

## 18. 保護マスクの漏れ率に装着指導、発声等が与える影響に関する調査研究

水木将（信州大学医学部衛生学公衆衛生学教室）、森下開、伊東黄、梅原舞、小林若菜、佐藤渉、辻野亮、  
藤田楓、堀谷勇介、米良健輝（信州大学医学部）、塚原照臣（信州大学医学部産業衛生学講座）、  
野見山哲生（信州大学医学部衛生学公衆衛生学教室）

キーワード：保護マスク、漏れ率、フィットテスト、発声、作業管理

**要旨：**労働衛生の3管理の1つである作業管理において、有害物質の曝露を防ぐ保護マスクは重要であるが、使用する際の問題として保護マスクの漏れがあり、適切に顔面にフィットしていない場合、有害物質の曝露が懸念される。今回我々は保護マスクの漏れ率に装着指導と発声等が与える影響をフィットテストにより明らかにした。装着指導は漏れ率を有意に低下させ、大声（80 dB）で漏れ率の有意な上昇が見られた。保護マスクを使用するには装着指導が必要であり、装着下では無理な発声を行わないよう注意が必要である。

### A. 諸言

保護マスクは有機溶剤や粉塵などの人体に有害な物質を扱う労働環境下において、曝露者を保護する作業管理の有効な対策の一つである。保護マスクの問題点として、保護マスク装着時の漏れによる有害物質の曝露が懸念されている<sup>1)</sup>。保護マスクの装着指導は、漏れ率の低下に影響を与えるという報告があり<sup>1)2)</sup>、現在保護マスクの装着指導が全国で行われ、作業管理の向上が図られている。一方、保護マスクは作業環境下で使用されるため、作業時に起きうる動き、例えば会話、首の動き、歩行、走行により保護マスクのずれが生じ、保護マスクの漏れ率が上昇することが想定される。

### B. 目的

保護マスクの漏れ率に装着指導と発声等が与える影響を調査した。

### C. 方法

今まで保護マスクを装着したことのない信州大学の学生8名を調査対象とした。保護マスクは、3M社製防毒マスク面体3200（S/M、M/Lサイズ）に3311Jタイプの防じん機能を有する吸収缶を装着して使用した。漏れ率の測定は、柴田株式会社製労研式マスクフィットテストMT-03型を使用した。フィットテストの測定は、1分間で実施した。

各被験者の唇の幅、額の幅、鼻根おとがい距離を測定し、それぞれにあったマスクサイズを選定した上で、漏れ率の測定を実施した。最初に保護マスクを自由に装着させ（以下、指導前）、座位でフィットテストを行った。その後発声（60、70、80 dB）、首の運動、歩行、走行をしながら保護マスクの漏れ率を測定した。各動作は次のように行った。発声は60、70、80 dBの3段階で測定を実施し、声量の測定にはスマートフォ

ンアプリのSound Level Analyzer Lite-かんたん騒音計-を用いた。発声内容は日本語の母音をバランスよく含み、発声練習や研究に使用されている北原白秋の「あめんばあかいなあいうえお」とし、80 BPMのテンポで朗読した<sup>3)</sup>。首の運動は、正面を向いたところからスタートし、上下左右それぞれの方向を向き正面に顔の向きを戻すという動作を1セットとし、1分間に15セットのペースで実施した。歩行は100 BPMのテンポで腿挙げ運動を実施した。走行は150 BPMのテンポで腿挙げ運動を実施した。

その後、保護マスクの装着指導を行い（以下、指導後）、全ての項目で測定を実施する予定だったが、マスクフィットテストの不調により指導後の測定項目は座位と発声の2項目のみで実施した。装着指導は、教育サポートツール（DVD）による装着方法の自学自習、装着方法パネルによる確認、装着経験がある教員による保護マスクの実物を用いた指導の3点で実施した。

測定終了後、指導前、指導後の各測定項目について、保護マスクの漏れ率をWilcoxonの符号付き順位検定により解析を行った。解析対象者は、座位、発声の2項目が指導前、指導後で測定できた6名とした。解析ソフトはSPSS version 23を使用した。

### D. 結果

指導前のマスクの漏れ率の平均値と標準偏差は、座位で $9.93 \pm 6.69\%$ 、発声60 dBで $14.07 \pm 11.71\%$ 、70 dBで $15.06 \pm 10.54\%$ 、80 dBで $21.34 \pm 12.22\%$ 、首の動きで $11.32 \pm 8.30\%$ 、歩行で $12.80 \pm 9.66\%$ 、走行で $9.72 \pm 4.95\%$ だった。指導後のマスクの漏れ率の平均値と標準偏差は、座位で $1.70 \pm 1.13\%$ 、発声60 dBで $3.34 \pm 2.33\%$ 、70 dBで $4.08 \pm 2.31\%$ 、80 dBで $5.70 \pm 3.69\%$ だった。検定により有意な差を認めた項目は座

位（指導前）と 80 dB（指導前）（ $p=0.03$ ）、座位（指導後）と 80 dB（指導後）（ $p<0.05$ ）、座位（指導前）と座位（指導後）（ $p<0.05$ ）、60 dB（指導前）と 60 dB（指導後）（ $p<0.05$ ）、80 dB（指導前）と 80 dB（指導後）（ $p<0.05$ ）であった（表 1）。その他の項目では有意な差を認めなかった。

#### E. 考察

保護マスクの装着指導により保護マスクの漏れ率が低くなることが確認できた。装着指導による保護マスクの漏れ率の低下は複数の研究で指摘されており<sup>1)2)</sup>、本研究もその効果を確認した。この理由として、毛や眼鏡等の巻き込みや顎、鼻根のフィットの改善が多く指摘されており<sup>1)2)</sup>、装着指導を行うことでこれらが改善されたと考えられた。発声では、指導前、指導後の両方で座位に比べ 80 dB で漏れ率が高くなることが確認でき、大声を出した場合、保護マスクの効果的な使用に影響を与えると考えられた。この理由として、口角の大きな動きや筋肉の収縮が起きることで保護マスクの位置がずれた可能性が考えられた。保護マスクを装着する際は、装着指導を行い、会話を行う際にはできるだけ大声を出さない、騒音環境下などで聞き取りにくい場合は別の場所に行く、相手に近づくなど、大きな発声を防ぐことや必要に応じてマスクを装着し直すといった工夫が必要である。

一方、指導前の首の動き、歩行、走行で差は認めら

れなかった。この理由として保護マスク装着時のフィットが出来ておらず、動作の漏れ率に対する影響が相対的に小さくなった可能性が考えられた。今後指導後の動作で保護マスクの漏れ率を測定し、影響の検討が必要である。

#### F. まとめ

保護マスクの装着指導、大きな発声が保護マスクの漏れ率に影響を与えることが確認できた。保護マスクを装着する環境下では、装着指導を行い、さらにできるだけ大声で発声しないことといった工夫が重要である。

#### G. 利益相反

利益相反なし

#### H. 引用文献

- 1) 田中茂. 労働衛生保護具（防毒保護マスク、化学防護手袋、化学防護服）. 産業衛生学雑誌 45 (2) : A33-34, 2003.
- 2) 飯田裕貴子、吉川徹. 新規開発された使い捨て呼吸用保護具の装着教育効果に関する研究. 労働科学 90 (2) : 53-64, 2014.
- 3) 川本真一、足立吉広、大谷大和、他. 来場者の声の特徴を反映する映像エンタテインメントシステムのための台詞音声生成システム. 情報処理学会論文誌 51 (2) : 250-264, 2010.

表 1 保護マスクの漏れ率の測定結果

	人数	最小値	最大値	平均値±標準偏差	p value <sup>※1</sup>	p value <sup>※2</sup>
指導前	(人)	(%)	(%)	(%)		
座位	6	1.93	20.79	9.93± 6.69		
発声 60 dB	6	1.43	34.42	14.07± 11.71	0.17	
70 dB	6	1.99	26.57	15.06± 10.54	0.17	
80 dB	6	3.29	39.55	21.34± 12.22	0.03	
首の動き	6	1.85	23.84	11.32± 8.30	0.92	
歩行	6	1.94	26.07	12.80± 9.66	0.25	
走行	6	4.41	18.70	9.72± 4.95	0.92	
指導後						
座位	6	0.41	3.34	1.70± 1.13		<0.05
発声 60 dB	6	0.46	6.30	3.34± 2.33	0.12	<0.05
70 dB	6	0.96	6.40	4.08± 2.31	0.08	0.08
80 dB	6	2.11	10.55	5.70± 3.69	<0.05	<0.05

※ 1 座位と各項目の比較

※ 2 指導前、指導後の各項目の比較