

厚生労働科学研究費補助金
労働安全衛生総合研究事業

上肢における筋骨格系障害の診断と防止に
関する研究

平成14年度 総括・分担研究報告書

主任研究者 平田 衛

平成15(2003)年 4月

目 次

I. 総括研究報告	
上肢における筋骨格系障害の診断と防止に関する研究	----- 1
II. 分担研究報告	
1. 上肢挙上動作時の僧帽筋におけるヘモグロビン動態の検討	----- 5
埜田和史	
2. 上肢における筋骨格系障害と末梢神経伝導速度と事象関連電位に関する研究	----- 11
平田 衛	
3. 生協従業員における、首、肩および腰の自覚症状に関する調査研究	----- 17
井奈波良一	
III. 研究成果の刊行に関する一覧表	----- 27
IV. 研究成果の刊行物・別刷	----- 28

厚生労働科学研究補助金（労働安全衛生総合研究事業）

総括報告書

上肢における筋骨格系障害の診断と防止に関する研究

主任研究者 平田 衛 独立行政法人産業医学総合研究所主任研究官

研究要旨 被験者 21 人（男 8、女 13）について、被験者の頸肩腕部の自覚症状、頸肩腕障害の検査、同部位の触診をおこなった。5 分以上着座後に立位で 1 分間の両上肢の水平拳上を休憩を挟んで 2 回おこない、動態レーザー組織血液酸素モニターを用いて右側僧帽筋腹における筋組織内の酸素化ヘモグロビン（O-Hb）、脱酸素化ヘモグロビン（dO-Hb）量ならびに表面筋電位を測定した。上肢拳上に関わるヘモグロビン動態を安静着座時の値から増加、減少、不変の 3 反応型に分類し、被験者の自覚症状、触診所見別に検討した。触診における無所見者では O-Hb、dO-Hb とともに増加型を、筋硬結あるい筋硬結に筋圧痛が加わった有所見者では不変ないしは減少反応型を認めた。頸肩腕障害における末梢神経症状と中枢神経症状の客観的な裏付けを得ることを目的にして、患者 15 名、亜臨床者 10 名、健常対照者 10 名に手指などの末梢神経伝導速度、事象関連電位 P300 の測定をおこなった。示指の感覚神経伝導速度に有意な差が認められ、患者の原因作業の種類から手話が関係する可能性が考えられた。症状と P300 潜時の関係から症例を増やして検討する必要があると示唆された。生協に働く労働者における上肢および腰の自覚症状の調査と職場における温度湿度を測定し、温湿度の症状との関連を調べた。前回 2000 年調査においては、低温ピッキングライン従事者の「肩がこる・だるい」および「首がこる・だるい」の有訴率は事務職よりも高かったが、今回 2002 年調査においては有訴率の差がなく、低温ピッキングラインにおける人員の変動、詰め込み作業負担の減少などの一方、事務職では業務密度と OA 機器の使用頻度の増加によると考えられた。低温ピッキングライン従事者における「腰痛」および「腰の冷え」の有訴率は、事務職より有意に高率であり、冷房効率が高まり、以前より寒さが強くなったこととの関連が疑われた。筋骨格系の自覚症状調査は、繰り返し行うことも重要であると考えられた。

A. 研究目的

頸肩腕障害など、上肢における筋骨格系障害の診断と防止に役立ち得る客観的な指標を確立することを目的にして、頸肩腕障害患者、症状所見はあるが患者には至らない亜臨床者、健常者について、(1)病態別の筋組織内における血液の動態のパターンを明らかにする、(2)神経生理学的指標の測定、

などをおこなった。(3)これらの調査をおこなう対象の確保とその前段となる自覚症状ならびに労働条件を明らかにする目的で、ある消費生協従業員における頸肩腕に関する自覚症状と温湿度の調査や労働条件の変化などを調べた。

B. 研究方法

1. 病態別の筋組織内におけるヘモグロビン量の動態

1)対象 文書による検査の説明をおこなった後に同意書に署名した 38 人(男 18、女 20)を対象とした。そのうち研究開始当初の 15 人については、測定機器の測定条件、測定部位、測定深度の検討をおこなった。以後の 23 人(男性 9、女性 14、平均年齢 41 歳)について病態別の筋組織内におけるヘモグロビン量の動態の解析をおこなった。

2)方法 15 人の検査の結果、次の測定条件を定めた。被験者の頸肩腕部の自覚症状を聴取し、頸肩腕障害の健診方法による検査ならびに経験ある医師が同部位の触診をおこなった。被験者は安楽な姿勢で肘掛け椅子付きの椅子に 5 分以上着座した後に立位で 1 分間の両上肢を水平挙上させて、10 分間の休憩を挟んで 2 回おこない、右側僧帽筋の表面筋電位ならびに筋組織内ヘモグロビン動態を測定した。測定位置は第 7 頸椎棘突起と肩胛の midpoint から内側 2cm とした。筋組織内ヘモグロビンはレーザー組織血液酸素モニター(Omega Monitor BOM-L1TR)を用い、皮膚表面から 1.5cm の筋組織内の酸素化ヘモグロビン(O-Hb)、脱酸素化ヘモグロビン(dO-Hb)量を測定した。

2. 神経生理学的指標の測定

1)対象 1. の検査に協力を得た、頸肩腕障害患者 10 名、亜臨床者 10 名、健常者 9 名に先行して検査をおこなった頸肩腕障害患者 5 名を対象とした。

2)方法 指および手首の感覚神経伝導速度 SCV と誘発脳波の一種である事象関連電位 P300(聴覚、視覚刺激)をおこなった。

3. 消費生協労働者における頸肩腕に関する自覚症状と温湿度の調査

1)対象 ある消費生協に働く 1048 名に質問紙を配布し、解析可能な回答を 942 名から得(回収率 89.9%)、解析に供した。8 月下旬に低温ピッキングラインなどの気温、相対湿度を測定した。

C.研究結果

1. 病態別の筋組織内におけるヘモグロビン量の動態

対象者男女各 1 名からは解析可能なデータを得られなかったが、他の 21 名について解析が可能であった。上肢挙上に関わるヘモグロビン動態を安静着座時の値から増加、減少、不変の 3 反応型に分類し、被験者の自覚症状、触診所見別に検討した。触診における無所見者では O-Hb、dO-Hb とともに増加型を、筋硬結あるいは筋硬結に筋圧痛が加わった有所見者では不変ないしは減少反応型を認めた。

2. 神経生理学的指標の測定

各項目に人数の違いがあったが、示指の橈骨皮神経分枝の感覚神経伝導速度のみ 3 群間で有意であり、健常者と患者、患者と亜臨床者との間に有意差が認められた。SCV の健常者の平均値から 2 標準偏差を引いた値を基準値とした時に、橈骨神経の示指の SCV では患者 7 名、亜臨床者 3 名が基準値以下であった。中枢神経に関する症状がある者のうち半数以上が P300 の暫定基準値を超えていた。

3. 消費生協労働者における頸肩腕に関する自覚症状と温湿度の調査

「肩が痛い」は女性の 51.4%、男性の 37.5% に、「頸が痛い」は女性の 43.5%、男性の 34.2% にみられた。女性における上肢の自覚症状の有訴率は男性に比べ高く、低温ピッ

キングライン従事者の「肩がこる・だるい」、「頸がこる・だるい」の有訴率は事務職に比べ有意に高かった。低温ピッキングラインでは 17°C前後であるのに対し、レジ付近 24°C前後、事務室 28°C台、出庫仕分け作業場 31°C前後であった。

D.考察

病態別の筋組織内におけるヘモグロビン量の動態については、筋触診所見によりはヘモグロビンの動態が異なり、挙上動作でヘモグロビンが減少する者の出現率は、正常者で最も低く、ついで筋硬結だけがある者、最も高いのは筋硬結に圧痛が加わった者であった。しかし、例数が少なく、今後筋所見や自覚症状との関連について検討す

る必要がある。

神経生理学的指標の測定においては、SCV と P300 は患者や亜臨床者における神経機能のある程度反映すると考えられたが、より多くの被験者における調査が必要と考えられた。

消費生協労働者における頸肩腕に関する自覚症状と温湿度の調査の結果から、「肩が痛い」や「首が痛い」の有訴率は、女性で半数前後とかなり高いことから、症状が強いものについて、頸肩腕障害に関する健康診断項目を実施し、併せてレーザー組織血液酸素モニター（Omega Monitor BOM-L1TR）を用いて筋組織内の O-Hb、dO-Hb 量を測定し、可能ならば神経系の機能を調べる予定である。

厚生労働科学研究補助金（労働安全衛生総合研究事業）

分担報告書

上肢における筋骨格系障害の診断と防止に関する研究 －上肢挙上動作時の僧帽筋におけるヘモグロビン動態の検討－

分担研究者 埜田和史 滋賀医科大学助教授
(研究協力者 滋賀医科大学予防医学 辻村裕次、北原照代)

研究要旨：被験者 21 人（男 8、女 13）について、被験者の頸肩腕部の自覚症状、頸肩腕障害の検査、同部位の触診をおこなった。5 分以上着座後に立位で 1 分間の両上肢の水平挙上を休憩を挟んで 2 回おこない、動態レーザー組織血液酸素モニターを用いて右側僧帽筋腹における筋組織内の酸素化ヘモグロビン（O-Hb）、脱酸素化ヘモグロビン（dO-Hb）量ならびに表面筋電位を測定した。上肢挙上に関わるヘモグロビン動態を安静着座時の値から増加、減少、不変の 3 反応型に分類し、被験者の自覚症状、触診所見別に検討した。触診における無所見者では O-Hb、dO-Hb ともに増加型を、筋硬結あるいは筋硬結に筋圧痛が加わった有所見者では不変ないしは減少反応型を認めた。

A. 研究目的

頸肩腕障害は自覚症状が先行して現れる疾患であり、その診断や治療効果の判定に役立つ客観的な検査手法の確立が課題とされている。頸肩腕障害の発生機序について詳細な全体像は解明されていないが、労働生理学や人間工学や病理学などの研究を経て近年急速に明らかにされつつある。その主な観点は、1)組織損傷をきたす機械的な負荷の大きさと性状、2)組織内の血流など体液分布に影響を及ぼす筋組織内圧の大きさ、3)筋組織の代謝に影響を及ぼす筋組織での血流動態、4)筋細胞レベルでの代謝、5)神経筋単位レベルでの筋活動と疲労である。これらの観点で得られた知見が総合化されて、従来その病態の多くが未解明であった頸肩腕障害の発生機序が徐々に説明されつつある。

たとえば、筋負荷として極めて軽微で機械的筋負荷の観点からだけではその発生が説明できなかったコンピュータマウス使用者の頸肩腕障害が、神経筋単位レベルの筋活動を測定することで、その発生に至る病態が説明され予防対策が提示された（PROCID report, 2001）。また、従来は筋電図学的な検討のみでその危険性を評価していた上肢挙上姿勢について、筋組織内圧を用いて詳細に検討し作業姿勢のリスク評価を行う試みもなされている（G. Palmerud, 2001）。

こうした頸肩腕障害の発生機序に関する知見の集積と近年開発された測定技術を用いれば、従来、客観的把握が困難とされていた頸肩腕障害に基づく生理現象を観察評価することができると考えた。

そこで、頸肩腕障害患者に頻発する肩

部筋症状（こり、痛み、硬結、など）に注目して、筋組織内の酸素化ヘモグロビン（O-Hb）および酸素離脱ヘモグロビン（dO-Hb）の動態を用いて、客観的に評価することを試みた。

B. 研究方法

書面にてインフォームドコンセントを得た被験者 38 人（男 18、女 20）を対象とした。被験者に頸肩腕部の自覚症状を尋ねるとともに、頸肩腕障害の検診方法に基づき検査診察を行った。被験者は安楽な姿勢で肘置き付きの椅子に 5 分間以上着座した後に、立位で 1 分間の両上肢水平側方挙上動作を、10 分間の休憩を挟んで 2 回行なわせた。この間、右側僧帽筋の表面筋電位実効値（sEMG）および筋組織内ヘモグロビン動態を測定した。測定部位は第 7 頸椎棘突起と肩岬との中点より内側 2cm 付近とした。筋組織内ヘモグロビンはレーザー組織血液酸素モニター（Omega Monitor BOM-L1TR）を用い、皮膚表面より深度 1.5cm の筋組織内の酸素化ヘモグロビン（O-Hb）と脱酸素化ヘモグロビン（dO-Hb）量を測定した。

結果解析

(1)ヘモグロビンの挙動パターンの検討

ヘモグロビンおよび筋電図変化をグラフに描出しそのパターンを検討した。

(2)上肢挙上時のヘモグロビン変化総量

動作中のヘモグロビンの変化総量を検討するために、座位安静中（筋電図、ヘモグロビン値から安静保持ができていないと判断できた、連続した 4 分間）のヘモグロビン量を基準値とした。挙上開始 5 秒後から挙上終了 5 秒前までの 50 秒間に

ついて、上肢挙上時のヘモグロビン値と基準値との差量の総計を算出し検討した。

C. 研究結果

1) ヘモグロビンの挙動パターン

測定条件の検討、測定機器の開発評価、測定手技の確定を目的に 15 人について予備実験を行った。解析可能なデータを得られなかった 2 人を除く 21 人（男性 8 人、女性 13 人、平均年齢 41 歳）について症状所見とヘモグロビンの挙動との関係を調べ、延べ 42 回測定した。測定結果例を図に示す。上段は表面筋電図を、下段は O-Hb と dO-Hb を示している。例 1 は、52 歳男性事務職員で、肩凝り等の自覚症状は無く触診でも右僧帽筋に異常所見を認めなかった。上肢挙上動作に伴って O-Hb と dO-Hb は共に増加した。例 2 は 48 歳男性医師で、肩凝りの自覚症状があり、右僧帽筋に硬結を認めた。上肢挙上動作に伴って O-Hb は減少し dO-Hb は増加した。例 3 は、50 歳女性 VDT 作業員で、肩こりと痛みの自覚症状があり右僧帽筋に圧痛・硬結を認めた。上肢挙上動作に伴って O-Hb と dO-Hb は共に減少した。

2) 上肢挙上時のヘモグロビン変化総量

上肢挙上動作中のヘモグロビンの変化総量を被験者別筋触診所見別に表 1 に示した。O-Hb と dO-Hb とも、右僧帽筋の触診で圧痛硬結所見があった被験者ではヘモグロビン総計が安静時に比べて減少する者が、硬結所見があった者や正常所見であったものに比べて多い傾向が認められた（表 2）。

D. 考察

本結果は、被験者の右僧帽筋触診所見と O-Hb と dO-Hb の挙動との関係に注目して解析した結果である。筋触診所見の異なる群ではヘモグロビンの挙動が異なる傾向があり、正常、硬結、圧痛硬結の順で挙上動作によりヘモグロビンが減少する者の出現率が高かった。筋硬結が持続している場合は筋収縮による筋内圧の上昇が高まることが予測される。筋内圧の上昇は筋組織レベルでの細動脈の駆動圧に拮抗することになり血液の筋組織内へ流入を阻害する。筋内圧の上昇が静脈系に与える影響は動脈系への影響より及びやすく、血流の鬱滞などが生じやすい。筋内圧が 20mmHg 程度上昇することでこうした筋組織内での血流分布に影響を与えることが報告されており (Korner et al., 1988)、今回の測定で観察されたヘモグロビンの挙動が筋硬結の有無に伴う筋内圧の違いを反映した可能性が考えられる。

圧痛など筋組織に由来する痛みも血流の動向に影響を与える。圧痛硬結所見が認められた被験者の多くは、日常的に右肩に痛みを自覚しているものが多かった。持続した侵害受容器の興奮刺激は痛みに対する感受性を亢進させ、痛みを起点とした生態反応を惹起させる。痛み刺激を起点として交感神経を介して生じる血管反射もその例となる。今回の測定で観察された、圧痛硬結の所見がある被験者で O-Hb が上肢挙上によって急激に減少した事例には、こうした機序も関与していた可能性がある。

現時点は研究を開始したばかりであり、頸肩腕障害に関連して被験者から得た自覚症状や他覚所見とヘモグロビン動態と

の関連性については検討できていない。また、ヘモグロビン動態についても挙上時の変化量を検討しただけである。今後、測定例を増やし、自覚症状や筋所見との関係について検討を深めたい。

E. 結論

(1) レーザー組織血液酸素モニター装置を用いて、上肢側方水平挙上時の僧帽筋内のヘモグロビン動態を測定した。

(2) 僧帽筋の触診所見により圧痛硬結や硬結が認められるものは、正常所見者に比べて挙上動作時に酸素化ヘモグロビン、脱酸素化ヘモグロビン共に減少するものが多い傾向が認められた。この反応は、頸肩腕障害の発生機序に関する知見と矛盾しなかった。

(3) レーザー組織血液酸素モニター装置を用いた筋内ヘモグロビン動態を測定が頸肩腕障害の診断に利用できるか否か、事例数を増やし、被験者の自覚症状や機能検査所見や診察所見と筋中ヘモグロビン動態との関連性を検討する必要があると考えられた。

F. 研究発表

1. 論文発表 なし

2. 学会発表

第 76 回日本産業衛生学会 埜田和史、北原照代、辻村裕次、西山勝夫 (滋賀医科大学)、平田 衛 (独法産医研)
「上肢挙上動作時の僧帽筋におけるヘモグロビン動態」

G. 知的所有権の取得状況

なし

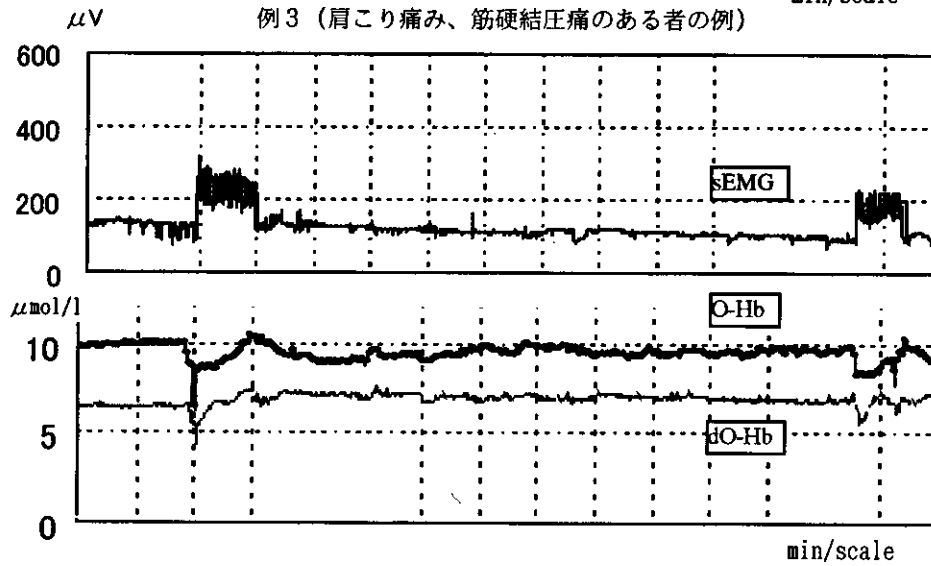
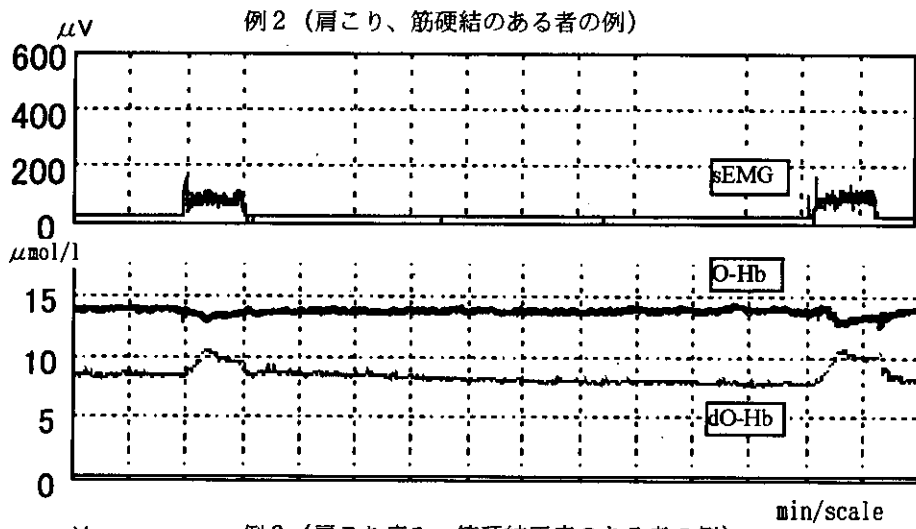
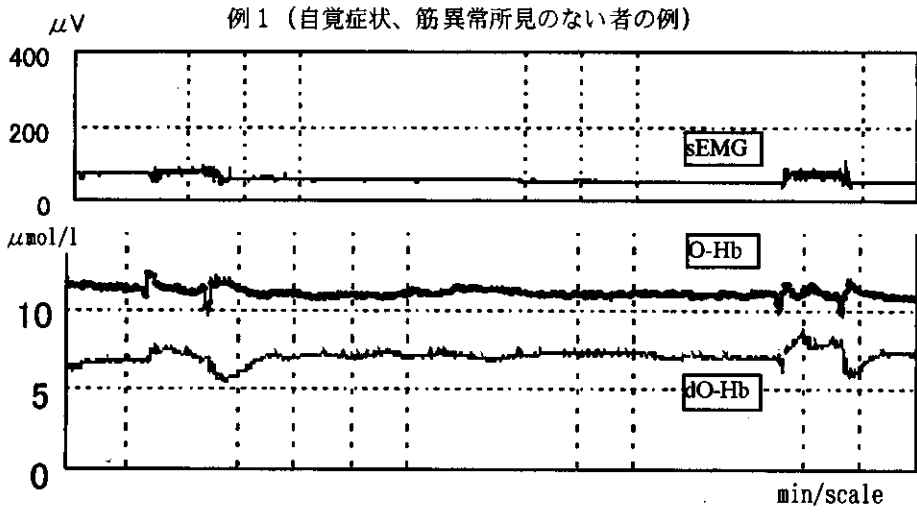


表1 被験者別上肢挙上時ヘモグロビン変化総量(μmol/L)

被験者	性	年齢	職種	臨床区分	右肩触診所見	O-Hb			dO-Hb		
						標準	第1試行	第2試行	標準	第1試行	第2試行
1	F	45	手話通訳	患者(重症急性期、休職中)	圧痛硬結	9.66	-163.60	*	3.87	42.24	*
2	F	39	手話通訳	患者(重症急性期、休職中)	圧痛硬結	9.85	734.67	202.53	7.26	227.39	778.18
3	F	48	保育士	患者(回復期、職場復帰)	圧痛硬結	10.53	-309.68	-691.14	10.00	50.46	-68.71
4	F	40	小学校教員	患者(回復期、休職中)	圧痛硬結	7.80	246.40	277.93	4.92	76.00	23.45
5	F	35	研究者	亜臨床者	圧痛硬結	9.64	-73.25	-237.48	5.80	-101.05	-121.07
6	F	22	看護師	亜臨床者	圧痛硬結	9.80	*	-438.10	4.91	*	-258.00
7	F	40	手話通訳	亜臨床者	圧痛硬結	9.38	-198.11	-219.16	5.37	19.10	-180.01
8	F	32	手話通訳	亜臨床者	圧痛硬結	10.04	-434.50	-107.15	4.08	340.33	319.27
9	F	24	手話通訳	亜臨床者	圧痛硬結	10.10	339.05	*	6.69	-241.49	*
10	M	48	事務員	亜患者	圧痛硬結	13.15	155.96	-101.04	7.87	-503.79	-451.39
11	F	52	事務員	患者(回復期、職場復帰)	硬結	9.57	-371.86	-398.94	6.99	-270.57	-125.69
12	F	38	手話通訳	亜臨床者	硬結	7.93	167.59	177.43	5.93	341.58	388.25
13	F	50	事務員	亜臨床者	硬結	9.53	148.25	-94.13	5.97	-301.33	-298.76
14	M	36	手話通訳	亜臨床者	硬結	10.24	319.29	62.02	4.65	1635.00	1453.34
15	M	48	医師	亜臨床者	硬結	10.78	-557.20	13.25	6.97	1094.11	590.00
16	M	52	研究者	亜臨床者	硬結	11.93	-132.11	*	9.04	678.61	*
17	M	22	学生	亜患者	硬結	12.49	-148.68	6.43	6.33	1200.00	1020.91
18	M	42	研究者	健常者	正常	10.96	188.67	92.75	7.22	60.59	380.73
19	F	22	学生	健常者	正常	11.15	286.31	614.47	7.58	38.33	374.42
20	M	30	学生	健常者	正常	13.71	221.71	227.10	11.02	310.29	1110.27
21	M	42	医師	健常者	正常	14.99	-844.50	-1320.57	9.62	2192.89	2322.00

・標準値は、安静座位時の連続した4分間の平均値

・試行値は、上肢挙上開始5秒後から終了5秒前までの50秒間の、上肢挙上時のヘモグロビン値と標準値との差の総和

・臨床区分: 患者、現在休業加療中または休業加療の既往がある者; 亜臨床者、右肩僧帽筋に筋硬結が認められる者

表2 右肩触診所見別上肢挙上時ヘモグロビン減少変化出現率(%)

右肩触診所見	O-Hb		dO-Hb	
	1st	2nd	1st	2nd
圧痛硬結	60.0	75.0	33.3	62.5
硬結	55.6	33.3	28.6	33.3
正常	25.0	25.0	0.0	0.0

厚生労働科学研究補助金（労働安全衛生総合研究事業）

分担報告書

上肢における筋骨格系障害の診断と防止に関する研究

－上肢における筋骨格系障害と神経機能－末梢神経伝導速度と事象関連電位－

主任研究者 平田 衛 独立行政法人産業医学総合研究所主任研究官

研究要旨 頸肩腕障害における末梢神経症状と中枢神経症状の客観的な裏付けを得ることを目的にして、患者 15 名、亜臨床者 10 名、健常対照者 10 名に手指などの末梢神経伝導速度、事象関連電位 P300 の測定をおこなった。示指の感覚神経伝導速度に有意な差が認められ、患者の原因作業の種類から手話が関係する可能性が考えられた。症状と P300 潜時の関係から症例を増やして検討する必要が示唆された。

A. 研究目的

頸肩腕障害など上肢筋骨格障害においては、手や前腕などにおける Tingling などの末梢神経症状、集中困難などの中枢神経症状を示す。しかしながら、客観的な検査に基づいて本障害の診断を行うには不十分な点が少なくなかった。

末梢神経への影響について末梢神経伝導速度測定 (NCV) などの評価手法が 70 年代から存在するにもかかわらず本障害の診断等に用いられずに今日に至っている。米国において本障害類似の上肢における Repetitive trauma syndrome が一定の神経所見を示すために手根管症候群 Carpal tunnel syndrome CTS とされて手根管除圧手術を施行されたが治療効果が見られなかったと言われている。CTS の診断には NCV が必須にもかかわらず、この場合では NCV がおこなわれなかったことも指摘されている。また、臨床的観察によれば、末梢神経症状は頸肩腕障害の全般的な軽快とともに減少することから、筋膜等の痛みとの関連痛の可能性があり、その場合には NCV

の低下は考えにくい。末梢神経症状の病態を明らかにする意味においても頸肩腕障害において NCV を測定する意義がある。

本障害について中枢神経系への影響評価に脳波を用いる試みが 80 年代におこなわれたが、その後客観的評価指標を用いた中枢神経系への影響評価の研究はおこなわれていない。一方、心理生理学的手法として事象関連電位 Event-related Potentials (ERP) P300 の検討の進展とコンピュータ技術の発展により、事象関連電位 P300 が容易におこなわれるようになった。また、疲労の評価法として事象関連電位 P300 を検討した研究や、中枢神経症状を呈した振動障害患者において P300 潜時の遅延を示した研究もあるなど、労働衛生ないしは職業病に応用した研究が見られた。

本障害の神経系の症状所見を客観的な生理学的手法により検討し、本障害の生理学的な影響を明らかにすることは、本障害の病態を的確にとらえ、診断し、さらには予防的な措置にも有用である。

本研究は、本障害について客観的なデータ

を得る目的で、本障害を有する患者、および症状所見があり亜臨床状態にあると考えられた労働者について、手および指の感覚神経伝導速度 (SCV) 測定と事象関連電位 P300 の測定を試みた。

B. 研究方法

1. 対象：神経伝導速度については、頸肩腕障害患者は女性 15 名 (うち指だけ測定し得た女性 5 名) で職種の内訳は、手話通訳者 8 名、ヘルパー 3 名、保母 2 名、VDT 作業の事務 2 名、図書館司書 1 名であった。症状が多く筋硬結・圧痛がある亜臨床者は、手話通訳者 8 名、事務 1 名、医師 1 名の男性 3 名女性 7 名合計 10 名、健常対照者は研究グループの医師や事務など男性 7 名女性 2 名合計 9 名であった (表)。

P300 については、頸肩腕障害患者の女性 15 名で職種の内訳は、手話通訳者 6 名、ヘルパー 4 名、保母 2 名、VDT 作業の事務 2 名、図書館司書 1 名であり、亜臨床者は手話通訳者 7 名、事務 1 名の男性 2 名、女性 6 名合計 8 名、健常対照者は研究グループの医師など男性 1 名女性 2 名合計 3 名であった (表)

産業医学総合研究所倫理委員会の許可を得て、被験者は検査について文書で説明を受けた後に自由意志で同意書にサインをした。

2. 方法：(1) 指の神経伝導速度：測定は末梢神経症状がある手についておこなった。手首で正中神経を電気刺激して中指または掌に巻いたディスプレイブルリング電極 (Nicolet Biomedical 製) により神経活動電位を導出した。また、前腕または手背で橈骨皮神経を電気刺激して示指の基部と中節骨基節骨関節付近に巻いた電極により神経活動電位を導出した。バンドパスは 50Hz から 2kHz、分析時間は 0.1 msec、加算回数は 6 回から 64 回であった。皮膚温を堀場製作所製赤外線放射温度計で測定して、de Jesus 法による SCV の温度補正に供した。

(2) 事象関連電位 P300 は、1kHz と 2kHz (標的刺激、20% の出現頻度) の純音を弁別してボタン押しをおこなう聴覚刺激によるものと CRT に示される Stroop 文字 (青色で書かれた「赤」という文字、標的刺激、約 20% の出現頻度) をそれぞれの色で書かれた文字 (黄色で書かれた「黄」、青色で書かれた「青」など) と弁別してボタン押しをおこなう視覚刺激によるものをおこなった。電極は国際 10-20 法の Pz、Cz、Fz に置き、下眼瞼の下に置いた電極により EOG を記録して P300 への干渉状態を監視した。バンドパスは 0.1Hz から 50Hz、分析時間は 1 秒、加算回数は 16 回から 32 回であった。

(3) 機器は Medelec 社製 Sapphire 4ME を用いた。

(4) 患者ならびに亜臨床者について、自覚症状について質問紙調査をおこない、手指の末梢神経症状ならびに中枢神経症状について回答を得た。手指の末梢神経症状については、症状が強い方の手ならびに症状がある指、各指の範囲について質問した。

3. 統計的解析は分散分析と多重比較を用いた。

C. 研究結果

被験者の人数、年齢、SCV ならびに P300 の測定結果を表に示す。なお、各項目により人数の違いがあり、正中神経の手首-掌間では患者 9 名、健常者 7 名、亜臨床者 2 名のみ測定でき、表に記載がない橈骨神経の前腕-手背間では患者 3 名、健常者 4 名、亜臨床者 2 名のみ測定でき、視覚 P300 では患者 14 名、健常者 2 名、亜臨床者 7 名で測定できた。

示指の橈骨皮神経分枝の神経伝導速度においてのみ、3 群の分類は有意 (自由度 = 2, 29, $F=13.75$, $p<0.0001$) であり、多重比較では健常者と患者との間に (Scheffe 法で $p<0.0001$ 、Bonferroni/Dunn 法で $p<0.0001$)、患者と亜臨床者との間に (Scheffe 法で $p=0.0471$ 、

Bonferroni/Dunn 法で $p=0.0142$) 有意差が見られた。これ以外には統計学的に有意な結果は得られなかった。

SCVの各項目の健常者の平均値から2標準偏差を引いた値を正常下限値とした時に、中指のSCVでは患者1名、橈骨神経の前腕から手背のSCVで亜臨床者1名、示指のSCVでは患者7名、亜臨床者3名が正常下限以下であった。示指のSCVの低下を示したものの内訳は、手話通訳者の患者3名、亜臨床者3名、その他の頸肩腕障害患者4名であった。手話通訳者以外の亜臨床者では、1名に橈骨神経の前腕から手背のSCVの低下が見られた。

自覚症状が「脱力」、「知覚鈍麻」、「異常知覚」がある患者・亜臨床者とのマッチでは、上記3症状のいずれかが「たびたびある」あるいは「時々ある」と答えた被験者16名中7名に示指のSCVの低下を認めた(SCVの低下者2名からは自覚症状の回答を得られなかった)。逆に、示指SCV低下者で症状調査が得られた8名中7名に上記3症状に「たびたびある」あるいは「時々ある」と答えた。

第1、2、3、4、5指の「脱力」、「知覚鈍麻」、「異常知覚」の訴えは各々2、6、10、12、9人であり、示指においては5人で一致した。一方、中指SCVの低下者は1名のみであった。しかしその患者には症状調査の協力が得られなかった。

P300については、健常者の人数が少なく、検討が困難なので暫定的に聴覚P300では潜時350msec以上、視覚P300では潜時450msec以上を示した人数を調べた。聴覚P300では患者2名、亜臨床者2名が350msec以上、視覚P300では患者3名、亜臨床者2名が450msec以上で、両P300潜時がともに暫定基準を重複して超えたものはいなかった。「集中困難」、「物忘れ」、「考えがまとまらない」、「判断低下」のいずれかに「たびたびある」あるいは「時々ある」と答えたもの13名(患者1名が回答なし)のうち7名が聴覚P300また

は視覚P300の潜時が上記の基準を超えていた。逆に、P300潜時の基準値以上者のうち、症状調査が得られた8名中6名が上記4症状に「たびたびある」あるいは「時々ある」と答えた。

D. 考察

3群に分けて検討した結果においては、示指の橈骨神経においてSCVの低下が示唆され、CTSにおいて低下する正中神経の手首-掌間のSCVの低下が患者1名に認められただけであり、事象関連電位P300では有意な所見は得られなかった。

臨床的観察によれば末梢神経症状は頸肩腕障害の全般的な軽快とともに減少することから、筋膜等の痛みの関連痛の可能性があり、その場合にはNCVの低下は考えにくい。頸肩腕障害における末梢神経症状の病態を明らかにする意味においては、正中神経への影響が見られないことは、関連痛の可能性を示唆している可能性がある。

このことと、示指の橈骨神経SCVについて手話通訳者が多くを占める患者群に示指のSCV低下者が多く見られたことを考え合わせると、頸肩腕障害一般というよりも手話通訳作業と示指のSCV低下との間に何らかの関係がある可能性が考えられる。手話は、手ならびに指の伸展・屈曲動作が多いことから細い橈骨皮神経分枝への過重な負担による影響の可能性もある。

また、年齢とNCVとは逆相関することが知られていることから、健常者の年齢が患者よりもやや高く、亜臨床者よりも高いことから、これらの結果は示指のSCVの影響はより強いと推測される。

事象関連電位P300において、症状と潜時の暫定基準値を超えることとの関係から、何らかの関係を示唆されるが、例数が少ないこともあり明確な結果は得られなかった。

比較的新鮮な患者においては疲労感が強い

ことから、対象を選択して検討する必要が示唆された。

この間の調査研究から、本研究における克服すべき課題が明らかになった。一つは年齢と NCV とは逆相関し、P300 の潜時とは正相関することが知られていることから、様々なタイプの患者や年齢をマッチした対照ならびに亜臨床者をより多く調べる必要がある。

第二に、橈骨皮神経分枝の示指における感覚神経伝導速度の測定の手技上のいくつかの問題があることがわかった。その第一に中節骨基節骨関節付近では神経が細いために神経活動電位も小さく、指が太い被験者においては記録が困難であったこと、その第二に刺激強度を上げると近傍の正中神経をも刺激するために当該部位の活動電位が二峰性の神経活動電位として記録され判読に困難をきたすこと、が挙げられる。したがって女性では記録可能でも指が太い男性では本法は限界があるために、頸肩腕障害のように患者に女性が多い場合には有効であるが、製造業や建設土木業など男性労働者が多い場合には困難が大きい可能性がある。

第三に、Stroop を用いた視覚 P300 は振幅が低いために振幅の評価は難しく、通常の視覚 P300 との併用が望ましいが被験者、とりわけ患者に負担を掛けないためには工夫が必要である。

E. 結論

本研究の現段階において、示指の SCV の変化をとらえることができたが、健常対照者の例数が少ない、年齢分布が群により異なるなど調査対象に多くの課題があり、今後例数を増やして、さらに検討を進める必要がある。

F. 研究発表

1. 論文発表 なし
2. 学会発表

第 76 回日本産業衛生学会平田 衛(独法産医研)、埴田和史、北原照代、辻村裕次、西山勝夫(滋賀医大予防医学)「上肢筋骨格系障害における末梢神経伝導速度」

G. 知的所有権の取得状況

なし

表. 神経生理学的指標(平均値±標準偏差)

	健常者	患者	亜臨床者
SCV	N = 9	N = 15	N = 10
年齢	43.0±13.5	43.1±6.45	35.0±6.94
正中神経			
手首-中指基部 (m/s)	49.8±5.40	51.3±4.33	53.5±5.54
中指	55.8±10.6	55.8±10.3	56.3±11.9
36m/s 以下の人数	0	1	0
手首-掌	43.2±5.58	47.9±6.96	47.4±3.09
40m/s 以下の人数	0	1	0
掌-指基部	69.2±12.6	65.2±13.8	59.4±17.1
橈骨神経			
手背-示指基部	52.0±7.47	52.1±7.18	54.7±4.84
示指	60.6±7.29	41.7±5.24	51.2±12.8
44m/s 以下の人数	0	6	3
P300	N = 3	N = 15	N = 8
年齢	29.3±6.03	43.7±6.94	32.9±5.52
聴覚 P300 潜時 msec	322±42.4	330±30.1	332±28.5
振幅 uV	13.9±9.69	11.8±6.98	16.1±11.2
視覚 P300 潜時 msec	439±101	422±54.5	422±54.5

厚生労働科学研究補助金（労働安全衛生総合研究事業）

分担報告書

上肢における筋骨格系障害の診断と防止に関する研究
—生協従業員における、首、肩および腰の自覚症状に関する調査研究—

分担研究者 井奈波良一 岐阜大学医学部助教授
(研究協力者 岐阜大学医学部産業衛生学分野 ミハド・セイト・ハマド)

研究要旨 生協に働く労働者における上肢および腰の自覚症状の調査と職場における温度湿度を測定し、温湿度の症状との関連を調べた。前回 2000 年調査においては、低温ピッキングライン従事者の「肩がこる・だるい」および「首がこる・だるい」の有訴率は事務職よりも高かったが、今回 2002 年調査においては有訴率の差がなく、低温ピッキングラインにおける人員の変動、詰め込み作業負担の減少などの一方、事務職では業務密度と OA 機器の使用頻度の増加によると考えられた。低温ピッキングライン従事者における「腰痛」および「腰の冷え」の有訴率は、事務職より有意に高率であり、冷房効率が高まり、以前より寒さが強くなったこととの関連が疑われた。筋骨格系の自覚症状調査は、繰り返し行うことも重要であると考えられた。

A.目的

報告者は、ここ数年間にわたってA生活協同組合の産業医活動を行ってきた。この生協では、従業員が重量物を取扱う関係で、腰痛が多発し、問題となっている。そこで作業開始前に集団で腰痛予防体操を実施し、腰痛者の治療を行うなど、その対策に精力的に取り組んでいる。しかし、著者らが2000年8月に、この生協従業員のうち冷房下で作業を行っている従業員を対象にアンケート調査を実施した結果¹⁾では、冷蔵商品仕分け作業員（低温ピッキングライン従事者）やチェッカーは腰痛のみならず首や肩の症状を高率に訴えていることがわかった。

この生協では、最近、小さな店舗を閉鎖

し、それに伴い新規に大きな店舗を開設した結果、チェッカーの人数が増加した。また、機構改革を行った。そこで今回、この生協の中央安全衛生委員会と共同し、生協従業員全員を対象に首、肩および腰の自覚症状調査を行った。調査時期にあわせて、職場の気温、湿度を測定した。なお、本調査は、平成15年度における生理学的調査研究の対象者を把握することも目的としている。

B.研究方法

2002年8月下旬、A生活協同組合従業員1048名を対象に、肩、首および腰の自覚症状調査を行い、942名から回答を得た（回収率89.9%）。

頸肩の自覚症状の頻度のうち、「よくある」または「時々ある」を自覚症状「あり」と判定した。また、一部の生協従業員に対して作業環境や作業内容に関する聴き取り調査を行った。

本調査にあわせて、2002年8月26日から8月30日までの5日間、低温ピッキングライン、B店レジ付近、本部事務室およびC支所の出庫・仕分け作業場における気温(□)と相対湿度(%)を始業時(9時頃)、昼食時(12時頃)および終業時(17時頃)の3時点で測定した。

有意差検定には、 χ^2 検定または一元配置分散分析を用い、Scheffeの方法で多重比較を行った。 $P < 0.05$ で有意差ありと判定した。

なお、本研究は岐阜大学医学部倫理委員会の承認を得た後に行った。

C. 研究結果

図1、図2に夏期作業場における気温および湿度を示した。作業場の気温は、いずれの時間にも出庫・仕分け作業場が30.5~31.8°Cで最も高く、以下、事務室の28.0~28.9°C、店レジ付近は23.4~24.8°Cであり、低温ピッキングラインは16.4~18.4°Cで最も低かった。一方、作業場の湿度は、いずれの時間にも店レジ付近が最も低く、始業時には48.8%であったが、終業時には34.0%まで低下していた。低温ピッキングライン、事務室および出庫・仕分け作業場の湿度は、大きな日内変化はみられなかった。

表1に対象者の年齢を職種別に示した。女性では、店舗の事務・チェッカー以外の年齢が48.1±8.5歳で最も高く、チェッカーが37.1±13.4歳で最も低かった。男性は、事

務が41.8±5.5歳で最も高かった。

生協従業員の一日の平均労働時間は、6.67±0.80時間であり、有意な男女差、職種による差はなかった。

冷房病は、夏季に暑熱馴化の状態を冷房によって乱される不適応症候群であり、女性は男性よりも冷房病の訴え率が高いとされている²⁾。また、冷房病による症状は非特異的であり、「身体、特に手や足が冷えてだるい」といった冷えや倦怠感の訴えが多くみられ、この他、「頭重」、「しめつけられるように頭が痛い」、「腰痛」、「関節痛」、「神経痛」などの訴えもみられる²⁾。

表2~表5に生協従業員における肩・首の自覚症状の有訴率を示した。「肩がこる・だるい」の有訴率は、女性で79.3%、男性で59.3%($p < 0.01$)であった。「肩が痛い」の有訴率は、女性で51.4%、男性で37.5%($p < 0.01$)であった。「首がこる・だるい」の有訴率は、女性で65.3%、男性で59.3%($p < 0.10$)であった。「首が痛い」の有訴率は、女性で43.5%、男性で34.2%($P < 0.01$)であった。

表6~表8に生協従業員における腰の自覚症状の有訴率を示した。「過去の1日以上以上の腰の症状」の有訴率は、女性で62.0%、男性で68.7%であった。「過去4週間での1日以上以上の腰の症状」の有症率は、女性で41.1%、男性で43.9%であった。「過去1年間での1日以上以上の腰の症状」の有症率は、女性で57.8%、男性で62.3%であった。女性の「過去4週間での1日以上以上の腰の症状」の有訴率は、低温ピッキングライン従事者が52.9%で最も高く、次が荷物の積み下ろしを行う配送従事者の46.4%であり、事務職が28.9%で最も低かった($P < 0.05$)。

D.考察

これらの結果から、A生活協同組合従業員における頸肩の自覚症状の有訴率は、女性が男性より有意に高率であることがわかった。

報告者らの2000年8月の調査結果¹⁾では、女性従業員の頸肩の自覚症状に関して、チェッカーの「肩のこり・だるさ」の有訴率と低温ピッキングライン従事者の「肩のこり・だるさ」および「首のこり・だるさ」の有訴率は、事務職より有意に高率であった。しかし、今回の調査では、職種別の頸肩に関する有訴率には、男女ともいずれの頸肩の自覚症状についても、有意差はなかった。

そこで、女性従業員に関する今回の結果を、2000年8月の調査結果¹⁾と比較すると、冷房の影響をうけるチェッカーでは、作業環境条件が変化していないためか、頸肩に関するすべての自覚症状で差はなかった¹⁾。低温ピッキングラインでは、調査の約1年前に装置が更新され、それに伴い作業場の冷房効率が高まり、以前より寒さが強くなった。しかし、低温ピッキングライン従事者の「肩が痛い」および「首が痛い」の有訴率については差がなかったが、「肩がこる・だるい」および「首がこる・だるい」の有訴率は低下していた¹⁾。この原因として、低温ピッキングラインでは、1)装置の更新後、従業員（ほとんどパート職員）のうち約半数が退職し、アルバイト職員が増えるなど人員の大幅な入れ替わりがあったこと、2)生協組合員への個別配送が、2年前に比べて増えた結果、一つの箱に詰める冷蔵商品の数が減少したため、詰め込み作

業による首や肩に対する負担が減ったことなどが考えられる。一方、事務職は機構改革によって以前に比べて業務密度が増え、パソコン等のOA機器の使用頻度が増加している。この結果を反映してか事務職では頸肩に関するすべての自覚症状の有訴率が2000年8月より増加していた³⁾。

報告者らの2000年8月の調査結果¹⁾では、女性従業員の腰の自覚症状に関して、低温ピッキングライン従事者の「腰痛」および「腰の冷え」の有訴率は、事務職より有意に高率であった。従業員に対する直接聴き取り調査では、低温ピッキングラインでは、装置の入れ替え後、冷房効率が高まり、以前より寒さが強くなり、作業中に汗をかくことはなくなり、腰痛を訴える従業員が増えたと回答した者がいた。したがって、腰の自覚症状に関する今回の結果には、重量物の取り扱いに加えて冷房の影響²⁾が考えられる。

以上のことから、筋骨格系の自覚症状調査は、繰り返し行うことも重要であると考えられる。

附：文献；1. 井奈波良一，井上真人，黒川淳一，岩田弘敏：夏期の冷蔵商品仕分け作業快適化のための実態調査．日本職業・災害医学会会誌 50(2), 113-120, 2002.；2. 三浦豊彦：冷房と健康．労働の科学 30(6):4-8, 1975.；3. 井奈波良一：職業性ストレス（特にOA機器）による健康障害の予防．日本医事新報 3667, 162-163, 1994.

E.結論

1. 前回2000年調査においては、低温ピッキングライン従事者の「肩がこる・だるい」および「首がこる・だるい」の有訴率は事

務職よりも高かったが、今回 2002 年調査においては有訴率の差がなく、低温ピッキングラインにおける人員の変動、詰め込み作業負担の減少などの一方、事務職では業務密度と OA 機器の使用頻度の増加によると考えられた。

2. 低温ピッキングライン従事者における「腰痛」および「腰の冷え」の有訴率は、事務職より有意に高率であり、冷房効率が高まり、以前より寒さが強くなったことと

の関連が疑われた。

3. 筋骨格系の自覚症状調査は、繰り返し行うことも重要であると考えられた。

F. 研究発表

1.論文発表 なし

2.学会発表 なし

G.知的所有権の取得状況

なし

表1 対象者の性別、職種別年齢

性別	職種(場所)	人数	平均	SD	最大	最小
女性	チェッカー(店舗)	63	37.1	13.4	55	17
	ピッキング(DC)	51	46.6	9.5	59	22
	事務(DC+支所+店舗+本部)	114	44.9	8.3	59	28
	事務・チェッカー以外(店舗)	172	48.1	8.5	66	16
	出庫、仕分け(支所)	176	44.7	10.0	66	16
	配送(支所)	56	37.8	6.0	51	22
	合計	632	45.1	9.3	66	16
男性	チェッカー(店舗)	2	20.0	2.8	22	18
	ピッキング(DC)	1	21.0	0.0	21	21
	事務(DC+支所+店舗+本部)	101	41.8	5.5	58	30
	事務・チェッカー以外(店舗)	42	35.3	11.5	63	17
	出庫、仕分け(支所)	4	40.8	13.7	61	31
	出庫、補充(DC)	10	27.8	4.8	35	21
	配送(支所)	150	33.0	6.6	55	21
	合計	310	36.0	8.5	63	17
総計		942	42.1	1.0	66	16

表2 生協従業員における「肩がこる・だるい」の有訴率

性別	職種(場所)	よくある		時々ある		ほとんどない		無回答		総計 人数
		人数	%	人数	%	人数	%	人数	%	
女性	チェッカー(店舗)	28	44.4	25	39.7	10	15.9	0	0.0	63
	ピッキング(DC)	13	25.5	25	49.0	12	23.5	1	2.0	51
	事務(DC+支所+店舗+本部)	45	39.5	42	36.8	25	21.9	2	1.8	114
	事務・チェッカー以外(店舗)	63	36.6	75	43.6	30	17.4	4	2.3	172
	出庫、仕分け(支所)	52	29.5	91	51.7	32	18.2	1	0.6	176
	配送(支所)	24	42.9	18	32.1	13	23.2	1	1.8	56
	合計	225	35.6	276	43.7	122	19.3	9	1.4	632
男性 Sug.	チェッカー(店舗)	0	0.0	1	50.0	1	50.0	0	0.0	2
	ピッキング(DC)	0	0.0	0	0.0	1	100.0	0	0.0	1
	事務(DC+支所+店舗+本部)	33	32.7	32	31.7	33	32.7	3	3.0	101
	事務・チェッカー以外(店舗)	10	23.8	10	23.8	21	50.0	1	2.4	42
	出庫、仕分け(支所)	2	50.0	1	25.0	1	25.0	0	0.0	4
	出庫、補充(DC)	4	40.0	2	20.0	4	40.0	0	0.0	10
	配送(支所)	36	24.0	53	35.3	57	38.0	4	2.7	150
合計	85	27.4	99	31.9	118	38.1	8	2.6	310	
総計		310	32.9	375	39.8	240	25.5	17	1.8	942

Sug. P<0.10

表3 生協従業員における「肩が痛い」の有訴率

性	職種(場所)	よくある		時々ある		ほとんどない		無回答		総計 人数
		人数	%	人数	%	人数	%	人数	%	
女性	チェッカー(店舗)	14	22.2	16	25.4	33	52.4	0	0.0	63
	ピッキング(DC)	7	13.7	19	37.3	24	47.1	1	2.0	51
	事務(DC+支所+店舗+本部)	26	22.8	34	29.8	50	43.9	4	3.5	114
	事務・チェッカー以外(店舗)	30	17.4	66	38.4	71	41.3	5	2.9	172
	出庫、仕分け(支所)	27	15.3	63	35.8	84	47.7	2	1.1	176
	配送(支所)	5	8.9	18	32.1	32	57.1	1	1.8	56
	合計	109	17.2	216	34.2	294	46.5	13	2.1	632
男性	チェッカー(店舗)	0	0.0	0	0.0	2	100.0	0	0.0	2
	ピッキング(DC)	0	0.0	0	0.0	1	100.0	0	0.0	1
	事務(DC+支所+店舗+本部)	16	15.8	28	27.7	54	53.5	3	3.0	101
	事務・チェッカー以外(店舗)	4	9.5	7	16.7	30	71.4	1	2.4	42
	出庫、仕分け(支所)	1	25.0	1	25.0	2	50.0	0	0.0	4
	出庫、補充(DC)	2	20.0	0	0.0	7	70.0	1	10.0	10
	配送(支所)	11	7.3	46	30.7	89	59.3	4	2.7	150
合計	34	11.0	82	26.5	185	59.7	9	2.9	310	
総計		143	15.2	298	31.6	479	50.8	22	2.3	942