

令和 3 年 6 月 22 日現在

機関番号：12102

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K18415

研究課題名（和文）客観的技術評価可能な内視鏡外科シミュレータによる次世代外科医育成システムの構築

研究課題名（英文）Construction of the surgeon's education system using the comprehensive pediatric laparoscopic surgery simulator with objective surgical evaluation system.

研究代表者

神保 教広（Jimbo, Takahiro）

筑波大学・医学医療系・講師

研究者番号：10650559

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：技術革新の進む医療現場において、特に外科領域での技術進歩は著しく、技術進歩と並行して外科医の教育を考える事は大変重要な事である。特に日本の将来を担う小児への安全な外科医療提供は必須であるが、一方で疾患希少性による外科医の経験不足が懸念される。我々はこれまでも客観的技術評価システムを備えた網羅的小児内視鏡手術シミュレータ開発を行っており、同シミュレータに新たに腎盂形成モデルの開発と同シミュレータを用いた外科医育成の取り組みを行い、また安全な医療を提供するための術前シミュレーションへの応用を行って、その有用性について各学会で報告した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

客観的技術評価システムを備えた網羅的疾患シミュレータ開発とその応用は、外科医の教育を考える上でこれまで定量的評価が難しかった外科医の技量を定量化することで、技量の習得過程を科学的に理解する事が可能であり、その解析により効率的な外科医の後進育成につながる研究である。また、外科医育成システムの構築は安全で安定した技量を有した外科医の育成につながる事から、より安全で優良な外科医療を安定的に提供する事を可能にすると考えられる。

研究成果の概要（英文）：The technological innovation in the surgical medicine is in particular remarkable. And it is very important to think about the surgical education regard with the new technologies and highly difficult surgical procedures. Especially, it is difficult to educate and mentor the pediatric surgeon due to the rarity of diseases, small operative field and fragile tissues.

We developed comprehensive pediatric laparoscopic simulator with objective surgical evaluation system, and we developed pyeloplasty model in this research.

The development of disease specific simulator for surgical education were presented in the some annual congress and were reported. There is the possibility that the surgical education using a comprehensive pediatric laparoscopic simulator contribute to a surgical education and providing a high quality surgical medical care.

研究分野：小児外科

キーワード：小児外科 外科教育 内視鏡手術 網羅的疾患シミュレータ

1. 研究開始当初の背景

内視鏡外科手術は1980年代後半より爆発的な発展を遂げ、低侵襲を旨とした技術革新も続いている。一方で、外科医育成という観点においては、安全な内視鏡外科手術の安定的な供給は個々の外科医に委ねられており、系統的に安全な内視鏡手術手技を会得するには主に on the job training での習得が主体と考えられる。小児外科領域においても、疾患の希少性を差し置いて内視鏡外科手術の適応拡大が続いているが、疾患希少性から十分な臨床経験の蓄積(on the job training)は困難である。小児外科医は少子高齢化が進む本邦において、先天的な疾患をもって生まれた病児を社会に貢献できる状態で送り出すことが使命である。そのために医の「安全」を小児外科領域で確保するためには、より効率的で有効な内視鏡外科手術技術の習得システムが必須である。より質の高い系統的訓練をシミュレータを用いたカリキュラムとして導入し、「技術定量評価システムを備えた内視鏡外科シミュレータを用いた次世代外科医育成システムの構築」を行う事が急務と考えられた。

2. 研究の目的

本研究は技術定量評価システムを備えた内視鏡外科シミュレータを開発し、同シミュレータを用いたトレーニングが外科医のラーニングカーブの初期段階を補完可能し得る事を科学的に証明し、次世代外科医育成システムを構築することを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 網羅的疾患シミュレータの開発

研究代表者はこれまで小児内視鏡手術に特化した網羅的疾患シミュレータ開発を行っており、今回の研究内でも新たに耐圧試験による評価システムを備えた腸管吻合モデルと腎盂形成術モデルの開発を行う。腸管吻合モデルは既存の腸管モデルを使用するが、空気圧を送り込んで空気漏れが起こるまでの最高気圧を測定するシステムとして開発を行い、腎盂形成モデルについては3Dプリンターを用いて両側腎臓を作成し、拡張腎盂及び尿管を各々に異なる素材(樹脂)により制作し、接合することで腎盂尿管移行部とした。これまでに開発してきた小児幼児気腹モデル内に同モデルを設置することで、腹腔鏡下腎盂形成術のトレーニング及び術前シミュレーションを行うことが可能となった(図1)。同モデルは、臨床同様に吻合部を通してカテーテルを留置し、拡張腎盂側より液体を通すことで吻合部の縫合不全を検知することが可能である。

(2) Dry Box と疾患シミュレータを用いた内視鏡手術手技トレーニング

研究代表者は、毎週水曜日に医学生及び初期臨床研修医・後期臨床研修医を対象とした小規模の内視鏡外科ハンズオンセミナーを開催している。同ハンズオンセミナーを利用し、医学生及び臨床研修医の中から被験者の対象者を選定するにあたり、ハンズオンセミナーでその希望者を募る計画を立てた。DryBox 及び疾患シミュレータでのトレーニングを行い、トレーニング時間と技術評価についての相関関係を確認する事とした。

(3) 疾患シミュレータの臨床応用

開発した疾患シミュレータは内視鏡外科教育で使用する以外に、小児外科領域の高難易度内視鏡外科手術での臨床応用として、至適ポート位置の検索や手術と同術野での吻合シミュレーションを行う事が可能である。腹腔鏡下腎盂形成術症例2症例について、同シミュレータを用いた術前シミュレーションを行う(図1)。

4. 研究成果

客観的技術評価システムを備えた網羅的疾患シミュレータの一疾患として、腎盂形成モデルを新たに開発した。同シミュレータは研究代表者が先行研究で開発した幼児気腹モデルを併用することで術前に術者の適切なポート配置を検討する事が可能となり、また実際と酷似した術野で事前に吻合のシミュレーションを行う事が出来るため、より安全な手術導入の一助になりえた。開発したシミュレータの臨床応用について、2症例での実際の応用としてその有用性を日本小児泌尿器科学会とInternational Pediatric Endosurgery Group(IPEG)に報告した。また、並行して開発を進めた耐圧試験を兼ね備えた腸管吻合モデルについては、評価ツールの開発に難渋した。一方で先の腎盂形成モデルについては、中空構造を通したカテーテルの前後で液体の通過を確認する事で、吻合部の評価が可能モデルとして開発を行った。

同モデルは国内外での学会発表を通して評価され、国内初の小児外科領域に特化して「スタンダード小児内視鏡外科手術」の著書に掲載された(2020年)。

次世代外科医育成システムの構築としては、DryBox 及び網羅的疾患シミュレータを用いた異なる2つのツールを用いた後進外科医育成カリキュラムの作成を行って、被検者に定期的なト

レーニングを行った上で、トレーニング時間と手技習得状況を客観的技術評価システムを用いて評価する予定であったが、国内外の COVID-19 パンデミックに伴い、緊急事態宣言下での研究活動自粛、環境整備の改変を行うにあたり、必要十分な被験者の確保とデータ収集を行う事は困難であった。

一方で、本モデルと先行研究で開発された網羅的疾患シミュレータとしての幼児気腹モデルおよび併存する新生児胸郭モデルを用いる事で、小児新生児および幼児特有の手術術野を短期間でも経験することが可能であり、卒前教育及び卒後教育の一環としての外科教育への応用が可能であることを確認し、2018 年度より筑波大学附属病院実習中の医学生及び卒後臨床研修医および外科専攻医に対する内視鏡手術手技やバーチャルシミュレーションのための教育ツールとして使用している。これらの活動報告として、2020 年日本内視鏡外科学会シンポジウムでの発表を行った。

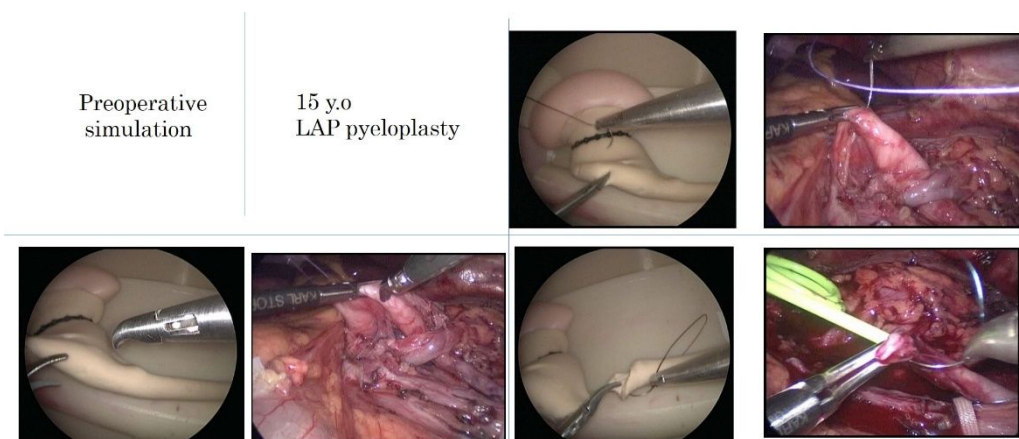


図1. 腹腔鏡下腎盂形成モデルと臨床像との比較

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Fukuta Atsuhisa, Obata Satoshi, Jimbo Takahiro, Kono Jun, Souzaki Ryota, Matsuoka Noriyuki, Katayama Tamotsu, Taguchi Tomoaki	4. 巻 29
2. 論文標題 Continuous Skill Training Using the Disease-Specific Endoscopic Surgical Simulator to Promote Young Pediatric Surgeons: Learning Curve for Trainees	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Laparoendoscopic & Advanced Surgical Techniques	6. 最初と最後の頁 1334 ~ 1341
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1089/lap.2019.0111	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 神保教広、堀 哲夫、五藤 周、南 洋輔	4. 巻 51
2. 論文標題 小児外科診療における合併症、偶発症—とっさの処置、その後の対応— 内視鏡手術トロカーによる手術器具破損	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 小児外科	6. 最初と最後の頁 287 ~ 290
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Busch Caleb, Nakadate Ryu, Uemura Munenori, Obata Satoshi, Jimbo Takahiro, Hashizume Makoto	4. 巻 12
2. 論文標題 Objective assessment of robotic suturing skills with a new computerized system: A step forward in the training of robotic surgeons	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Asian Journal of Endoscopic Surgery	6. 最初と最後の頁 388 ~ 395
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/ases.12672	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 家入里志、大西 峻、山田耕嗣、小幡 聡、神保教広、宗崎良太、矢野圭輔、村上雅一、馬場徳朗、山田和歌、柘屋隆太、川野孝文、町頭成郎、中目和彦、向井 基、加治 健、橋爪 誠、田口智章	4. 巻 120
2. 論文標題 外科医のトレーニング 技術の継承とは—小児外科疾患に対する網羅的手術シミュレータの開発と検証— 開放手術と内視鏡外科手術の双方の技術伝承を目指して	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本外科学会雑誌	6. 最初と最後の頁 91-94
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 神保教広、五藤 周、増本幸二	4. 巻 52
2. 論文標題 【小児内視鏡外科手術の術中・術後合併症と対策】食道アカラシア手術時の鉗子破損	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 小児外科	6. 最初と最後の頁 1195-1198
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 神保教広、増本幸二	4. 巻 52
2. 論文標題 【そこが知りたいシリーズ：手術に必要な局所解剖（腹部編）】Diamond吻合術（先天性十二指腸閉鎖・狭窄症）	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 小児外科	6. 最初と最後の頁 118/121
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 堀 哲夫、五藤 周、神保教広、南 洋輔、伊藤佳史、川見明央	4. 巻 52
2. 論文標題 【小児外科における多診療科連携】他科との共同手術における小児外科医の役割 小児外科開設後10年間の経験	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 小児外科	6. 最初と最後の頁 225-230
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計11件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 神保教広、増本幸二、五藤周、高安肇、新開統子、瓜田泰久、小野健太郎、千葉史子、佐々木理人、相吉翼、田中尚、根本悠里、伊藤愛香里、白根和樹、堀口比奈子
2. 発表標題 当科におけるSILPECの導入から現在一成績と課題一
3. 学会等名 第32回日本内視鏡外科学会総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 神保教広、増本幸二、五藤周、高安肇、新聞統子、瓜田泰久、小野健太郎、千葉史子、佐々木理人、相吉翼、田中尚、根本悠里、伊藤愛香里、白根和樹、堀口比奈子
2. 発表標題 SILPEC施行症例で経験する体側発症例の検討
3. 学会等名 Pediatric Surgery Meeting 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 神保教広、堀 哲夫、川嶋 寛、家入里志、増本幸二
2. 発表標題 網羅的小児内視鏡シミュレータにおける腎盂形成モデルの開発
3. 学会等名 第28回日本小児泌尿器科学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takahiro Jimbo, Akio Kawami, Tetsuo Hori, Kouji Masumoto
2. 発表標題 The experiences of preoperative simulation using a comprehensive pediatric pneumoperitoneum simulator
3. 学会等名 Annual congress of International Pediatric Endosurgery Group 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 神保教広、堀 哲夫、川嶋 寛、川見明央、増本幸二
2. 発表標題 新規内視鏡手術導入における網羅的小児内視鏡手術モデルの応用
3. 学会等名 第31回日本内視鏡外科学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 神保教広、堀 哲夫、川嶋 寛、南 洋輔、多田憲正
2. 発表標題 腹腔鏡下腎盂形成術の導入－間欠的腹痛を契機に診断されたCrossing vesselによる腎盂尿管移行部狭窄症の1例－
3. 学会等名 日本小児泌尿器科学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 神保教広、堀 哲夫、五藤 周、南 洋輔
2. 発表標題 内視鏡手術トロカーが原因と考えられた鉗子器具破損（絶縁被膜材剥離）の一例
3. 学会等名 第116回東京小児外科疾患研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takahiro Jimbo, Akio Kawami, Tetsuo Hori, Kouji Masumoto
2. 発表標題 The experiences of preoperative simulation using a comprehensive pediatric pneumoperitoneum simulator
3. 学会等名 Annual congress of International Pediatric Endosurgery Group 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 神保教広、増本幸二、高安肇、新開統子、瓜田泰久、小野健太郎、千葉史子、佐々木理人、青山統寛、藤井俊輔、相吉翼、田中尚、伊藤愛香里、水崎徹太
2. 発表標題 COVID19流行期の内視鏡手術トレーニング 当科での工夫
3. 学会等名 第33回日本内視鏡外科学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 神保教広、増本幸二、高安 肇、新開統子、瓜田泰久、小野健太郎、千葉史子、佐々木理人、相吉 翼、田中 尚、根本悠里、伊藤愛香里、西塔省吾、堀口比奈子
2. 発表標題 当院における術中癒着防止材の使用経験
3. 学会等名 第57回日本小児外科学会学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 神保教広、増本幸二、高安 肇、新開統子、瓜田泰久、小野健太郎、千葉史子、佐々木理人、相吉 翼、田中 尚、根本悠里、伊藤愛香里、西塔省吾、堀口比奈子
2. 発表標題 Abdominoscrotal hydroceleに対するSILPEC法の経験
3. 学会等名 第29回日本小児泌尿器科学会総会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 神保教広、増本幸二	4. 発行年 2020年
2. 出版社 メジカルビュー社	5. 総ページ数 46-47
3. 書名 スタンダード小児内視鏡外科手術 I基礎編 トレーニング/シミュレータ Nissen	

1. 著者名 神保教広、増本幸二	4. 発行年 2020年
2. 出版社 メジカルビュー社	5. 総ページ数 51-52
3. 書名 スタンダード小児内視鏡外科手術 I基礎編 トレーニング/シミュレータ Pyeloplasty	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------