尿中排泄された抗がん剤のトイレにおける 飛散性に関する実験的検討

佐藤 淳也^{*1,2,3}, 大久保春香¹, 佐々木 ゆうき¹, 横井 誠⁴, 荻野沙也佳⁴, 工藤賢三^{1,2}

岩手医科大学薬学部 臨床薬理学講座¹, 岩手医科大学附属病院 薬剤部²

静岡県立静岡がんセンター 薬剤部³, フタムラ化学株式会社 機能グループ⁴

Experimental Study about Scattering Characteristics in the Lavatory of Urinary Excreted Anticancer Drugs

Junya Sato^{*1,2,3}, Haruka Ohkubo¹, Yuki Sasaki¹, Makoto Yokoi⁴, Sayaka Ogino⁴ and Kenzo Kudo^{1,2}

School of Pharmacy Department of Clinical Pharmaceutics, Iwate Medical University¹,

Department of Pharmacy Iwate Medical University Hospital², Department of Pharmacy, Shizuoka Cancer Center³,

Functional Group, Futamura Chemical Co, Ltd⁴

〔 Received March 27, 2017 〕
〔 Accepted May 5, 2017 〕

Urine containing anticancer drugs may be scattered outside the toilet bowl during urination, and these drugs may be spread when they are stepped on. The scattering of urine droplets is dependent on the shape of the toilet bowl, contact point of the urine with the toilet bowl, and the posture assumed for urination. However, this concept has not been well investigated. In this study, we investigated the scattering of urine using fluorescent dye in a urinal and a Western-style toilet.

To represent urination in the standing position, we sprayed a fluorescein solution on the wall or the bottom of a urinal. We modeled urination in the standing and sitting positions in a Western-style toilet by spraying fluorescein into the toilet bowl and in three spots around the toilet bowl. The number of droplets, area, scattering distance, and scattering area around the toilet bowl were measured optically.

The droplet scattering was more extensive around the toilet bowl when the liquid was aimed at the bottom of the urinal and the front edge bottom of the water in the Western-style toilet. There was no droplet scattering when using the Western-style toilet in the sitting position.

If a male patient receiving chemotherapy urinates in the standing position, the anticancer drug will spread through scattered urine and become an environmental pollutant. Therefore, it is important to instruct male patients to urinate in a sitting position when using a Western-style toilet.

Key words — anticancer drug contamination, urinary excretion, toilet bowl, scattering characteristics

緒 言

医療従事者や患者家族の抗がん剤曝露が健康被害に繋がるものとして問題となっている。これら曝露の経路としては、抗がん剤の調製から投与ルート管理、これらの廃棄に至る過程で生じる抗がん剤の拡散とその吸入、皮膚接触、偶発的な経口摂取が想定されている（<https://www.cdc.gov/>

niosh/docs/2004-165/pdfs/2004-165.pdf, 2017 年 3 月 15 日）。また、抗がん剤投与を受けた患者から 48 時間以内に生じる排泄物（尿や便、唾液、汗、血液など）には、抗がん剤が含まれる。¹⁾ 特に、排泄量が多い尿は、排泄物のなかで最も抗がん剤を含む可能性があり、その易飛散性からも重要な汚染拡大源として懸念される。トイレにおける抗がん剤汚染の実態として、森本らは病院内の外来

*〒411-8777 静岡県駿東郡長泉町下長窪1007番地

化学療法室付近のトイレにおける白金 (platinum: Pt) 汚染を調査している。²⁾ その結果, 男子用小便器周囲床の Pt 汚染が顕著であった。さらに, Yuki らは, 女性がん患者の自宅トイレの汚染を調査している。³⁾ その結果, 全ての患者において, 便座シートおよびトイレ床面からシクロホスファミド水和物 (cyclophosphamide: CPA) を検出した。さらに, これら CPA 投与を受けた乳がん患者と共に暮らす家族の尿サンプルのうち, 半数の家族の尿から CPA が検出されたと報告している。⁴⁾ 従って, 尿を介した抗がん剤汚染の拡散に対しては, 曝露対策を講じることが重要である。

がん薬物療法における曝露対策合同ガイドラインでは, 1) 患者が排尿時に男女とも洋式便器を使う, 2) 男性も座位で排尿を行う, 3) 水洗便器の蓋を閉めてからフラッシュすること, 4) 抗がん剤投与患者専用のトイレを設けることが推奨されている。⁵⁾ しかしながら, トイレにおける尿の飛散は, 男女による排尿時の体位 (座位または立位), 便器の形態 (男性用便器または洋式便器, 和式便器), 尿の滴下位置などによって左右されるものと思われるが, その基礎的データは報告されていない。そこで, 男性用便器および洋式便器において, 蛍光色素水を用いた実験的な尿の飛散

性を調査した。また, 各便器において得られた蛍光色素水の飛散液量と文献的に得られた尿中抗がん剤排泄量から, 抗がん剤の汚染量および単位面積あたりの汚染密度を推定した。

方 法

1. 各種トイレにおける蛍光色素水の飛散性

実験には, 男性用便器 (U307C 型; TOTO (株), 福岡) およびフラッシュタンク式の洋式便器 (CS230B 型; TOTO (株)) を用い, 図 1 のような装置を構成した。つまり, 固定台の上 (高さ 160 cm) に設置した漏斗に, 既報⁶⁾ を参考に蛍光色素水として 0.1 mg/mL に調製したフルオレセイン水溶液 (フルオレサイト静注 500 mg, 日本アルコン (株), 東京) 500 mL を入れ, 尿道径に類した口径 5 mm のシリコンチューブから各便器に滴下した。この条件での流速は, ウロフロメトリーにより規定される成人の正常排尿 (最大排尿速度 25 mL/秒以上かつ平均排尿速度 15 mL/秒以上) を再現した。⁷⁾ つまり, フルオレセイン水溶液の滴下開始から流速は徐々に増加し, 4 秒で最大 (32.6 mL/秒) となり, この速度が 12 秒程度維持され, 以後減少する凸型カーブとした (平均流速

図 1 男性用便器および洋式便器における各使用方法での薬液滴下方法
A: 男性用便器 (立位), B: 洋式便器 (立位), C: 洋式便器 (座位)

図2 男性用便器および洋式便器における蛍光色素水の滴下位置

A：男性用便器，B：洋式便器

25.1 mL/秒)。また、フルオレセイン水溶液は、男性が立位で排尿する場合を想定し、高さ 80 cm から男性用便器の壁と底（図 2A）、洋式便器の水溜奥壁、水溜内、水溜手前底に向けて滴下した。また、洋式便器を座位で使用する場合を想定し、実験者が座った条件で水溜手前壁に向けて滴下した（図 2B）。便器周囲には、白色模造紙（100 × 100 cm）を敷き、飛散した色素の飛沫は、暗室状態でブラックライト（FL20SBLB；東芝ライテック（株），神奈川）を照射し、発する蛍光をデジタルカメラで撮影した。この画像は、既報⁸⁾に準じて画像処理ソフト（Image J ver 1.48, <https://imagej.nih.gov/ij/> より提供）を用いて、飛沫個数および飛沫面積（mm²）、便器からの飛沫の最大飛散距離（cm）を計測した。Image J による飛沫面積の検出は、0.025 mm²/個以上のものを計測した。各飛沫液量（μL）の算出は、フルオレセイン水溶液をそれぞれ 1, 2, 5, 10 μL を滴下し、得られた飛沫面積から検量線（面積（mm²）= 12.48 × 液量（μL），R² = 0.9984, n = 3）を作成して行い、この総和を総飛散液量（μL）とした。最大飛散面積（cm²）は、白色模造紙に飛散した液滴の最大外周面積を求めた。

2. 排尿時の便器周囲への抗がん剤汚染量と汚染密度の推定

上記で得られた蛍光色素水の総飛散液量および最大飛散面積と文献的に得られた尿中抗がん剤濃度から各便器および滴下条件における抗がん剤の飛散量および汚染密度を推定した。推定に用いた

抗がん剤については、汚染量の報告がある CPA と Pt 製剤とした。Pt 製剤としては、カルボプラチン想定した理由としては、各種 Pt 製剤のなかで使用頻度が高く、投与量や尿中排泄率が最も高いことを理由とした。CPA については、標準的投与量として 750 mg/m² とし、これに標準体格 1.73 m² を乗じて標準投与量（mg）とした。CPA の尿中未変化体排泄率を注射用エンドキサン（塩野義製薬（株），大阪）製品インタビューフォーム（IF）掲載値である 10.0% とし、⁹⁾ 標準体格における 1 日平均尿量 1,730 mL¹⁰⁾ で除して得た 75.0 μg/mL を尿中 CPA 濃度とした。また、カルボプラチンについても同様に、パラプラチン注射液（プリストル・マイヤーズ スクイブ（株），東京）IF 掲載値である投与量 450 mg/m² における尿中排泄率 57% を用いて、尿中 Pt 濃度を 256.5 μg/mL と算出した。¹¹⁾ これら尿中濃度と総飛散液量から抗がん剤汚染量を算出した。また、この抗がん剤汚染量を最大飛散面積で除し、汚染密度（ng/cm²）を算出した。

3. 統計

1 つの条件の測定は、3 回行われた。数値は、平均 ± 標準偏差で示した。各便器形状および滴下条件による各測定値（総飛沫面積、総飛沫個数、最大飛沫飛散距離、最大飛散面積および総飛散液量）および推定汚染量、汚染密度は、多重比較（Scheffe 法）を行った。危険率 5% 未満を統計的有意差ありとした。統計は、エクセル統計 2012（社会情報サービス（株），東京）を用いて行った。

結 果

1. 各種トイレにおける蛍光色素水の飛散性

男性用便器および洋式便器における総飛沫面積、総飛沫個数、最大飛沫飛散距離、最大飛散面積および総飛沫液量をそれぞれ図 3～5 に示した。男性用便器においては、蛍光色素水の滴下位置を底に向けたほうが、壁に向けた場合に比べ総飛散面積や総飛沫個数、最大飛散面積および総飛沫液量は有意に多い結果であった（いずれも $P < 0.001$ ）。しかし、最大飛沫飛散距離は、両滴下位置で差がなかった（ $P = 0.08$ ）。

図3 男性用便器および洋式便器における総飛沫面積および飛沫個数

縦軸は、それぞれ A：総飛沫面積 (mm²) および B：総飛沫個数 (個) を示した。各棒グラフは、平均 ± 標準偏差 (n=3) を示した。多重比較は、Scheffe 法を行い、統計的有意差は、*** $P < 0.001$ vs 底(立位) および ††† $P < 0.001$ vs 水溜手前底(立位) を示した。

図4 男性用便器および洋式便器における最大飛沫飛散距離および最大飛散面積

縦軸は、それぞれ A：最大飛沫飛散距離 (cm) および B：最大飛散面積 (cm²) を示した。各棒グラフは、平均 ± 標準偏差 (n=3) を示した。多重比較は、Scheffe 法を行い、統計的有意差は、*** $P < 0.001$ vs 底(立位) および ††† $P < 0.001$ vs 水溜手前底(立位) を示した。

図5 男性用便器および洋式便器における総飛散液量

縦軸は、総飛散液量 (μL) を示した。各棒グラフは、平均 ± 標準偏差 (n = 3) を示した。多重比較は、Scheffe 法を行い、統計的有意差は、*** $P < 0.001$ vs 底 (立位) および ††† $P < 0.001$ vs 水溜手前底 (立位) を示した。

表1 飛散液量、飛散面積および尿中排泄量から推定したトイレの抗がん剤汚染

便器		男性用便器		洋式便器		
滴下位置 (体位)		壁 (立位)	底 (立位)	水溜奥壁 (立位)	水溜 (立位)	水溜手前底 (立位) / 水溜手前壁 (座位)
飛散液量 (μL)		2.3 ± 1.2 ***	478.5 ± 72.4	36.0 ± 20.4 †††	49.6 ± 9.1 †††	460.6 ± 10.0 †† 0.0 ± 0.0 †††
最大飛散面積 (cm ²)		1,295.0 ± 140.4 ***	4,272.7 ± 37.6	2,861.7 ± 509.4 †††	4,554.3 ± 104.3 ††	5,486.0 ± 71.8 0.0 ± 0.0 †††
推定抗がん剤飛散量 (μg)	CPA	0.2 ± 0.1 ***	35.9 ± 5.4	2.7 ± 1.5 †††	3.7 ± 0.7 †††	34.5 ± 0.7 0.0 ± 0.0 †††
	Pt	0.6 ± 0.3 ***	122.7 ± 18.6	9.2 ± 5.2 †††	12.7 ± 2.3 †††	118.1 ± 2.6 0.0 ± 0.0 †††
推定抗がん剤汚染密度 (ng/cm ²)	CPA	0.1 ± 0.1 ***	8.4 ± 1.3	0.9 ± 0.3 †††	0.8 ± 0.2 †††	6.3 ± 0.1 † 0.0 ± 0.0 †††
	Pt	0.4 ± 0.2 ***	28.7 ± 4.3	3.1 ± 1.2 †††	2.8 ± 0.6 †††	21.5 ± 0.5 † 0.0 ± 0.0 †††

飛散液量および最大飛散面積は、色素水溶液における実測値を平均 ± 標準偏差 (n = 3) で示した。推定抗がん剤飛散量は、推定尿中抗がん剤濃度 × 飛散液量にて算出した。推定抗がん剤汚染密度は、推定抗がん剤飛散量を最大飛散面積で除したものとした。有意差は、男性用便器において *** $P < 0.001$ vs 底 (立位)、洋式便器において ††† $P < 0.001$ vs 水溜手前底 (立位)、男性便器 (底, 立位) vs 洋式便器 (水溜手前底, 立位) を † $P < 0.05$, †† $P < 0.01$ として示した (Scheffe 法による多重比較)。CPA: シクロホスファミド水和物, Pt: 白金。

洋式便器における立位からの蛍光色素水の滴下では、滴下位置を水溜手前底に向けたほうが、水溜奥壁に向けた場合に比べ総飛沫面積、総飛沫個数、最大飛散面積および総飛沫液量は有意に多い結果であった (いずれも $P < 0.001$)。また、水溜内に向けた場合に比べても、総飛沫面積、総飛沫個数、最大飛散面積および総飛沫液量は有意に多かった (それぞれ $P < 0.001$, $P < 0.001$, $P < 0.01$ および $P < 0.001$)。最大飛散距離については、滴下位置を水溜手前底に向けたほうが、水溜奥壁に向けた場合に比べ有意に多いものの、水溜内に向けた場合と有意差はなかった (それぞれ, $P < 0.001$ および $P = 0.359$)。

洋式便器における座位での滴下では、便器周囲への蛍光色素水の飛散を認めなかった。

2. 排尿時の便器周囲への抗がん剤汚染量の推定

方法欄で算出した推定尿中 CPA および Pt 濃度 (それぞれ 75.0 および 256.5 μg/mL) と各便器および滴下条件における総飛散液量から、それぞれの抗がん剤飛散量を推定した結果を表1に示した。男性用便器では、両薬剤とも推定抗がん剤飛散量は、滴下位置を底に向けたほうが壁に向けた場合に比べ有意に多かった (いずれも $P < 0.001$)。また、洋式便器では、立位からの滴下位置を水溜手前底に向けたほうが、水溜奥壁および水溜内に向けた場合に比べ有意に多かった (いずれも $P < 0.001$)。両便器形状で推定飛散量の多かった男性用便器 (滴下位置; 底) と洋式便器 (滴下位置; 水溜手前底) では、推定抗がん剤飛散量に有意な差を認めなかった (いずれも $P = 0.996$)。

抗がん剤飛散量を最大飛散面積で除した推定汚染密度については、両薬剤とも男性用便器では、滴下位置を底に向けたほうが壁に向けた場合に比べ有意に多かった（いずれも $P < 0.001$ ）。また、洋式便器では、立位からの滴下位置を水溜手前底に向けたほうが、水溜奥壁および水溜内に向けた場合に比べ有意に高かった（いずれも $P < 0.001$ ）。男性用便器（滴下位置：底）は、洋式便器（滴下位置：水溜手前底）に比べ、推定汚染密度が有意に高かった（いずれも $P = 0.015$ ）。

考 察

これまで、抗がん剤の曝露対策については、調製から投与における対策が重点的に講じられてきた。これら対策のヒエラルキーからクローズドシステムを用いるなど抗がん剤を封じ込め、環境的に出さない対策が有効である。一方、抗がん剤投与患者の48時間以内の排泄物には、投与された抗がん剤が含まれる。排泄物のなかで最も量が多く、頻回に排泄のあることが前提の尿は、封じ込めが難しい。抗がん剤を含む尿などの排泄物を取り扱う際の曝露対策としては、取扱時のグローブ、マスク、ガウン、ゴーグルの4つの個人防御具の使用が推奨されているが、尿の飛散を最小限にする排尿方法が重要である。⁵⁾ 今回、飛沫の飛散面積や飛沫液量は、男性用便器における滴下位置を、壁に向けた場合に比べ底に向けたほうが多くなる結果を得た。しかし、最大飛散距離は、壁に向けた場合に対しても有意な差がなく、実際に便器端から35～43 cmも飛散した。男性用便器では、滴下位置を壁に向けた場合、飛沫量こそ少ないが、わずかな飛沫は底に向けた場合と同程度の距離を飛散することが考えられた。また、洋式便器を用いても、立位で滴下した場合、いずれの滴下位置においても飛散が認められた。特に、水溜手前底に向けて滴下する場合は、その総飛沫面積や総飛散液量などは、男性用便器における滴下位置を底に向けた場合と同等あるいはそれ以上であった。ただし、男性の立位を想定した滴下において、安全な滴下位置の解釈には、注意が必要である。今回の試験は、3回の繰り返し測定を行い、滴下する

高さや滴下速度を固定したものの、評価項目や滴下位置によっては変動が大きかった。つまり、飛沫の飛散性には、大きな変動要因があると思われる。このことから、男性が立位で排尿する場合、この部位（例えば、男性便器なら壁、洋式便器なら水溜奥壁や水溜内）を狙えば飛散は少ないという安全性は、確実ではないと考えられた。一方、洋式便器を座位で用いる場合、便器周囲床への蛍光色素水の飛散は、一切認められなかった。座位での滴下は、実験者が便器に座った条件で行ったため、試験者の後太腿部や臀部に蛍光色素水が付着することを懸念した。しかし、今回の実験条件では、白色実験着への色素の付着は認められなかった。これら結果は、ガイドライン上抗がん剤投与を受けた患者は、男女とも洋式便器を座位で使用するべきという推奨を裏付けるものである。しかし、既報^{2,3)}における女性が座位で用いた洋式便器周囲においても抗がん剤汚染が認められた結果と相違がある。この理由としては、実臨床では、排尿後便器に付着した抗がん剤がフラッシュ時に再飛散する可能性が考えられた。今回、洋式便器において薬液を滴下後、フラッシュ前後およびフラッシュ時の蓋の開閉による周囲への飛散飛沫数の違いは認められなかった。しかし、今回用いた洋式便器のフラッシュは、フラッシュタンク式であり、水圧の強いフラッシュバルブ式では、フラッシュによる尿の再飛散がある可能性がある。いずれにせよ実臨床では、今回検証していない何らかの飛散経路がある可能性がある。今回、和式便器での検討はしていない。その理由として、最近の医療機関においては、和式便器がないことが多く、特に尿飛散を発生させる男性が立位で和式便器に排尿する可能性は、極めて少ないと考えた。しかしながら、がん患者が自宅の和式便器で排尿する可能性もあり、その飛散性は今後検証すべきである。

今回、文献的にCPAとPtの尿中排泄率から尿中濃度を推定し、実験で得られた蛍光色素水の飛沫液量から汚染量および汚染密度を推定した。その結果、汚染密度が高かった男性用便器（滴下位置：底）および洋式便器（滴下位置：立位からの水溜手前底）におけるCPA汚染量（汚染密度）は、平均34.5～35.9 μg (6.3～8.4 ng/cm^2)と推定された。

CPA についてのこれら数値は、抗がん剤調製環境において最も汚染量の多い生物学的安全キャビネット表面の汚染量の国内外報告値 (< 0.01 - 17.19 ,¹²⁾ 0.27 - 1.2 ,¹³⁾ 0.02 - 6.82 ,¹⁴⁾ ng/cm^2) にも匹敵するとともに、Sessink らの提唱する環境的汚染リスクにおいて、注意喚起を要する量である (http://forums.pharmacyonesource.com/phos/attachments/phos/pharmacy_ops/3124/2/Sessink%202011%20special%20considerations%20in%20oncology.pdf, 2017 年 3 月 15 日)。さらに、今回は 1 回の滴下での数値であるが、通常トイレは、次の清掃サイクルまでに、複数回使用されている。従って、複数回滴下した場合、汚染量は更に増加すると思われる。今回推測された汚染量あるいは汚染密度は、既報における洋式便器周囲の CPA 汚染量 (汚染密度) $163 \sim 2,061 \text{ ng}$ (0.08 - $1.53 \text{ ng}/\text{cm}^2$)³⁾ および男性用便器周囲の Pt 汚染値 $990 \sim 3,000 \text{ ng}^2$) に比べて多い結果であった。これら数値の相違は、本研究のリミテーションとして次のような原因を考えた。まず、今回の実験的滴下条件が患者の生理的排尿に類似しているかが挙げられる。つまり、今回の滴下条件は、標準的体格の男性での排尿位置の実際に合わせて設定した。立位での滴下におけるチューブ先端から男性便器の底および壁までの距離は、それぞれ 55 cm および 35 cm であった。同様に、洋式便器においては、水溜手前底、水溜および水溜後壁までの距離は、それぞれ 45 cm , 55 cm および 65 cm であった。これら距離は、成人の排尿の実際と大きくかけ離れていないと思われるが、プラトー・レイリー不安定性¹⁵⁾ を考慮するとこれら滴下位置から便器までの距離が大きい場合、液滴になりやすく飛散が大きくなった可能性がある。また、蛍光色素水の排出速度は、排尿障害がない成人健常者を想定した。しかし、がん患者には高齢者も多く、これより排尿速度が遅いことも想定される。排尿速度が低下する場合、滴下位置にも影響し、飛散量が今回の結果と乖離する可能性がある。さらに、今回の試験は、蛍光色素水を用いた光学的な定量である。予備的検討では、蛍光色素水の粘度や飛散距離は、人工尿と大きな違いを認めなかったが、抗がん剤を含む患者尿では、液性の違いが影響した可能性もある。

実際の抗がん剤汚染量の報告値は、清掃の方法や拭き取りタイミング、人が床を踏むことによる汚染の拡散希釈、拭き取り回収率などの違いが影響した可能性が考えられた。

飛散した抗がん剤の無害化には、不活化剤の使用が期待される。現在、不活化剤として次亜塩素酸ナトリウムや水酸化ナトリウムが推奨されるが、すべての抗がん剤を分解することは期待しにくい。^{16, 17)} また、これら不活化剤は、金属やタイルを傷める可能性も考えられ、トイレの拭き取りには実現性が乏しいように思われる。便器周囲に飛散した抗がん剤は、清掃まで複数の患者の靴裏に付着するなどして環境的汚染が拡散するものと思われる。尾崎らは、外来化学療法室のスタッフの靴裏の抗がん剤汚染を検出し、これが室内の抗がん剤汚染の拡散原因の 1 つである可能性を報告している (尾崎誠一, 医療従事者の靴底を対象とした抗がん剤の曝露状況調査について, 第 54 回日本癌治療学会学術集会, 2016 年 10 月 20 日, 横浜)。従って、トイレにおける汚染拡散防止策としては、尿を吸着するシートを敷き、これを定期的に交換していく方法も有効である。また、患者には尿を飛散させないように洋式便器における座位での排尿を徹底させるなどの患者指導が重要であることが示唆された。

利益相反

本研究は、著者らの所属する岩手医科大学とフタムラ化学(株)の共同研究で行われた。開示すべき利益相反はない。

引用文献

- 1) International Society of Oncology Pharmacy Practitioners Standards Committee, ISOPP standards of practice. Safe handling of cytotoxics, *J Oncol Pharm Pract*, 2007, **13**, 1-81.
- 2) 森本茂文, 藤井千賀, 吉田 仁, 畑 裕基, 照井健太郎, 阿南節子, 櫻井美由紀, 抗がん剤の安全取り扱いに関する指針作成のための医療機関における排泄物による汚染実態調査, 日本病院薬剤師会雑誌, 2012, **48**, 1339-1343.

- 3) Yuki M, Takase K, Sekine S, Ishida T, Evaluation of surface contamination with cyclophosphamide in the home setting of outpatients on cancer chemotherapy, *Journal of Nursing Education and Practice*, 2014, **4**, 16-23.
- 4) Yuki M, Ishida T, Sekine S, Secondary exposure of family members to cyclophosphamide after chemotherapy of outpatients with cancer: a pilot study, *Oncol Nurs Forum*, 2015, **42**, 665-671.
- 5) 日本がん看護学会, 日本臨床腫瘍学会, 日本臨床腫瘍薬学会編, “がん薬物療法における曝露対策合同ガイドライン”, 金原出版, 東京, 2015, p66.
- 6) 石渡俊二, 多賀 淳, 佐野裕之, 小林正隆, 野見山淳, 原田士郎, 喜多綾子, 高田充隆, 杉浦麗子, 抗がん剤調製トレーニングにおける蛍光液と発光液の輝度及び視認性の検討, *YAKUGAKU ZASSHI*, 2011, **131**, 1361-1367.
- 7) 八竹 直, 秋山隆弘, 門脇照雄, 南 光二, 井口正典, 金子茂男, 郡健二郎, 栗田 孝, 排尿機構に関する検討, 第1報 正常成人男子の尿流量測定について, *日本泌尿器科学会雑誌*, 1997, **68**, 737-744.
- 8) 佐藤淳也, 小田桐奈央, 照井一史, 岩崎友美, 細谷絵美, 早狩 誠, 抗癌剤調製トレーニングキットを使用した閉鎖系システム使用感の評価, 癌と化学療法, 2010, **37**, 1753-1757.
- 9) Wagner T, Ehninger G, Self-induction of cyclophosphamide and ifosfamide metabolism by repeated high-dose treatment, *Contr Oncol*, 1987, **26**, 69-75.
- 10) 上村 治, 誰でもわかるGFR, 日本小児腎臓病学会雑誌, 2014, **27**, 76-80.
- 11) 木村禧代二, Carboplatin の第I相試験, *Oncologia*, 1988, **21**, 88-94.
- 12) Sessink J, Connor H, Jorgenson A, Tyler G, Reduction in surface contamination with antineoplastic drugs in 22 hospital pharmacies in the US following implementation of a closed-system drug transfer device, *J Oncol Pharm Pract*, 2011, **17**, 39-48.
- 13) 吉田 仁, 熊谷信二, 吉田俊明, 宮島啓子, 甲田茂樹, 医療従事者への抗がん剤ばく露とリスクアセスメント手法の確立 第一報 抗がん剤ばく露の実態解明と安全対策の提案, 労働安全衛生総合研究所特別研究報告, 2010, **40**, 127-134.
- 14) Hama T, Aoyama T, Shirai T, Higuchi S, Yokokawa T, Sugimoto Y, Environmental Contamination due to Preparation of Cyclophosphamide and Exposure of Pharmacists to It, *Jpn J Pharm Health Care Sci*, 2009, **35**, 693-700.
- 15) Randy H, Kip H, Benjamin H, Tadd T, Urinal dynamics, APS Division of Fluid Dynamics (Fall) 2013, abstract #E9.003.
- 16) Benvenuto JA, Connor TH, Monteith DK, Laidlaw JL, Adams SC, Matney TS, Theiss JC, Degradation and inactivation of antitumor drugs, *J Pharm Sci*, 1993, **82**, 988-991.
- 17) 望月千枝, 藤川郁世, 丁 元鎮, 吉田 仁, 抗がん剤調製用安全キャビネットの清拭用洗浄液の比較, 日本病院薬剤師会雑誌, 2008, **44**, 601-604.