

バックトラッカーシステムによる腰部の運動分析に基づいた作業状況評価

坂本 親宣

鹿児島医療福祉専門学校理学療法学科

(2019年10月28日受付)

要旨：最近、深刻な社会的かつ経済的問題となっている職業性腰痛には脊椎に加わる負荷や脊柱の姿勢などの環境的要因の関与が大きい。よって、発症を未然に防ぐためには労働者の腰部の運動を分析し、作業状況の改善へと結びつけていく必要がある。そこで今回、腰部に多大なストレスがかかることが予測される作業をシミュレート化して腰部の運動分析を行い、作業状況の評価を行った。健常成人30名にバックトラッカーシステムを装着させた上、港湾での荷積み(左前方の高さ20cmの台に置かれた重さ4kgの箱を右前方の高さ100cmの棚に移動30回)作業のシミュレーションを4分間行わせた。作業によって得られた腰部の運動軌跡は、最もよく観察された偏位角と角速度の2つのパラメータによって解析し、クラス0「わずかな動きを伴う中立姿勢」、クラス1「自然な動きであり、作業状況の改善の必要はない」、クラス2「腰部にストレスがかかる危険性が増す動きであり、早い機会に作業状況改善を検討する必要がある」、クラス3「ストレスがかかる危険性が更に増す動きであり、ただちに作業状況改善を検討する必要がある」の4段階に評価された。クラス0、クラス1、クラス2、クラス3の偏位角が観察された割合の平均はそれぞれ6.8%、62.5%、18.1%、12.6%であった。また、クラス0、クラス1、クラス2、クラス3の角速度が観察された割合の平均はそれぞれ5.2%、82.3%、12.1%、0.4%であった。作業前半では両股・膝関節屈曲位で、重心を低くして下肢の重心移動により重量物移動を行っていたが、作業後半では下肢筋疲労により体幹屈曲度が増したため不良偏位角の割合が高くなったと思われる。ただ、作業速度が遅かったために不良速度の割合は低くなったと考えられた。このように、腰部の運動分析に基づいた作業状況改善の必要性の評価により職業性腰痛の予防を行っていくことは、理学療法士が予防医学の一端を担うという意味で今後、重要になってくると考えられる。

(日職災医誌, 68:272-275, 2020)

—キーワード—

バックトラッカーシステム, 腰部の運動分析, 作業状況評価

1. 目 的

最近、深刻な社会的かつ経済的問題となっている職業性腰痛は労働に関連して発生する障害の中で最も多い¹⁾。職業性腰痛は災害性腰痛と非災害性腰痛の2つに大別される。前者は業務上の負傷に起因して発症した腰痛(急性腰痛)であり、一方、後者は腰部に過度の負担がかかる業務を継続して行うことによって発症した腰痛(慢性腰痛)である²⁾。慢性腰痛はその発生過程・原因が解明されていないために対応策が見いだせない現状にある³⁾。慢性腰痛には脊椎に加わる負荷や脊柱の姿勢などの環境的要因の関与が大きいために発症を未然に防ぐには労働者の腰部の運動を分析し、作業状況の改善へと結びつけていく必要がある。そこで今回、腰部にストレスがかかる

ことが予測される作業をシミュレート化して腰部の運動分析を行い、作業状況の評価を行った。

2. 対 象

健常成人30名(男性20名, 女性10名)を対象とした。平均年齢は 24.3 ± 3.3 歳, 平均身長は 170.3 ± 5.6 cm, 平均体重は 68.3 ± 6.8 kgであった。

3. 方 法

腰部の全方向の動きの軌跡を記録できるバックトラッカーシステム(アイソテクノロジー社製; 図1)を装着させた上、港湾での荷積み作業のシミュレーションを4分間行わせた。このシステムは脊柱をボールとソケットで関節として支持された剛体の棒として想定し、この動き

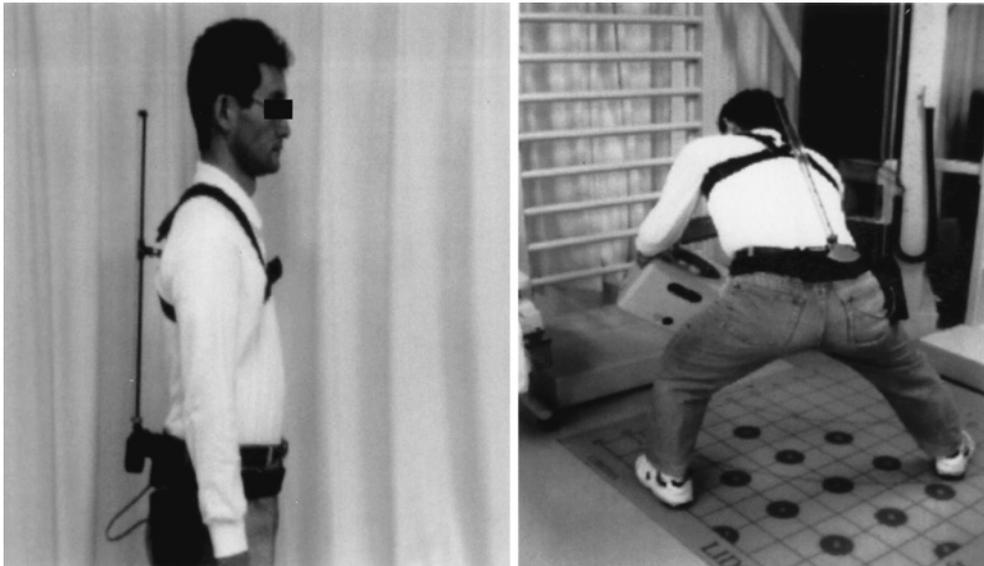


図1 バックトラッカーシステム

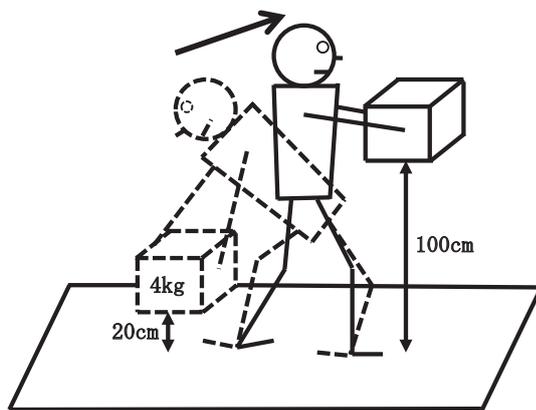


図2 シミュレート化した作業内容

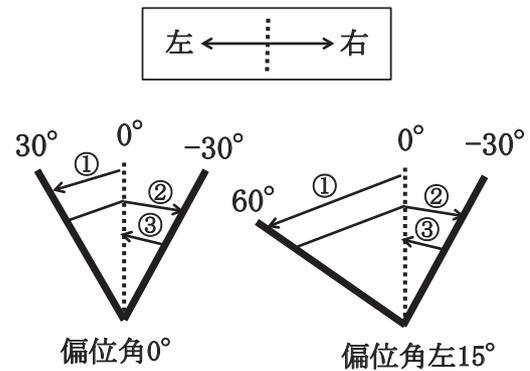


図3 偏位角

をアイソテクノロジー社が開発した数学的アルゴリズムにより変換し記録、解析するシステムである。具体的な作業内容は左前方の高さ20cmの台に置かれた重さ4kgの箱を右前方の高さ100cmの棚に移動30回とした(図2)。作業によって得られた腰部の運動軌跡は、最もよく観察された偏位角(図3)と速度の2つのパラメータによって解析し、あらかじめ機器に設定された値により、クラス0「わずかな動きを伴う中立姿勢(中立の位置より5度以内)」、クラス1「自然な動きであり、作業状況の改善の必要はない(各軸における姿勢の最大可動点の位置に対し31%以内)」、クラス2「腰部にストレスがかかる危険性が増す動きであり、早い機会に作業状況改善を検討する必要がある(各軸における姿勢の最大可動点の位置に対し32%以上61%以内)」、クラス3「ストレスがかかる危険性が更に増す動きであり、ただちに作業状況改善を検討する必要がある(各軸における姿勢の最大可動点の位置に対し62%以上)」に分類される⁴⁾。

4. 結果

1) 運動範囲と偏位角

屈曲10度の偏位角のもとに20度まで、右側屈3度の偏位角のもとに6度まで、右回旋3度の偏位角のもとに12度までの範囲の運動軌跡が最も多く観察された。

2) 角速度

屈曲では29度/秒、伸展では37度/秒、側屈では13度/秒、回旋では21度/秒の運動軌跡が最も多く観察された。

3) 労作全体の軌跡(表)

クラス0、クラス1、クラス2、クラス3の偏位角が観察された割合の平均はそれぞれ6.8%、62.5%、18.1%、12.6%であった。また、クラス0、クラス1、クラス2、クラス3の角速度が観察された割合の平均はそれぞれ5.2%、82.3%、12.1%、0.4%であった。

表 各クラスの偏位角と角速度(%)

| | 偏位角 | 角速度 |
|-------|------|------|
| クラス 0 | 6.8 | 5.2 |
| クラス 1 | 62.5 | 82.3 |
| クラス 2 | 18.1 | 12.1 |
| クラス 3 | 12.6 | 0.4 |

5. 考 察

本研究でシミュレート化した港湾の荷揚げ作業は重さ 4kg と重量としては軽いかもしれないが、体幹の屈曲・伸展、側屈、回旋を伴った複合運動の繰り返しとしては実際の現場と同様の動作を再現できたと思われる。

著者が今回使用したバックトラッカーシステムは装着が容易であり、かつポータブル性にも優れており、長時間の測定も可能である⁴⁾⁵⁾。作業時間は 4 分間と短かったが、そのなかでクラス 2 及びクラス 3 の偏位角が観察された割合の平均はそれぞれ 18.1%、12.6% であり、作業状況改善を検討する必要がある不良偏位角は 30.7% であった。また、クラス 2 及びクラス 3 の角速度が観察された割合の平均はそれぞれ 12.1%、0.4% であり、作業状況改善を検討する必要がある不良速度は 12.5% であった。港湾の荷揚げ作業をシミュレート化したなかでこれらの結果がみられたのは興味深い。

作業状況を観察していると、作業前半では両股・膝関節屈曲位で、重心を低くして下肢の重心移動、つまり股関節、膝関節の屈曲・伸展により重量物移動を行っていた。しかし、作業回数が進むにつれ、体幹屈曲度が増してきた。この原因として下肢筋の疲労により体幹屈曲・伸展でそれをカバーしたことが考えられる。そのため、不良偏位角の割合が高くなったと考えられた。ただ、機器の特性上、作業速度が遅かったために不良速度の割合は低くなったのではないだろうか。

体幹の屈曲・回旋が腰痛の発症に深い関連性があるという報告は諸家^{6)~8)}によって報告されている。これらの動作は物体の挙上をしばしば伴い、非対称性姿勢で行うものである。本研究でシミュレート化した港湾の荷揚げ作業も正しくこのような複合運動であり、腰部への大きな負担となることが伺える。

また重量物挙上動作が腰痛発症の要因となることは過去に多くの報告^{9)~11)}があり、社会常識となっている。例えば重量物挙上を行う労働者の腰部損傷の発生が静的労働者のその 8 倍にもあがるという統計が、この常識を裏付けている³⁾。

柴田ら¹²⁾によれば港湾労働者 968 名のうち 670 名 (69.2%) が過去あるいは現在で腰痛を経験しており、腰痛予防の観点から機械化の必要性が訴えられている。本研究のように、腰部の運動分析に基づいた作業状況改善の必要性の評価により職業性腰痛の予防を行っていくことは、理学療法士が予防医学の一端を担うという意味で今後、重要になってくると考えられる。今後は他の作業についてもシミュレート化しながら腰部の運動分析を行ってきたい。

[COI 開示] 本論文に関して開示すべき COI 状態はない

文 献

- 1) 厚生労働省：平成 30 年業務上疾病発生状況。
- 2) 坂本親宣：職業性腰痛へのアプローチ。実践腰痛リハビリテーション。MB Med Reha 64：66—73, 2006。
- 3) 栗原 章：職業性腰痛の現状と展望。日本腰痛会誌 8：10—15, 2002。
- 4) 朱 康志, 栗原 章, 謝 典穎, 他：バックトラッカーシステムによる腰椎の運動分析—第 1 報—。日本脊椎外科会誌 8：246, 1997。
- 5) 佐藤啓三：三軸電子角度計を用いた看護業務における作業姿勢の分析。日災医誌 47：526—538, 1999。
- 6) 前川泰子, 塩崎 陽, 間嶋由貴恵：表面筋電図を用いた車椅子移乗介助時のひねり動作と腰部負担の視覚化の試み。医療情報学 29：235—243, 2009。
- 7) 伊丹君和, 藤田きみゑ, 矢口潤哉, 他：看護作業時のひねりが看護者の腰部に及ぼす影響についての検討 (第 2 報)。ベッドメイク作業時の筋電図学的分析。滋賀県立大学看護短期大学部学術誌 6：37—42, 2002。
- 8) 甲田茂樹, 久繁哲徳, 小河孝則, 他：看護婦の腰痛症発症にかかわる職業性要因の疫学的研究。産業医学 33：410—422, 1991。
- 9) 小川鑛一：看護師の腰痛発生メカニズムと実態。日本整形外科看護研究会誌 4：31—37, 2009。
- 10) 木村文佳, 越後あゆみ, 岩月宏泰：医療介護関連職種に従事する女性職員の腰痛に関連する因子について。理学療法学 32：243—247, 2017。
- 11) 白星伸一, 埜田和史, 辻村裕次, 他：理学療法士の職業性腰痛に関する調査研究。佛教大学保健医療技術学部論集第 11：1—12, 2017。
- 12) 柴田俊忍, 松久 寛, 高橋祐輔：港湾労働における腰痛調査について。人間工学 13：1—6, 1977。

別刷請求先 〒890-0034 鹿児島県鹿児島市市田上 8—21—3
鹿児島医療福祉専門学校理学療法学科
坂本 親宣

Reprint request:

Chikanori Sakamoto

Department of Physical Therapy, Kagoshima Medical Welfare College, 8-21-3, Tagami, Kagoshima, 890-0034, Japan

Evaluation of the Work Situation Based on Lumbar Movement Analysis by Back Tracker System

Chikanori Sakamoto

Department of Physical Therapy, Kagoshima Medical Welfare College

In this study, we evaluated the work situation based on movement analysis of lumbar. The subjects were 30 healthy people. They wore Back Tracker System. The work was to move the box of 4 kg from 20 cm to 100 cm in height. The system analyzed work situation from class 0 to class 3. Class 0 was neutral posture with slight movement. Class 1 was neutral movement and improvement of the work situation was not necessary. Class 2 was most likely to put stress on the lower back and necessary to improve work situation at an early time. Class 3 was putting more stress on the lower back and to improve the work situation promptly. The ratio of a partial angle of class 0, class 1, class 2, class 3 were 6.8%, 62.5%, 18.1%, 12.6%. The ratio of angular velocity were 5.2%, 82.3%, 12.1%, 0.4%. It was thought that the evaluation of the work situation by physical therapist was very important to the low back pain prevention.

(JJOMT, 68: 272—275, 2020)

—Key words—

Back Tracker System, analysis of the lumbar movement, evaluation of work situation