

坐骨がロープを乗り越える運動が座位の定位と安定性にもたらす影響

—ロープ使用の有無による違い—

高橋 俊章¹⁾・白田 奈菜²⁾・永瀬 外希子¹⁾

赤塚 清矢¹⁾・神先 秀人³⁾

Effect of exercise for the ischium to get over the rope on sitting orientation and stability

Toshiaki Takahashi¹⁾, Nana Shirata²⁾, Tokiko Nagase¹⁾

Seiya Akatsuka¹⁾, Hideto Kanzaki³⁾

Abstract

This study aimed to elucidate the impact of the movement that perceives the contact change of the support surface in the buttocks on the orientation and stability of the upright seated position and examine the usefulness of a rope in promoting ischial sensation. In this crossover study, 20 healthy adult women were asked to perform 20 times pelvic anterior-posterior and lateral tilt exercises in a sitting position. After 1 week, they were asked to perform the same pelvic exercises with a rope placed on the seat surface. We evaluated upright sitting alignment, sitting height, body pressure, capacity to maintain a seated position, two-point discrimination around the ischial tuberosity, and subjective changes in ischial perception before and after pelvic exercise. After pelvic exercise, the following changes were observed in the group that used a rope: the angle formed between the lower trunk alignment and the median axis decreased significantly, the sitting height increased significantly, and the force to maintain a seated position increased significantly. Both groups showed a significant decrease in the distance of two-point discrimination around the ischial tuberosity. Our findings show that the use of ropes during pelvic exercises performed in the sitting position is beneficial for improving the orientation and stability.

Key words : ischium, perception, pelvic exercise, posture control, rope

1) 山形県立保健医療大学
〒 990-2212 山形県山形市上柳 260 番地
Yamagata Prefectural University of Health
260 Kamiyanagi, Yamagata-City, Yamagata
990-2212, Japan

2) 岩手県立療育センター
〒 028-3609 岩手県紫波郡矢巾町医大通 2 丁目 1 番 3 号
Iwate Prefectural Rehabilitation and Nursery Center
2-1-3 Idaidori, Yahaba-cho, Shiwa-gun, Iwate
028-3609, Japan

3) 福島県立医科大学
〒 960-1295 福島県福島市光が丘 1 番地
Fukushima Medical University
1 Hikarigaoka, Fukushima City, Fukushima
960-1295, Japan

(受付日 2020. 12. 3, 受理日 2021. 3. 4)

はじめに

姿勢制御には安定性と定位という二重目標に関して空間中の身体位置を制御することが含まれる。姿勢定位は運動課題に関与する複数の体節間同士の関係、および身体と環境との間の関係を適切に維持する能力であり、姿勢安定性は基底面との関係で身体質量中心を制御する能力である¹⁾。姿勢制御にかかわる感覚入力、主に視覚、前庭感覚および体性感覚の3つであり、これらの感覚入力が中枢神経系で統合され姿勢制御に利用されている。

その中の体性感覚に着目し、末梢からの刺激によりバランス能力や感覚障害へのアプローチが臨床では行われている。体性感覚は、感覚受容器からの情報が末梢神経および中枢内伝導路を介して大脳皮質感覚野に伝えられ知覚される²⁾。知覚は、外界からの物理的刺激を感覚器官で受け取った感覚を元にした意識的体験であり、環境における物事やその変化を知ることである。

足底の刺激がバランス能力の改善に好影響を与えることは広く知られている。臨床の場においても多くの方法を用いてバランス能力改善へのアプローチが行われている。岡ら³⁾は、脳梗塞患者に裸足で能動的なロープ探索活動を実施し、立位アライメントの対称化と左右荷重量が均等になったことを報告している。水本⁴⁾は、脳出血患者に対して、ロープの上に乗ってバランス練習を行うことにより、麻痺側下部体幹および股関節のスタビリティが向上したことを報告している。亀井ら⁵⁾は、健常者に対して青竹を踏む運動を行ったところ、重心の動揺が減少し安静時立位の改善があったことを報告した。工藤ら⁶⁾は、脳梗塞患者にロープの上を歩く課題を行うことで、体性感覚情報を知覚するために能動的動きを引き出し、麻痺側下肢の支持性を向上させたことを報告している。大杉ら⁷⁾は、健常成人を対象に、中敷に突起がついた履物の上に3分間立位を取ることで動的バランスが向上したことを報告している。佐藤⁸⁾は、脳梗塞患者に、片脚でロープを踏ませ、非麻痺側バランス改善に効果的であったことを報告した。このように、足底にロープ等の物体により刺激を与えた時の姿勢制御能力の向上は報告が多い。

一方、立位における足底刺激に関する報告の数

に対して、日常生活活動の機能的自立にとって重要な座位における臀部刺激による影響の報告は少ない。栗原ら⁹⁾は、脳梗塞患者に対して、麻痺側臀部の荷重部位にタオルを入れることで荷重部への感覚刺激入力を行った。田中¹⁰⁾は、Pusher 症候群を伴った脳出血患者の坐骨をセラピストが誘導することで一緒に探索し、知覚を促すとともに体幹の動的安定性を図った。澤ら¹¹⁾は、脳血管障害患者に、麻痺側への坐骨下ウェッジによる最大傾斜トレーニング課題を行い、動揺性の減少を報告した。浅井ら¹²⁾は、片麻痺患者を対象に、尾骨部にプラスチック消しゴム加工物を用いて圧刺激を加え、後方への座位姿勢が不安定な片麻痺患者に有効であると報告した。

しかし、坐骨部を含めた臀部で支持面の接触変化を知覚することで、定位と安定性へもたらす影響は明らかになっていない。また、知覚を促進するためにロープを用いた報告がない。そこで本研究の目的は、坐骨部を含めた臀部で支持面の接触変化を知覚する運動により端座位の定位と安定性にもたらす影響を明らかにすること、および知覚を促進するためのロープの有用性を検討することである。

対象および方法

1. 対 象

対象は整形外科的疾患および中枢神経疾患のない健常成人女性 14 名（年齢 21.8 ± 1.2 歳、体重 55.1 ± 6.5 kg、平均±標準偏差）とした。本研究を行うにあたり、全ての対象者にヘルシンキ宣言に基づき倫理的配慮を行い、書面にて研究概要と意義を十分説明し、署名により同意を得た。

2. 方 法

クロスオーバーデザインを用い、骨盤の前後傾及び左右側方傾斜運動を各 20 回行い（ロープ非使用群）、一週間後に直径 1.5cm のロープを座面に敷いて同様の骨盤運動を行った（ロープ使用群）。大腿長 70% が座面に接地する端座位姿勢とした。ロープの使用の際は、前後傾時にはロープを坐骨結節の後方に敷き、左右側方傾斜時にはロープを坐骨結節の外側に敷き、坐骨結節がロープを乗り越えるように骨盤運動を行った（図 1）。



図1 右坐骨結節でロープを乗り越える運動課題

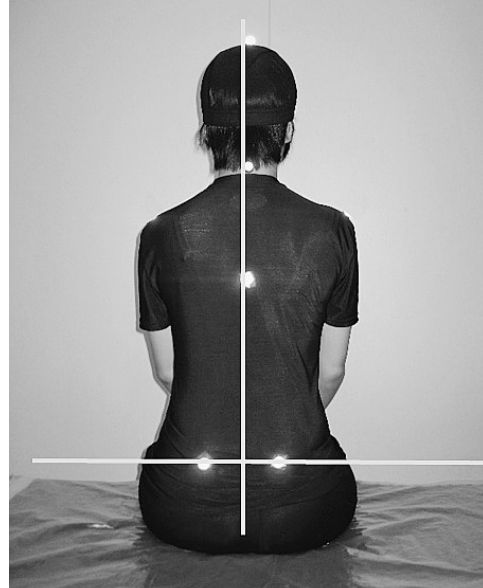


図2 マーカー貼付部位と計測のための基準線

ロープを乗り越える運動は、後方より目視にて確認した。

骨盤運動の前後の測定項目は、端座位アライメント、座高、体圧、座位保持力、坐骨結節周囲の2点識別覚であり、骨盤運動後に主観的な臀部の知覚変化を尋ねた。端座位アライメントは、デジタルカメラを用いて背面から姿勢アライメントを記録した。アライメントの基準点として、左右の上後腸骨棘 (PSIS) を結んだ線の中点と床を結ぶ垂直線を正中線と規定した。測定部位は頸部、上部体幹、下部体幹、骨盤である。頭頂、第7頸椎棘突起 (C7)、第10胸椎棘突起 (Th10)、両 PSIS にシールを貼付し、頸部は頭頂と C7 を結ぶ線、上部体幹は C7 と Th10 を結ぶ線、下部体幹は Th10 と PSIS の中点を結ぶ線、骨盤は両 PSIS を結ぶ線とし、これらと正中線とのなす角度を算出した (図2)。座高は、座高計にて座面から頭頂までの高さを測定した。体圧は体圧分布測定装置 (FSA/BodiTrak: 測定圧力範囲 0 ~ 200mmHg, Vista Medical 社製) を用い、体圧および接触面積を測定した。体圧は尾骨位置を参照にして、臀部の支持部を左右に分けた。接触面積を 1mmHg 以上の圧力の加わる面積とした。座位保持力の測定肢位は、膝窩部が端に触れず足底が床につかない状態での端座位とした。両上肢は体幹前方で組み、体幹はできるだけ垂直に保持できるよう口頭にて指示した。測定は検者が被験者の上腕近位部の三

角筋中部線維膨隆部に側方からハンドヘルドダイナモメーター (アニマ社製, HHD) をあてて被験者が座位を保つことができる範囲で、座面に対して水平に側方からゆっくりと外力を加えた。左右いずれかの臀部が床から離れた時に測定を終了した¹³⁾。2点識別覚は、腹臥位で坐骨結節を中心に半径 2.5cm の範囲で長軸方向にノギスにて検査した。測定はすべて女性検者が行った。主観的な臀部の知覚変化を5件法 (かなり知覚しにくい, 知覚しにくい, 変化なし, 知覚しやすい, かなり知覚しやすい) により課題後に評価した。

データ処理について、端座位アライメント角度算出は ImageJ を使用した。体圧の左右差を見るために、左右比は左体圧を右体圧で除して算出した。また、HHD から得られた値を体重で除し、単位は N/kg を用いた。統計処理は、骨盤運動前後における2群の各パラメーターの比較に、Shapiro-Wilk 検定、対応のある t 検定を用いた。臀部の知覚変化の偏りの結果はフィッシャーの正確確率検定を用いて検討した。解析ソフトは SPSS Ver. 24.0 を使用し、有意水準は 5% とした。

結 果

骨盤運動前後の結果を表1に示す。端座位アライメントでは、ロープ使用群の下部体幹アライメントは有意に正中線とのなす角が減少した ($p =$

表 1 測定結果

	ロープ非使用群			ロープ使用群		
	運動前	運動後	p	運動前	運動後	p
アライメント						
頭部 (°)	1.59 ± 1.05	1.72 ± 0.90	0.594	1.69 ± 0.81	1.44 ± 0.88	0.175
上部体幹 (°)	1.54 ± 0.89	1.62 ± 0.94	0.766	1.42 ± 0.73	1.17 ± 0.70	0.375
下部体幹 (°)	1.03 ± 0.84	1.36 ± 0.90	0.177	1.12 ± 0.52	0.64 ± 0.46	0.006
骨盤 (°)	2.88 ± 2.21	3.61 ± 1.89	0.394	3.46 ± 2.67	2.72 ± 1.96	0.479
座高 (cm)	87.96 ± 3.54	88.27 ± 3.18	0.108	87.84 ± 3.30	88.32 ± 3.45	0.046
左右体圧						
右 (mmHg)	51.49 ± 11.23	52.10 ± 11.89	0.802	48.93 ± 8.91	48.51 ± 7.20	0.836
左 (mmHg)	51.25 ± 11.19	52.55 ± 9.39	0.564	52.43 ± 7.94	49.77 ± 8.39	0.115
左右比率(左/右)	1.02 ± 0.19	1.00 ± 0.17	0.732	0.94 ± 0.13	0.99 ± 0.15	0.146
接触面積						
右臀部 (cm ²)	84.73 ± 21.60	80.83 ± 16.20	0.407	87.47 ± 15.56	79.85 ± 17.36	0.236
左臀部 (cm ²)	88.12 ± 18.77	83.82 ± 21.54	0.276	90.29 ± 15.23	85.01 ± 13.89	0.235
左右比率	0.98 ± 0.25	1.00 ± 0.21	0.822	0.98 ± 0.15	0.94 ± 0.15	0.464
座位保持力						
右からの外乱 (N/kg)	1.99 ± 0.28	2.03 ± 0.27	0.427	1.73 ± 0.24	2.03 ± 0.20	0.000
左からの外乱 (N/kg)	2.01 ± 0.31	2.04 ± 0.24	0.290	1.84 ± 0.26	1.98 ± 0.31	0.027
2点識別覚						
右臀部 (cm)	4.05 ± 0.91	3.52 ± 0.73	0.000	3.92 ± 0.80	3.48 ± 1.04	0.010
左臀部 (cm)	4.00 ± 0.79	3.57 ± 0.65	0.012	3.21 ± 0.78	2.74 ± 0.85	0.005

(平均 ± 標準偏差)

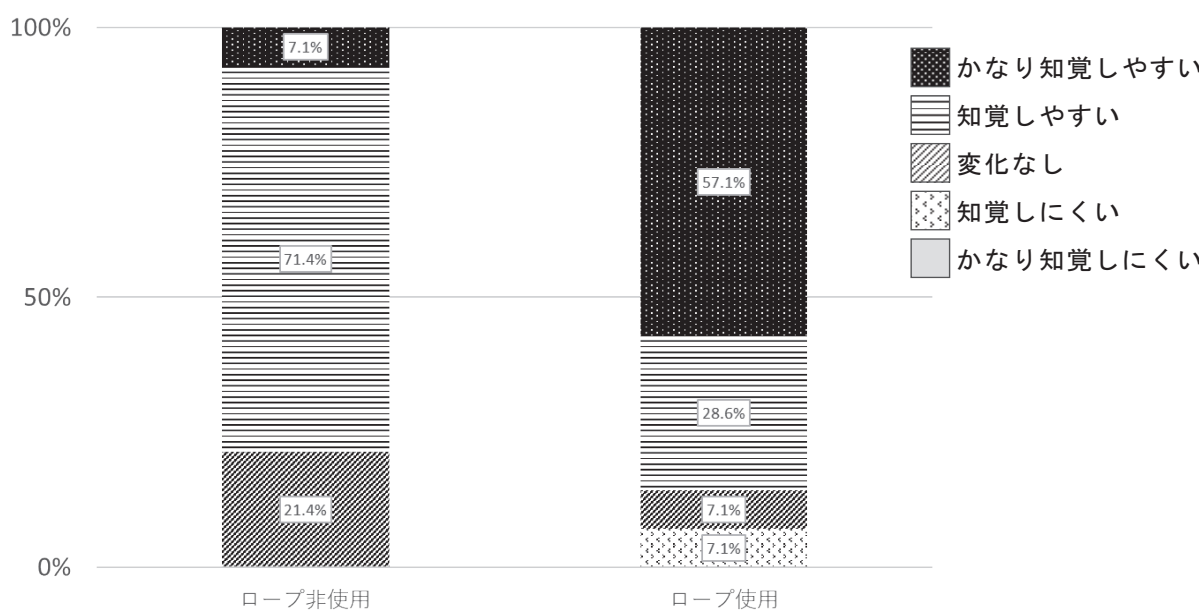


図 3 主観的な臀部の知覚変化

0.006)。座高は、ロープ使用群において、有意に値が増加した($p = 0.046$)。体圧では、左右の体圧、接触面積および左右比において、両群とも有意な差はなかった。座位保持力では、ロープを使用した骨盤運動後において、座位保持力の値が有意に増加した(右 $p = 0.000$, 左 $p = 0.027$)。坐骨周囲の2点識別覚では、両群ともに有意に2点識別覚の距離が減少した(ロープ非使用群右 $p = 0.000$, 左 $p = 0.012$, ロープ使用群右 $p = 0.010$, 左 $p = 0.005$)。臀部の知覚しやすさでは、ロープ非使用群は、知覚しやすい人が10名(71%)、ロープ使用群は、かなり知覚しやすい人が8名(57%)と有意に多かった($p = 0.018$) (図3)。「変化なし」と答えたのは、ロープ非使用群は3名、ロープ使用群は1名であり、「知覚しにくい」と答えたのは、ロープ非使用群は0名、ロープ使用群は1名であった。

考 察

本研究は、定位と安定性2つの要素から、ロープを用いた骨盤運動による坐骨部を含めた臀部の知覚変化に着目して姿勢制御への影響を検討した。

本研究の骨盤運動は、2点識別覚および主観的な臀部の知覚変化の結果から、ロープ使用の有無に関わらず、臀部の接触面に対する知覚が向上することが分かった。岩村¹⁴⁾は「刺激に積極的に注意が向けられてはじめて知覚的な意識が成立する。認識過程は能動的なものであり、認識過程では感覚知覚情報に対し積極的な選択が行われる。能動的という言葉の意味には感覚を受容する過程において探索がおこなわれることが含まれ、探索は運動をともなう。」と述べている。本骨盤運動は、臀部の接触面に対する運動を伴う探索活動を行ったものであり、加えて、坐骨結節がロープを乗り越える運動が接触面に対する積極的注意を刺激したため、知覚の向上が得られた可能性がある。

姿勢制御における定位は、運動課題に関与する複数の体節同士の関係、および身体と環境との間の関係を適切に維持する能力と定義される¹⁾。本研究では、中枢各部のアライメント、座高及び体圧の結果から考察した。アライメントの結果から、ロープを用いた骨盤運動後に下部体幹が有意に正

中位に近づいた。また、体圧の左右の比率は均等にはならなかったが、接触面積が減少傾向にあり座高が高くなった。このことは、骨盤運動により抗重力活動が向上し骨盤が前傾した可能性があり、下部体幹の正中方向への修正により姿勢定位が向上したと考えられた。さらに、骨盤運動による臀部からの感覚入力による情報は、水平に関する感覚基準を形成し、身体と支持面との相対的な空間的位置関係についての情報源となり、身体部分間の位置関係についての情報源にもなった²⁾と考えられた。課題の骨盤運動が身体の平衡を保つ位置からの偏移であり、その時の不均衡な臀部の圧分布を修正するために、補償的な姿勢反応が誘発され、より平衡を保つように制御されたことが推測された。

座位姿勢の安定性は座位保持力の結果から、ロープを用いた骨盤運動後に外乱に対する座位の保持力が有意に向上した。この要因は、渡部ら¹⁵⁾の報告から、骨盤運動により腹横筋の収縮が向上したと考えられた。腹横筋は、腰背筋膜を介して脊柱の伸展モーメントを発生することや腰椎の分節的な安定性を得るために機能している。また、腹横筋の収縮により骨盤底筋も活性化されるとの報告¹⁶⁾や、腹横筋の収縮により骨盤底筋が収縮するとの報告¹⁷⁾があり、座位の安定性に必要な体幹部の深層筋の活性化が行われていることが推察された。

ロープを用いた骨盤運動では、下部体幹が有意に正中線に近づき、座高値が増加した。また、2点識別覚と座位保持力が向上するという結果が得られた。ロープを用いることは、その硬さや形を認識しやすく、重心移動時の支持面に対する圧の変化がより生じる。そのため、ロープを用いることは、姿勢制御の要素である定位と安定性を向上させるために有用であることが示唆された。

本研究では、坐骨結節がロープを乗り越える運動による座位姿勢制御の要素である定位と安定性への影響を明らかにすることができた。しかし、姿勢制御には体性感覚の他にも、視覚や前庭感覚も関係している。また、この運動には全身の筋活動が伴う。さらに、知覚は人により異なり客観的な基準が得られない。本研究の結果はあくまでこれらの要因の一部である。そこで今後、3つの全感覚の相互的作用、全身の筋活動および知覚の客

観的基準を総合した分析を行うことが、知覚と姿勢制御能力の関係を理解する糸口として重要であると考えられる。

本論文は、第 2 執筆者である白田の平成 28 年理学療法学科卒業論文に基づいた内容である。本論文は筆者が共同執筆者とともに、実験データを再解析するとともに、論理展開を再考し、新たに考察を行ったものである。

利益相反

本研究論文に関して、開示すべき利益相反事項はない。

文 献

- 1) Shumway-Cook A, Woolacott MH. モーターコントロール第 4 版. 田中繁, 高橋明 (監訳). 東京: 医歯薬出版; 2013, p164.
- 2) 板谷厚. 感覚と姿勢制御のフィードバックシステム. バイオメカニズム学会誌. 2015; 39: 197-203.
- 3) 岡忍, 木村優一, 松並由夏, 木村知行, 高崎尚子, 柴田克之. 失語症を伴った右片麻痺患者の立位姿勢改善に向けた運動学習論の導入. 理学療法福井. 2010; 14: 83-86.
- 4) 水本晃太郎. 脳出血により左片麻痺を呈した一症例—末梢から中枢へ—. 理学療法いばらき. 2009; 13: 1-4.
- 5) 亀井省二, 亀井朋美, 岩谷充治, 山下裕美, 荻田輝, 小川順子, 信原建造, 宮本明德, 上西裕之, 魚橋武司, 堺俊明. 足底の感覚刺激が重心動揺に与える影響について. 藍野学院紀要. 2007; 20: 37-40.
- 6) 工藤千晶, 松下倫子, 菅原江利子, 杉原 俊一. 運動の発現困難, 方向性注意障害を呈した急性期脳卒中患者に対する早期歩行獲得に向けた理学療法—動作観察による症候学的分析と課題指向型アプローチによる介入—. 北海道理学療法. 2005; 22: 75-81.
- 7) 大杉紘徳, 本塚貴裕, 佐久間崇, 横山茂樹, 村田伸. 足底への感覚刺激が足底感覚および足趾把持力に及ぼす影響. ヘルスプロモーション理学療法研究. 2013; 3: 129-133.
- 8) 佐藤房郎. 脳卒中片麻痺がもたらす足部機能障害と理学療法. 理学療法. 2007; 24: 677-685.
- 9) 栗原未里, 沼尻一哉, 中山陽介, 石塚晴美, 宮下絵美, 板垣昭宏, 横山哲也. 左中大脳動脈閉塞により右片麻痺を呈した症例—姿勢保持に着目して—. 理学療法いばらき. 2007; 10: 109-112.
- 10) 田中陽平. Pusher 症候群を伴った左片麻痺患者の姿勢・動作障害の改善がみられた一例. 理学療法 進歩と展望. 2011; 24: 37-40.
- 11) 澤広太, 網本和, 志田航平, 石神佳祐, 石井千佳, 鈴木陸也, 宮本琢也, 福岡宏之, 末永達也, 宮上光祐. 回復期脳血管障害患者に対する坐骨下ウェッジでの麻痺側への体幹側方傾斜トレーニングが垂直認知及び座位バランスに及ぼす影響. 理学療法学. 2019; 46 Suppl.1: P-B-1-1.
- 12) 浅井仁, 遠藤壮馬. 片麻痺患者の端座位における尾骨部からの圧刺激が体幹後傾位置知覚に及ぼす効果. 2019; 理学療法学; 46 Suppl.1: P-B-9-4.
- 13) 田中彩乃, 網本和, 松澤智美, 石黒友康. ハンドヘルドダイナモメーターによる座位保持能力の測定—健常人における加齢的变化—. 理学療法学. 2001; 28: 282-285.
- 14) 岩村吉晃. タッチ. 東京: 医学書院; 2001. p148-161, p174-179.
- 15) 渡部美穂, 加藤沙織, 高橋俊章. 端座位での骨盤運動が身体の柔軟性及び安定性に及ぼす影響. 東北理学療法学. 2018; 30: 44-50.
- 16) 田舎中真由美. 腹圧性尿失禁の理学療法とコアスタビリティトレーニング. 理学療法. 2009; 26: 1228-1233.
- 17) Sapsford R. The pelvic floor: a clinical model for function and rehabilitation. Physiother. 2001; 87: 620-630.

要 旨

本研究の目的は、坐骨部を含めた臀部で支持面の接触変化を知覚する運動により端座位の定位と安定性にもたらす影響を明らかにすること、および知覚を促進するためのロープの有用性を検討することである。健常成人女性 20 名を対象にクロスオーバーデザインを用いて、骨盤の前後傾及び左右側方傾斜運動を各 20 回行い、一週間後にロープを座面に敷いて同様の骨盤運動を行った。骨盤運動前後で、端座位アライメント、座高、体圧、座位保持力、坐骨結節周囲の 2 点識別覚、主観的な臀部の知覚変化を評価した。骨盤運動後において、ロープ使用群の下部体幹アライメントは有意に正中線とのなす角が減少した。座高はロープ使用群において、有意に値が増加した。座位保持力ではロープ使用骨盤運動後において、座位保持力の値が有意に増加した。坐骨結節周囲の 2 点識別覚では、両群ともに有意に 2 点識別覚の距離が減少した。本骨盤運動時にロープを用いることは、姿勢制御の要素である定位と安定性を向上させるために有用であることが示唆された。

キーワード: 坐骨, 知覚, 骨盤運動, 姿勢制御, ロープ

