

原著

片手への荷重負荷による足圧中心の位置変位について

Displacement of the Center of Pressure with Load on One Arm

久利 彩子¹⁾ 竹内 直子²⁾ 田崎 史江³⁾

Abstract : One of the horticultural therapies is using a watering can. As a characteristic of this activity, load is applied to a single arm of participants in a standing position. The present study aimed to examine the effects of load applied to an arm on the entire body, focusing on displacement of the center of pressure (COP) . The subjects were 26 adults (including 14 males and 12 females). Load (0, 5, and 10% of the body weight) was applied to the dominant arm of participants in a standing position, and data on the position of the COP were collected. Based on the collected data, displacement of COP in the anterior-posterior (COP-AP) and left-right (COP-ML) directions before and after loading were calculated, and the differences were analyzed. There were no significant differences in the displacement of the COP-AP due to differences in the load applied. There was a significant difference in the displacement in COP-ML due to 10% of the body weight. The results suggest that, when using a watering can with a load of 10% of the body weight, the foot on the same side as the arm holding the watering can is required to support a heavier load.

Key words : load ; one arm ; center of pressure

要 約 : 園芸療法の活動の一つにジョウロを用いた水やり活動がある。この活動には、立位で片手に荷重を負荷するという特徴がある。本研究の目的は、片手への荷重負荷が身体に及ぼす影響を、足圧中心(center of pressure : COP)の位置変位から検討することである。対象者は成人 26 名(男性 14 名、女性 12 名)とした。対象者に、立位で利き手に、体重の 0%、5%、10%の荷重を負荷させ、COP 位置データを収集した。収集したデータから、荷重負荷前と荷重負荷中との間における前後 COP 位置 (COP-AP) の変位量と左右 COP 位置 (COP-ML) の変位量とを算出し、荷重量による差を解析した。COP-AP 変位量に、荷重量による有意差は認められなかった。COP-ML 変位量に、体重の 10%の荷重で有意差が認められた。ジョウロを用いる水やり活動では、体重の 10%の荷重でジョウロ把持側下肢は対側下肢より支持性が要求されることが示唆された。

キーワード : 負荷、片手、足圧中心

Ayako Hisari

E-mail : hisaria@kawasakigakuen.ac.jp
大阪河崎リハビリテーション大学

- 1) リハビリテーション学部 理学療法学専攻
- 2) リハビリテーション学部 理学療法学専攻 久利研究室 研究員
- 3) リハビリテーション学部 作業療法学専攻

序 文

園芸療法では、医療や福祉の領域で療法的かわりを要する人々に対し、花や野菜を育てる園芸活動を指導するが、その目的は、園芸活動による心身機能の維持・向上をはかることである^{1,2)}。園芸療法を実施する時には、対象者の機能レベルに適する活動内容を提供する³⁾。したがって、園芸療法指導者は、対象者に実施させる園芸活動が身体にどのような影響があるのかわかることが重要である。

園芸活動の一つに、ジョウロを用いた水やりがある。活動姿勢は、主に立位である。その課題は、まず、ジョウロに水を入れ、水の入ったジョウロの取手を掴み、片手で体側に把持し、その状態で目的の植物が生えている場所まで移動し、散水する、という流れで行う。これらの内、水の入ったジョウロを片手で体側に把持するという課題は、片手へ荷重負荷がかかった立位保持を行う。また、ジョウロを用いた水やり活動は、ジョウロに入れる水の量を変化させることが容易であり、運動負荷量決定の自由度が高い。このことから、ジョウロを用いた水やり活動は、対象者の身体能力に合わせた負荷量調節が可能で、筋力やバランス能力の維持・向上をはかる練習として取り入れやすいものとなる。このジョウロを用いた水やり活動を用いる場合の園芸療法の質の向上のために、片側上肢負荷によって生じる重心移動の程度を考慮した上で活動を実践することが必要である。

荷重部位や荷重量と重心動揺との関連が先行研究で示されている。渡辺は、立位時の身体腹部あるいは背面へ0kgから12kgの荷重を身体に密着負荷し、荷重量増大に伴う、足圧中心(center of pressure : COP)軌跡長、重心動揺面積、重心動揺速度の増大、身体の前方向COP方向転換回数の減少を示し、負荷が大きいくほど立位平衡保持が困難となり、姿勢反射制

御が減少することを報告した⁴⁾。岩瀬らは、開脚立位で両前腕への荷重負荷において、COP平均移動速度や重心動揺面積の値は、負荷する荷重保持の高さが高くなると増加することを示した⁵⁾。森岡らは、立位時の足部へ体重の10%の荷重を負荷し、無負荷時に比べ、COP軌跡長、重心動揺面積、重心動揺幅が減少することを報告した⁶⁾。これらの研究では、体幹や下肢への負荷は、左右同等の荷重負荷条件で行っており、片側上肢負荷における身体への影響を検討した研究は少ない。そこで筆者らは、ジョウロを用いた水やり活動を用いる場合の園芸療法の質の向上のために、片側上肢負荷時の身体への影響の知見が必要と考えた。片側上肢負荷によって、COP位置が荷重負荷側へ変位することが予想される。

本研究の目的は、片手への荷重負荷が身体に及ぼす影響を、COP位置変位から検討することである。

方 法

1 対象

対象は、日常生活に障害のない成人26名(男性14名、年齢 21.2 ± 0.8 歳、女性12名、年齢 20.8 ± 0.6 歳)とした。対象者には、研究の目的と方法を説明し、研究参加の同意を得た(研究倫理承認番号OKRU26-A142)。

2 実験方法

対象者には、閉足両脚立位を保持させた後、同肢位で利き手に荷重負荷させ、その荷重負荷を排除するまでの一連の動作を行わせた。この一連の動作のCOP位置データを収集した。収集したデータから、COP位置変位を算出した。

2.1 実験装置

COP位置データの収集には、重心計(平衡

機能計 UM-BAR II、株式会社ユニメック、東京)を用いた。サンプリング周波数は100Hzとした。

2.2 実験手順

対象者には、重心計の計測プレート上に裸足で閉足両脚立位を保持させた。前方2mの目の高さの指標を注視させた。対象者の利き手側に、重りを入れたジョウロ（コーナン商事株式会社）を位置させた。荷重量は対象者の体重の5%と10%とした。対象者の開始肢位は、立位姿勢で肩関節外転30度させ上肢を自然下垂させた状態とした。ジョウロの高さは、ジョウロ取手部分が対象者の利き手第三指先端が触れる高さとした。また、対象者がジョウロを把持した時にジョウロがピッチングするのを防止するために、ジョウロの重心点を通る取手部分に印を設け、その部位を対象者に把持させた。

利き手に何も把持しない両足立位の状態を20秒保持させ、検査者の合図で、対象者にジョウロを把持させ、その上肢は自然に下垂させた。ジョウロを把持したまま立位姿勢を30秒間保持させた。図1は、対象者が重心計の計測プレート上でジョウロを把持している検査姿勢である。コントロール実験として、対象者の体重の0%、つまり、重りを入れないジョウロ



図1 対象者の検査姿勢

(534g)を用いた実験を行った。すなわち、荷重負荷量は、体重の0% (0%荷重)、5% (5%荷重)、10% (10%荷重)の3パターンとし、それらの順序は無作為とした。対象者への荷重量についての事前情報提示は、行わなかった。3パター

ンの一連の動作の記録の間には、十分な休息をとった。

2.3 収集データの区分

一連の動作のCOP位置データから、荷重負荷前のCOP位置データと、荷重負荷中のCOP位置データを区分した。荷重負荷前データ範囲は、収集したデータの内、記録開始5.01秒から15.00秒の計10.00秒間である。荷重負荷中データ範囲は、収集したデータの内、記録開始30.01秒から40.00秒の計10.00秒間である。

COP位置は、COPを前後（anterior-posterior : AP）方向および左右（medial-lateral : ML）方向の時系列直交成分に分解されたデータから得られる。したがって、COP位置データから、AP方向COP位置とML方向COP位置の2種類のデータが得られる。

2.4 COP位置データ算出方法

各対象者の平均のAP方向COP位置（平均COP-AP位置）の値を、当該対象者の足長で除し、平均足長補正COP-AP位置 [%]（踵側最後側0%足尖最前側100%）を式（1）より算出した。各対象者の平均足長補正COP-AP位置から、対象者全体の平均値を求め、これをCOP-APとした。

各対象者の平均のML方向COP位置（平均COP-ML位置）の値を、当該対象者の足幅で除し、平均足幅補正COP-ML位置 [%]（最内側0%最外側100%）を式（2）より算出した。各対象者の平均足幅補正COP-ML位置から、対象者全体の平均値を求め、これをCOP-MLとした。

$$M_{AP} = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n AP_i \right) / l_{ID} \quad \dots (1)$$

M_{AP} : 各対象者の平均足長補正COP-AP位置

n : データ数(本研究では1000)

AP_i : AP方向COP位置

l_{ID} : 当該対象者の足長

$$M_{ML} = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n ML_i \right) / w_{ID} \quad \dots (2)$$

M_{ML} : 各対象者の平均足幅補正 COP-ML 位置
 n : データ数(本研究では1000)
 ML_i : ML 方向 COP 位置
 w_{ID} : 当該対象者の足幅

2.5 COP 位置変位置算出方法

各対象者の、0%荷重、5%荷重、10%荷重の3パターンの一連の動作において、それぞれ、荷重負荷前から荷重負荷中への平均 COP-AP 位置の変位置 (COP-AP 変位置) を、式 (3) より算出した。同様に、各対象者の、荷重負荷前から荷重負荷中への平均 COP-ML 位置の変位置 (COP-ML 変位置) を、式 (4) より算出した。

$$\Delta M_{AP} = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n AP_{i \text{ after}} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n AP_{i \text{ before}} \right) / l_{ID} \quad \dots (3)$$

ΔM_{AP} : 各対象者の平均 COP-AP 位置の変位置
 n : データ数(本研究では1000)
 $AP_{i \text{ after}}$: 荷重負荷時の COP-AP 位置
 $AP_{i \text{ before}}$: 荷重負荷前の COP-AP 位置
 l_{ID} : 当該対象者の足長

$$\Delta M_{ML} = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n ML_{i \text{ after}} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n ML_{i \text{ before}} \right) / w_{ID} \quad \dots (4)$$

ΔM_{ML} : 各対象者の平均 COP-ML 位置の変位置
 n : データ数(本研究では1000)
 $ML_{i \text{ after}}$: 荷重負荷時の COP-ML 位置
 $ML_{i \text{ before}}$: 荷重負荷前の COP-ML 位置
 w_{ID} : 当該対象者の足幅

2.6 統計解析

COP-AP 変位置、COP-ML 変位置について、0%荷重と5%荷重と10%荷重との3群間で、一元配置分散分析およびチューキーの多重比較検定を用いて解析した。統計解析には、統計解析ソフトウェア R (The R foundation for Statistical Computing) を使用した。有意水準は5%とした。

結果

表1に、COP-AP 位置と変位置を示した。一元配置分散分析の結果、COP-AP 変位置について、0%荷重と5%荷重と10%荷重との3群間に、有意差は認められなかった。

表2に、COP-ML 位置と変位置を示した。一元配置分散分析の結果、COP-ML 変位置について、0%荷重と5%荷重と10%荷重との3群間に、有意差が認められた。多重比較検定の結果、0%荷重と10%荷重との間、5%荷重と10%荷重との間に、有意差が認められた。0%荷重と5%荷重と間に、有意差は認められなかった。

表1 COP-AP 位置と変位置

	0%荷重 [%]	5%荷重 [%]	10%荷重 [%]
荷重負荷前	40.2 ± 7.8	40.8 ± 5.4	39.4 ± 6.1
荷重負荷中	38.6 ± 6.3	38.4 ± 4.2	39.6 ± 7.1
変位置	-1.6 ± 4.9	-2.3 ± 3.8	0.2 ± 3.3

平均値 ± 標準偏差

COP-AP位置：足長補正した前後方向における足圧中心位置
 足長割合：踵側最後側が0%、足尖最前側が100%

表2 COP-ML 位置と変位置

	0%荷重 [%]	5%荷重 [%]	10%荷重 [%]
荷重負荷前	-2.4 ± 6.5	-1.8 ± 6.8	-1.7 ± 5.5
荷重負荷中	-1.9 ± 6.5	3.2 ± 8.1	9.7 ± 7.9
変位置	0.5 ± 5.9	5.0 ± 8.7	11.4 ± 8.5*†

平均値 ± 標準偏差

p<0.05、* : vs. 0%荷重、† : vs. 5%荷重

COP-ML位置：足幅補正した左右方向における足圧中心位置
 足幅割合：最内側が0%、最外側が100% (利き手側が正)

考察

本研究の目的は、ジョウロを用いた水やり活動を用いる場合の園芸療法の質を向上させるために、片手への荷重負荷が身体に及ぼす影響を、COP 位置変位から検討することであった。

荷重負荷の設定では、ジョウロを使用した。これは、実際に園芸活動で用いるジョウロを実験場面においても使用することで、研究で得られる結果の解釈が容易になると考えたからであ

る。ジョウロの把持は、利き手とした。これは、利き手と非利き手とは、機能的に差があるということが知られている^{7,8)}からである。

利き手にジョウロを把持させ、その時の足部の前後方向における COP 位置の変位量に、0% 荷重と 5% 荷重と 10% 荷重とで、有意差は認められなかった。片手上肢負荷時には身体前後方向における COP 位置変位への影響は無いことが明らかとなった。

利き手にジョウロを把持させ、その時の足部の左右方向における COP 位置の荷重負荷側への変位について、0% 荷重と 5% 荷重と 10% 荷重の変位量平均値は、全て正の値であった。これは、COP は、片手への荷重によって持ち手側に変位することを示す。安静立位の COP 位置は、支持基底面に投射させた身体重心 (center of mass : COM) の位置と考えられており⁹⁾、片手への荷重負荷による COM 移動の方向に COP も移動していることを示すと考えられる。しかし、COP の移動の程度は、本研究より、荷重量による違いがあることがわかった。群間比較においては、0% 荷重と 10% 荷重との間、5% 荷重と 10% 荷重との間に、有意差が認められたが、0% 荷重と 5% 荷重との間には、有意差が認められなかった。身体左右方向における COP 位置変位は、左右下肢への荷重量変化を伴う⁹⁾ことから、体重の 10% の荷重が片手に負荷された時は、5% 荷重に比較して、負荷側の下肢は、対側下肢よりも、支持性が要求されることが推察される。これはまた、体重の 10% 以上の量の水をジョウロに入れる場合には、対象者の立位安定性への注意がより必要になることも意味している。

本研究の結果の解釈に必要なこととして、本研究の対象者は若年成人であること、対象者に対する荷重負荷量の規格化に対象者の体重を利用したが上肢長による規定は行っていないことが挙げられる。また、植物の水やりにジョウ

ロを用いる場合の動作は、ジョウロへ水を入れ、水の入ったジョウロを保持し、その状態で移動し、散水する、という一連の動作になる。本研究では、これらの動作の内、水の入ったジョウロを保持するという一部の動作のみに着目している。ジョウロを用いる一連の水やり活動における身体への影響を把握するために、今後は歩行移動中の片手への荷重負荷による身体への影響を検討することが必要であろう。

まとめ

本研究では、ジョウロを用いる水やり活動の内、ジョウロを片手で保持する時の影響を、COP の位置変位から検討した。対象者は成人 26 名とした。片手への体重 10% 荷重で、COP 位置は荷重負荷側へ有意に変位した。COP 位置の前後の変位は認められなかった。ジョウロを片手で保持する時、荷重量が体重の 10% 荷重となる場合、負荷側の下肢は、対側下肢よりも、支持性が要求されることが示唆された。

[引用文献]

- 1) 日本園芸療法学会 園芸療法とは. <http://www.jht-assc.jp/horticulture.html> 閲覧日 2016 年 9 月 15 日.
- 2) 田崎史江 園芸療法. バイオメカニズム学会誌 2006,30(2):59-65.
- 3) 長谷川真人 園芸療法の紹介. 理学療法科学 2007,22:301-304.
- 4) 渡辺興作、横山清子、高田和之、他 荷重負荷時の直立姿勢動揺の解析. 人間工学 1987,23:233-240.
- 5) 岩瀬弘和、村田厚生 身体的作業負荷が荷物保持作業中の重心動揺に及ぼす影響. 日本機械学会論文集 (C 編) 2009,75:2553-2559.
- 6) 森岡周、宮本省三、高田祐、他 身体への重錘

- 負荷が立位時重心動揺に及ぼす影響. 理学療法
学 1998,25:355-361.
- 7) 木村邦彦、浅枝澄子 ヒトの四肢の一側優位性
について. 人類学雑誌 1974,82:189-207.
- 8) 安彦鉄平、村田伸、山崎康平、他 運搬方法
が歩行パラメータに与える影響. 理学療法科学
2014,29:147-149.
- 9) 長谷公隆 立位姿勢の制御. リハビリテーショ
ン医学 2006,43:542-553.