

原 著

段階的介入による系統解剖学実習室のホルムアルデヒド室内濃度の変化

森 美穂子¹⁾ 星 子 美智子¹⁾ 原 邦 夫²⁾
石 竹 達 也¹⁾ 嵯 峨 堅³⁾ 山 木 宏 一³⁾

1) 久留米大学医学部環境医学講座

2) 帝京平成大学地域医療学部

3) 久留米大学医学部解剖学講座 (肉眼・臨床解剖部門)

Reduction in indoor levels of formaldehyde in a gross anatomy dissection room by gradual intervention

Mihoko Mori¹⁾ Michiko Hoshiko¹⁾ Kunio Hara²⁾
Tatsuya Ishitake¹⁾ Tsuyoshi Saga³⁾ Koichi Yamaki³⁾

1) Department of Environmental Medicine, Kurume University School of Medicine

2) Faculty of Community Health Care, Teikyo Heisei University

3) Department of Anatomy, Kurume University School of Medicine

要約

2006年より系統解剖学実習におけるホルムアルデヒド (FA) 濃度低減のための段階的な介入と、実習室の FA 濃度測定を行い、実習室内 FA 濃度の変化から介入の効果を評価した。介入はまず学生への保護具着用の推奨および既存の換気設備の点検と換気や冷房の連続運転、次に大規模改修を行い、局所排気装置付解剖台を導入し、全体換気装置を新設した。2007年度は実習時期が秋から春に移行したため、室温の上昇と共に室内 FA 濃度も有意に上昇した。2008年度は解剖前の献体のアルコール置換、換気設備の点検、実習時間以外でも実習室を低温に保つ対策を行ったところ、2007年度より室内 FA 濃度は有意に減少したが、許容濃度 (0.1ppm) を下回ることにはなかった。2011年の大規模改修後、改修前の10分の1近くまで低下し、介入によって室内 FA 濃度を減少させることができた。

(臨床環境20:123~130, 2011)

《キーワード》ホルムアルデヒド、系統解剖学実習、室内濃度、局所排気装置付解剖台

受付:平成23年11月16日 採用:平成23年12月19日

別刷請求宛先:森 美穂子

〒830-0011 久留米市旭町67 久留米大学医学部環境医学講座

Received: November 16, 2011 Accepted: December 19, 2011

Reprint Requests to Mihoko Mori, Department of Environmental Medicine, Kurume University School of Medicine, 67 Asahi-machi, Kurume, Fukuoka 830-0011, Japan

Abstract

From 2006, we attempted to reduce the indoor levels of formaldehyde (FA) in a gross anatomy dissection room by gradual intervention and have continued to monitor the FA levels. Furthermore, we estimated the impact of control policies on the indoor levels of FA. Firstly, we recommended that protective equipment be worn. We also checked the existing ventilation system and proposed that the air ventilation and refrigerated air-conditioning systems be operated continuously. Next, we introduced dissection tables equipped with local ventilation systems, and installed general ventilation equipment. In 2007, the indoor levels of FA increased with the rise in room temperatures because classes were conducted in spring instead of in autumn. In 2008, when we did a displacement FA to alcohol in dissections - checking the existing ventilation systems, and operating the air ventilation and refrigerated air conditioning systems continuously — we found that indoor levels of FA significantly decreased. However, the levels were not less than 0.1 ppm. After large-scale repair work the indoor levels of FA plummeted by nearly 90% from the levels observed in 2008. Thus, by gradual intervention, we were able to reduce the indoor levels of FA.

(Jpn. J. Clin. Ecol. 20 : 123~130, 2011)

《Key words》 formaldehyde, gross anatomy dissection course, indoor levels of formaldehyde, dissection table equipped with local ventilation system

I. 緒言

医学部学生および指導教員は系統解剖学実習の際、献体から揮発する高濃度のホルムアルデヒド等に曝露されるため、ホルムアルデヒドが主な原因と考えられる眼、鼻、のど等への刺激や頭痛など様々な健康影響が懸念される。実習室内のホルムアルデヒド濃度測定はすでに数年前から国内の数ヶ所の大学において行われ^{1~5)}、結果を受けて実習室の改修工事など、大学全体でホルムアルデヒド曝露低減のための改善策が施されている大学もある^{6~11)}。2002年に厚生労働省の「職域における屋内空気中のホルムアルデヒド濃度低減のためのガイドライン」¹²⁾のホルムアルデヒドの特定作業場における指針値は0.25ppmであった。2007年に日本産業衛生学会がホルムアルデヒドの許容濃度を0.1ppmに改訂し¹³⁾、2008年に特定化学物質障害予防規則が改正され(2008年3月1日施行)、ホルムアルデヒドを使用する作業場における管理濃度が0.1ppmとなり、基準がより厳しくなった¹⁴⁾。日本解剖学会でも各大学医学部の系統解剖学実習時のホルムアルデヒド曝露低減対策をとるように各大学への働きかけが始まり、実状を調査した報告が行われたり¹⁵⁾、雑誌でホルムアルデヒド環境改善に関する特集を組んだりしている^{10,11)}。

久留米大学でも、ホルムアルデヒド等の曝露の低減対策をとるために、2006年度から系統解剖学実習期間における実習ホルムアルデヒド室内濃度測定を継続して行い、問題解決に向けた対策の提案および検証を行った。設備上の対策として、2010年度の解剖実習終了後、大規模改修工事が行われ、すべての解剖台に局所排気装置付の解剖台を導入し、さらに全体換気装置も刷新した。2011年4月からの解剖実習では新しい解剖実習台と実習室の換気装置の下で実習が行われた。

今回我々は学生への個別対策や、設備上の対策、そして大規模改修が行われた系統解剖学実習室における測定結果を年度別に比較し、様々な介入における系統解剖学実習室のホルムアルデヒド室内濃度の変化を検討し、介入の効果を評価した。

II. 対象と方法

1. 実習日および測定日

測定を行ったのは、2006年、2007年、2008年、2011年であった。実習時期は2006年度のみ9月~12月、その他の年度は4月~7月で、午後13時37~39回行われ、そのうち週に1日ホルムアルデヒド室内濃度測定を行った。献体1体あたり3~4名の学生で実習を行い、2006年度28体、2007年度

表1 介入内容および測定目的

年度	介入内容（作業管理）	介入内容（作業環境管理）	測定目的
2006	特になし	特になし	基礎データ（初期値）収集
2007	・保護具着用の推奨	特になし	実習時期の移行による変化
2008	・保護具着用の推奨	・実習前の献体のアルコール置換 ・換気設備の点検 ・換気や冷房の昼夜連続運転	介入による濃度変化
2011	特になし	・局所排気装置付解剖台の導入 ・全体換気設備の新設	大規模改修後の濃度変化

27体、2008年度27体、2011年度31体の献体を使用した。献体固定や毎回の実習終了時に献体の腐敗やカビを防ぐ目的で3.7%ホルムアルデヒド水溶液、メタノール、フェノールを散布した。

2. 各年度の介入内容（表1）

各年度の実習終了後、測定結果に応じた対策を次年度にむけて提案し、系統解剖学実習において導入された。2007年度の実習は、室内濃度低減対策は特に行わなかった。個人レベルでの対策として、ホルムアルデヒドの人体への有害性と呼吸用保護具等の着用の重要性を実習初回の説明会にて学生に説明し、保護具を紹介し、着用者を増やすことを行った。2008年度も前年に続き同様保護具着用の推奨を行った。発生源対策として、解剖実習前の約1か月間献体をメタノールプールに浸漬し（メタノール濃度50%）、献体のホルムアルデヒド除去を行った。また、設備上の対策として、換気設備の点検を行い換気性能の向上をはかった。さらに、実習中に室温が上がらないよう窓を開けない、実習が行われていない夜間や休日にも連続して換気や冷房運転を行い、実習室を低温に保つ対策を行った。2011年1月、解剖実習室の大規模改修を行った。大規模改修までの実習室では、排気のみを強化した方式で、給気が不足していた。また、排気口が天井付近にあったため、排気自体も不十分であった可能性がある。よって、改修工事では実習室内にファンを設置し、天井から十分な給気を取り、解剖台ごとのプッシュプル方式で局所排気を行い、解剖台に蛇腹式の透明ダクトをつけ、排気ダクトへ配管するように改修された。ま



図1 大規模改修後の解剖実習台

た、解剖台外周には排気効率をよくするために透明のプラスチック製フランジを立てた。図1に導入した局所排気装置付解剖実習台を示した。大規模改修前の換気回数は23.3回/時間、換気風量は不明であった。大規模改修後は換気回数16.8回/時間、換気風量は20,000m³/時間であった。

3. 実習中のホルムアルデヒド室内濃度の測定

サンプリングは系統解剖学実習室の中央1ヶ所で実習開始約30分後から行い、携帯型ポンプ（ガステック社製 GSP-250FT、綾瀬）を使用し、床上1.2mにおける試料空気を0.5ℓ/minの流量で20分間吸引し、固定粒子層（ジーエルサイエンス社製 GL-Pak mini AERO DNPH、東京）に捕集し、HPLCによって試料空気中のホルムアルデヒド濃度を定量し、室内濃度の推移を年度別に比較した。

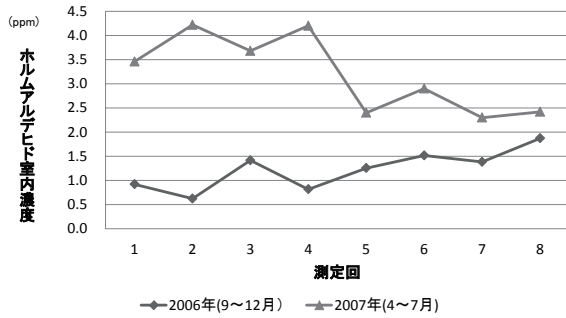


図2 実習時期の違いによるホルムアルデヒド室内濃度の推移

ホルムアルデヒドの測定で用いた試薬のうち、アセトニトリルは和光純薬社製（大阪）、標準物質のホルムアルデヒド2,4-ジニトロフェニルヒドラゾン は東京化成製（東京）を用いた。

4. 実習室内温度、湿度および気流の測定

実習室内の環境測定は、温度および湿度をアスマン通風乾湿計で、室内中央位置床上1.2mにおいてホルムアルデヒド室内濃度測定と同時に計測した。

5. 統計解析

ホルムアルデヒド室内濃度、室温および湿度の年度比較は分散分析を行った。さらに統計的有意差があったものについては、Bonferroniの検定を行い、年度比較を行った。ホルムアルデヒド室内濃度、室温、湿度の各相関は相関分析を行い、Pearsonの相関係数を計算した。すべての統計解析において、IBM SPSS Statistics (ver.19)を用いた。

III. 結果

1. 測定結果の比較

1) 室内ホルムアルデヒド室内濃度

ホルムアルデヒド室内濃度の推移を年度別に比較した。2006年度は実習の季節が異なるため、2006年度と2007年度の比較を図2に、同じ実習時期である2007年、2008年、2011年の比較を図3に示した。

2006年度および2007年度の平均ホルムアルデヒド室内濃度±標準偏差は1.22±0.41ppm、3.20±0.80ppmであった。2007年度が統計的に有意に

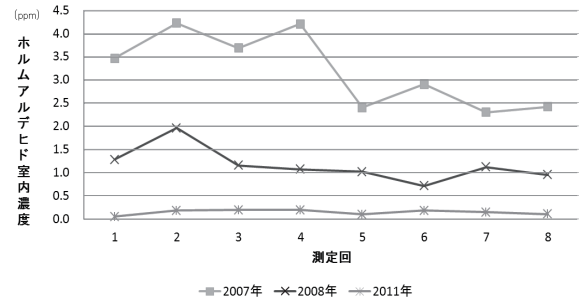


図3 介入内容の違いによるホルムアルデヒド室内濃度の推移

高かった ($P<0.01$)。2007年、2008年、2011年のホルムアルデヒド室内濃度±標準偏差は3.20±0.80ppm、1.16±0.36ppm、0.15±0.05ppmであった。2007年、2008年、2011年の順にホルムアルデヒド室内濃度が低下した。年度によって統計的有意差があった ($P<0.01$)。また、どの年度間においても統計的に有意な差があった。

2) 室温

各年度の平均室温±標準偏差は2006年度23.8±2.4°C、2007年度 25.9±1.3°C、2008年度23.3±1.6°C、2011年度22.7±1.2°Cであった。年度によって統計的に有意差があった ($P<0.01$)。さらに年度間を比較すると、2007年度と2011年度、2008年度と2011年度間で統計的に有意な差があった（どちらも $P<0.01$ ）。

3) 湿度

各年度の平均湿度±標準偏差は2006年度46.8±13.3%、2007年度 52.7±21.2%、2008年度67.5±13.2%、2011年度65.6±13.9%であった。年度によって統計的に有意差があった ($P=0.04$)。さらに年度間を比較すると、2006年度と2008年度の間で統計的に有意な差があった ($P=0.04$)。

4) 室内濃度と室温および湿度の相関

図4に、年度別のホルムアルデヒド室内濃度と室温の推移を示した。室温が高いほどホルムアルデヒド室内濃度が高く、両者の相関をみると、相関係数=0.68 ($P<0.01$)で、統計的に有意な正の相関があった。ホルムアルデヒド室内濃度と湿度の相関は、相関係数=-0.395 ($P=0.03$)、室温と湿度の相関は、相関係数=-0.42 ($P=0.02$)

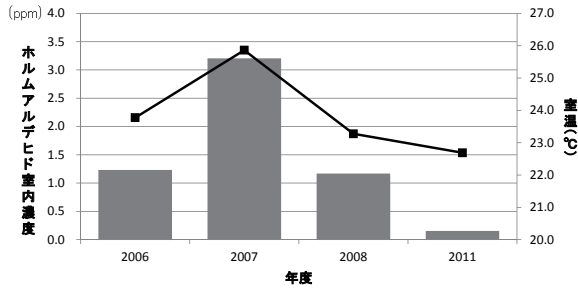


図4 室温とホルムアルデヒド室内濃度の年度比較

棒グラフはホルムアルデヒド室内濃度を、折れ線グラフは室温を表す

で、ホルムアルデヒド室内濃度、室温、湿度の三項目間それぞれで有意な相関があった。

IV. 考察

ホルムアルデヒド室内濃度低減のための様々な介入によってホルムアルデヒド室内濃度は変化した。設備上の濃度低減のための介入はないが、2006年度と2007年度の実習時期が異なっており、実習時期の移行によって室内濃度が増加した。この理由として期間中の平均室温の上昇が考えられた。ホルムアルデヒド濃度と気温との関係についての論文はこれまでに、我々の小学校校舎改装後の調査¹⁶⁾や市場¹⁷⁾らや田中ら¹⁸⁾の調査があり、温度が高いほどホルムアルデヒド濃度が高いことを報告している。これらの報告におけるホルムアルデヒド濃度は我々の濃度より低いが、今回の調査においても室温とホルムアルデヒド室内濃度の間に統計的に有意な正の相関があったことから、2007年度は2006年度より室温が高かったことがホルムアルデヒド室内濃度上昇につながったと考えられた。2008年の実習前の対策として、解剖実習前の献体のアルコール置換や換気設備の点検による換気性能の向上、および実習中以外にも実習室を低温に保つ対策を行った結果、ホルムアルデヒド室内濃度は大きく約2 ppm 低下した。しかし、当時のガイドライン値¹²⁾以下に低下させることはできなかった。菊田らの報告においても、最初の対策として、滅菌防腐溶液のホルムアルデヒド水

溶液濃度の低減、アルコール置換時間の長時間化、全体換気能の改善を実施した結果、実習中のホルムアルデヒド濃度を約3割しか低下させることはできなかった¹¹⁾。解剖学会による報告書でも局所排気型系統解剖学実習台を導入している大学が管理濃度以下になっていることから¹⁵⁾、ホルムアルデヒド濃度低減には局所排気装置が必要であった。これまで我々の大学で2006年から継続してきた測定結果から、大学側に低減対策として局所排気装置付解剖台の導入や全体換気設備の改築など大規模改修を行う要望書を提出し、法律の改正も重なって、2011年度に大規模改修が行われることとなった。大規模改修によって、以前の10分の1以下にまで室内濃度が減少した。国内の他大学の解剖実習中の対策前のホルムアルデヒド室内濃度測定や曝露濃度測定の結果^{1~5)}は、田中らは0.01~0.62 ppm (10月~12月の中で1日測定)、榎田らは0.596~1.38ppm (10~12月測定)、大道らは0.10~0.17ppm (4~5月測定)、水城らは0.06~1.5 ppm (11月~1月測定)、高柳らは0.48~1.11ppm (4~7月測定)であり、0.1ppm を超えていた。低減対策が行われた大学では局所排気装置付解剖台を導入した大学が多く、松田ら⁷⁾は導入前1.22 ppm から導入後0.158ppm に、篠田ら¹⁰⁾は全体換気だけであった導入前0.473ppm から導入後0.025 ppm に、菊田ら¹¹⁾は導入前1.386ppm から導入後0.041ppm に、ガス吸着分解装置付解剖実習台を導入した五十嵐ら⁸⁾は導入前0.3~1.0ppm から導入後0.1~0.3ppm に低下し、本大学と同様、いずれの大学も、局所排気装置付実習台の導入など大規模改修によってホルムアルデヒド室内濃度を低減できた。

本学における大規模改修による全体換気設備の改善については、実習室への給気をファンによって天井から取り入れた。改修前の給気は自然に入る空気だけであったため、室内が陰圧になり、換気が十分にできていなかった。今回の改修で機械により強制的に給気を行うことで、各実習台の排気がうまくいったことが濃度低減につながったと思われる。扇風機による天井からの新鮮空気の吹き下ろしによる対策を行った高柳らは以前の濃度

0.48~1.11ppm⁵⁾から0.11~0.44ppm⁹⁾に低下したことから、実習室全体の空気の流れを作ることが濃度低減につながる可能性が示唆された。

我々の測定では、すべての年度で室内中央1箇所しか測定を行わなかったため、実習室全体の濃度を代表しているとは必ずしもいえないが、どの年度もほとんど同じ場所で測定を行ったため、年度比較としては評価指標として十分使用できると考えた。

実習日による濃度差については、どの年度も解剖部位の順序はほとんど変わらないので、同じような濃度の高低の推移が見られた。開胸時、開腹時にどの年度も濃度が高くなっていったため、特にその部位の解剖の際は換気量を上げる、事前に濃度が高くなることを学生に知らせ保護具の着用を推奨する、ホルムアルデヒドが漏れないよう解剖していない部位はカバーで覆う、連続作業時間を減らすよう休憩時間や実習時間を変更するなど、ホルムアルデヒド曝露を低減させる特別な対策が必要である。以前我々は2006年度に比べ2007年度でホルムアルデヒド室内濃度が増加すると、実習終了後の学生の自覚症状の有症者割合も増加したことを報告した¹⁹⁾。よって、特にホルムアルデヒド室内濃度が上昇する日の対策の徹底が必要である。

作業管理に関する介入として、2007年度と2008年度に呼吸用保護具（活性炭マスクや防毒マスク）着用の推奨を行った。具体的には、ホルムアルデヒドの人体への有害性と呼吸用保護具等の着用の重要性を実習初回の説明会にて学生に説明し、保護具の種類や着用方法、実物を紹介した。実習開始後に学生は各自任意で保護具を準備し、着用した。アンケート調査から実際の学生のマスク着用率は、結果には示さなかったが、2006年度7.7%、2007年度38.2%、2008年度82.5%、2011年度46.3%と、介入を行った年度は前の年度より着用率が増加した。実習前の事前教育による効果が示唆された。2011年度は活性炭マスクや防毒マスク着用者以外はほとんど全員が市販の使い捨てマスク着用しており、濃度が低かったことがより軽度のマスク着用につながったと考えられたが、使い捨て

の紙マスクによるホルムアルデヒドの曝露予防効果は明らかではないため、本来の保護効果の高いホルムアルデヒド専用のマスクの推奨が今後必要であると考えられた。

最終的に我々は大規模改修によって大幅にホルムアルデヒド室内濃度を下げることができたが、2008年度の介入による効果も着目すべきである。実習前の献体のアルコール置換や、全体換気装置の点検や、全体換気の工夫による対策による濃度低減の報告^{5,11)}はあったが、室内を実習時間以外も常に低温に保ったことも、2008年度の濃度低下に寄与している可能性があり、これはホルムアルデヒド室内濃度低減対策として大規模な改修が望めない施設でも実現可能なものであり、新たな提案であることが示唆された。また、湿度とホルムアルデヒド室内濃度の関連については、弱い正の相関があるという報告があり^{17,18)}、今回の我々の結果は反対であった。ホルムアルデヒド室内濃度を下げするための対策として湿度をどのように保つかにしては今後の検討課題であるといえる。

発生源の改善として、2006年から2008年において実習後に防腐のために散布する試薬としてホルムアルデヒドではなくメタノールおよびフェノールを使用した。また、2008年には実習前の献体のメタノール置換を行った。メタノールの日本産業衛生学会による許容濃度は200ppm²⁰⁾、人に対するメタノール毒性は経口摂取による中毒の症例が最も多く報告されているが、非致死量で中枢神経作用や眼の傷害を起こし失明する場合があるとされている²¹⁾。フェノールの許容濃度は5ppm²⁰⁾、ヒトのフェノール中毒では、昏睡、低体温、血管収縮の喪失、心筋抑制、呼吸停止などの全身作用が現れる²²⁾。我々が2006年度の解剖実習において検知管で測定した実習終了時のメタノール濃度は20~50ppm、フェノール濃度は0.21~0.51ppmで、どちらも許容濃度以下であった。しかし、それ以降はメタノールおよびフェノールの測定を行っておらず、今後、学生の実習中の不快症状の訴えがホルムアルデヒドだけによるものとは言い切れない。2011年度は献体の前処置や実習後の散布にメタノールおよびフェノールのどちらも

使用されていなかったが、今後の実習において使用する場合はこれらの物質による影響にも注意を払う必要がある。

2006年からホルムアルデヒド室内濃度測定を開始してから、学生において解剖実習が原因と思われるようなシックハウス症状を呈し、実習を継続できなくなる学生はいなかった。また、2008年度の実習終了半年後に学生への自覚症状調査を行ったが、半年後も症状が継続している学生はいなかった。

段階的介入によって室内濃度が低下し、介入の効果があったことがわかったが、ホルムアルデヒド室内濃度が高い日がある点、学生の保護具着用品が不徹底である点等の問題点は残されており、今後もさらに調査を継続し、換気設備の維持管理を適切に行うことで、より安全な実習が行えるよう対策を続けていきたい。

文献

- 田中かづ子、西山慶治、八木沼洋行、佐々木昭彦、前田享史、金子信也、大波哲雄、田中正敏. 解剖学実習室内空気中ホルムアルデヒドとその対策に関する調査. 解剖誌 78 : 43-51, 2003
- 樺田尚樹、中島民治、菊田彰夫、川本俊弘、嵐谷奎一. 解剖学実習室における気中ホルムアルデヒド濃度評価と自覚症状調査. 産業医大誌 26 : 337-348, 2004
- 大道公秀、松野義晴、門田朋子、国府田正雄、前川眞見子、外山芳郎、小宮山政敏、戸高恵美子、深田秀樹、立木幸敏、河野俊彦、森千里. 千葉大学における肉眼解剖実習のホルムアルデヒド濃度に関する一考察. 臨環境医 14 : 112-118, 2005
- 水城まさみ、津田富康. 人体解剖実習中のホルムアルデヒド曝露による身体症状発現とアトピー性素因との関連について. アレルギー 50 : 21-28, 2001
- 高柳雅朗、酒井真、石川陽一、村上邦夫、木村明彦、角田幸子、佐藤二美. 肉眼解剖学実習における医学生呼吸域のホルムアルデヒド濃度. 解剖誌 82 : 45-51, 2007
- Yamato H, Nakashima T, Kikuta A, Kunugita N, Arashidani K, Nagafuchi Y, Tanaka I: A novel local ventilation system to reduce the levels of formaldehyde exposure during a gross anatomy dissection course and its evaluation using real-time monitoring. J. Occup. Health. 47: 450-453, 2005
- 松田正司、長谷川雅則、室大明、浅野博、濱田文彦、下川哲哉、宮脇恭史、鍋加浩明、脇坂浩之、浜井盟子、小林直人. 学生の症状とホルムアルデヒドガス濃度からみた解剖実習室内の局所換気装置の効果. 解剖誌 84 : 103-109, 2009
- 五十嵐由里子、佐竹隆、佐々木佳世子、松野昌展、中山光子、桜井滋、野木隆久、静島昭夫、高橋昌巳、大関沙織、ロシャンピーリス、長谷川雅則、浅野博、室大明、金澤英作. 日本大学松戸歯学部における解剖実習室の環境改善例. 日大口腔科学 33 : 73-80, 2007
- 高柳雅朗、酒井真、石川陽一、村上邦夫、木村明彦、角田幸子、佐藤二美. 天井吸気口から冷やされた新鮮空気の吹き下ろしによる肉眼解剖学実習時の医学生呼吸域でのホルムアルデヒド曝露濃度低減の試み. 解剖誌 83 : 87-93, 2008
- 篠田晃、大庭淳. 新しく開発した解剖学実習台連結型局所給排換気システムの実習室内ホルムアルデヒド低減効果. 解剖誌 85 : 5-15, 2010
- 菊田彰夫、大和浩、樺田尚樹、中島民治、林春樹. 局所排気による系統解剖学実習時のホルムアルデヒド曝露防止 — 安全で快適系統解剖学実習環境の実現 —. 解剖誌 85 : 17-27, 2010
- <http://www.mhlw.go.jp/houdou/2002/03/h0315-4.html> (2011.4.7)
- 許容濃度の暫定値(2007年度)の提案理由(ホルムアルデヒド). 産衛誌 49 : 175-181, 2007
- <http://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzeneisei17/index.html> (2011.4.7)
- 解剖学会 FA 濃度規制に関するアドホック委員会. 系統解剖学実習室・解剖体処置室等におけるホルムアルデヒド対策に関するアンケート調査(緊急)報告書. 2008
- 原邦夫、森美穂子、石竹達也、原田幸一、魏長年、大森昭子、上田厚. 校舎改装後2年間の小学校教室内ホルムアルデヒドおよびVOCsの気中濃度の経時変化. 室内環境学会誌 9 : 97-103, 2007
- 市場正良、高橋達也、山下善功、高石恵子、西村晃一、蒲池将史、近藤敏弘、松本明子、上野大介、宮島徹. 佐賀環境フォーラムにおけるシックスルー問題への取り組み. 日衛誌 64 : 26-31, 2009
- 田中かづ子、岸玲子、西條泰明、中山邦夫、森本兼曩、瀧川智子、柴田英治、力寿雄、吉村健清、田中正敏. シックハウス症候群と住まい方 — 居住環境にかかわる疾病予防 —. 厚生指標 56 : 24-31, 2009
- 森美穂子、原邦夫、石竹達也、嵯峨堅、山本宏一. 系統解剖学実習におけるホルムアルデヒド室内濃度

- 測定および医学生の自覚症状調査. 臨環境医 17 :
13-20, 2008
- 20) 日本産業衛生学会. 許容濃度の勧告 (2011年度). 産
衛誌 53 : 177-209, 2011
- 21) Lington AW, Bevan C : メタノール. Clayton GD,
Clayton FE (eds) : 化学物質毒性ハンドブックIV、
丸善株式会社. 2000、pp96-102
- 22) Ralph E. Allan : フェノール. Clayton GD, Clayton
FE (eds) : 化学物質毒性ハンドブックII、丸善株式
会社. 2000、pp271-278