

令和 4 年 6 月 18 日現在

機関番号：13601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K10616

研究課題名(和文) MOCA取扱作業者の曝露実態と発がんを含む健康影響解明のための疫学調査

研究課題名(英文) The relationship of personal exposure level and biological monitoring in workers exposed to MOCA

研究代表者

塚原 照臣 (Tsukahara, Teruomi)

信州大学・医学部・教授(特定雇用)

研究者番号：50377652

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：1)作業環境中のMOCA濃度は、定量下限値未満だった。2)個人曝露濃度は、溶解MOCA取扱い作業者のみから検出された。3)尿中総MOCA濃度は、溶解MOCA取扱い作業者から検査のたびに検出され、かつ、連続作業最終日に向けて高くなる傾向がみられた。溶解MOCA取扱い作業者における個人曝露濃度は許容濃度の約1～4%程度だったが、尿中代謝物濃度は生物学的許容値の約10～30%だった。手袋に付着したMBOCA、手袋装着忘れによるチャンパー内のMOCA、が曝露源となり、相対的に、経気道吸収より経皮吸収の寄与が大きいものと考えられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

溶解MOCA取扱い作業において、作業環境中の濃度が許容濃度以下の適切な範囲のものであった場合でも、経皮吸収の曝露経路により、週末にかけて体内に蓄積の可能性がある。よって、MOCA取扱い作業時においては経気道曝露対策のみならず、経皮吸収曝露に対しても注意を払う必要がある。

研究成果の概要(英文)：The summary of our study is described below. The concentration of MOCA in air was under minimum determination limit, so it was under occupational exposure limits. Although the personal exposure level of workers exposed to dissolved MOCA was under occupational exposure limits, urinary metabolites of these workers were under occupational exposure limit based on biological monitoring (OEL-B), and tended to increase for the weekend. The personal exposure level is about 1～4 % of occupational exposure level. On the other hand, urinary metabolites level is 10～30 % of OEL-B. We concluded that the dermal absorption is higher than inhalation.

研究分野：衛生学・公衆衛生学

キーワード：MOCA 生物学的モニタリング 個人曝露濃度 尿中代謝物濃度

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

平成 27 年 12 月の福井県のオルトートルイジン取り扱い事業場における膀胱がん発生事案を契機として、オルトートルイジンを取り扱ったことのある全国の事業場について、全国の労働局、労働基準監督署が調査を行ったところ、7 名の膀胱がんの病歴又は所見が明らかになった。しかし、そのうち 5 名に 3,3'-ジクロロ-4,4'-ジアミノジフェニルメタン (MOCA) の取扱歴が有り、オルトートルイジンの取扱歴の無いものもおり、MOCA による発がんが疑われている。しかし、MOCA の曝露濃度、体内への取り込み量を推計する生物学的モニタリングや、MOCA 取扱作業者の健康影響調査は、本邦で十分に行われていない。

2. 研究の目的

本研究は、MOCA 取扱作業者の個人曝露濃度を測定し、生体試料（尿）中の代謝物測定を行い、生物学的曝露指標と健康影響との関連を調査することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 調査対象

国内 1 事業所の MOCA 取扱い作業に従事する男性 10 名を対象とした。

(2) 調査実施日

調査は、2021 年 11 月 22 日（月）～26 日（金）の連続作業 5 日間、27 日（土）、28 日（日）の休業日明けの 11 月 29 日（月）午前、に実施した。

(3) 作業環境中濃度の測定、温湿度の測定、気流の確認

MOCA の作業環境中濃度は午前・午後に分け測定し、時間加重平均濃度を求めた。

測定機器は、Air Check 2000 を用いた。

温度、湿度は、アスマン通風乾湿計を用いて、午前と午後に 1 回ずつ測定した。

測定場所は、MOCA 取扱い作業のドラフトチャンバー前とした。

作業工程における気流の流れを確認した。

(4) 個人曝露濃度の測定

個人曝露濃度は、昼休み（およそ 12:00～13:00）を挟んで、午前と午後にそれぞれ測定を行い、時間加重平均濃度を求めた。

測定機器は、Air Check 2000 を用いた。

(5) 手袋中の MOCA 濃度の測定

(6) 調査票による自覚症状等の調査

(7) 採尿

採尿は、連続作業 5 日間の起床時と作業終了時、2 休業日明けの起床時、に合計 11 回行った。起床時の採尿は、自宅にて行い、指定の紙カップにて採尿し、保冷剤入りの保冷バックにて尿器を会社まで持参してもらった。尿器受け取り後、速やかに分注し、冷蔵保存の上、外部分析機関へ提出した。尿中代謝物は、尿中総 MOCA 濃度を測定、尿中クレアチニン値により補正した。

4. 研究成果

(1) 作業者の基本属性と作業内容

作業者の平均年齢は 49.7 ± 16.1 歳 (22～68 歳)、MOCA 取扱い作業従事歴は、 74.3 ± 42.6 カ月 (2 年 1 カ月～14 年 9 カ月) だった。

MOCA 取扱い作業については、作業 1: 溶解 MOCA 取扱い作業、作業 2: 溶解 MOCA とウレタン樹脂の反応後に生成した樹脂を取扱う作業、作業 3: 生成した樹脂を型から取り外す作業、の 3 作業に大別した。3 作業に従事する者は、作業 1 は 3 名、作業 1 と作業 2 の両作業は 1 名、作業 2 は 2 名、作業 3 は 4 名、だった。

(2) 保護具の着用

作業者は、長袖、長ズボンを原則とし、MOCA 等を取り扱う際には、エプロン、防毒マスク、保護手袋、ゴーグルを着用していた。

(3) 作業工程の気流

作業工程における気積は、床面縦 $28.6\text{m} \times$ 床面横 $10.9\text{m} \times$ 高さ $2.7\text{m} = 841.7 \text{ m}^3$ だった。

有圧扇が 3 台設置されていた。有圧扇の風量は 1 台当たり $2,400 \text{ m}^3/\text{時間} = 40 \text{ m}^3/\text{分}$ 、3 台の総風量は、 $120 \text{ m}^3/\text{分}$ だった。

(4) 温湿度

調査期間中の午前の乾球温度は $23.0 \sim 24.5^\circ\text{C}$ 、湿球温度は $13.5 \sim 15.0^\circ\text{C}$ 、午後の乾球温度は $21.0 \sim 25.5^\circ\text{C}$ 、湿球温度は $13.0 \sim 16.5^\circ\text{C}$ だった。湿度換算表 (JIS Z8806 2001 年) より湿度を計算すると午前 30～38%、午後 30～39% だった。

(5) MOCA の作業環境中濃度

作業環境中濃度は6か所で測定、いずれも定量下限値未満 ($0.04 \mu\text{g}/\text{m}^3$) だった。ドラフトチャンバー内については、午前 $2.01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $2.74 \mu\text{g}/\text{m}^3$ だった。

(6) MOCA 個人曝露濃度

溶解 MOCA 取扱い作業である作業 1 の作業員 3 名から検出された。作業 1 に従事する 3 名から連続作業日 5 日間、溶解 MOCA 取扱い作業に従事した際に検出された (図 1)。その最大値は $0.20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最小値は定量下限値 ($0.05 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 未満だった。許容濃度 $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を下回っていた。作業 1 と作業 2 の両方に従事する作業員、作業 2 に従事する作業員 2 名、作業 3 に従事する作業員 4 名、以上合計 7 名は定量下限値未満だった。

(7) 手袋中の MOCA 濃度

溶解 MOCA 取扱い用は、外側 $0.11 \sim 0.67 \text{ mg}$ 、内側 $0.10 \sim 0.31 \text{ mg}$ の MOCA が検出された。MOCA 容器清掃用は、外側 $0.63 \sim 12.13 \text{ mg}$ 、内側 $0.23 \sim 1.38 \text{ mg}$ の MOCA が検出された。

(8) 尿中総 MOCA 濃度

作業 1 に従事する 3 名は、毎回検出下限値以上、検出され、最大値 $15 \mu\text{g}/\text{g} \cdot \text{crea}$ 、最小値 $2.5 \mu\text{g}/\text{g} \cdot \text{crea}$ だった。このうち 2 名については連続作業最終日に向けて尿中総 MOCA 濃度が高くなる傾向がみられた (図 1)。作業 1 と 2 の両作業に従事する 1 名は、作業 4 日目起床時、2 休業日明け起床時の 2 回を除いて検出下限値以上、検出された。その最大値 $1.4 \mu\text{g}/\text{g} \cdot \text{crea}$ だった。作業 2 に従事する 2 名からも検出された。その最大値 $1.3 \mu\text{g}/\text{g} \cdot \text{crea}$ だった。作業 3 に従事する 4 名については、作業員 1 名について 1 回のみ (1 日目作業終了時)、検出下限値以上、検出された ($0.9 \mu\text{g}/\text{g} \cdot \text{crea}$)。

(9) 考察

- ・作業環境中の MOCA 濃度は、定量下限値未満だった。
- ・個人曝露濃度は、溶解 MOCA 取扱い作業員のみから検出された。
- ・尿中総 MOCA 濃度は、溶解 MOCA 取扱い作業員から検査のたびに検出され、かつ、連続作業最終日に向けて高くなる傾向がみられた。

以上より、溶解 MOCA 取扱い作業員における個人曝露濃度は許容濃度の約 1~4% 程度だったが、尿中代謝物濃度は生物学的許容値の約 10~30% だった。

手袋に付着した MOCA、手袋装着忘れによるチャンバー内の MOCA、が曝露源となり、相対的に、経気道吸収より経皮吸収の寄与が大きいものと考えられた。

溶解 MOCA 取扱い作業員の曝露濃度と尿中総 MOCA 濃度の推移

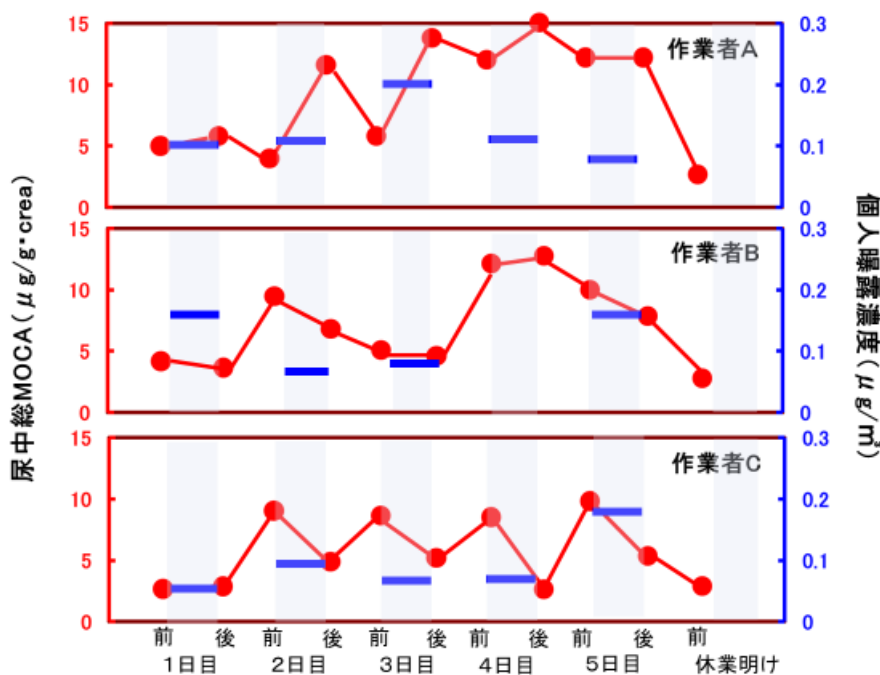


図 1. 溶解 MOCA 取扱い作業員の曝露濃度と尿中総 MOCA 濃度の推移

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

| |
|---|
| 1. 発表者名 塚原照臣、長谷川航平、水木将、野見山哲生、山野優子、山内武紀、大久保茂子、竹内靖人、西野入修 |
| 2. 発表標題 MBOCA取扱い作業者の個人曝露濃度と生物学的モニタリング指標の関連 |
| 3. 学会等名 第95回日本産業衛生学会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 山内武紀、塚原照臣、長谷川航平、水木将、野見山哲生、山野優子、大久保茂子、竹内靖人、西野入修 |
| 2. 発表標題 MOCA取扱い作業者の保護手袋からのMOCA検出の試み |
| 3. 学会等名 第95回日本産業衛生学会 |
| 4. 発表年 2022年 |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

| | 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|-------|--|-------------------------------------|----|
| 研究分担者 | 長谷川 航平 (Hasegawa Kohei) (40846242) | 信州大学・学術研究院医学系・助教 (13601) | |
| 研究分担者 | 野見山 哲生 (Nomiya Tetsuo) (70286441) | 信州大学・学術研究院医学系・教授 (13601) | |

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|
|---------|---------|