発するとの報告がなされた (Takatalo et al., Scand J Med Sci Sports, 2017). 同じランニング動作であるにも関わらず、椎間板変性の発生頻度について統一した見解が得られていない。超高齢社会において重要な課題である運動器疾患の中でもとりわけ発生頻度の高い腰部疾患の予防を目指して、椎間板変性発生の予防に資するランニング動作が椎間板に与える影響について解明をする必要がある。

2. 研究の目的

本研究では以下の 3 つを研究目的とした。

- (1) 陸上競技の専門種目別に椎間板変性の発生頻度を明らかにすること。
- (2) ランニング習慣のない人のランニングの負荷と動作の関係を明らかにすること。
- (3) ランニングが椎間板の水分量に与える影響を明らかにすること。

3. 研究の方法

(1) 腰部の MRI 撮像および評価

MRI T1 および T2 強調矢状断像の撮像を行い、スポーツ整形専門医により、得られた MR 画像から第 1 腰椎と第 2 腰椎間の椎間板 (L1/L2 椎間板) から第 5 腰椎と第 1 仙椎間の椎間板 (L5/S1 椎間板) について、椎間板変性の評価を行った。なお、本研究では Pfirrmann 分類を用い、Grade3 以上を椎間板変性有とした (Pfirrmann et al., Spine, 2001)。また、腰椎椎間板の水分量を評価するため、MRI T2 マッピングを用いて、L4/L5 椎間板の T2 値を計測した。撮像された L4/L5 椎間板を 線維輪前方、髄核前方、髄核中央、髄核後方、線維輪後方の 5 部位に分割し、評価した (図 1)。

(2) ランニングの 2 次元動作解析

被験者は水平 (傾斜 0°) に設定されたトレッドミル上で、8 km/h の速度で 1 分間のランニングを行った。なお、被験者は左上前腸骨棘、左上後腸骨棘、左大転子、左膝関節裂隙にマーカーを貼付した。カメラをトレッドミルの左側に設置し、進行方向はカメラの画面上で左側とし、被験者の矢状面 (左側) のランニング動作をデジタルカメラで撮影した。なお、サンプリング周波数は 240Hz とした。撮影された動画は動画解析ソフトを用いて、ランニング中の骨盤傾斜角度および股関節角度を算出した。骨盤傾斜角度は、地面に平行な線と左上前腸骨棘と左上後腸骨棘を結んだ線と角度とした。前傾を + とし、後傾を - とした。股関節角度は左上前腸骨棘と左上後腸骨棘を結んだ線の垂線と左大転子と左膝関節裂隙を結んだ線と角度とした。屈曲を + とし、伸展を - とした。キャリブレーションは動作解析ソフトで推奨されている 2 次元 4 点実長換算を行った。

左脚接地から再び左脚接地するまでを 1 周期とした。骨盤傾斜角度は 1 周期の平均値を求め、4 周期分の平均値を解析に用いた。股関節角度は 1 周期ごとに屈曲と伸展の最大値を求め、4 周期分の平均値をそれぞれ算出し、解析に用いた。

(3) ランニング中の加速度の評価

トレッドミル上での1分間のランニング中の加速度を計測するため、被験者はL4/L5椎間板の高さに3軸加速度計(X軸は左右方向、Y軸は鉛直方向、Z軸は前後方向)を装着しランニングを行った。サンプリング周波数は100Hzとした。得られた各軸のデータより Mean amplitude deviation ($MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|}{n}$, x = 合成加速度) を算出し、1分間の root mean square (RMS) 値を求め、評価した。

(4) 統計処理

研究目的の(1) 専門種目別の椎間板変性の発生頻度の検討については、ロジスティック回帰分析を用いた。研究目的の(2) ランニング負荷と動作の関係については、Mann - Whitney U test を用いた。研究目的の(3) ランニングが椎間板の水分量に与える影響については、ピアソンの積率相関係数を用いた。本研究では有意水準5%未満を統計的に有意とした。

4. 研究成果

(1) 陸上競技の専門種目別の椎間板変性の発生頻度について

102名の短距離選手(男性86名、女性16名)、91名の長距離選手(男性78名、女性13名)、45名の非競技者(男性17名、女性28名)を対象とし、椎間板変性の発生頻度を調査した。その結果、椎間板変性の発生頻度は短距離選手が16.3%、長距離選手が3.3%、非競技者が17.8%であった。発生部位について、短距離選手はL3/L4椎間板で2例、L4/L5椎間板で8例、L5/S1椎間板で10例であった(表1)。長距離選手はL4/L5椎間板で1例、L5/S1椎間板で2例であった(表2)。非競技者はL3/L4椎間板で1例、L4/L5椎間板で4例、L5/S1椎間板で7例であった(表3)。どの群もGrade3が多く発生していた。さらに、ロジスティック回帰分析の結果、非競技者の椎間板変性の発生頻度のオッズ比を1.0とした場合、長距離選手のオッズ比は0.2であり、長距離選手は椎間板変性の発生頻度が非競技者よりも低いことが明らかになった(表4)。

(2) ランニング習慣のない人のランニングの負荷と動作の関係について

腰椎椎間板に好影響であると報告されたMADは0.46 - 0.78Gであり、7.2km - 9.0km/hである早歩きからゆっくりとしたジョギングがその範囲であると考えられている(Belavy et al., Sci Rep, 2017)。それ以上速い速度で走る事は椎間板に悪影響となるが、この結果はより速い速度で走る陸上競技選手の結果と一致しない。そのため、腰椎椎間板への負荷は速度だけでなくランニングフォームも関係すると推察される。特に、ランニング習慣のない人はゆっくりとしたジョギングであっても、必ずしも腰椎椎間板へ好影響にならないと考えられる。そのため、ランニング習慣のない健常男子大学生15名を対象に腰椎椎間板に好適な負荷と考えられている8km/hでジョギングを行い、3軸加速度計を用い負荷の指標となるMADを算出した。さらに、ランニング中の骨盤傾斜角および股関節角度を計測した。

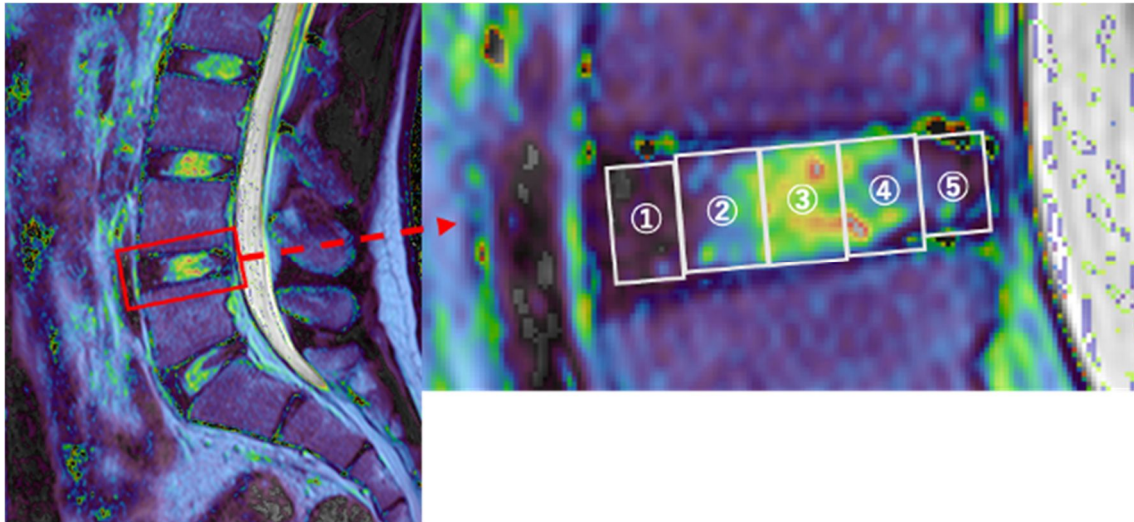
その結果、15名のMADは $0.83 \pm 0.09G$ (0.71 - 1.03G)であった。MADが好影響とされる範囲内であった好適群は40% (6/15名)で、範囲外であった不適群は60% (9/15名)であった。好適群 ($0.76 \pm 0.03G$) は不適群 ($0.88 \pm 0.07G$) より有意に低値を示した($p = 0.001$)。好適群と不適群の関節角度を比較した結果、骨盤傾斜角について、好適群は不適群より有意に低値を示し、不適群の股関節伸展角度は好適群より小さい傾向を示した(表5)。そのため、ランニング習慣がない場合はジョギングが必ずしも腰椎椎間板に好影響であるとは限らず、ランニングフォームも椎間板変性に関与する可能性が示唆された。

(3) ランニングが椎間板の水分量に与える影響について

8km/hでのランニングは腰椎椎間板に好影響であると考えられている。しかし、ランニング中に腰部へ加わる加速度について、どの方向の加速度がランニング直後の腰椎椎間板の水分量

に影響を与えているかは検討されていない．そこで 16 名の健常男性を対象とし，ランニング中に腰部へ加わる加速度とランニング前後での L4/L5 椎間板の T2 値の変化との関係について検討した．

ランニング直後の L4/L5 椎間板の T2 値について，ランニング前と比較し線維輪前方は 3.8%



上昇し，髓核前方は 2.6%減少し，髓核中央は 1.3%減少し，髓核後方は 0.2%上昇し，線維輪後方は 7.5%上昇した．ランニング中に腰部へ加わった左右方向の加速度の RMS 値は $0.23 \pm 0.06G$ であり，鉛直方向は $1.37 \pm 0.08G$ であり，前後方向は $0.30 \pm 0.06G$ であった．ランニング前後の L4/L5 椎間板の T2 値の変化率と各方向の加速度の関係について，ピアソンの積率相関係数を用いて検討した結果，髓核中央と前後方向の加速度において正の相関関係を認めた ($r = 0.65, p = 0.01$)．線維輪後方と前後方向の加速度において負の相関関係を認めた ($r = -0.59, p = 0.02$) (表 6)．腰椎椎間板の内圧が最も変化するのは体幹の屈曲方向であることが報告されている (Wilke et al., Clin Biomech, 2001)．ランニング中の前後方向の加速度は腰椎の屈伸方向となるため，L4/L5 椎間板の T2 値に最も影響を与えた可能性があると考えられる．しかし，本研究は L4/L5 椎間板における 8km/h のランニング直後の水分量の変化が，椎間板変性にどのように関係するかは不明である．また，他椎間の椎間板や，より速い速度のランニングについても検討していく必要がある．

図 1．L4/L5 椎間板の T2 値

L4/L5 椎間板を 線維輪前方， 髓核前方， 髓核中央， 髓核後方， 線維輪後方の 5 部位に分割した．

表 1．短距離選手の椎間板変性について

	Grade	Grade	Grade	Total
L1 / L2				
L2 / L3				
L3 / L4	2 (10.0%)			2 (10.0%)
L4 / L5	7 (35.0%)	1 (5.0%)		8 (40.0%)
L5 / S1	8 (40.0%)	2 (10.0%)		10 (50.0%)
Total	17 (85.0%)	3 (15.0%)		20 (100.0%)

表 2．長距離選手の椎間板変性について

	Grade	Grade	Grade	Total
--	-------	-------	-------	-------

L1 / L2		
L2 / L3		
L3 / L4		
L4 / L5	1 (33.3%)	1 (33.3%)
L5 / S1	2 (66.7%)	2 (66.7%)
Total	3 (100.0%)	3 (100.0%)

表 3 . 非競技者の椎間板変性について

	Grade	Grade	Grade	Total
L1 / L2				
L2 / L3				
L3 / L4		1 (8.3%)		1 (8.3%)
L4 / L5	2 (16.7%)	2 (16.7%)		4 (33.4%)
L5 / S1	7 (58.3%)			7 (58.3%)
Total	9 (75.0%)	3 (25.0%)		12 (100.0%)

表 4 . 椎間板変性の予測因子についてのロジスティック回帰分析の結果

	OR	95% CI		p value
非競技者	1	-	-	-
短距離選手	1.4	0.49	- 4.09	0.53
長距離選手	0.2	0.04	- 0.9	0.04
性別	1.55	0.43	- 5.56	0.50
体重	0.97	0.89	- 1.06	0.52

表 5 . 角度についての 2 群の比較

	好適群	不適群	p value
骨盤傾斜角度 (deg)	11.9 ± 4.6	16.6 ± 2.1	0.03
股関節屈曲角度 (deg)	37.5 ± 4.6	37.6 ± 4.3	1
股関節伸展角度 (deg)	-0.6 ± 5.2	4.2 ± 4.4	0.08

表 6 . L4/L5 椎間板の T2 値と腰部の加速度との相関関係

	X-axis		Y-axis		Z-axis	
	r	p	r	p	r	p
線維輪前方	0.04	0.87	0.07	0.79	-0.05	0.85
髄核前方	0.19	0.49	-0.03	0.91	0.06	0.82
髄核中央	-0.3	0.26	-0.35	0.19	0.65	0.01
髄核後方	-0.1	0.72	-0.14	0.61	0.25	0.36
線維輪後方	0.44	0.09	0.03	0.92	-0.59	0.02

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 久保慶東、中里浩一、小山浩司、平沼憲治
2. 発表標題 ランニング習慣のない人のジョギングは、腰椎椎間板に好影響となるか。
3. 学会等名 日本整形外科学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小山浩司、中里浩一、久保慶東、手島遼太、平沼憲治
2. 発表標題 Effect of Sagittal Spinopelvic Alignment on Trunk Acceleration While Running
3. 学会等名 第12回日本関節鏡・膝・スポーツ整形外科学会（JOSKAS）/第46回日本整形外科学会（JOSSM）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉田凱雄、中里浩一、小山浩司、久保慶東、橋本瀬成、水野増彦、横山順一、平沼憲治
2. 発表標題 腰椎椎間板変性を有する長距離競技選手の身体的特徴
3. 学会等名 第75回日本体力医学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 久保慶東、中里浩一、田原良紀、小山浩司、水野増彦、平沼憲治
2. 発表標題 PREVALENCE OF THE LUMBAR DISC DEGENERATION IN ELITE COLLEGIATE RUNNER
3. 学会等名 ECSS 2019 - 24th Annual Congress of the European College of Sports Science（国際学会）
4. 発表年 2019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
---------	---------