

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 7 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2009 ～ 2011

課題番号：21592640

研究課題名（和文） 歯科診療時のホルムアルデヒド合剤による環境汚染の現状と予防対策に関する研究

研究課題名（英文） Study about the current state of environmental pollution and prevention control caused by formaldehyde mixture at dental clinics

研究代表者

進藤 拓 (SHINDOH TAKU)

東北大学・環境保全センター・助手

研究者番号：90400465

研究成果の概要（和文）：

歯科診察室でのホルムアルデヒド合剤(FG)使用の根管消毒の曝露低減対策が現実化していないことから、規模の異なる複数の歯科診療室の空气中ホルムアルデヒド濃度の分布・時間変動（診療時間内・診療後）を把握した。その濃度は、いずれも空气中濃度が安全レベル範囲内であるものの、使用した合剤中のホルムアルデヒドが蒸散し、診療室全体に速やかに拡散すること、曝露低減には口腔外バキュームによる排気が有効だった。

研究成果の概要（英文）：

According to the modification of the Industrial Safety and Health Law and Ordinance on Prevention of Hazards due to Specified Chemical Substances, the administrative level of the formaldehyde vapor concentration in working space was changed from 0.25 ppm to 0.1 ppm on administrative action to the evaluation of the risk of occupational diseases. In endodontic treatment, formaldehyde is commonly used for the intracanal dressing as a compound. The authors measured the formaldehyde vapor concentration in the nearby air of the simulated intracanal dressing of Formalin Guaiacol (FG). The results indicated that the root canal dressing of FG produced the formaldehyde vapor at the acceptable concentration designated by the law. There was a difference between the vapor concentration of the air collected in the summer and that in the winter. The use of dental vacuum was advocated during the root canal dressing of FG in order to decrease the vapor concentration.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,400,000	720,000	3,120,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・社会系歯学

キーワード：ホルムアルデヒド，歯科治療，作業環境管理，管理濃度，作業管理，拡散，環境リスク，アクティブサンプラー

1. 研究開始当初の背景

労働安全衛生法において、事業者は労働者の化学物質からの曝露およびその曝露による健康障害の低減化に努めることを定めている。ホルムアルデヒドは、第2類特定化学物質として、発がん性を持つ有害物質として分類されており、労働者がホルムアルデヒドの蒸気を経口吸入・経皮吸収することを避けるために、ホルムアルデヒドを別の物質に代替することや、使用時の遠隔操作が推奨されている。やむを得ずホルムアルデヒドを使用する場合は、局所排気装置の導入が必要と定められている。

ホルムアルデヒドが使用されている作業場の代表例は、石油化学系製造工場（ホルムアルデヒドを製造原料や中間体として使用する）、病院の病理室・解剖室（病理組織の固定剤として使用する）である。これらの作業場については、業務従事者の曝露を低減するための局所排気対策がとられつつある。その一方で、歯科診察室でもホルムアルデヒドを約15%含む根管消毒用合剤（ホルマリン・グアイワコール；FG合剤）が使用されていることは広く知られておらず、曝露の低減対策も現実化していないのが現実である。ヒトの口腔内において歯根の消毒（根管貼薬）としてホルムアルデヒドが非常に有効であり、ホルムアルデヒドと混合する調剤をクレゾールからより毒性の少ないグアイヤコールに代替しつつある程度で、ホルムアルデヒドそのものの代替は難しい。

歯科診療時にFG合剤を使用する治療を行う際の直接の曝露者である歯科医師および患者と、FG合剤を使用する治療を受けない間接作業員（FG合剤を使用しない医療従事者・患者）の曝露低減を図る研究を始める必要があった。ホルムアルデヒドは、その分子量が空気中の酸素と同じであり、蒸気圧が高く、蒸散・拡散が顕著である。すなわち、歯科診療室においては、直接作業員・間接作業員という区別でなく、FG合剤を使用する時と使用しないときの空気中濃度変動をとらえ、その濃度変動範囲が安全レベルであるかどうかを調査する必要があった。

2. 研究の目的

本研究の独創性・特色は、曝露を受ける人がホルムアルデヒドを使用する歯科医師等の従事者だけでなく、使用しない従事者、さらには、治療をうけるために外来通院する患者も含まれる点である。従事者だけの曝露を低減させる目的であれば、労働安全衛生法に定める「従事者の特別教育」や局所排気装置の設置を進めることにより可能である。しかし、歯科診療室では、治療患者の頭部を囲い

込む局所排気装置の導入が現実的ではない。しかも、また、不特定多数の患者が訪れることから、その不特定多数の患者に対する特別教育も現実的ではない。そのため、歯科診療室独特の曝露の低減対策が必要だった。

歯科診察室では、従事者の他、患者にも違和感・精神的身体的苦痛なく、曝露低減を図るべきである。そこで、歯科診察室で診療時に日常的に使用されるFG合剤から蒸散・拡散するホルムアルデヒドの空気中濃度を把握し、ホルムアルデヒドからの曝露を効率よく低減するために行った。

3. 研究の方法

複数の歯科診療室の現状を把握する必要があったため、大規模な歯科診療室の代表として大学病院の歯科診療室と地域総合病院歯科診療室を選び、小規模な診療室として、歯科クリニックを選んだ。それぞれの診療室において、診療前・診療中・診療後に室内の空気を捕集し、室中のホルムアルデヒド濃度を測定した。

ホルムアルデヒドの捕集・測定の方法は、国内の労働安全衛生法で定められている「作業環境測定手法（いわゆるアクティブサンプリング）」に基づき、空気吸引ポンプとホルムアルデヒド捕集管（検知管・アクティブサンプラー）を用いて空気を10分間吸引して空気中のホルムアルデヒドを吸着捕集し、アクティブサンプラーで捕集したものについては、アセトニトリルで捕集したホルムアルデヒドを脱着して高速液体クロマトグラフィー測定装置（HPLC）に導入して、空気中のホルムアルデヒド濃度を算出した。

作業環境測定手法による濃度測定と併行して、吸引ポンプを用いずに、自然拡散するホルムアルデヒドを捕集する捕集管を1～24時間、診療ブース内に静置してホルムアルデヒドを吸着捕集してHPLCを用い濃度測定も実施した（いわゆるパッシブサンプリング）。

これらの空気捕集に合わせて、FGを使用する根管治療が行われたかどうかを記録して、診療室内のホルムアルデヒド濃度の時間的変動をとらえ、従事者・患者の曝露の状況を把握した。

4. 研究成果

労働安全衛生法に定める作業環境測定手法（アクティブサンプリング・HPLC分析）と、独自の測定手法であるパッシブサンプリング・HPLC分析との間には相関がみられ、両手法とも、診療室内のホルムアルデヒド濃度の把握に有効であることがわかった。

ただ、作業環境測定手法のアクティブサンプリングは、歯科診療室の環境測定・曝露測

定することは、必ずしも適切といえないことがわかった。その理由は、作業環境測定手法は、専門の測定士が、診療室内を空気吸引ポンプ・吸引管を持ち歩き、場所を変えながら吸引捕集することである。FG 合剤を使用する治療時には、その治療を受ける患者の直近でも吸引ポンプを操作するため、患者に対する不安感・精神的負担が大きくなる。しかも、比較的狭い診療室内の通路を動き回ること、狭い診療ユニット内に入り込むことは、従事者の診療動作、動線を妨げてしまうため、診療に影響しかねない状況がみられた。作業環境測定は、本来の作業状態・作業員動線を妨げない状態で実施されなければならないため、従事者の動作・動線の妨げになる測定手法は改善の余地がある。この点が、従事者(作業員)しかいない製造工場・病理室・解剖室の測定と大きく異なる点だった。

そこで、独自の手法である、パッシブサンプリングを実施した。従事者(歯科医師・歯科衛生士)に使用方法を説明し、パッシブサンプラーを診療室内および FG 合剤を使用する治療時に診療ユニットに置いてもらい、一定時間後に回収してもらうだけの静置捕集である。捕集方法は、冷蔵輸送するパッシブサンプラーを、空気捕集時に密封袋を開けて取り出して、指定した室内の数か所に静置してもらい、一定時間経過後に密封袋に戻してもらい、冷蔵輸送で返送してもらおうという、簡単な操作であるため、従事者への負担は少ない。しかも、測定士が診療室内を動き回ることや診療ユニット内に入り込むこともないため、患者に対して精神的負担をかけることがなく、従事者の動作・動線を妨げることもない状態で診療室内の濃度を把握することができると考えたためである。

あらかじめ診療室の広さ・ユニット数・換気状況(エアコンや換気扇稼働状態・扉や窓の開閉状態)を聞き取ることで診療室の「場の定常状態」を確認し、空気捕集においては、従事者に、パッシブサンプラーを診療室内に静置した日時・室温・湿度・FG 合剤を使用した回数と時間帯等の簡単なメモを取ってもらうことで、測定士が診療室内に入り込まなくても室内の診療の状態を把握できる。アクティブサンプリングとパッシブサンプリングは、あらかじめ相関をとっておくことで同等の濃度を測定できた。

両方の測定において、診療室内のホルムアルデヒド濃度は、いずれも、労働安全衛生法に定める管理濃度(許容される濃度)を十分に下回っており、安全であることが確認できた。

さらに、診療ユニットに付随する口腔外バキュームを使用して、口中に貼薬する FG 合剤の綿球から蒸散するホルムアルデヒドを排気することが、濃度低減に有効であること

が分かった。

狭い空間において、直接作業員(FG 合剤を使用する根管貼薬治療をする歯科医師と治療を受ける不特定多数の患者)と間接作業員(FG 合剤を使用しない歯科医師等の従事者と根管貼薬治療を受けない不特定多数の患者)が混在する歯科診療室という特殊な作業場内の空気中ホルムアルデヒド濃度測定およびその従事者・患者の曝露を調査するうえでは、パッシブサンプリング・HPLC 分析法が非常に有効であることが分かった。

本研究は、今まで測定実績のなかった歯科診療室内の空気中ホルムアルデヒド濃度の把握をし、安全レベルであることを確認するとともに、口腔外バキューム等の適切なホルムアルデヒドの室外排気の有効性を検証した。

また、パッシブサンプリング・HPLC 分析法は、専門の測定士でなくても空気捕集ができるため、測定士が作業場に出向かなくても、パッシブサンプラーの輸送だけで空気捕集ができる。このことは、遠隔地の作業場の作業場内の空気中ホルムアルデヒド濃度の測定・曝露調査が可能であるということにとどまらず、作業場に測定士が出入りできない場所や、作業場内で動き回ることが難しい作業場(死亡解剖検査室などの秘密保持の必要がある場所・病理細胞撮影室のような非常に狭い場所)の空気中ホルムアルデヒド濃度の測定・安全レベルの確認にも非常に有効な手法であることを提言できる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

- ① Taku SHINDOH, Motohide IKAWA, Measurement of formaldehyde vapor concentration of the surrounding air of a dental clinic, Interface Oral Health Science, 査読有, Vol. 4, 2011, pp.303-305
- ② 井川資英, 進藤拓, 井川恭子, 島内英俊, ホルマリン・グアヤコール (FG) 根管貼薬時に蒸散するホルムアルデヒドに関する研究, 日本歯科保存学雑誌, 査読有, Vol. 52, No. 3, 2010, pp.272-278

[学会発表] (計 3 件)

- ① Taku SHINDOH, Motohide IKAWA, Measurement of formaldehyde vapor concentration of the surrounding air of a dental clinic, Interface Oral Health Science, 2011, 2011年3月8日, 宮城県仙台市

② 井川 恭子, 井川 資英, 進藤 拓,
一般歯科診療室での気中ホルムアルデヒド濃度に関する作業環境測定,
第 20 回日本産業衛生学会 産業医・産業看護全国協議会,
2010 年 11 月 1 日, 北海道札幌市

③ 井川 資英, 井川 恭子, 進藤 拓, 島内 英俊,
歯科診療室での気中ホルムアルデヒド濃度に関する作業環境測定,
第 19 回日本産業衛生学会 産業医・産業看護全国協議会,
2009 年 11 月 7 日, 秋田県秋田市

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等: なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

進藤 拓 (SHINDOH TAKU)
東北大学・環境保全センター・助手
研究者番号: 90400465

(2) 研究分担者

井川 資英 (IKAWA MOTOHIDE)
東北大学・病院・助教
研究者番号: 80176065

(3) 連携研究者

なし