

蛍光塗料を用いた模擬感染症患者における CT検査時の感染箇所の同定と清拭効果

Evaluation of the region of contact infection and wiping during CT in patients with simulated infections

小倉 圭史¹⁾,小野 志穂²⁾,大橋 芳也²⁾,中西 光広²⁾,浅沼 治²⁾,高島 弘幸³⁾

1) 診療放射線技師/博士(医学) 札幌医科大学附属病院 放射線部 2) 診療放射線技師 札幌医科大学附属病院 放射線部 3) 診療放射線技師/博士(医学) 北海道大学医学部保健学科

Key words: CT, wiping, regions of contact infection, COVID-19

[Abstract]

Radiographing patients with a potentially contagious infection must be carefully performed and require thorough disinfection of the examination room and equipment to prevent other patients from encountering the infection. Our study aimed to evaluate whether a spot of contact infection remaining on the CT examination room can be detected by fluorescent labeling and removed by wiping it off with disposable wet wipes. We first induced contact infection on simulated patients' body by labeled the infection with the fluorescent agent. Next, we performed CT scans on simulated patients as a usual procedure.

After patient scanning, we took images of the empty CT examination room & operation's room under a black light to identify any residual fluorescence. Next, we then labeled the high-frequency adherent areas with a fluorescent agent, and then wiped off the CT examination room with wet wipes. and took images before and after the wipe-off to detect residual fluorescence. The percentage (%) of wiped was calculated by the fluorescence measurements before and after the wipe-off. As the area of adhesion, which were the CT bed, injector for the contrast medium, door knobs, oxygen delivery equipment, and gantry. The % of the wiped was the highest for CT beds, followed by oxygen administration equipment, door knobs, the gantry, and the injector. This study will contribute to strategies for preventing the spread of infection.

【要旨】

本研究の目的は、蛍光塗料をウイルスに見立て、その付着部位から接触感染の原因となる箇所を同定し、さらに清拭によってそれらがどの程度除去できるかを明らかにすることである。蛍光塗料を付着させた感染模擬患者のCT検査を患者撮影時と同様の手順で行った。ブラックライト下で写真撮影を行い、蛍光塗料の付着部位を同定した。次に、得られた高頻度接触部に蛍光塗料を塗布し、清拭前後で拭き取り率を算出した。付着部位はCT寝台、造影剤インジェクター、ドアノブ、酸素投与装置、ガントリーなどであった。清拭の拭き取り率はCT寝台が最も高く、酸素投与装置、ドアノブ、ガントリー、造影剤インジェクターの順であった。本データは感染拡大の予防策検討に寄与するデータとなり得る。

諸言

SARS-CoV-2による新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) は、2019年12月に中国で初めて報告され、瞬く間に全世界に拡大し、医療の現場でも感染対策の重要性が再認識された^{1,2)}. しかし、アルコール消毒液や標準予防策に必要な衛生用品の急激な消費

OGURA Keishi, RT., Ph.D. 1), ONO Shiho, RT. 2), OHASHI Yoshiya, RT. 2), NAKANISHI Mitsuhiro, RT. 2), ASANUMA Osamu, RT. 2), TAKASHIMA Hiroyuki, RT., Ph.D. 3)

- 1) Division of Radiology and Nuclear Medicine, Sapporo Medical University Hospital
- 2) Division of Radiology and Nuclear Medicine, Sapporo Medical University Hospital
- 3) Faculty of Health Sciences, Hokkaido University

Received May 11, 2022; accepted December 19, 2022

に対し、物品供給が追いつかず、感染への不安を抱いた状態で患者対応をせざるを得ない状況が続いた。このような状況の中、医療機関でもクラスターが発生し、さまざまな対策が急務となった。

本疾患の主な合併症は、重症肺炎や急性呼吸窮迫症候群、敗血症などであることから^{3.4)}、肺炎の重症度判定や経過観察のため単純X線検査やCT検査が広く用いられている。これらの検査時の調査によって、機器周辺からウイルスが検出されたことから、単純X線検査室やCT検査室が感染源となり得ることが示された⁵⁾、感染拡大を確実に防止するために、医療従事者はウイルスの付着しやすい箇所やその効果的な清拭手技について理解した上で、標準予防策や機器周辺の清拭消毒を実施する必要がある。しかし、放射線関連検査室における接触感染防止のための詳細な汚染箇所の把握や、効果的な清拭消毒方法などに関する報告は少ない。

本研究の目的は、実際の重症COVID-19患者の CT検査を想定し、ウイルスを模した蛍光塗料を用い て、その付着部位から接触感染の原因となる箇所を同 定し、さらに清拭によってそれらがどの程度除去でき るかを明らかにすることで、感染拡大の予防に寄与す るデータを得ることである。

1. 方 法

1-1. 使用機器

ウイルスを模擬した蛍光塗料 (グリッターバグ ローションタイプ, AS ONE), 蛍光塗料を可視化するためのブラックライト (UVブラックライト 27W, OPPSK), 写真撮影のためのデジタルカメラ (K-70, PENTAX) を用いた. 写真撮影時の画素数は 5,184×3,456 pixel とし, 画像は jpeg形式で保存した. 画像解析には, ImageJ (https://imagej.net) /FIJI (http://fiji.sc) を使用した. なお, 本研究は札幌医科大学倫理委員会の承認を得ている.

1-2. 高頻度接触箇所の同定

川上らの研究⁵⁾ を参考にし、蛍光塗料を塗布したディスポーザブル長袖エプロンおよび手袋などを装着した感染模擬患者のCT検査を、実際のワークフロー

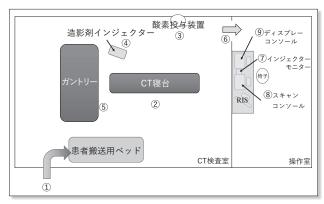


Fig.1 Layout of CT room and actual examination workflow

(Fig.1) に順じて再現した. その後, 暗転した CT 検査室および操作室を, ブラックライト下で視覚的に部屋全体の蛍光塗料付着箇所を観察した. 蛍光塗料付着部位を高頻度接触箇所とし, デジタルカメラで記録した. なお, 装置などに蛍光塗料が付着しないよう, 事前にCT室内および操作室内の全域をビニールで覆った.

1-3. 付着部位の清拭効果

高頻度接触箇所に選択的に蛍光塗料を塗布し、塗布サイズは箇所により適宜調整した。十分な面積が確保できる箇所については290 mm×200 mmとした。Fig.2の通り蛍光塗料塗付後、CT検査室を暗転しブラックライト下で施行前の写真を取得、塗付箇所を知らせずに技師1人で従来通りの清拭を施行した。清拭完了後に施行前画像取得と同じ条件でブラックライト下で写真撮影を行った。本工程をワンセットとして、当院の診療放射線技師10人(20~40歳代)で清拭効果を確認した。ただし、被験者間比較が目的ではないため清拭クロスの使用枚数および清拭時間は制限しなかった。清拭終了後、同様の条件下で写真撮影を行った。

1-4. 拭き取り率算出

清拭前後に撮影した写真をImageJで読み込み, Gray Scale (8bit) に変換後, 画像の輝度ムラを 均一にする手法であるRolling ball法⁶⁾ でバックグラウンド処理を行い, 自動閾値設定アルゴリズム (moments法)⁷⁾ による自動threshold処理で塗布箇所を抽出, pixel数をカウントし, 以下の式で拭き取り率を算出した.

拭き取り率 (%) =
$$\frac{$$
清拭前 pixel 数 $-$ 清拭後 pixel 数 \times 100 清拭前の pixel 数

····· (1)

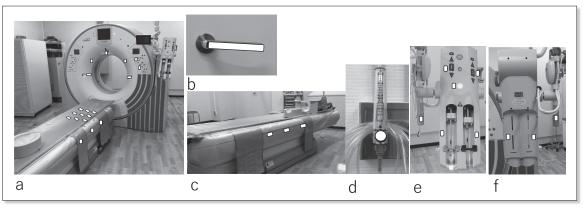


Fig.2 Fluorescent agent painted areas (□)

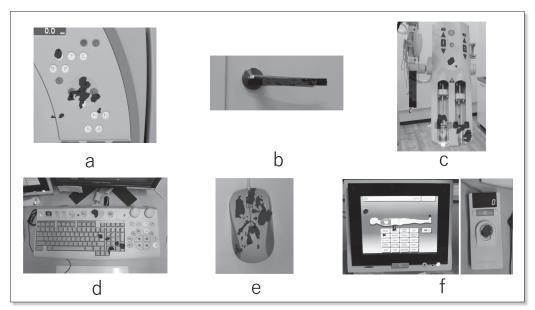


Fig.3 Identify the areas where fluorescent agent adhered to the surface (Upper: CT room, lower: operation room)

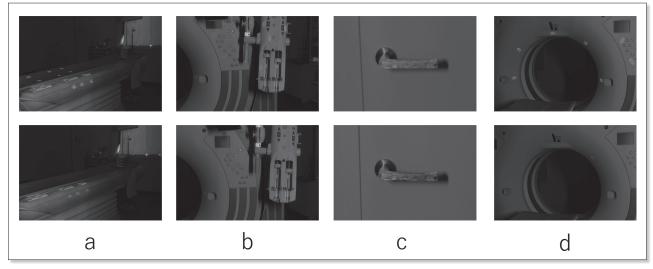


Fig.4 Fluorescent adhered to the surface before and after wiping (Upper: before, lower: after)

2. 結果

2-1. 高頻度接触箇所について

CT検査室で蛍光塗料の付着を認めた箇所は、CT 寝台、造影剤インジェクター、ドアノブ、酸素投与装置およびガントリーであった。一方、操作室では、操作者が触れる椅子や机、コンソールキーボード、マウス、マイク、造影剤注入条件設定モニターおよびスイッチなどであった(Fig.3).

2-2. 付着部位の清拭効果について

蛍光塗料の付着部位および清拭後の写真をFig.4 に,清拭前後の付着部位の拭き取り率(%)をFig.5 に示す.付着部位によって拭き取り率に違いが見られ,

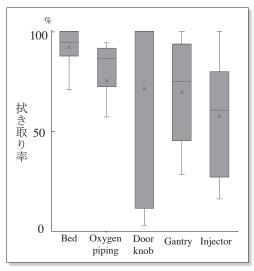


Fig.5 The percentage of wiped areas

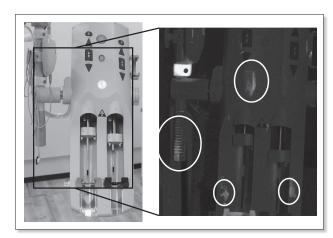


Fig.6 Example of fluorescent agent left behind after wiping at the injector

CT寝台、酸素投与装置、ドアノブ、ガントリー、造影剤インジェクターの順で拭き取り効果が高かった。なお、CT操作室内のキーボードやマウスは形状が複雑であり実験再現性が得られなかったため、Fig.5の結果には含めないこととした。造影剤インジェクターでは、前面の拭き残しが多く(Fig.6)、酸素投与装置、ドアノブについては拭き取られていない場合もあった。

3. 考察

COVID-19患者の主な死亡原因として肺炎の重症化や血栓塞栓症^{8,9)}が知られており、重症度の判定や経過観察、治療戦略のためにCT検査や単純X線検査が頻回に行われる。院内での感染拡大を防止するためには、医療従事者の標準予防策はもちろん、検査後に室内の確実な清拭消毒を実施する必要があり、COVID-19患者のCT検査時に接触感染の原因となる箇所を把握することは重要である。本研究では、実際のCT検査を想定し、蛍光塗料をウイルスとして可視化することで、感染源となりやすい箇所を明らかにし、これらが清拭によってどの程度除去できるかを検討した。

蛍光塗料は視覚的に評価が可能なことから,手指消毒の精度などの評価に多数用いられている¹⁰⁾.本研究では,装置などに蛍光塗料が付着しないよう,事前にCT室内および操作室内全域をビニールで覆った状態で行ったが,おおよその高頻度接触箇所は明らかにできたと考えている.CT検査室では,患者が直接触れる寝台が最も蛍光塗料の付着面積が大きく,その他,造影剤インジェクター,ドアノブ,酸素投与装置,ガントリー前面操作パネルなど,医療従事者が触れる場所に蛍光塗料が付着していた.なお,実際の重症

COVID-19患者のCT検査では、人工呼吸器管理な どのため介助者が同伴し、撮影中は検査室内にとどま ることが多い. そのため前述した付着部位以外に、ガ ントリー側面や待機時の鉛ついたてなどにも触れる可 能性が高い. 寝台はディスポーザブルビニールシート などを敷くことで付着を最小限にすることができ、医 療従事者が触れた所を重点的に清拭消毒することで. 接触感染の予防となることが示唆された。一方、操作 室については、CT操作者が最も触れる椅子や造影剤 インジェクターの操作パネル、キーボード、マウスな どに蛍光塗料の付着が認められた。CT検査室へ入室 したCT操作者が、操作室へ移動した後に触れること によって汚染が拡大すると考えられた. 従って検査室 から操作室へ移動する際の手指消毒、および操作室に おいても高頻度接触面を中心に必ず清拭する必要があ る. また Nakajima ら 11) が提唱するように、CT 検査 室および操作室で担当者の役割を分担し、往来をなく すことにより操作室への汚染拡大を防ぐことが有用で あると考える.

付着部位の清拭効果について、本研究では、付着部 位によってその効果に差異が認められた。川上ら⁵⁾の 報告と同様、本研究においても造影剤インジェクター やガントリーで拭き残しが多く、これらは複雑な形状 が要因であると考えられた. そのため対応する者は拭 き残しが起こりやすい箇所であるとの認識の上で清拭 作業を行う.または想定される高頻度接触箇所は事前 にビニールなどで覆うことも有用であると考える. ま た酸素投与装置、ドアノブでは全く清拭されていない 結果も得られた. これらの箇所は接触箇所として認識 されず、清拭対象から除外した可能性がある. そのた め拭き取る箇所や順序を明確にしておくことが重要か もしれない. さらに阿曽ら12)は、診療放射線技師は 直接患者が接触しない箇所の清拭を怠る傾向があるこ とを指摘している¹⁰⁾. 小野ら¹³⁾ は、スライド教材を 用いて高頻度接触箇所および正しい拭き取り方法を教 育することで、拭き残し率は有意に低下したことを報 告した. 以上より、汚染しやすい箇所や拭き取りづら い箇所などを含めた清拭教育や、松下ら14)のように 清拭箇所リストの作成140により清拭効率を高めるこ とが可能になると考える. またどうしても清拭が不十 分になる箇所が発生する可能性を否定できないことか ら, 手清拭後に高性能紫外線照射を行うことにより, 医療機器を介する院内感染の防止に有用となるであろ う15,16)。本研究の結果から、汚染されやすい箇所や 清拭精度が明らかになり、今後のCT検査などによる

接触感染の拡大を防止するための基礎データになることが期待できる.

しかし、本研究にはいくつかの限界がある。第一に、試行回数が少ないことから、全ての蛍光塗料付着部位を完全に把握できていない可能性がある。第二に、汚染箇所を蛍光塗料で模擬しただけであり、実際のウイルス除去の評価が行われていないことが挙げられる。

4 結 論

CT検査室および操作室における,模擬感染患者対応時の接触感染の原因となる箇所および清拭効果が明らかになった。本データは感染拡大の予防策の検討に寄与するデータとなり得る.

5. 謝辞

本研究は、日本診療放射線技師会学術研究助成金に よる研究の成果である.

利益相反

本研究に関して開示すべき利益相反事項はない.

図の説明

- Fig.1 CT検査室のレイアウトと検査時のワークフロー 検査開始前: RISより患者情報をCT装置へ送信する。 ①患者搬入
 - ②患者を搬送用ベッドよりCT寝台へ移乗し、ポジショニング
 - ③酸素チューブ接続
 - ④造影剤インジェクターの準備
 - ⑤ガントリー前面パネルを操作し寝台を移動
 - ⑥CT操作室へ移動
 - ⑦造影剤注入条件を設定
 - ⑧スキャンコンソールで撮影条件を設定・撮影
 - ⑨ディスプレーコンソールで画像確認
- Fig.2 蛍光塗料の塗布箇所(□)
 - a:ガントリーおよびCT寝台, b:ドアノブ,
 - c:CT寝台側面, d:酸素投与装置,
 - e:造影剤インジェクター前面,
 - f:造影剤インジェクター後面
- Fig.3 高頻度接触箇所(上段:CT検査室,下段:CT操作室) a:ガントリー,b:ドアノブ,c:造影剤インジェクター, d:CTコンソール用キーボード,
 - e:CTコンソール用マウス,
 - f: 造影剤注入条件設定モニターおよびスイッチ
- Fig.4 清拭前後の付着部位の違い(上段:清拭前,下段: 清拭後)
 - a:CT寝台,b:造影剤インジェクター,
 - c:CT室入り口ドアノブ, d:ガントリー

- Fig.5 付着部位の拭き取り率
 - 清拭の拭き取り率はCT寝台が最も高く、酸素投与装置、ドアノブ、ガントリー、造影剤インジェクターの順であった。
- Fig.6 清拭後の造影剤インジェクターにおける拭き残しの例 造影剤インジェクターの前面に拭き残しが目立つ.

参考文献

- 1) 一般社団法人日本環境感染学会: 医療機関における新型コロナウイルス感染症への対応ガイド 第3版, 2020.
- Zhu N, et al.: A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019. N Engl J Med, 382, 727-733, 2020.
- 3) Casey A Pollard, et al.: The COVID-19 pandemic: a global health crisis. Physiol Genomics, 52(11), 549-557, 2020.
- Gosangi B, et al.: COVID-19 ARDS: a review of imaging features and overview of mechanical ventilation and its complications. Emerg Radiol, 29(1), 23-34, 2022.
- 5) 川上裕也, 他: COVID-19を想定したCT撮影による検査 室の汚染箇所の可視化. 日放技学誌, 76(10), 1080-1085, 2020
- 6) 北山 彰, 他:ディジタル画像解析における背景トレンド処理に関する基礎的検討ローリングボール法の有効性、川崎医療短期大学紀要、18,69-72,1998.
- Tsai Wen-Hsiang. Moment-preserving thresolding: A new approach. Computer vision, graphics, and image processing, 29(3), 377-393, 1985.
- Nguyen T N, et al.: Mechanical thrombectomy in the era of the COVID-19 pandemic: emergency preparedness for neuroscience teams: a guidance statement from the Society of Vascular and Interventional Neurology. Stroke, 51(6), 1896-1901, 2020
- Gervaise A, et al.: Acute pulmonary embolism in nonhospitalized COVID-19 patients referred to CTPA by emergency department. European radiology, 30(11), 6170-6177, 2020.
- Dramowski A, et al.: Assessment of terminal cleaning in pediatric isolation rooms: Options for low-resource settings. American Journal of Infection Control, 44 (12): 1558-64, 2016.
- 11) Nakajima K, et al.: COVID-19 pneumonia: infection control protocol inside computed tomography suites. Jpn J Radiol, 38, 391-393, 2020.
- 12) 阿曽真弓, 他: 救命救急室ポータブル撮影業務での手指衛 生行動について. 日放技学誌, 67(7), 793-799, 2011.
- 13) 小野志穂, 他: ImageJを用いたCT検査室における教育前 後での清拭効果について、北海道放射線技師会会報,(1), 22-24,2022.
- 14) 松下 利, 他: 岡山大学病院放射線部におけるCOVID-19 対応. 日放技学誌, 76(9), 965-971, 2020.
- 15) 吉岡 淳, 他:新たに開発された高性能紫外線照射システム による医療機器表面の細菌制御に関する研究. Bulletin of Gumma Paz College, (25), 13-19, 2020.
- 16) Chiappa F, et al.: The efficacy of ultraviolet lightemitting technology against coronaviruses: a systematic review. J Hosp Infect, (114), 63-78, 2021.