

調査報告

女性の静止立位作業による血圧低下の実態調査

加部 勇¹, 鶴岡寛子¹, 徳地谷洋子¹, 遠藤裕一², 古沢真実³, 武林 亨⁴¹古河電気工業株式会社衛生管理センター, ²株式会社リコー社会環境本部,
³産業医科大学公衆衛生学教室, ⁴慶應義塾大学医学部衛生学公衆衛生学教室

抄録：女性の静止立位作業による血圧低下の実態調査：加部 勇ほか。古河電気工業株式会社衛生管理センター—生産性効率化の代表的な方法の「ジャスト・イン・タイム方式」は、コスト削減に貢献するが、作業者に立位作業を強いる。本調査は、女性の静止立位作業における血圧低下の実態を調べ、その発症予防に役立てることを目的とした。某通信機器製造事業場で働く女性静止立位作業員12人（平均年齢±標準偏差；32±14歳）、同じ職場で働く男性静止立位作業員6人（同；30±4歳）、女性歩行作業員10人（同；27±7歳）と女性事務作業員9人（同；31±5歳）の4群を対象に、産業医による問診、起立試験ならびに作業中15分間隔で連続的に血圧測定を行った。起立試験の結果では、4群間で差はみられなかったが、全ての群で安静臥位平均脈拍に比べ、起立時平均脈拍が有意に上昇していた。女性作業員数人に起立時の脈拍上昇がみられなかった。作業中の連続血圧測定結果では、女性立位作業員群の血圧低下者は、SBPが12人中7人（75%）、DBPが12人中11人（92%）と女性事務作業員群（SBPが9人中0人（0%）、DBPが8人中2人（22%））に比べて有意に多かった。男性立位作業員群および女性歩行作業員群においても半数以上が低下していたが、有意差はなかった。起立試験で起立性低血圧をみとめた8人全員が、作業形態に関わらずABPMで血圧低下をみとめたことから、起立試験を行うことで、連続静止立位作業中に血圧低下を起こすハイリスク者をスクリーニングできる可能性が示唆された。長時間の静止立位作業が作業中の血圧低下をきたす可能性が示唆され、その機序については、静脈還流減少と神経原性の両方が推察された。作業中の歩行運動、一連続

あたりの立位作業時間の短縮、弾性ストッキングの着用などにより下肢のうっ血を防ぐことで、静脈還流量を保ち、作業中の血圧低下を防ぐことが期待される。

(産衛誌 2007; 49: 122-126)

キーワード：Prolonged standing, Hypotension, Female, Just-in-Time system, Ambulatory blood pressure monitoring

I. はじめに

日本の製造業では、コスト削減の方法として生産性効率化がすすんでおり、その代表的な方法の「ジャスト・イン・タイム方式」(以下、JIT方式)による立ち作業が広く普及している¹⁾。また、多くの日本企業は、正社員を減らし、女性パート労働者や派遣労働者を利用することにより一層のコスト削減が図られている。女性の立位作業では、下肢静脈瘤および動脈硬化^{2, 3)}、腰痛などの筋骨格系障害^{4, 5)}、低体重出生児および流産⁶⁻⁸⁾との関連を示した文献が散見されるが、立位作業と血圧との関連を調べた研究はなかった。

数年前からJIT方式が導入された某通信機器製造事業場において、ルーペを用いて精密機器加工をする女性にも静止立位で作業をさせたところ (Fig. 1)、作業中に意識喪失を起こし、転倒、頭部打撲を起こした事例が発生した。衛生管理者と産業医が原因を調べたところ、同事業場において数ヶ月の間に同様な症例が他にも2例あり、いずれの女性にも意識障害の原因となるてんかんなどの基礎疾患および有害物質の曝露などはなく、血圧低下による脳貧血が最も疑われた。

本調査は、女性の静止立位作業における血圧低下の実態を調べ、その発症予防に役立てることを目的とした。

2006年5月2日受付；2007年4月4日受理

連絡先：加部 勇 〒290-8555 千葉県市原市八幡海岸通6番地 古河電気工業株式会社千葉事業所
(e-mail : mr904511@mr.furukawa.co.jp)



Fig. 1. The female static standing working place where an accident due to postural hypotension happened.

II. 方 法

1. 調査対象

某通信機器製造事業場で1 mm以下の製品不良を検査する女性静止立位作業員12人(平均年齢±標準偏差; 32 ± 14 歳), 男性静止立位作業員6人(同; 30 ± 4 歳), 同作業場で歩行の多い女性作業員(以下, 女性歩行作業員)10人(同; 27 ± 7 歳), そして, 同じ事業場で働く女性事務作業員9人(同; 31 ± 5 歳)に同意を取り調査した。

2. 起立試験と作業時間中の血圧連続測定 (ambulatory blood pressure monitoring; ABPM)

被験者らには, 作業前, 産業医による問診・診察を行い, 5分間安静後に座位血圧を1分間隔で2回測定した後, 日本自律神経学会の起立試験(簡易法)⁹⁾を実施した。各被験者は, 仰臥位で5分間安静後に血圧を1分間隔で2回測定した。その後, 急激に立ち上がり, 起立した状態で1分間隔で5回, 計5分間の血圧を測定し, 安静仰臥位時の血圧と比較した。血圧測定は自動血圧測定器(103-III; 日本コーリン)を用いた。

また, 作業開始前に携帯式血圧測定装置(FB-250; フクダ電子)を被験者に装着し, 作業終了時間直前まで15分間隔で作業中の血圧を測定し, 作業前の安静座位血圧と比較した。また, 測定終了時に, ABPM中の自覚症状について確認した。

起立試験および作業中の血圧連続測定結果は, 「収縮期血圧(systolic blood pressure; SBP)が20 mmHg以上の低下, あるいは拡張期血圧(diastolic blood pressure; DBP)が10 mmHg以上の低下」というWeilingの

起立性低血圧の判定基準^{10, 11)}を用いて, 各作業群間で比較した。安静座位血圧および安静臥位血圧は, 2回測定のうちSBPが低い値を採用した。起立試験時の血圧は, 5分間中SBPが最も低い値を用いた。

調査された工場の建屋は, 作業場, 事務所および起立試験を実施した休憩所が, 年間を通じて室温25℃, 湿度40%前後に保たれていた。

血圧の平均値の差は, Student's *t*-testを用いて調べた。また, 起立試験および作業時間中の血圧連続測定で血圧低下陽性者数の比較は, Fischer's exact probability testで調べた。血圧低下者と年齢の関連には, Pearson's correlation coefficient testを行った。

III. 結 果

1. 問診

問診結果では, 女性静止立位作業員12人中3人(25%)と男性静止立位作業員6人中1人(17%)が「めまい」「立ち眩み」を自覚していたが, 女性歩行作業員と事務作業員にはみられなかった。男性作業員6人中2人(33%)に「膝痛」がみられた。女性静止立位作業員12人中1人(8%), 女性歩行作業員10人中1人(10%), 女性事務作業員9人中1人(11%)が「肩こり」を訴えていた。女性静止立位作業員1人が高血圧と糖尿病の治療のため, 降圧剤と血糖低下剤を服用していた。男性静止立位作業員1人が自律神経失調症の診断名で服薬治療を受けていた。女性歩行作業員1人に貧血の現病歴(未治療)があった。女性事務作業員1人が甲状腺機能亢進症のため甲状腺摘出手術を受けていた。問診では, 作業を制限する程の症状を有する者はいなかった。

2. 起立試験

起立試験の平均血圧結果をTable 1に示す。安静臥位平均血圧と起立時平均血圧ではSBPおよびDBPともに差をみとめなかったが, 全ての群で, 安静臥位平均脈拍に比べ起立時平均脈拍の方が有意に上昇していた。起立時脈拍が増加しないものが, 女性静止立位群で2人, 女性座位作業群で1人みられた。Weilingの判定基準による起立性低血圧をきたした人数の比較では, 各作業群間で差がなかったが, 男性立位作業員群と女性歩行作業員群にはSBPの起立性低血圧をきたした者はいなかった(Table 2)。高血圧と糖尿病の治療を受けていた女性立位作業員は, SBP, DBPともに起立時血圧低下を起こした。甲状腺の手術を受けた女性事務作業員は, DBPの起立性低血圧になった。

「めまい」を訴えていた女性静止立位作業員3人は, 起立試験でSBP 20 mmHg以上の低下が3人中1人, DBP 10 mmHg以上の低下を3人中2人にみとめたが, 男性静止立位作業員1人に血圧低下はなかった。「肩こ

Table 1. Number of workers, age, blood pressure and pulse rate at sitting, lying and standing up in each work operation

Group	n	Age	Systolic blood pressure (mmHg)				Diastolic blood pressure (mmHg)				Pulse rate (/min)			
			Lying	Sitting	Standing up		Lying	Sitting	Standing up		Lying	Sitting	Standing up	
Female standing workers	12	32 ± 14	111 ± 21	116 ± 20	111 ± 15	ns	68 ± 16	73 ± 16	64 ± 14	ns	74 ± 15	75 ± 15	83 ± 12	**
Male standing workers	6	30 ± 4	109 ± 13	112 ± 13	112 ± 10	ns	62 ± 12	64 ± 9	61 ± 9	ns	64 ± 9	63 ± 6	72 ± 10	**
Female walking workers	10	27 ± 7	109 ± 14	112 ± 18	109 ± 14	ns	65 ± 12	69 ± 14	63 ± 13	ns	77 ± 12	83 ± 13	86 ± 9	**
Female desk workers	9	31 ± 5	102 ± 10	103 ± 8	100 ± 6	ns	61 ± 6	62 ± 6	63 ± 7	ns	68 ± 7	73 ± 9	78 ± 13	**

The values of age, blood pressure and pulse rate are expressed as mean ± standard deviation.

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$ by Student's *t*-test.

ns: no significant difference from sitting or lying ($p > 0.05$).

Table 2. Postural hypotension rates determined by the standing up test or ABPM in each work operation

Group	Standing up test		ABPM	
	SBP	DBP	SBP	DBP
Female standing workers	2 / 12	3 / 12	9 / 12 *	11 / 12 *
Male standing workers	0 / 6	1 / 6	3 / 6	4 / 6
Female walking around workers	0 / 10	3 / 10	3 / 10	5 / 10
Female desk workers	1 / 9	1 / 9	0 / 9	2 / 9

Number of postural hypotension / number of participants.

Significant difference, *: $p < 0.05$, by Fischer's exact probability test compared with female desk workers group.

り」を訴えていた女性静止立位作業員 1 人に起立時血圧低下をみとめ、女性歩行作業員 1 人も起立試験にて DBP のみの低下をみとめたが、女性事務作業員 1 人に低下はみられなかった。

3. ABPM

女性立位作業員群の血圧低下者は、SBP が 12 人中 7 人 (75%)、DBP が 12 人中 11 人 (92%) と女性事務作業員群 (SBP が 9 人中 0 人 (0%)、DBP が 9 人中 2 人 (22%)) に比べて有意に多かった。男性立位作業員群および女性歩行作業員群においても半数以上が低下していたが、有意差はなかった。女性事務作業員群においては、SBP が 20 mmHg 以上低下した者はいなかった。血圧低下者と年齢との間に関連はみられなかった。

起立試験で起立性低血圧をみとめた者は 8 人全員が、作業内容とは関係なく ABPM での血圧低下をみとめた。女性静止立位作業員の ABPM で血圧低下がみられた代表例を Fig. 2 に示す。休憩後、静止立位作業が始まると、徐々に SBP が低下し、80 mmHg を下回ることがあった。また、午後の休憩前にも 80 mmHg を下回った。この作業員は、ABPM 中の自覚症状はみられなかった。

高血圧と糖尿病を治療中の女性静止立位作業員、自律神経失調症の男性静止立位作業員および甲状腺治療中の女性事務作業員は、いずれも ABPM で DBP が 10 mmHg 以上低下した。問診時「めまい」を訴えていた女性静止立位作業員 3 人と男性静止立位作業員 1 人は

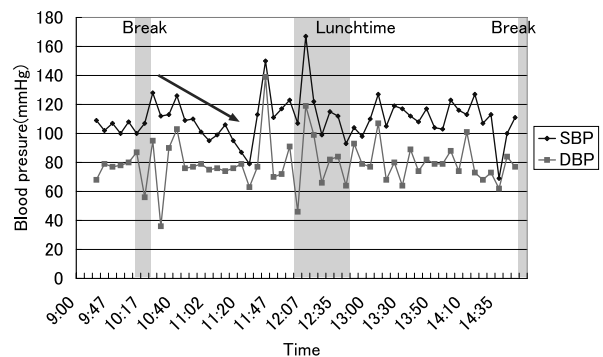


Fig. 2. ABPM of a female standing worker with postural hypotension. The arrow indicates that SBP gradually decreases with static prolonged standing.

全て、ABPM で SBP あるいは DBP の低下を認めた。また、「肩こり」を訴えていた女性静止立位作業員 1 人は、SBP および DBP の低下がみられたが、女性歩行作業員と事務作業員にはみられなかった。

IV. 考 察

1. 立位作業と ABPM 血圧低下

起立試験で起立性低血圧をみとめた 8 人全員が、作業形態に関わらず ABPM で血圧低下をみとめたことから、起立試験を行うことで、連続静止立位作業中に血圧低下を起こすハイリスク者をスクリーニングできる可能性が示唆された。一方、男女とも起立試験で血圧低下を起こ

さない者でも、静止立位作業で血圧低下をみとめた。特に、女性立位作業において顕著だった。このことは、男女とも、長時間立位作業で血圧低下を来す可能性があり、特に、女性作業者は注意を要すると思われる。

また、高血圧と糖尿病、自律神経失調症、甲状腺疾患などの循環器系、神経系に影響を及ぼす基礎疾患を有する者や、「めまい」「肩こり」の自覚症状を訴える者に、起立性低血圧、起立作業中の血圧低下をみとめており、長時間立位作業場の管理監督者は、作業者の基礎疾患や自覚症状を把握する必要があるだろう。

Tuchsenら³⁾は、下肢静脈瘤で病院を受診した者の3年間の調査で、立位作業がそれ以外の作業に比べ、男女ともに相対危険度が上昇していた。そして、男性立位作業で相対危険度1.85(95%信頼区間1.33-2.36)、女性立位作業で2.63(同2.25-3.02)と、女性の方が顕著にみとめられている。豊田ら¹²⁾は、女性の長時間立位作業で、下腿の腫脹を指摘している。本調査でみられた立位作業者の血圧低下のメカニズムは、下肢のうっ血により、静脈還流量が減少し、血圧低下を起し、下肢の筋肉量が少ない女性作業において顕著にみられたと推察される。起立試験において全ての群で、安静臥位平均脈拍に比べ起立時平均脈拍の方が有意に増加していたが、立位作業中の血圧低下者の中には、代償性に脈拍が増加しない被験者がみられ、神経原性の可能性も考えられた。

2. 立位作業と他の健康障害

立位作業では、本調査でみられた血圧低下以外に、下肢静脈瘤および動脈硬化^{2, 3)}、腰痛などの筋骨格系障害^{4, 5)}、低体重児出生および流産⁶⁻⁸⁾との関連が指摘されている。血圧低下による労働災害のみならず、疾病予防、女性労働者保護の観点から、不要な立位作業は避けるべきである。

豊田ら¹²⁾は、女性の長時間立位作業による下腿腫脹の改善方法として、下肢の休息を取り入れ、弾性ストッキングの着用などが効果的であると報告している。さらに、千田ら¹³⁾は、立位作業でされていた作業内容を、座位作業でも効率的にできるような人間工学的ワークステーションとした改善事例を報告している。

また、安衛則第615条(立業のためのいす)に「事業者は持続的立業に従事する労働者が就業中しばしばすわることのできる機会があるときは、当該労働者が利用することのできる椅子をそなえなければならない」と定められているが、この「すわることのできる機会」について通達などによる解釈例規はなく、各職場での判断に委ねられているのが現状である。しかし、JIT方式のように生産効率向上の目的のみのために椅子を取り除き、しかもこれに替わる措置(例えば、頻回に休憩時間を設け

る等)を怠った場合、法律違反になり得る。

3. 静止立位作業と血圧低下予防

本調査では、女性歩行作業群のABPM血圧低下率(SBPが10人中3人、DBPが10人中5人)が、女性立位作業のもの(SBPが12人中9人、DBPが12人中11人)より低かった。このことから、作業中の下肢の運動が、血圧低下を防ぐ可能性が示唆されたが、歩行作業でもSBPで30%、DBPで50%が血圧低下をみとめており、下肢の運動のみでは立位作業時の血圧低下を予防することは不十分と思われる。

下肢のうっ血を防ぐことで、静脈還流量を保ち、作業中の血圧低下を防ぐことが期待される。食鶏解体工場で見視作業を行う12名を対象としたVan Dieënらの研究⁵⁾では、作業時間(min)-休憩時間(min)を60-20、45-15、30-15、30-30の4つに分けて、自覚症状、他覚症状を評価した結果で、60-20は他のシフトに比べて腰部症状、下腿症状、下肢の腫脹が有意に高かった。一連続立位作業時間を60min未満とし、頻繁に休憩をとることで、下肢の腫脹が防げる可能性が示唆された。また、豊田らは、下肢に弾性ストッキングを着用させることで、下肢の症状や腫脹が軽減することを報告している¹²⁾。

V. まとめ

長時間の静止立位作業が作業中の血圧低下をきたす可能性が示唆され、その機序については、静脈還流減少と神経原性の両方が推察された。下肢の腫脹の予防方法として、座位作業、下肢の運動、一連続作業時間の短縮、積極的休息、弾性ストッキングの着用などが知られており、それらの方法が作業中の血圧低下に役立つことが予想され、今後さらに有効な予防方法について調査を必要とする。

文 献

- 1) 大野耐一. トヨタ生産性方式. 東京:ダイヤモンド社, 1978: 2-214.
- 2) Krause N, Lynch JW, Kaplan GA, Cohen RD, Salonen R, Salonen JT. Standing at work and progression of carotid atherosclerosis. *Scand J Work Environ Health* 2000; 26: 227-236.
- 3) Tuchsen F, Krause N, Hannerz H, Burr H, Kristensen TS. Standing at work and varicose veins. *Scand J Work Environ Health* 2000; 26: 414-420.
- 4) Xu Y, Bach E, Orhede E. Work environment and low back pain: the influence of occupational activities. *Occup Environ Med* 1997; 54: 741-745.
- 5) Van Dieën JH, Oude Vrielink HHE. Evaluation of work-rest schedules with respect to the effects of postural workload in standing work. *Ergonomics* 1998; 41: 1832-1844.
- 6) Fortier I, Marcoux S, Brisson J. Maternal work during

- pregnancy and the risks of delivering a small-for-gestational-age or preterm infant. *Scand J Work Environ Health* 1995; 21: 412-418.
- 7) Ha E, Cho SI, Park H, et al. Does standing at work during pregnancy result in reduced infant birth weight? *J Occup Environ Med* 2002; 44: 815-821.
 - 8) McCulloch J. Health risks associated with prolonged standing. *Work* 2002; 19: 201-205.
 - 9) 林 理之. 体位変換試験: 起立試験とヘッドアップ・テイルト試験. 日本自律神経学会編. 東京: 文光堂, 1995: 4-8.
 - 10) Wieling W. Non-invasive continuous recording of heart rate and blood pressure in the evaluation of neurocardiovascular control. In: Bannister R, Mathias CJ, eds. *Autonomic failure*. Oxford: Oxford University Press, 1992: 291-311.
 - 11) Lipsitz LA. Orthostatic hypotension in the elderly. *N Engl J Med* 1989; 321: 952-957.
 - 12) 豊田直子, 加美綾子, 千田恭子, ほか. 静止立位作業者の下腿疲労とその改善. 産衛誌 2000; 42 臨時増刊号: 521.
 - 13) 千田恭子, 加美綾子, 豊田直子, ほか. 女性立位作業者の人間工学的ワークステーションの改善. 産衛誌 2000; 42 臨時増刊号: 520.

Investigation of Postural Hypotension due to Static Prolonged Standing in Female Workers

Isamu KABE¹, Hiroko TSURUOKA¹, Yoko TOKUJITANI¹, Yuichi ENDO², Mami FURUSAWA³ and Toru TAKEBAYASHI⁴

¹Department of Health Administration, Furukawa Electric Co., Yahatakaigan-dori 6, Ichihara, Chiba 290-8555, Japan, ²Ricoh Co., Environment Division, ³Department of Public Health, University of Occupational and Environmental Health, Japan and ⁴Department of Preventive Medicine and Public Health, School of Medicine, Keio University

Abstract: The “Just-in-Time system” improves productivity and efficiency through cost reduction while it makes workers work in a standing posture. The aim of this study was to investigate the prevalence of postural hypotension in females during prolonged standing work, and to discuss preventive methods. Twelve female static standing workers (mean age \pm standard deviation; 32 ± 14 yr old), 6 male static standing workers (30 ± 4 yr old), 10 female walking workers (27 ± 7 yr old) and 9 female desk workers (31 ± 5 yr old) in a certain telecommunications equipment manufacturing factory agreed to participate in this study. All participants received an interview with an occupational physician, and performed the standing up test before working and ambulatory blood pressure monitoring (ABPM) while working. Although the blood pressure of the standing up test did not differ among the groups, mean pulse rates on standing up significantly increased in every group. Hypotension rates in the female standing workers’ group by ABPM were 9 persons of 12 partici-

pants (75%) for systolic blood pressure (SBP), and were 11 persons of 12 participants (92%) for diastolic blood pressure (DBP). There were significantly higher than those in the female desk workers’ group, none of 9 participants (0%) for SBP and 2 of 9 participants (22%) for DBP. The hypotension rates both male standing and female walking worker groups did not differ. Because all 8 workers who were found to have postural hypotension by the standing up test had decreased SBP and/or DBP by ABPM, it is suggested that persons at high risk of postural hypotension during standing work could be screened by the standing up test. The mechanism of postural hypotension may be a decrease of venous return due to leg swelling, and neurocardiogenic or vasovagal response. Preventing the congestion of the lower limbs by walking, managing standing time and wearing elastic hose to keep the amount of the venous return could prevent postural hypotension during prolonged standing work. (*San Ei Shi* 2007; 49: 122-126)