

原 著

## 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

森 美穂子<sup>1)</sup> 原 邦夫<sup>1)</sup> 石竹 達也<sup>1)</sup>  
嵯 峨 堅<sup>2)</sup> 山 木 宏一<sup>2)</sup>

1) 久留米大学医学部環境医学講座

2) 久留米大学医学部解剖学講座 (肉眼・臨床解剖部門)

## Research on indoor levels of formaldehyde and subjective symptoms in medical students during a gross anatomy dissection course

Mihoko Mori<sup>1)</sup> Kunio Hara<sup>1)</sup> Tatsuya Ishitake<sup>1)</sup>  
Tsuyoshi Saga<sup>2)</sup> Koichi Yamaki<sup>2)</sup>

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

2) Department of Anatomy, Kurume University School of Medicine

### 要約

解剖実習で学生や教員は高濃度のホルムアルデヒドに曝露される。本研究の目的はホルムアルデヒド曝露濃度を増加させる因子を明らかにし、曝露低減対策を立てることである。実習中の室内濃度、学生や教員の曝露濃度および自覚症状を2006年と2007年に調査した。2006年、2007年前半、2007年後半の平均室内濃度は1.07、2.27、1.60 (ppm)、平均曝露濃度は同様に1.53、2.95、2.57 (ppm)であった。室内濃度は曝露濃度や室温と正の相関があった。室内濃度、曝露濃度およびほとんどの自覚症状訴え率は2006年より2007年の方が高かった。実習終了半年後に症状がある学生はほとんどいなかった。よって、高い室内濃度によって刺激症状が増加したことが示唆された。また、ホルマリンをメタノールに変えると室内濃度は低減した。換気量の増加、個人保護具の徹底も含め、系統解剖学実習の早急な改善が必要である。

(臨床環境17: 13~20, 2008)

《キーワード》系統解剖学実習、ホルムアルデヒド、室内濃度、曝露濃度、自覚症状

受付: 平成20年1月11日 採用: 平成20年4月3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: January 11, 2008 Accepted: April 3, 2008

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

## Abstract

Medical students and instructors are exposed to high levels of formaldehyde during a gross anatomy dissection course. This study aimed to clarify the factors increasing formaldehyde exposure levels and to discover countermeasures to reduce formaldehyde exposure. We measured the indoor formaldehyde levels and the formaldehyde exposure levels in 2006 and 2007. We evaluated the prevalence rate of subjective symptoms among students. The mean indoor formaldehyde levels in 2006, early 2007 and late 2007 were 1.07, 2.27 and 1.60 ppm, respectively. The mean formaldehyde exposure levels in 2006, early 2007 and late 2007 were 1.53, 2.95 and 2.57 ppm, respectively. The indoor formaldehyde levels were positively correlated with the formaldehyde exposure levels and room temperature. The indoor formaldehyde levels, the formaldehyde exposure levels and the prevalence rate of most subjective symptoms were higher in 2007 than in 2006. Few students had symptoms after 6 months of the dissection course. These findings suggest that high indoor formaldehyde levels resulted in an increase in the irritative symptoms. In addition, we discovered that the indoor formaldehyde levels could be reduced by using methanol solution instead of formalin for preventing decomposition. It is necessary to improve the indoor environment during a gross anatomy dissection course by increasing the ventilation air volume of the room and by providing personal protective equipment.

(Jpn J Clin Ecol 17 : 13~20, 2008)

---

《Key words》 gross anatomy dissection course, formaldehyde, indoor levels of formaldehyde, levels of formaldehyde exposure, subjective symptoms

---

## I. 緒言

医学生や教員は系統解剖学実習の際、御遺体から揮発する高濃度のホルムアルデヒドによる粘膜刺激症状や頭痛などの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数ヶ所の大学で行われ<sup>1~5)</sup>、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を実施した大学もある<sup>6)</sup>。

本研究では、解剖実習中のホルムアルデヒド実習室内濃度、学生及び指導教員の曝露濃度測定および実習を受けた学生に対して質問紙による自覚症状調査を行い、系統解剖学実習の環境改善および学生や教員のホルムアルデヒドへの曝露低減対策の立案を目的とした。

## II. 方法

### 1. 実習日および測定日

系統解剖学実習は、2006年度は医学部医学科2年生110名を対象に、2006年9月25日~2007年1月10日の毎週月曜~水曜の午後39回行われた。そのうち33回ホルムアルデヒド測定を行った。2007年度は医学科2年生106名を対象に2007年4月9

日~7月18日までの毎週月曜~水曜の午後38回行われ、そのうち毎週月曜日12回測定を行った。2006年度のデータの中から、2007年度の測定日とほぼ同じ部位の解剖日のデータのみ解析に使用した。御遺体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27体の御遺体を使用した。御遺体固定や毎回の実習終了時に御遺体の腐敗やカビを防ぐ目的で散布するホルマリンは10%ホルマリン溶液(ホルムアルデヒド濃度3.7%)を使用した。

### 2. ホルムアルデヒドの測定

#### 1) 実習中のホルムアルデヒド室内濃度

解剖実習室中央1ヶ所で、実習開始30分~1時間後から、携帯型ポンプGSP-250FT(ガステック社製)で床上1mの試料空気を0.5l/minで30分間吸引し、GL-Pak mini AERO DNPH(ジールサイエンス社製)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。また、毎回の実習終了時に散布する試薬は、2006年度がメタノール溶液、2007年度は実習時期の気温が高くなることを考慮して、4月~5月はホルマリンを使

用したが、ホルムアルデヒドの臭いがきつかったため、6月～7月はメタノール溶液に変更した。よってホルムアルデヒド室内濃度を4月～5月(以下、2007年度前半とする)と6月～7月(以下、2007年度後半とする)にわけて、平均値を比較した。

#### 2) 実習中のホルムアルデヒド曝露濃度

2006年度は男子学生2名に毎回、2007年度は解剖実習の室内環境測定を行った教員1名に対して毎週月曜日の12回、また、5月14日および5月28日に、男子学生12名および解剖実習指導教員3名に対して、DNPHパッシブガスタンク(アルデヒド・ケトン用) SHIBATA 8015-075(柴田科学社製)を呼吸域に近い被験者の胸元に、解剖実習室に在室中装着させた。HPLCによってホルムアルデヒド曝露濃度から、実習日ごとに測定した者全員の平均値を算出した。測定で用いた試薬は、アセトニトリルは和光純薬社製、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を用いた。

#### 3. 実習室内温熱環境測定および換気状態

2006年度、2007年度とも、実習室内の温熱環境測定は、実習室内中央位置の床上約1.5mで、温度および気流を風速計ISA69(柴田科学社製)で、湿度を温湿度計TRH-CZ(SHINYEI社製)で1日1回測定した。実習室の室内容積は1,133 m<sup>3</sup>、換気回数は両年度とも23.3回/時間であった。

#### 4. 質問紙調査

実習を受ける医学生に対し、初日の実習開始前に現在の健康状態やアレルギー症状、具体的な自覚症状についての質問紙を用いて回答させ、性別や年齢の項目で欠損がない者2006年度106名(そのうち男子学生64.2%)、2007年度101名(男子80.2%)のデータを分析に用いた。

実習期間終了後、実習期間中の自覚症状、実習前後のアレルギーの変化、実習中の保護具の着用状況、未着用の理由について質問紙を用いて回答させ、欠損値のない者2006年度104名(男子63.5%)、2007年度102名(男子81.4%)のデータを分析に用いた。

追跡調査として、2006年度に実習を受けた学生100名に対して実習終了半年後に、自覚症状の有無を尋ねる質問紙調査を行った(完全回答率98.0%)。

#### 5. 統計解析

ホルムアルデヒド室内濃度、曝露濃度および室温の年度比較はt検定を行った。性別、男女別自覚症状訴え率、実習前の自覚症状訴え率、実習中に強くなった自覚症状、実習前のアレルギーの割合の年度比較、および実習前と実習終了半年後のアレルギーの割合の差は $\chi^2$ 検定を用いて検定し、有意水準を $p < 0.05$ とした。すべての統計解析はSPSS(ver.11.5J)を用いた。

#### 6. 倫理的配慮

本研究は久留米大学倫理委員会の承認を得て行われた(研究番号06080)。調査対象者に、説明文書に沿って、研究目的、調査内容と方法、調査参加は自由意志であること、倫理的事項を説明し、同意書への署名をもって調査への同意とみなした。

### III. 結果

#### 1. 測定結果の比較

##### 1) ホルムアルデヒド室内濃度およびホルムアルデヒド曝露濃度

ホルムアルデヒド室内濃度とホルムアルデヒド曝露濃度の推移を年度別に示した(図1)。また、2006年度、2007年度前半、2007年度後半の各平均ホルムアルデヒド室内濃度±標準偏差は1.07±0.27ppm、2.27±0.51ppm、1.60±0.31ppmであった。ホルムアルデヒド曝露濃度±標準偏差は2006年度1.53±0.50ppm、2007年度前半2.95±0.96ppm、2007年度後半2.57±0.27ppmであった。ホルムアルデヒド室内濃度も曝露濃度も2006年度より2007年度の方が統計学的に有意に高かった。

ホルムアルデヒド室内濃度と曝露濃度の相関係数は2006年度0.70、2007年度0.77で、どちらも統計的に有意な正の相関がみられた。

##### 2) 室温

異なる年度の室温を比較した(図2)。室温±標準偏差は2006年度23.1±1.4℃、2007年度24.8±2.1℃で、統計学的に有意差があった。2006年度

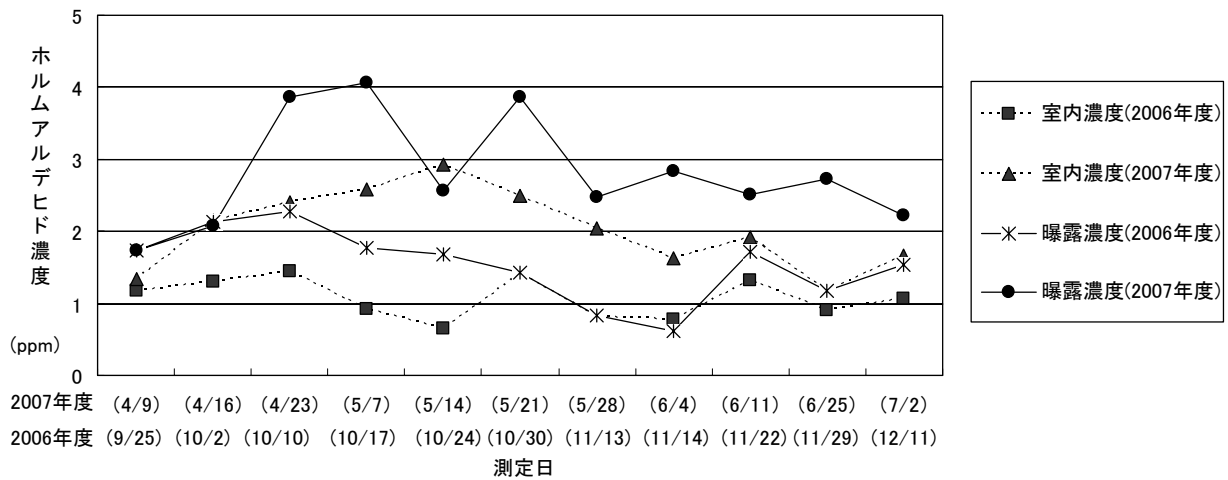


図1 ホルムアルデヒド室内濃度および曝露濃度の年度比較

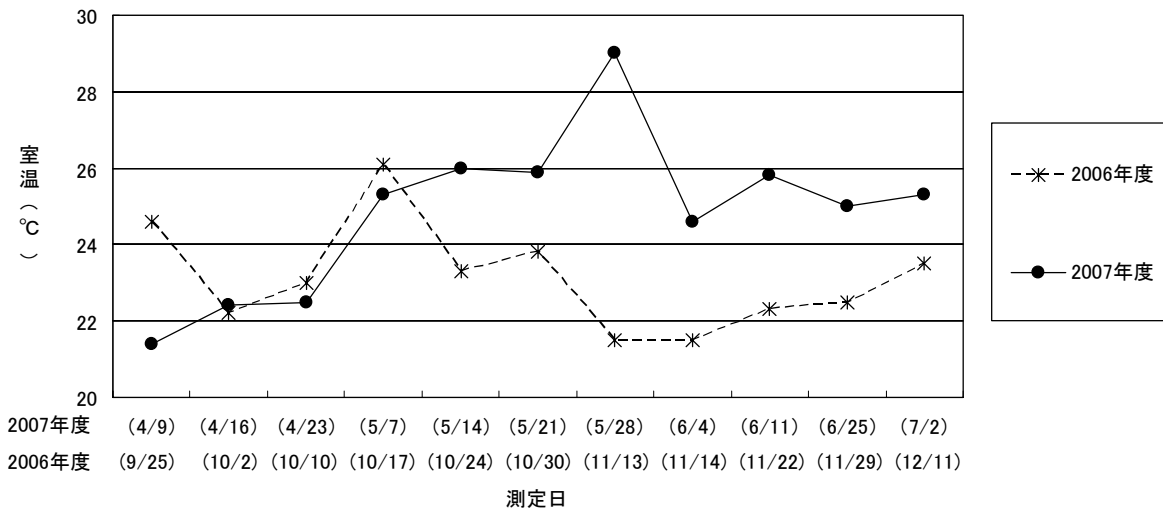


図2 室温の年度比較

と2007年度を通して、室温と室内ホルムアルデヒド濃度の間に統計的に有意な正の相関がみられた(相関係数0.46,  $p < 0.05$ )。

## 2. 質問紙調査

### 1) 自覚症状訴え率の年度比較

実習前の自覚症状訴え率を年度別に比較すると、「眼が乾く」「喉が渇く」「めまい・たちくらみ」「疲れやすい」「身体がだるい」の2006年度の訴え率は2007年度より統計学的に有意に高かったが、その他の自覚症状は2006年度と2007年度で差はな

かった(図3)。

実習前より実習中に強くなった自覚症状の訴え率を年度別に比較した(図4)。ほとんどの自覚症状訴え率は2007年度の方が高く、「眼がチカチカする」「臭いの感じが変わった」「喉がヒリヒリする」「喉がつかえる」「喉が痛い」「喉が渇く」「咳こみやすい」「頭が重い」「疲れやすい」「身体がだるい」は2006年度より2007年度の方が統計的に有意に高かった。男女別に実習中に強くなった自覚症状訴え率を比較すると、2006年度は「眼が

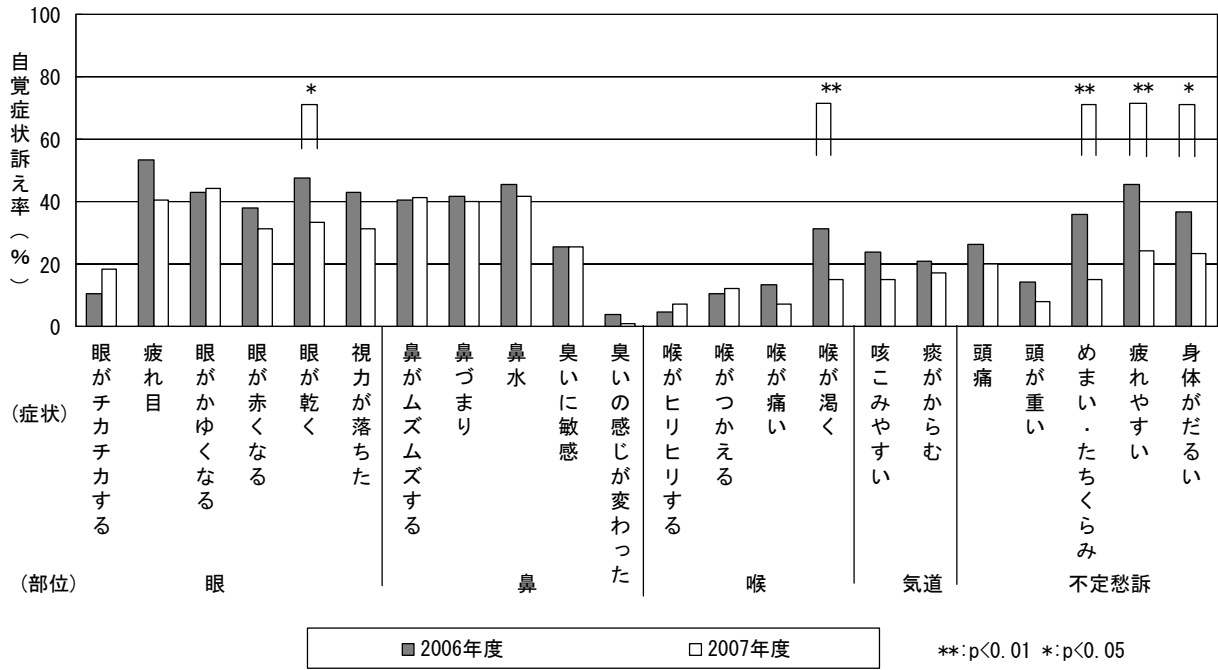


図3 実習前の自覚症状訴え率

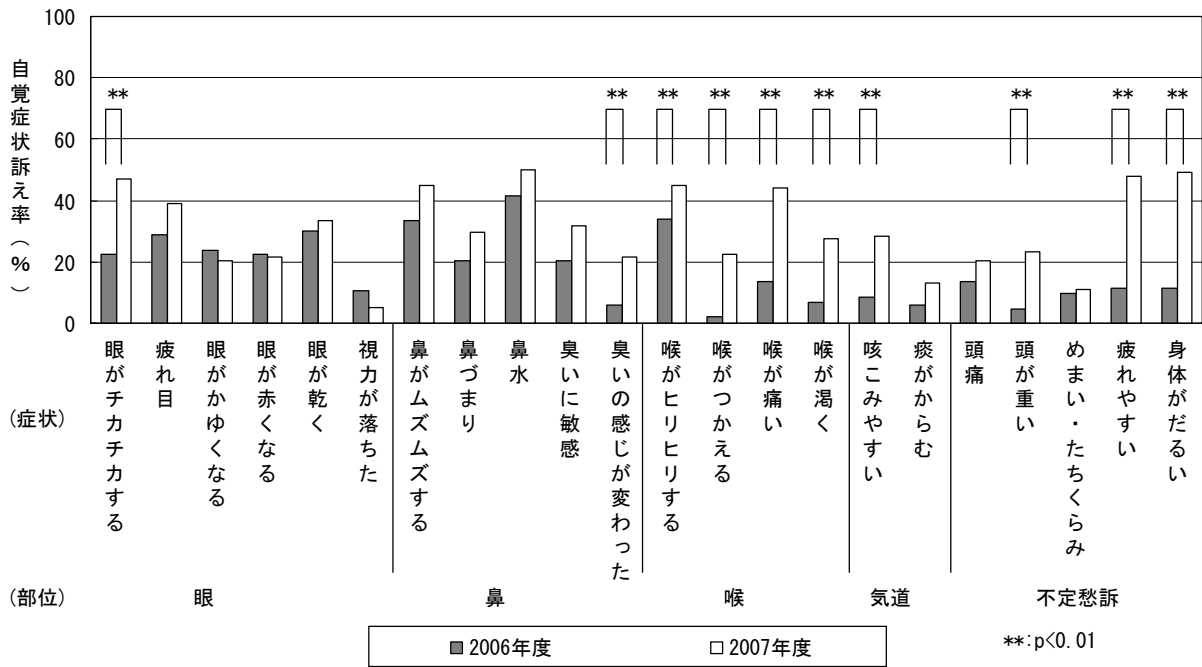


図4 実習前より強くなった実習後の自覚症状訴え率

表1 質問紙調査によるアレルギーの状況

|             | 2006年度    |           | 2007年度      |             |
|-------------|-----------|-----------|-------------|-------------|
|             | 実習前       | 実習終了半年後   | 実習前         | 実習直後        |
| アレルギー1つ以上あり | 52(50.0%) | 30(30.6%) | 53(52.5%)   | 50(49.0%)   |
| (内訳)        |           |           |             |             |
| 気管支喘息       | 7(6.7%)   | 7(6.7%)   | 2(2.0%)     | 2(2.0%)     |
| アトピー性皮膚炎    | 11(10.6%) | 8(7.7%)   | 12(11.9%)   | 10(9.8%)    |
| かぶれ         | 2(1.9%)   | 0(0.0%)   | 4(4.0%)     | 1(1.0%)     |
| 花粉症         | 18(17.3%) | 10(9.6%)  | 18(17.8%)   | 15(14.7%)   |
| アレルギー性鼻炎    | 30(28.8%) | 13(12.5%) | 25(24.8%)*2 | 28(27.5%)*2 |
| アレルギー性結膜炎   | 5(4.8%)   | 5(4.7%)   | 9(8.9%)     | 7(6.9%)     |
| 食物アレルギー     | 5(4.8%)*1 | 1(1.0%)   | 0(0.0%)*1   | 3(2.9%)     |
| じんましん       | 3(2.9%)   | 4(3.8%)   | 2(2.0%)     | 5(4.9%)     |
| その他         | 4(3.8%)   | 5(4.8%)   | 1(1.0%)     | 2(2.0%)     |

\*1 異なる年度で統計的な有意差あり

\*2 同年度で実習前と直後で統計的な有意差あり

赤くなる」が女子より男子で高く、2007年度は「眼が乾く」「頭痛がする」「頭が重い」が男子より女子で高かった。

#### 2) 実習前のアレルギーの年度比較および実習後のアレルギーの重症度の変化

2006年度、2007年度の実習前のアレルギーの割合を比較すると、食物アレルギー以外は両年度の割合に統計学的な有意差はなかった(表1)。実習後のアレルギーの重症度の変化は「実習前よりひどくなった」が2006年度17.3%、2007年度24.0%、「実習前とあまり変わらない」が2006年度82.7%、2007年度74.0%であった。2007年度において、実習前と直後のほとんどのアレルギー症状の割合はあまり変わらなかったが、アレルギー性鼻炎の割合に統計学的な有意差があった。(表1)。

#### 3. 追跡調査

実習終了半年後の粘膜刺激症状は、「現在もある」3名(3.1%)、「実習中あったが現在は無い」53名(54.1%)、「実習後しばらくあったが現在は無い」2名(2.0%)、「実習前からそのような症状はない」36名(36.7%)、無回答が4名であった。症状は解剖実習が引き金であるかは、47名中42名(89.4%)が「大いに」または「少し思う」と回答した。

1つ以上のアレルギーがある人は30名(30.6

%)であった(表1)。

#### IV. 考察

異なる年度にわたって行ったホルムアルデヒド測定では、2006年度より2007年度の方がホルムアルデヒド室内濃度、曝露濃度ともに高かった。この理由として室温および実習終了後にカビや乾燥を防ぐために御遺体に散布する試薬の影響が考えられた。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<sup>7)</sup>や大塚<sup>8)</sup>らの調査があり、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。我々の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。実習終了時に散布する試薬については、メタノール溶液を使用した2006年度および2007年度後半より、ホルマリンを使用した2007年度前半の方が室内濃度が高かったことから、散布する試薬にホルマリンを使用したことも2007年度の室内ホルムアルデヒド濃度上昇の一因であることが考えられた。なお、大道らは<sup>1)</sup>、解剖実習中の個人曝露濃度は室内濃度より高いことを示し、今回の我々の結果も同じであり、

曝露濃度と室内濃度の間に正の相関関係があった。

他大学の解剖実習中のホルムアルデヒド室内濃度測定や曝露濃度測定結果<sup>1~3)</sup>は我々と同程度だが、低減対策が行われた大学では0.05ppm など<sup>6)</sup>と大変低く、本大学では早急な濃度低減対策が必要である。

発生源の改善として、ホルムアルデヒド代替品の使用が挙げられる。今回の結果から、実習終了時に散布する腐敗防止用溶剤をメタノールに変えたことで、同じ室温でも室内濃度を低減することができたため、腐敗防止用溶剤にホルマリンを使用しないことが改善策の一つである。メタノールの日本産業衛生学会による許容濃度は200ppmで<sup>9)</sup>、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し失明する場合があるとされている<sup>10)</sup>。しかし、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40~50ppmで、許容濃度以下であることから、メタノール溶液はホルマリンの代替品として妥当であると考えた。

次に考えられる改善は実習中の換気量を増やすことであり、現在の吸入口を広げた上で、現状の排風機の回転数を上げるもしくは性能の高い新しい排風機を導入するなどの設備の改善が考えられる。

これらの作業や設備上の改善を行った上で、曝露低減対策として、保護具着用が必須であり、実習の最初から最後まで着用することが大切である。我々の集団のホルムアルデヒド用防毒マスクおよびゴーグルの着用者割合(実習期間中1回以上)は、2006年度は各々7.7%、15.4%、2007年度は11.8%、13.7%であり、90%の学生が保護具着用によって症状が軽減したと回答した。より多くの学生に保護具を着用させるための具体的方法として、ホルムアルデヒドの健康有害影響やこれまでの測定結果から保護具の重要性や効果を示すことが必要である。

実習後の質問紙調査結果より、実習中強くなった自覚症状のほとんどの訴え率は2006年度より2007年度の方が増加し、いくつかは統計的に有意

であった。しかし、実習前のアレルギーの割合を年度別に比較すると、食物アレルギーを除くすべてのアレルギーで統計学的な有意差がなかった。よって、2007年度の自覚症状訴え率の増加はホルムアルデヒド室内濃度や曝露濃度の増加でホルムアルデヒドによる刺激症状が出現し、ホルムアルデヒド室内濃度と自覚症状訴え率の間に量反応関係があることが示唆された。

自覚症状の訴えに対する性別の影響については、一般に女性は男性より有害環境因子に対する訴えが多い<sup>11,12)</sup>ため、2006年度と2007年度の学生の男女比の違いが訴え率に影響することが考えられた。図3に示したいくつかの実習前の自覚症状訴え率が2007年度より2006年度の方が高かったのは2006年度に女性が多いためであることが考えられた。しかし、図4の実習中に強くなった自覚症状訴え率のほとんどは2007年度の方が高かったことから、実習中の自覚症状は男女比の影響以上に室内濃度が高いことが影響したことが示唆された。

Takahashiら<sup>4)</sup>の解剖実習期間終了後の自覚症状の割合を検討した結果は、我々の集団のアレルギーの割合と大きな違いはなかった。また、ホルムアルデヒド室内濃度は我々の2007年度の濃度と同レベルであった。

実習終了半年後の追跡調査で、実習中に自覚症状を訴えたほとんどの学生は、実習後は症状が消失し、アレルギー症状の程度も弱くなっていた。しかし、花粉症や鼻炎や結膜炎などのアレルギーは季節によって症状が異なることが考えられ、実習終了半年後の調査時期はアレルギー症状が軽減している可能性があり、継続した観察が必要である。

今回の質問紙調査によって得られた症状は、実習期間終了後に実習中を振り返って回答した自覚症状であるため、思い出しバイアスが含まれる可能性があった。また、ホルムアルデヒド室内濃度測定は1日1回ではなく、実習時間開始前も行い、前日の実習終了後から次の実習開始までの換気システムの効果を検討するべきであった。これらの限界点はあったものの、今回の異なる年度にわたる質問紙調査およびホルムアルデヒド測定から、

ホルムアルデヒド室内濃度や曝露濃度の高い年は自覚症状訴え率が高いという知見が得られた。

解剖実習の環境改善によって、学生や教員の身体への影響および自覚症状を軽減し、学生が集中して実習に臨める環境を提供することが必要である。

## 文献

- 1) 大道公秀, 松野義晴, 他: 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. 臨床環境14: 112-118, 2005
- 2) 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言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
- 3) 田中かづ子, 西山慶治, 他: 解剖学実習室内空气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
- 4) Takahashi S, Tsuji K, et al: Prospective study of clinical symptoms and skin test reactions in medical students exposed to formaldehyde gas. J Dermatol. 34: 283-289, 2007
- 5) 樺田尚樹, 中島民治, 他: 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. J UOEH 26: 337-348, 2004
- 6) Yamato H, Nakashima T, et al: 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
- 7) 原邦夫, 森美穂子, 他: 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
- 8) 大塚健次, 松村年郎, 他: 居住環境内における化学物質汚染の実態調査. 室内環境学会誌5: 23-35, 2002
- 9) 鎌田俊男: メタノール. 日本産業衛生学会(編): 許容濃度提案理由書集, 1994, pp236
- 10) Benya TJ, Knaak JB, et al: メタノール. Clayton GD, Clayton FE(eds): 化学物質毒性ハンドブックIV, 2000, pp96-102
- 11) 北條祥子, 石川哲, 他: 日本の化学物質過敏症患者の臨床的特徴 — 性別、年齢、発症要因、アレルギー疾患、自覚症状、他覚的臨床検査結果 — . 臨床環境医学16: 104-116, 2007
- 12) 瀧川智子: 化学物質による室内環境汚染とシックハウス症候群. 日本職業・災害医学会会誌54: 193-199, 2006