

研究ノート

頸部固有感覚トレーニングが重心動揺に及ぼす
影響についての研究

小 田 恭 史

水谷病院 リハビリテーション科

浅 井 友 詞

日本福祉大学 健康科学部

若 林 諒 三・森 本 浩 之・仁 木 淳 一

水谷病院 リハビリテーション科

石 田 和 人

名古屋大学大学院 医学研究科

和 田 育 雄・佐久間 英 輔・若 林 健二郎

名古屋市立大学大学院 医学研究科

Everett B. Lohman , Eric G. Johnson

School of Allied Health, Loma Linda University

A study on the effects of neck proprioceptive training
on the attitude stability

Yasufumi Oda

Department of physical therapy, Mizutani hospital

Yuji Asai

School of Health Science, Nihon Fukushi University

Ryozou Wakabayashi, Hiroyuki Morimoto, Junichi Niki

Department of physical therapy, Mizutani hospital

Kazuto Ishida

Graduate School of Medicine, Nagoya University

Ikuo Wada, Eisuke Sakuma, Kenjirou Wakabayashi

Graduate School of Medical Sciences, Nagoya City University

Everett B. Lohman , Eric G. Johnson

School of Allied Health, Loma Linda University

Abstract: PURPOSE: The purpose of this study was to investigate the effectiveness of cervicocephalic kinesthetic training on postural stability and neck joint position sense in healthy young adults. METHOD: 33 subjects were recruited for this study and randomly divided into training (n = 16) and control groups (n = 17). The training group performed cervicocephalic kinesthetic training for 5 minutes per day for 10 days and the control group performed the same training but with eyes closed to eliminate visual feedback. All training sessions for both groups were performed under supervision. Pre and post cervical joint position sense and sensory organization testing (SOT) were measured on both groups. RESULT: Significant differences were found in cervical joint position sense and SOT condition 6 in the training group. No significant differences were found in SOT condition 1-5 in both groups and cervical joint position in the control group. CONCLUSION: The improvements of postural stability and cervical joint position sense after 10 days of cervicocephalic kinesthetic training suggest that cervical joint position sense may be beneficial for postural stability in healthy young adults.

Keywords: 頸部関節位置覚, 前庭感覚, 重心動揺, 頸部固有受容器トレーニング

1. はじめに

頸部関節位置覚は、体性感覚の一つであり、筋や腱、靭帯、関節包に存在する固有受容器により感知され、空間における身体の位置や部位の相互関係に關与している。また、頸部固有受容器からの感覚情報は前庭感覚、視覚と共に前庭神経核で統合され姿勢制御に深く關与している^{1,2)}。

姿勢制御とは、空間における身体の位置を視覚、前庭感覚、体性感覚などの感覚から情報を感知し、前庭神経核を介した姿勢反射および大脳で統合された後、前庭脊髄路を下行し脊柱起立筋を収縮させ、保持することである。

姿勢制御における前庭感覚器の機能は、空間に対する頭部の回旋、傾き運動を感知するもので、体幹屈曲位や回旋位で運動が停止している場合は、固有感覚により肢位を認知している。また、視覚では空間における自身の位置を認知している。したがって、姿勢制御において、視覚、前庭感覚、体性感覚の情報が一致することによりバランスは保たれる。

頸部痛や頸部外傷性症候群の患者は頸部関節位置覚の低下を示すとともに重心動揺が増加することが報告されている³⁻⁷⁾。さらに、頸部筋への振動刺激あるいは頸部筋の疲労が重心動揺を増加させることが報告されている⁸⁻¹⁰⁾。

一方、頸部障害患者において頸部固有受容器のトレーニングにより頸部関節位置覚が改善し、重心動揺および頸部痛が減少することが報告されている^{11,12)}。しかし、これらの報告では、頸部障害を有する患者の頸部関節位置覚、重心動揺改善は得られているが、健常者の頸部関

節位置覚の検討やトレーニングによる位置覚および重心動揺の効果については報告されていない。また、頸部障害患者の頸部位置覚に対する報告は諸外国にとどまり、本邦での研究は示されていない。そこで本研究では、頸部障害のない健常若年者において視覚的フィードバックを用いた頸部固有受容器トレーニングの効果について頸部関節位置覚および重心動揺を測定し検討する。

2. 対象

本研究の趣旨を説明し同意が得られた健常若年者 33 名 (男性 16 名, 女性 17 名, 平均年齢 20.1 ± 1.6 歳, 身長 164.3 ± 9.1 cm, 体重 56.5 ± 6.4 kg, Body Mass Index 20.0 ± 1.2) である。そのなかから被験者を無作為に頸部固有受容器トレーニング群 16 名と Sham 群 17 名に振り分け、10 日間のトレーニングを行い、その前後で頸部関節位置覚および重心動揺の測定を行う。

3. 方法

a. 頸部関節位置覚の測定 (Relocation test)

頸部関節位置覚の測定は Revel らの先行研究³⁾で用いられている Relocation Test (図 1) にて行う。

Relocation Test は頸部回旋運動後、再度頸部を安静中間位に戻したときの角度の差より関節位置覚の低下を測定する検査である。測定方法として肢位は椅子座位にて行い、被験者の頭部にレーザーポイントを装着させ、150cm 前方の壁に投射させる。測定方法はまず安静椅座位時のレーザーが示す点に的を貼り基準点とする。次に、被験者は閉眼し頸部を一側方向に最大回旋した位置で 2 秒間静止後、自覚的出発点まで戻



図1 Relocation Test



図3 Equitest

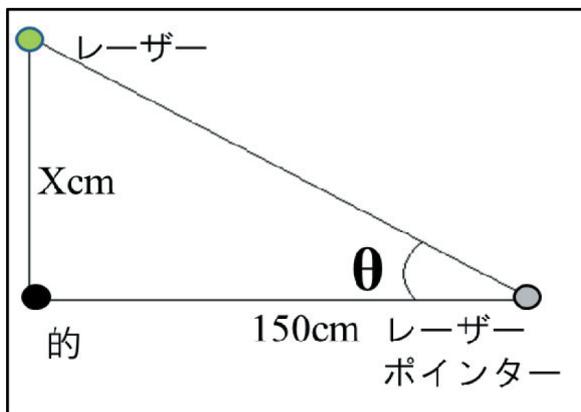


図2 頸部関節位置算出

し、手に把持したライトを点灯させ合図とする。その後、閉眼を継続し、この動作を10回繰り返す。さらに、開眼した後、基準点にレーザーの光を合わせ、対側にも同様の運動を行わせる。この一連の動作を家庭用ビデオカメラ、画像取り込みソフト(windowsムービーメーカー)を使用し、パソコンへ取り込む。解析方法はForm Finder (インク, 山梨, 日本)を使用し、取り込んだ動画から基準点とライトが点灯した時点のポイントから距離(X)を算出する(図2)。アークタンジェントの数式($\theta = \text{ATAN}(X/150)$)を使用し距離(X)から頸部関節位置覚(角度 θ)を求める。

b. 重心動揺の測定

重心動揺の測定はEquiTest[®] (Neurocom社製)(図3)を使用し、Sensory Organization Test(以下SOT)にて行う。SOTの条件は、条件1: 前景固定・

1.		2.		3.	
4.		5.		6.	

条件1: 開眼, 床面固定, 前景固定
 条件2: 閉眼, 床面固定, 前景固定
 条件3: 開眼, 床面固定, 前景動揺
 条件4: 開眼, 床面動揺, 前景固定
 条件5: 閉眼, 床面動揺, 前景固定
 条件6: 開眼, 床面動揺, 前景動揺

図4 SensoryOrganization Test

開眼, 条件2: 閉眼・床面固定, 条件3: 前景動揺・床面固定, 条件4: 前景固定・床面動揺, 条件5: 閉眼で床面動揺, 条件6: 前景動揺・床面動揺である(図4)。

重心動揺の指標としては足圧中心の角速度からExcelを使用し総軌跡長を算出する。

c. トレーニング方法

頸部固有受容器トレーニングは、Relocation Testを改変した方法で行う。Relocation Testでは閉眼し

た状態で頸部回旋運動を行ったが、トレーニング群の頸部固有受容器トレーニングでは、各回において頸部回旋運動後開眼し、レーザーと基準点の差を視覚的に確認し修正することで視覚的フィードバックを与える。一方、Sham群には開眼は行いが、視覚的フィードバックを与えず頸部回旋運動を行う。トレーニング時間は左右合わせて5分である。

d. 解析方法

得られたデータは、平均値 ± 標準偏差で表す。

統計処理には統計ソフト SPSS version17 を使用する。頸部関節位置覚および、重心動揺のトレーニング前後の比較を行うために F 検定を行い、対応のない t 検定を行った。有意水準は5%とした。

4. 結果

a. 頸部関節位置覚 (Relocation test) (図 5)

頸部関節位置覚のトレーニング前後の結果は、トレーニング群において Relocation Test の誤差が 6.94 ± 2.18 度から 4.58 ± 1.76 度へと有意に低下した。Sham群では 6.54 ± 1.96 度から 5.48 ± 1.73 度となり有意な低下は示さなかった。

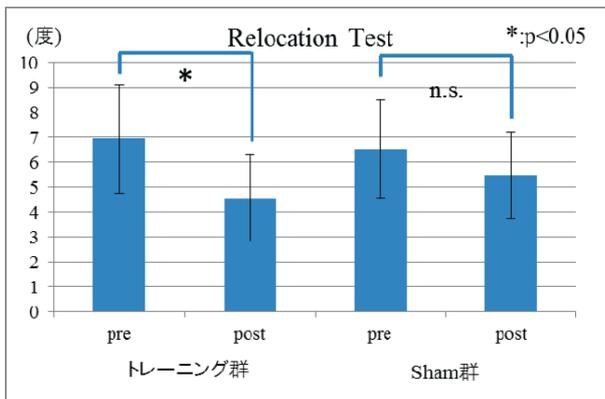


図 5 Relocation Test 結果

b. 重心動揺 (図 6, 表 1)

重心動揺のトレーニング前後の結果は、条件 1~5 のトレーニング群、Sham群において有意な変化は示さなかった。条件 6 ではトレーニング群において重心動揺は 62.3 ± 12.5 cm から 58.1 ± 11.3 cm へと有意に低下した。また、Sham群においては 64.0 ± 17.0 cm から 60.3 ± 10.2 cm となり有意な低下は示さなかった。

5. 考察

今回、健常若年者において視覚的フィードバックを用いた頸部固有受容器のトレーニングを行い頸部関節位置覚と重心動揺に対する効果について検討した。結果より、頸部固有受容器に対するトレーニングを行うことで、頸部関節位置覚が改善するとともに SOT の条件 6 で重心動揺が減少することが示された。今回使用したトレーニングは、視覚的フィードバックを与え、さらに反復した運動による運動学習を目的として行った。トレーニング群において Relocation Test での頸部関節位置覚の有意な改善が得られ、Sham群では有意な改善が得られなかった。これは、本研究での視覚的フィードバックを目的としたトレーニングでは、視覚により、安静中間位でのレーザーの位置と頸部回旋運動後のレーザーの位置との誤差を確認しフィードバックされ、さらに反復した運動が固有感覚へのフィードバックトレーニングとなり視覚と固有感覚への運動学習が生じたことで、頸部関節位置覚の改善を認めたと考えられる。

また、SOT の条件 6 において重心動揺が減少したことに関して、条件 6 では体性感覚の抑制とともに、前景が動揺することで視覚的外乱を与え、重心動揺を評価するものである。姿勢保持には前庭脊髄反射 (Vestibulo Spinal Reflex: 以下, VSR) や前庭頸反射 (Vestibulo Cervico Reflex: 以下, VCR) により頭部・体幹の支持がおり、さらに姿勢の変化に対して頸性立ち直り反応 (neck righting reaction acting on the body: 以下, NRR) が関与することが知られている¹³⁻¹⁵⁾。また、頸部の伸張受容器の刺激により外眼筋を興奮させる頸眼反射 (Cervico Ocular Reflex: 以下, COR) が存在する¹⁴⁾。体性感覚の抑制、視覚的外乱が与えられた状況での姿勢保持には、前庭感覚および頸部関節位置覚からの求心性情報が重要であり頭部の安定化が必要となる。今回測定した重心動揺は Sham群のトレーニングで重心動揺の改善は得られなかったが、トレーニング群において重心動揺が有意に低下を示した。このことから、視覚と固有感覚のフィードバックによる運動学習が、視覚、前庭、頸部固有感覚からの情報を収束させ頭部の安定化を図り、COR や NRR の促通に繋がったと考えられる。したがって、今回行った前庭や頸部固有感覚への刺激に加え視覚的フィードバックを行ったトレーニングは、健常若年者において頸部関節位置覚や重心動揺の改善を誘発したと考えられる。

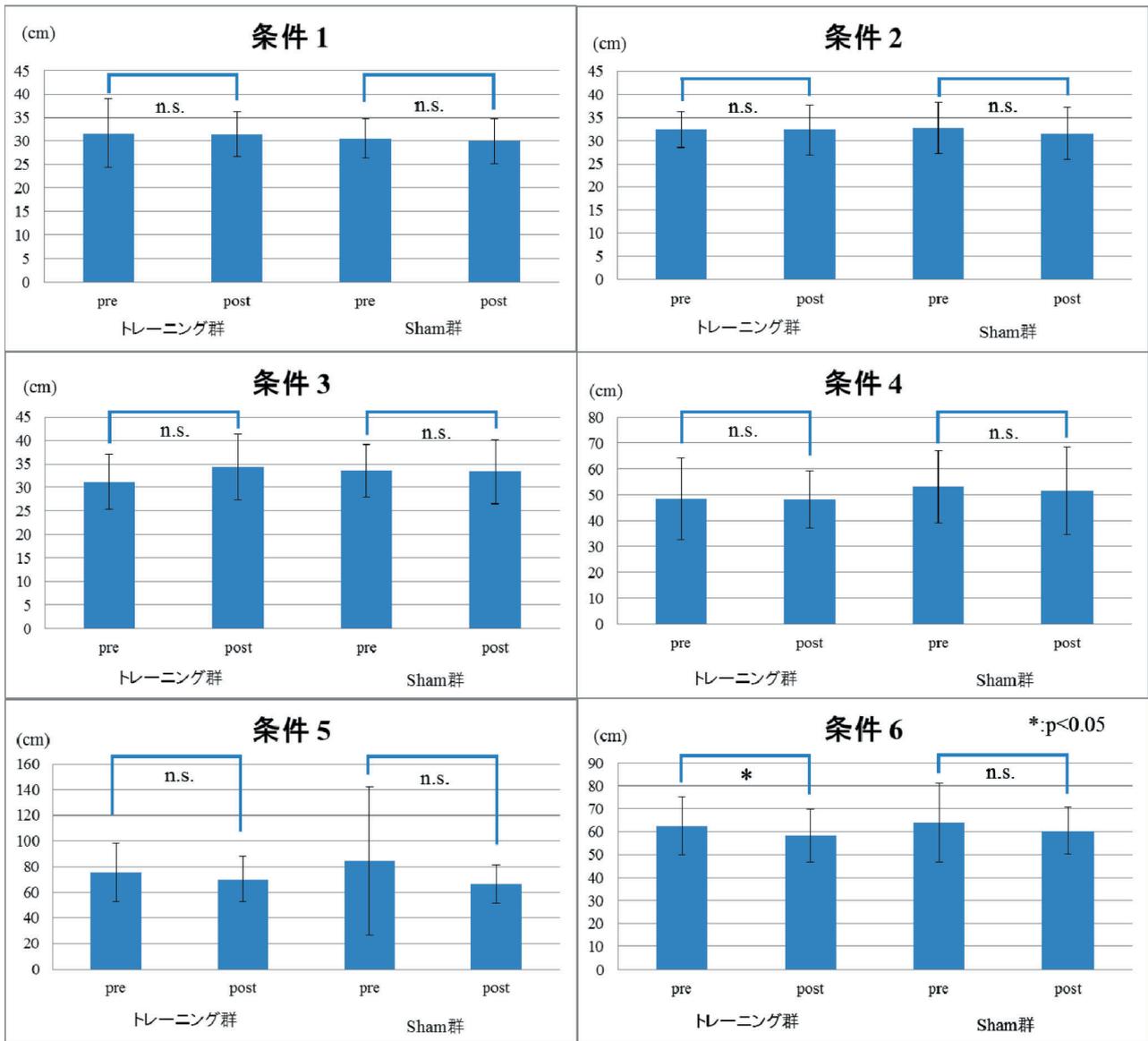


図 6 重心動揺結果

表 1 重心動揺結果

		(cm)					
		条件 1	条件 2	条件 3	条件 4	条件 5	条件 6
トレーニング群	pre	31.6 ± 7.2	32.3 ± 3.7	31.1 ± 5.7	48.3 ± 15.7	75.2 ± 22.7	62.3 ± 12.5
	post	31.3 ± 4.7	32.3 ± 5.4	34.2 ± 7.0	47.9 ± 10.9	70.1 ± 17.9	58.1 ± 11.3
Sham 群	pre	30.4 ± 4.1	32.7 ± 5.4	33.4 ± 5.6	53.0 ± 13.9	84.6 ± 57.6	64.0 ± 17.0
	post	30.0 ± 4.7	31.5 ± 5.7	33.3 ± 6.8	51.6 ± 16.9	66.4 ± 15.3	60.3 ± 10.2

今後、今回の結果をもとに、前庭機能の低下をきたす高齢者や頸部痛、筋緊張亢進、頸部外傷性症候群を有する患者において頸部関節位置覚と重心動揺の関連性を検討し、視覚的フィードバックを目的としたトレーニング

が頸部関節位置覚や重心動揺、また、疼痛や筋緊張へ及ぼす影響について検討する必要がある。

6. まとめ

今回、健常若年者における頸部固有受容器トレーニングの頸部関節位置覚、重心動揺への影響について検討した。トレーニングにおいて頸部関節位置覚、重心動揺の改善が得られた。

参考文献

- 1) 斉藤 宏, 松村 秩, 他: 新版 姿勢と動作 - ADL その基礎から応用 -, pp. 39-41, メヂカルフレンド社, (2006)
- 2) 浅井 友詞, 森本 浩之: バランスの獲得・改善, 理学療法学 ゴールド・マスター・テキスト2 運動療法学. 柳澤 健 (編), pp. 100-113, メヂカルビュー社, (2010)
- 3) M Revel, C Deshayes: Cervicocephalic kinesthetic sensitivity in patients with cervical pain. Arch Phys Med Rehabil. 72, pp. 288-291 (1991)
- 4) S Field, J Treleaven: Standing balance A comparison between idiopathic and whip; ash-induced neck pain. Manual Therapy. 13, pp. 183-191 (2008)
- 5) J Treleaven, G Jull: Standing balance in persistent whiplash: A comparison between subjects with and without dizziness. Journal Of Rehabilitation and medicine. 37, pp. 224-229 (2005)
- 6) J Treleaven, G Jull: Dizziness and unsteadiness following whiplash injury: Characteristic feature and relationship with cervical joint position error. Journal Of Rehabilitation and Medicine. 35, pp. 36-43 (2003)
- 7) E Poole, J Treleaven, et al: The influence of neck pain on balance and gait parameters in community-dwelling elders. Manual Therapy. 13, pp. 317-324 (2008)
- 8) U Roijezon, M Bjorklund: A novel method for neck coordination exercise-apilot study on persons with chronic non-specific neck pain. Journal Of Neuroengineering And Rehabilitation, 36 (5), (2008)
- 9) S Gomez, M Patel: Differences between body movement adaptation to calf and neck muscle vibratory proprioceptive stimulation. Gait And Posture. 30, pp. 93-99 (2009)
- 10) M Schieppati, A Nardone, et al: Neck muscle fatigue affects postural control in man. Neuroscience. 121, pp. 277-285 (2003)
- 11) G Gosselin, H Rassoulian, et al: Effects of neck extensor muscles fatigue on balance. Clinical Biomechanics. 19, pp. 473-479 (2004)
- 12) G Jull, D Falla: Retraining cervical joint position sense: the effect of two exercise regimes. Journal Of Orthopaedic Reserch. 25, pp. 404-412 (2007)
- 13) 浅井友詞, 森本浩之, 他: 前庭機能障害によるめまいと平衡異常に対する理学療法. 理学療法, 28, pp. 571-578 (2011)
- 14) 内野善生: めまいと平衡調節. pp. 45-98, 金原出版, (2002)
- 15) 中島雅之輔: 姿勢反射の評価と応用. 理学療法, 2, pp. 109-112 (1985)