

①研究テーマ： 非侵襲的な毛髪分析による勤労者の微量元素曝露モニタリング

筑波大学 医学医療系 福祉医療学分野

准教授 堀 愛

助成金額:500,000 円

②研究テーマ： 室内温湿度と二酸化炭素・粒子濃度計測および CFD 解析による安全で快適な労働環境の設計

産業医科大学 産業生態科学研究所 労働衛生工学

教授 東 秀 憲

助成金額:500,000 円

③研究テーマ： 歯科技工所におけるレアメタル取扱作業者の健康影響評価

昭和大学医学部衛生学公衆衛生学講座 昭和大学保健医療学部

講師 大久保 茂子

助成金額:487,000 円

研究概要

① 研究テーマ: 非侵襲的な毛髪分析による勤労者の微量元素曝露モニタリング

筑波大学医学医療系 福祉医療学分野 准教授 堀 愛

抗がん剤はがん患者に治療上の恩恵をもたらす一方で、医療従事者にとっては職業上の有害化学物質である。1980年代頃より、抗がん剤曝露が、医療従事者の流産や発がんのリスクと関連するという国内外の研究が複数報告されている。わが国では2015年「がん薬物療法における曝露対策合同ガイドライン（がん看護学会・臨床腫瘍学会・臨床腫瘍薬学会）」が公開され、医療従事者の抗がん剤曝露予防対策が普及してきた。しかし、医療従事者の抗がん剤曝露は、見えないリスクであるため予防対策の評価が困難であり、定量的、経時的にモニタリングする意義は大きい。本研究では、生体試料として、血液や尿よりも研究参加者の侵襲性が低い毛髪を用いて、ICP-MS法で毛髪1本から抗がん剤由来成分（微量白金元素）を精確に検出することを試みた。

研究方法は、医療機関で働く医療従事者(62名)、および対照群の非医療従事者(7名)より同意を得て、毛髪検体の提供を受け、ICP-MS法により微量白金元素濃度を測定した。対象者の勤務する部署(全7カ所)の環境のふきとり調査も行い、環境検体中の微量白金元素濃度を測定した。また対象者には、抗がん剤(白金製剤)の職業曝露の有無を尋ねる自記式質問票調査を行った。また、研究期間内の医療機関の部署ごとの抗がん剤使用量を、薬剤払い出し記録を元に算出した。

本研究の結果、毛髪中の微量白金元素濃度の定量下限以上の検出割合は、医療従事者15%(9/62名)と、非医療従事者14%(1/7名)と比べて有意差を認めなかった。一方で、病院環境中の微量白金元素濃度は、抗がん剤を取扱うエリア(最大値100pg/cm²)や、患者用トイレ(最大値16pg/cm²)で定量下限を超えて検出された。

医療従事者の抗がん剤曝露による健康影響のリスクは、非医療従事者と同程度であり、現行の抗がん剤曝露予防対策は適切であると判断された。一方で、病院環境中では、抗がん剤調剤時の飛散や、患者尿に排泄された抗がん剤由来の微量白金元素の存在が示唆された。今後も、医療従事者の毛髪中および病院環境中の微量白金元素濃度のモニタリングを継続することにより、抗がん剤曝露の評価が必要と考える。

研究概要

②研究テーマ:

室内温湿度と二酸化炭素・粒子濃度計測および CFD 解析による安全で快適な労働環境の設計

産業医科大学 産業生態科学研究所 労働衛生工学 教授 東 秀 憲

研究結果

本研究では、研究所内の比較的小人数が滞在する事務スペースのような部屋を対象とし、温熱環境と空気質評価の実測と数値計算を実施し、空調および換気設備の性能評価と室内空間環境の最適設計のための情報について検討した。その結果、室内の気流の影響により、粒子濃度だけでなく室内二酸化炭素濃度にも多少の偏りが生じていることが示された。一方で、室内の温熱快適性はエアコンの稼働により時間変化とともに改善傾向に向かうことが示された。さらに条件を変えてデータを蓄積し、解析を行うことで、安全・安心で快適な労働職場環境の提案に繋がる結果を示すことができる。

研究の具体的な実施内容

室容積60 m³ 程度のゼミ室を対象とし、無人状態で室内環境測定を実施し、空調設備あるいは換気設備の性能を評価した。実測の室内環境データから温熱快適性指標である予想平均温冷感申告PMV値を算出し、室内温熱快適性の全体的な評価を試みた。室内二酸化炭素濃度は、時間とともに増加して換気量に依存した値に漸近した。エアコンの稼働による室温および湿度の変化により、室内の快適性が向上してPMV値は時間経過に伴い0 に漸近し、PPD [%]も小さくなった。これらの傾向は、換気およびエアコンの風量に依存していた。一方で、粒子濃度の減衰はこの換気量から予測されるよりも大きく、エアコンのフィルタ等による粒子捕集の影響が考えられた。さらに、室内二酸化炭素濃度変化と呼気に含まれる感染性物質の排出量より、室内環境などを変化させた場合の快適性とリスクのバランスについて検討が可能である。

室内環境解析のために、実験環境を模した計算モデルを作成し、熱流体解析ソフトウェアを用いてCFD計算を行った。CFD 計算により得られた室内環境の結果は、排気口付近において二酸化炭素濃度が若干高くなっていること、室内微粒子濃度の実測値は特に粗大粒子濃度がドア側排気口側で高濃度であることが観察された。さらに詳細な検討のためには、条件を変えて定量的な評価を実施し、実験結果との比較を行う必要がある。

さらに、産業医科大学の倫理委員会で承認を得たうえで、室内に心拍センサを取り付けた実験対象者4名を配置し、空調あるいは換気装置を稼働して室内環境を調整しながら、室内の温湿度、二酸化炭素濃度、粒子濃度等の経時変化を記録した。実測データから無人実験同様にPMV 値を算出し、室内空気質として温熱快適性の全体的な評価を試みるとともに、Web によるアンケート調査による温熱快適性の評価結果をPMV 値と比較したところ良好に一致していた。

以上の結果より、経時変化による快適性の向上傾向は、環境数値データとしてのPMV 値、Web アンケートによる主観的指標および生体的指標としての心拍解析結果によって得られた3つの結果が概ね良好に一致していた。空気質の快適性に関しては、温熱快適性とは別に検討する必要がある。

研究結果の活用

本研究は、現時点では比較的小人数が滞在する事務スペースを対象としたものではあるが、将来的にはより大きな空間へのスケールアップや局所排気設備等特殊な環境を有するような有害物質を取り扱う作業場への適用等も考慮でき、さらなるデータの蓄積により、様々な作業環境の快適性の改善への応用として活用可能である。一方で、感染性や有害物質のリスク評価も合わせて行うことで、快適性とのバランスを保ちながら環境を維持する条件の探索に活用できる。

研究概要

③研究テーマ: 歯科技工所におけるレアメタル取扱作業者の健康影響評価

大久保 茂子 1),2)、山野 優子 1),2)、山内 武紀 1)

1) 昭和大学医学部衛生学公衆衛生学講座 2) 昭和大学保健医療学部

【目的】 近年我が国では歯科技工士のじん肺の症例報告が散見されており、研磨粉じん、あるいは高熱により蒸発した金属ヒュームを吸入することが影響していると指摘されている。そこで我々は歯科技工作業に伴う曝露実態を把握することを目的とした。

【方法】 歯科技工所に勤務している労働者33名を調査対象とした。調査項目は作業歴、間質性肺炎の血清指標 (KL-6、SP-D) である。粒径10 μm 以下の吸入性粉じんを対象とした個人曝露測定を行った。測定条件は、2.5 L/min で吸引することにより、粒径4 μm の粉じんを50%カットする特性を有するサンプラーを、作業者の呼吸域近辺に装着し、2.5時間捕集を行った。また、作業場の任意の1地点において、粉じん濃度の相対的な経時変化をデジタル粉じん計を用いて測定した。本調査は昭和大学倫理委員会の承認を得て実施した (承認番号2814)。

【結果・考察】 対象者は男性31名、女性2名であり、平均年齢 (平均値、範囲) は46.5 (25-68)年、就労年数 (平均値、範囲) は22.8 (3-45)年であった。KL-6が基準値 (500 U/ml) 以上の者は3名、SP-Dは全員基準値 (43.8 ng/ml) 以下であった。なおKL-6高値3名中1名に対して胸部CT検査を実施したが、異常所見は認められなかった。就労年数と間質性肺炎の血清指標の相関を検討した結果、全ての指標で有意な相関は認められなかった。

個人曝露として吸入性粉塵濃度を測定した結果、日本産業衛生学会が定めている粉じんの許容濃度 (第2類粉じんの吸入性粉じん1.0 mg/m³) を上回った作業者は26名中1名 (1.74 mg/m³) であった。なお作業場には、各作業台に局所排気装置が設置されていた。粉じんの経時変化についても、一時的な粉じん濃度の上昇は認められたが、非常に短時間の濃度上昇であり、すぐに濃度減少した。以上のことから、今回測定を実施した作業場の作業環境は比較的良好なことが考えられた。ただし、1名の作業者は曝露濃度が高く、研磨後の圧縮空気を用いた吹き払い方法や堆積粉じんの再飛散が影響しているのではないかと考えられるため、これらを改善する必要があることが示唆された。さらに呼吸用保護具の着用も望まれる。

【まとめ】 歯科技工士の曝露実態調査事例は少なく、本調査により比較的低濃度曝露であったことが把握できたことは有用な結果であると考えられた。作業場の作業環境は比較的良好であったが、1名の作業者は曝露濃度が高いため、研磨後の圧縮空気を用いた吹き払い方法や堆積粉じんの再飛散を改善する必要があることが示唆された。