

鼻腔カテーテルからの造影剤注入および当該カテーテルの抜去に関する実習シミュレーターの試作

Low cost DIY simulator for administration of contrast medium via naso-intestinal catheter and removal of the catheter in radiological technologist education

柿木 大樹 (学生・非会員), 徳弘 雄大 (学生), 西川 祥太郎 (学生), 藤江 春花 (学生),
早川 高弘 (学生), 福地 一樹 (医師)

大阪大学医学部保健学科放射線技術科学分野

Key words: simulator, intestinal catheter, Do-It-Yourself

【Abstract】

According to the recent radiological technologist's work expansion, every radiological technologist should learn about administration of contrast medium through naso-intestinal catheter and extraction of the catheter in special training programs. In this study, the suitable simulator for this procedure was made by the students of the radiological technologist education themselves. After learning about anatomy of intestinal tracts and pathophysiology about ileus, body phantom with simulated gastrointestinal tracts was designed. Then, simulated intestinal tract using plastic tubes were put into an acrylic torso and joint styrofoam head. Using this simulator, it was possible to take X-ray image with injection of contrast medium via intestinal catheter. In addition, a serial procedure of the balloon deflation and catheter retraction can be done safely. In conclusion, prototyping of educational simulator is successful. This low cost do-it-yourself simulator seems to be effective for student's practical training.

【要 旨】

診療放射線技師の新たな業務となった「上部消化管検査のために挿入した鼻腔カテーテルからの造影剤投与および終了後のカテーテル抜去」の手技の習得のため、診療放射線技師教育施設在校生によるDIYシミュレーターの作製を試みた。アクリル・プラスチック素材を用いて上部消化管・小腸・イレウス部を再現したシミュレーターを比較的安価に作製し、これを用いてカテーテルからの造影剤投与、撮影、その後のカテーテル抜去を施行し得た。高価な市販シミュレーターによらずともDIYシミュレーターで本実習が可能と考えられた。

緒 言

2021年10月の診療放射線技師法の改正により、診療放射線技師の新たな業務として「上部消化管検査のために挿入した鼻腔カテーテルから造影剤を注入する行為、当該造影剤の投与が終了した後に鼻腔カテーテルを抜去する行為」が加わり、卒前教育での手技の習得が必要となった¹⁻⁴⁾。現在、上部消化管内視鏡、経鼻胃管チューブ挿入手技用実習シミュレーターが市販されているが、医師・看護師向けに挿入手技の習得に重きが置かれており、今回の業務拡大とは、若干目的が異なっている。また「鼻腔カテーテルから造影剤を注入する行為と当該造影剤の投与が終了した後にカテーテルを抜去する行為」を実臨床に即して考えれば、「単純性

イレウスにおける保存的治療として挿入されたイレウスチューブからの造影およびその抜去」が行為の対象と考えられる。その場合、イレウスチューブはトライツ靭帯を超えて空腸以遠の小腸に挿入されていることが想定されるが、市販の経鼻胃管シミュレーターは胃までしか作製されておらず、小腸を再現したシミュレーターは市販されていない。以上のように、鼻腔カテーテルからの造影および抜去手技に関しては、卒前教育として有効かつ適正なシミュレーターがまだ存在しないと考えた。

そこで今回、放射線技術科学在学生の自主的研究として、鼻腔カテーテル造影検査と抜去手技の習得を体感的に学ぶためのシミュレーターを試作し、手技の習得を試みた。

KAKINOKI Daiki, TOKUHIRO Yudai,
NISHIKAWA Shotaro, FUJIE Haruka,
HAYAKAWA Takahiro, FUKUCHI Kazuki

Division of Health Science, Osaka University
Medical School

Received May 30, 2022; accepted September 14, 2022

1. 方 法

1-1 シミュレーターの作製

試作品のデザインとして、鼻腔カテーテルが咽頭～食道～胃を介して小腸に到達するような模擬消化管を

内装した人体モデルを作製することにした。また小腸にはイレウスの狭窄病変を作製し、その口側でカテーテルから水溶性造影剤を投与し、その後に経鼻的にカテーテルを抜去する行為を実習できるものを想定した。

1-1-1 頭頸部シミュレーター

頭頸部シミュレーターは加工がしやすいプラスチック素材を用いても、鼻腔～咽頭の解剖に忠実なものを安価に作製することは困難と判断した。今回はカテーテル抜去を円滑に行う点を重要視し、可能な限り構造の簡略化を図った。

帽子・眼鏡のディスプレイ用に販売されている発泡スチロール製の頭部マネキン（以下、胴体マネキン）を、正中線に沿って矢状断面で切断し鼻腔部分を切り抜いた（Fig.1）。二分割された頭部マネキンの頭頂部と頸部はネオジム磁石と面ファスナーを用いて、鼻腔カテーテル挿入後に一体化した頭部としての形状で胸腹部シミュレーターに固定できるようにした。

1-1-2 胸腹部シミュレーター

衣料ディスプレイ用のアクリル製透明マネキン（以下、胴体マネキン）を購入した。なお、この胴体マネキンは首から大腿近位部までの人体が再現されているが、頭部および下肢は再現されていない。このマネキンに模擬消化管を内装するため、胴体部の背面部をのこぎり・カッターなどを用いて台形状に切り抜いた。



Fig.1 Front angle view of styrofoam head.

胴体マネキンの頸部断面の中心部に直径27.2 mmの穴を開けた（Fig.2）。

成人の食道の径が2～3 cmであることから、シミュレーターでは頸部食道を外径27.2 mmのプラスチックパイプを使い、胸部食道を同径の塩化ビニールチューブ（長さ50 cm、厚さ3 mm）を用いて再現した。胃・十二指腸部は外径38 mmの排水ホース（長さ31 cm）を用いた。接続する際、造影剤の漏れを予防するためにシリコンシーライト・シリコンテープを使用した。空腸を外径38 mmの塩化ビニールチューブ



Fig.2 Front angle view of the simulator including neck and cervical intestinal structures.

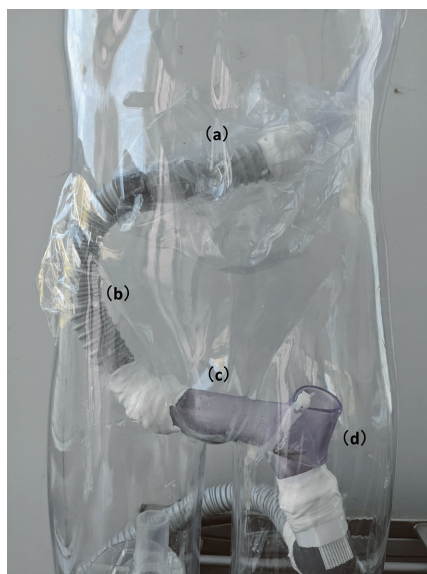


Fig.3 Front angle view of the phantom including stomach (a), duodenum (b), jejunum (c) and obstruction (d).

ブ（長さ 30 cm）で作製し、十二指腸の排水ホース（肛側部）に接続した。空腸開始部から 15～22 cm の部分の塩化ビニールチューブをねじって結束バンドで固定し、イレウスを模した内腔の狭小部を再現した（Fig.3）。狭小部より肛門側は外径 38 mm の排水ホースを接続し、胴体マネキンの左大腿背側部の小窓から体外へ排水できるようにした。

以上により、実習用シミュレーター製作は完了した。

1-2 鼻腔カテーテル挿入

鼻腔カテーテルには 18F のシングルバルーンの親水性イレウスチューブ（CP- II NT ワイヤセット、クリエートメディック）を使用した。シミュレーターの鼻腔部からガイドワイヤーを挿入し、十二指腸を超えた辺りに留置し、カテーテル本体をガイドワイヤーに沿って挿入した。さらにガイドワイヤーを小腸狭窄部の口側付近まで進め、カテーテルを追従させた後、ガイドワイヤーを抜去した。最後にカテーテルのバルーンを生理食塩水を用いて膨らませ留置した⁵⁻⁸⁾。

1-3 撮影

撮影機器として医用 X 線高電圧装置 KXO-80G（東芝メディカルシステムズ）を用いた。撮影条件は管電圧 70 kV、管電流 100 mA、撮影時間 56 msec、距離 150 cm、グリッドなしの設定で、水溶性ヨード造影剤（ガストログラフィン、バイエル薬品）投与前後の立位像を撮影した。

2. 結果

2-1 試作シミュレーター

試作したシミュレーターの全景を Fig.4 に示す。鼻腔カテーテルを模擬小腸狭窄部の口側まで進め、バルーンを生理食塩水で膨らませている。

2-2 模擬造影検査

ガストログラフィンを鼻腔カテーテルから注入する前後でシミュレーターの腹部正面像を撮影した（Fig.5-a, b）。パブリックドメインソフトウェア ImageJ を用いて造影剤投与前後で差分画像を作製し、造影剤が模擬消化管狭窄部より肛側に流出していることを確認した（Fig.5-c）。

2-3 カテーテル抜去

模擬造影検査後、バルーンの生理食塩水を吸引し収



Fig.4 Whole oblique angle view of the simulator with inserted naso-intestinal catheter.

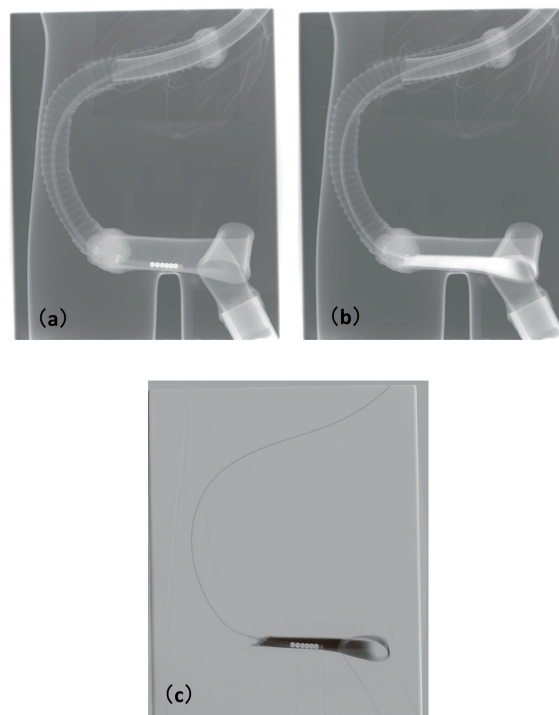


Fig.5 Front angle X ray images of simulator's abdomen. (a): before administration of contrast media. (b): after administration of contrast media. (c): subtracted image.



Fig.6 Side angle view of retraction procedure using the do-it-yourself simulator.

縮させ、シミュレーターの鼻近くで鼻腔カテーテルを手動的にゆっくりと引き、抜去した (Fig.6)。

3. 考 察

シミュレーターの素材は、全てホームセンター、100円均一ショップおよびネット通販で入手可能なものを用いた。材料費はイレウスチューブと水溶性造影剤の購入費を含めないシミュレーターのみで約53,000円であった。ただし、使用しなかった購入材料もあり、実際はもっと安価に作製できると思われた。すでに開始された日本診療放射線技師会の告示研修では、京都科学の「鼻腔カテーテル造影剤注入シミュレータ」を用いているが、その約5分の1の費用で、より診療放射線技師の業務にカスタマイズしたシミュレーターの作製ができた。今回、後述するさまざまな反省点はあるものの、比較的安価に実習用シミュレーターが作製できたことは、予算が限られている教育施設にとって福音であり、この報告を通じてそのノウハウを共有するものである。

人体解剖を理解しなければシミュレーターを試作することができないため、作製行為そのものが解剖学の習得に寄与した。また模擬病変である狭窄部を作製し、イレウスチューブをその口側まで挿入することはイレウスの病態理解に役立った。シミュレーターを自作す

ることで、手技の習得に加えて解剖生理学などの学習にもつながった。

問題点

●解剖学的再現性の向上

今回、頭頸部はカテーテル抜去の円滑化を重要視し、構造の簡略化を行ったため、鼻孔から鼻腔、鼻腔から咽頭にかけての角度などが十分には再現されておらず、今後は解剖学的精度を高める改良が必要と思われた。頭頸部の解剖に関しては、別途、展開模型などを用いて学習し、カテーテル抜去においては鼻腔の角度に逆らわないように優しく行うよう注意する必要がある。またカテーテル抜去手技に際しての患者の嘔気や不快感を学習することはシミュレーターでは不可能であり、臨床手技のビデオ視聴など、他の学習法との併用が重要と思われた。

カテーテルを模擬小腸まで到達させることに重点を置いたため、塩化ビニールチューブで作製した食道は胸部正中ではなく、一部胸壁に沿った走行となってしまう。市販の「鼻腔カテーテル造影剤注入シミュレータ」の材質は「軟質特殊樹脂」とのみ記載があり、詳細は不明で、素材選定の参考にすることができなかった。今後は素材の適正化と解剖学的精度を高める改良が必要と思われた。

消化管の径に関しては、実際の食道の径に近づけるように作製したが、小腸は参考にできるシミュレーターがなく、さらに消化管の蠕動運動も考慮はできなかった。ただし、バルーンを膨らませた状態と消化管パイプ径の関係 (Fig.5) を撮影画像で見ると、実際の小腸造影検査像と大きな乖離はないと思われた。

●造影検査の是非

今回、鼻腔カテーテルから水溶性造影剤を注入し撮影を行った。自作シミュレーターはアクリル製の空洞構造であり、人体のX線吸収度と大きく異なるため、撮像条件の設定は臨床と大きく乖離していた。さらに自施設の設備の問題ではあるが、X線透視が行えず、造影前後のX線画像の差分画像での評価で代用したため、この点においても、実臨床との整合性が取れなかった。「卒前教育としてどのレベルまでの手技の習得を目指すべきか」は意見が分かれるところであり、今回のような非現実な撮影条件での模擬造影検査 (X線撮影) にこだわる必要は必ずしもないかもしれない。水溶性造影剤の代わりに色水などを用いて投与の感触と注入具合を確認することで、X線撮影を省略化して

もある程度の実技習得は可能と思われた。各施設の事情を考慮した実習の組み立てが今後の課題と考える。

4. 結 語

今回、2021年の法改正での診療放射線技師の業務拡大に合わせ、鼻腔カテーテル操作用シミュレーターを診療放射線技師教育施設の学生が自作した。試作シミュレーターを用いて鼻腔カテーテルからの造影と撮影、バルーンを萎^{しぼ}ませてからの抜去と一連の手技を学ぶことが可能であった。

5. 利益相反

本研究は、大阪大学未来基金令和3年度「学部学生による自主研究奨励事業」により行った。

図の説明

- Fig.1 頭部シミュレーター正面像
 Fig.2 胴体シミュレーター胸部正面像
 Fig.3 胴体シミュレーター腹部正面像
 Fig.4 シミュレーター全景像
 Fig.5 胴体シミュレーター腹部のX線画像
 (a) 造影前
 (b) 造影剤注入後
 (c) 差分画像
 Fig.6 学生による鼻腔カテーテル抜去

参考文献

- 1) 第7回医師の働き方改革を進めるためのタスク・シフト/シェアの推進に関する検討会資料。
https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_15415.html
- 2) 上田克彦：診療放射線技師法改正により求められる診療放射線技師像。INNERVISION, 36(10), 38-40, 2021.
- 3) 児玉直樹：医師の働き方改革と診療放射線技師法改正の経緯および改正の概要。INNERVISION, 36(10), 41-44, 2021.
- 4) 小笠原克彦, 他：タスク・シフト/シェアおよび学校養成施設カリキュラムの改正に伴う教育と研修。日放技誌, 68(3), 41-54 (265-278), 2021.
- 5) 斉田芳久：術後患者のチューブ。消化器外科ナーシング, 16(6), 526-530, 2011.
- 6) 岸原文明：管を入れる。臨床研修プラクティス, 4(5), 61-67, 2007.
- 7) Ph van Trijp M, et al.: Using naso- and oro-intestinal catheters in physiological research for intestinal delivery and sampling in vivo: practical and technical aspects to be considered. Am J Clin Nutr, 114(3), 843-861, 2021.
- 8) Li de C, et al.: Efficacy of intestinal decompression with long nasointestinal tube and selective contrast radiography in the treatment of small bowel obstruction in elderly patients. Minerva Chir, 71(2), 85-90, 2016.