

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 11 日現在

機関番号：17701

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24501139

研究課題名(和文) 低侵襲性膵臓手術における膵消化管再建術の手術モデル開発と訓練システムの構築

研究課題名(英文) Innovation of training system and development of surgical model for reconstruction of pancreas-to-digestive system on minimally invasive pancreatic surgery

研究代表者

前村 公成 (Maemura, Kousei)

鹿児島大学・医歯学総合研究科・准教授

研究者番号：30398292

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：申請者らが考案したオリジナルの腹腔鏡手術用訓練シミュレーターを基に、膵と胃の模擬臓器を配置した腹腔鏡手術用膵再建術専用のシミュレーターを開発し、本装置を用いた吻合のシミュレーションテストにて新しい膵胃の吻合法を考案した。ミニブタを用いた動物実験で、本法の操作性の検証を鏡視下手術で、安全性を吻合部標本の組織学的評価でそれぞれ確認し、臨床応用が可能であることを示した。本システムで考案した吻合法を臨床症例に導入し、従来法の症例と周術期因子を詳細に比較検討した結果、操作性の向上ならびに周術期合併症の低減効果が確認された。以上より本モデルが膵消化管再建術の手術モデルとして有用であることが示唆された。

研究成果の概要(英文)： We developed the original simulator dedicated for laparoscopic pancreas reconstruction. This device was modified the previous original laparoscopic training simulator, and equipped simulated organ model of stomach and pancreas inside of the box as the simulated intra-abdominal cavity. The new technical procedure for pancreato-gastrostomy was contrived through the several simulation tests using this device. We confirmed the convenient operability with laparoscopic surgery using animal model and the safety by pathological examination of resected sample of animal model, and showed the possibility on the clinical application of this method. We introduced this method to clinical cases and compared with conventional method for pancreato-gastrostomy. Our results demonstrated the improvement of operability and the effect for reduction of perioperative complication concerning anastomosis on pancreatic surgery.

研究分野：医歯薬学

キーワード：腹腔鏡手術 膵胃吻合 シミュレーター

1. 研究開始当初の背景

技術的に難易度が高いと言われる膵臓外科領域においても、腹腔鏡による低侵襲手術が試みられているが、他の消化管臓器に比べて普及は遅い。これは、手術の鍵となる膵の再建術自体が高度な技術を要し、かつ非常にクリティカルな操作であることがその理由の一つである。膵の内視鏡下手術手技において、特に膵消化管再建術の有効な修練方法や教育システムの報告はない。膵の内視鏡外科においてこのように高度な手術手技の標準化と安全性を確立するためには、従来の方法をしのぐ技術向上のための修練法の構築と系統的教育方法、ならびに手術自体を進歩させる技術開発のシステム構築が不可欠である。申請者らは2004年よりミニブタによる内視鏡外科手術訓練プログラムを開始した(特定非営利活動法人内視鏡手術普及・啓発の会、略称; NPO SEES)。本プログラムは消化器外科、泌尿器科、産婦人科、整形外科分野にわたり、操作技術の改善効果が示され、腹腔鏡手術の修練においてミニブタを用いた総合的訓練システムが極めて有用であることが示唆された。申請者らは膵切除術において1990年代より膵胃吻合法を導入し、基礎・臨床研究を継続してきた。膵切除後の再建には胃を用いることが極めて安全で有効な方法であることを提唱してきた。

以上を背景として、膵に対する内視鏡手術において、本技術を応用した手技を導入することで、膵消化管再建法における安全な術式を確立できると考えた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、膵臓切除後の再建術を低侵襲下に安全・確実な方法で実現するために、腹腔鏡技術の利用による胃を用いた膵消化管再建術に特化した技術開発と効率的な訓練システムを構築し、我が国の膵臓領域における低侵襲外科手術の発展に寄与することである。

本研究では次の2点を目指した。独自開発した訓練用ボックスと実験動物(ミニブタ)の両者を用いて、腹腔鏡下による胃を利用した膵消化管再建術を考案し、モデル化すること。開発した手術モデルを用いて、術者の技術レベルに基づいた訓練プログラムの開発と有効性の評価を含めた総合的な教育システムを構築すること。

3. 研究の方法

研究計画では以下の二つの研究を主体とした。

1. 訓練システムの基盤となる、腹腔鏡下での胃を利用した膵消化管吻合再建モデルの開発

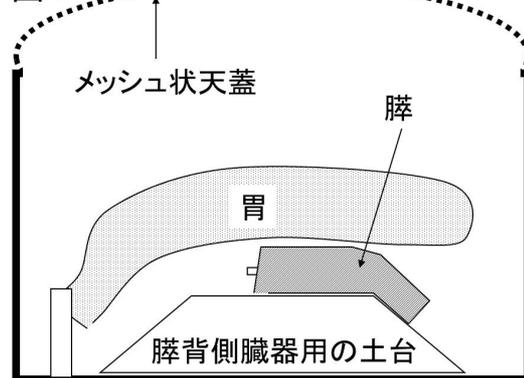
訓練用のドライボックスと模擬臓器を用いたドライ(非生体)モデルと、ミニブタを用いた動物(生体)モデルによる膵消化管吻合再建モデルの新規考案と操作プロトコルの

開発を行う。膵消化管吻合をモデルで再現するための条件は、術者と助手による操作環境を設定できる、膵、消化管の模擬臓器を有す、鉗子ポート位置の設定を自由に行える等である。以上よりドライモデルは2009年に申請者が考案した腹腔鏡用訓練ボックスを基盤に開発する(図1)。本装置の特徴は; メッシュ構造の天蓋により装置の内部透見が可能で、鉗子挿入経路や数の設定が自由、内部に胃、大網のシリコン性模擬臓器を設置、術者と助手を想定し2人以上での同時操作が可能。

2. 腹腔鏡下膵再建訓練プログラムの開発と評価システムの確立

ドライモデルおよび動物モデルによる膵消化管吻合再建プロトコルを連携させた、2段階方式の訓練プログラムの開発と、その効果を評価するためのシステムを確立する。

図1



4. 研究成果

腹腔鏡下の膵消化管吻合再建モデルに対するオリジナルシミュレーターを用いた疑似臓器モデルの試作器を開発した。さらに、このモデルの改良版を用いたプログラムの作成を行った。疑似臓器は吻合方法の再現をよりの確に効率よく行えるよう、シリコン製の特注胃モデルとシリコンおよびスポンジを形成して作成した膵モデルをオリジナルボックス内に配置した。シミュレータの動画システムはフレキシブルUSBカメラをパソコンと連結し、自由な動画編集を行えるようにした。さらに改良型として、CCDカメラを搭載・ヘッドマウントディスプレイを導入し、腹腔鏡手術の再現性を向上させた。改良型の完成度はモニター被験者により評価され、膵消化管吻合用シミュレータとして有用と考えられた。本装置を用いた吻合プログラムの作成を試みた。

当科で考案したオリジナルの腹腔鏡手術用訓練シミュレーターを基に、膵と胃の模擬臓器を配置した膵再建術専用のシミュレーターを開発した。本装置を用い膵と胃を縫合

する吻合のシミュレーションを行い、水平マツトレス法を応用した新しい吻合法を考案した。シミュレータで最適と判断された吻合法（膵胃吻合）を臨床導入するための重要な条件として、その安全性を検証した。特に新規開発した吻合法の術後の安全性ならびに創傷治癒を確認するために、ミニプタを用いてシミュレーターにて考案した吻合手順を再現し、吻合部完成後に儀死させ、吻合部の臓器を病理学的に観察した。吻合部の膵及び胃壁の高い密着性が確認された。さらに実験動物を用いて、従来の吻合法と新規開発した吻合法を各々施行し、術後7～10日目の全身状態ならびに吻合部位の組織学的検索を行った。結果は、周術期の炎症反応や腹腔内膵液の漏出程度は両群ともに同等で安全性は従来法に劣らないことが示された。組織学的検索により、吻合部の創傷治癒もやはり同等であることが確認された。これにより本システムで開発された吻合法は、従来法に劣ることなく安全に臨床に応用することが可能であることを示すことができた。

動物モデルに対しても改良を加え、腹腔鏡操作を安定して行えるプロトコルへの改変を行い、再現性の高いプログラムが作成できたと考えられた。さらにこのシステムを用いて新しい縫合針の開発に取り組み、試作モデルの作成を行った。

オリジナルシミュレーターを用いて本手技の参照用ビデオを用いた指導プログラムの試作版では、専修医によるシミュレーター上での同手技の再現を確認することができた。これらの結果をもとに同手技の臨床応用が可能となった。操作手順はシミュレーターでの手法を導入した結果、想定通りの手技の導入が行えた。20例の臨床症例に施行し、過去の臨床データベースを基に従来法で行った症例と周術期因子を詳細に比較検討した結果、手術操作時間の短縮に加え、術後合併症の発生リスク因子が有意に低下した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 6 件)

1. Maemura K, Shinchi H, Mataki Y, Kurahara H, Iino S, Sakoda M, Ueno S, Takao S, Natsugoe S. Assessment of percutaneous laparoscopic ultrasonography-guided core needle biopsy for the advanced diagnosis of unresectable pancreatic cancer. JOP. 2015 Jan 31;16(1):45-9. doi: 10.6092/1590-8577/2891. (査読有)
2. Kurahara H, Maemura K, Mataki Y, Sakoda M, Iino S, Kijima Y, Ishigami S, Ueno S, Shinchi H, Natsugoe S. Predictors of early stages of histological progression of branch duct IPMN.

Langenbecks Arch Surg. 2015 Jan;400(1):49-56. doi: 10.1007/s00423-014-1259-6. Epub 2014 Dec 3. (査読有)

3. Kurahara H, Maemura K, Mataki Y, Sakoda M, Iino S, Hiwatahi K, Ishigami S, Ueno S, Shinchi H, Natsugoe S. Closure of the pancreas in distal pancreatectomy: comparison between bare stapler and reinforced stapler. Hepatogastroenterology. 2014 Nov-Dec;61(136):2367-70. (査読有)
4. Maemura K, Mataki Y, Kurahara H, Iino S, Sakoda M, Ueno S, Shinchi H, Takao S, Natsugoe S: Clinical impact of intraoperative navigation using a Doppler ultrasonographic guided vessel tracking technique for pancreaticoduodenectomy. Int Surg. 99:770-778.2014. (査読有)
5. 前村公成、新地洋之、又木雄弘、盛真一郎、高尾尊身、夏越祥次：ドップラー血流計による術中血管同定法併用腹腔鏡下胆嚢摘出術。日本臨床外科学会雑誌、74：2046-2071,2013。(査読有)
6. Maemura K, Shinchi H, Mataki Y, Mori S, Kurahara H, Iino S, Sakoda M, Ueno S, Takao S, Natsugoe S: Reduced Port Surgery for Laparoscopic Distal Pancreatectomy Using the Transumbilical Approach with Zigzag Incision. Journal of Laparoendoscopic & Advanced Surgical Techniques and Part B: Videoscopy. 23:3,2013. (査読有)

〔学会発表〕(計 23 件)

1. 前村公成、又木雄弘、蔵原弘、盛真一郎、野田昌宏、南幸次、飯野聡、迫田雅彦、上野真一、高尾尊身、新地洋之、夏越祥次：膵部ジグザグ切開経膈的アプローチによる膵・脾手術に対する reduced port surgery. 第76回日本臨床外科学会総会、ワークショップ(ビデオ) 福島市、11月21日、2014.
2. 前村公成、盛真一郎、又木雄弘、蔵原弘、肥後直倫、川崎洋太、新地洋之、高尾尊身、夏越祥次：安全な腹腔鏡下膵胃吻合

- 法の確立を目指したドライボックスの開発. 第 27 回日本内視鏡外科学会総会、盛岡市、10 月 3 日、2014.
3. Maemura K, Matakai Y, Kurahara H, Mori S, Sakoda M, Iino S, Shinchi H, Ueno S, Takao S, Natsugoe S: Transumbilical laparoscopic surgery for pancreas and spleen through zigzag incision of umbilicus. 14th world congress of endoscopic surgery. Paris, June 25th, 2014.
 4. 前村公成、又木雄弘、蔵原弘、盛真一郎、飯野聡、迫田雅彦、上野真一、新地洋之、高尾尊身、夏越祥次: 腹腔鏡下膵手術における安全かつ有用な膵再建法確立への試み. 第 69 回日本消化器外科学会総会、郡山市、7 月 16 日、2014.
 5. 前村公成、新地洋之、又木雄弘、蔵原弘、盛真一郎、肥後直倫、川崎洋太、樋渡清司、飯野聡、迫田雅彦、上野真一、高尾尊身、夏越祥次: 安全な腹腔鏡下膵手術に対応する新しい膵胃吻合法の開発. 第 45 回日本膵臓学会大会 ミニワークショップ、小倉市、7 月 11 日、2014.
 6. 前村公成、新地洋之、又木雄弘、蔵原弘、盛真一郎、肥後直倫、川崎洋太、樋渡清司、飯野聡、迫田雅彦、上野真一、高尾尊身、夏越祥次: 腹腔鏡下膵手術後の安全な膵消化管再建に対応する膵胃吻合法の開発. 第 114 回日本外科学会定期学術総会、京都市、4 月 3 日、2014.
 7. Maemura K, Shinchi H, Matakai Y, Kurahara H, Kawasaki Y, Iino S, Sakoda M, Ueno S, Takao S, Natsugoe S: Surgical utility of Intraoperative Doppler ultrasonographic guided vessel navigation in pancreaticoduodenectomy. 11th World Congress of the International Hepato-Pancreato-Biliary Association, Seoul, March 24th, 2014.
 8. 前村公成、新地洋之、又木雄弘、蔵原弘、川崎洋太、出先亮介、飯野聡、迫田雅彦、上野真一、高尾尊身、夏越祥次: 術後再発形式からみた通常型膵癌の術後補助療法に関する検討. 第 44 回日本膵臓学会大会、仙台市、7 月 25 日、2013.
 9. 前村公成、新地洋之、又木雄弘、蔵原弘、飯野聡、迫田雅彦、上野真一、高尾尊身、夏越祥次: 十二指腸乳頭部癌における再発形式と微小リンパ節転移解析からみた外科治療戦略. 第 68 回日本消化器外科学会総会(パネルディスカッション)、宮崎市、7 月 18 日、2013.
 10. 前村公成、新地洋之、又木雄弘、蔵原弘、川崎洋太、出先亮介、安藤慶、南幸次、飯野聡、迫田雅彦、上野真一、高尾尊身、夏越祥次: 通常型膵癌の術後再発形式からみた術後補助療法および再発治療に関する検討. 第 25 回日本肝胆膵外科学会学術集会(ミニシンポジウム) 宇都宮市、6 月 12 日、2013.
 11. 前村公成、又木雄弘、蔵原弘、川崎洋太、出先亮介、飯野聡、迫田雅彦、上野真一、新地洋之、高尾尊身、夏越祥次: 術中ドップラー血流計を用いた安全な reduced port surgery による腹腔鏡下胆嚢摘出術を目指して. 第 26 回日本内視鏡外科学会総会、福岡市、11 月 28 日、2013.
 12. Kosei Maemura, Yuko Matakai, Shinichirou Mori, Hiroshi Kurahara, Satoshi Iino, Masahiko Sakoda, Shinichi Ueno, Sonshin Takao, Shoji Natsugoe: Trans umbilical approach using zigzag incision for laparoscopic distal pancreatectomy, Society of American Gastrointestinal and Endoscopic Surgeons 2013, Baltimore, April 19th, 2013.
 13. 前村公成、新地洋之、又木雄弘、盛真一郎、蔵原弘、川崎洋太、飯野聡、迫田雅彦、上野真一、高尾尊身、夏越祥次: 安全な reduced port surgery を目指した膵部ジグザグ切開による腹腔鏡下尾側膵切除術の経路的アプローチ. 第 113 回日本外科学会(ビデオフォーラム) 福岡市、4 月 13 日、2013.
 14. 前村公成、新地洋之、又木雄弘、蔵原弘、盛真一郎、飯野聡、迫田雅彦、上野真一、高尾尊身、夏越祥次: 膵手術の安全性を目指すミニプタを利用した内視鏡下手術訓練システムの開発. 第 25 回日本内視鏡外科学会総会、横浜、12 月 8 日、2012.
 15. 前村公成、新地洋之、又木雄弘、蔵原弘、桑畑太作、前田光喜、飯野聡、迫田雅彦、上野真一、高尾尊身、夏越祥次: 膵頭部切離における術中ドップラー超音波および血流計ガイドによる血管ナビゲーション手術. 第 20 回日本消化器病関連学会週間 JDDW2012(シンポジウム) 神戸、10 月 12 日、2012.
 16. 前村公成、新地洋之、又木雄弘、蔵原弘、桑畑太作、前田光喜、飯野聡、迫田雅彦、上野真一、高尾尊身、夏越祥次: 術中ドップラー血流計を利用した腹腔鏡下胆嚢摘出術. 第 48 回日本胆道学会学術集会、東京、9 月 21 日、2012.
 17. Kosei Maemura, Hiroyuki Shinchi, Yuko

- Mataki, Hiroshi Kurahara, Kohki Maeda, Shinichi Ueno, Shoji Natsugoe, Sonshin Takao: A newly safe lymphadenectomy in pancreaticoduodenectomy using intraoperative Doppler ultrasonography-guided navigation. 10th World congress of International Hepato-Pancreato-Biliary association, Paris, July 4, 2012.
18. 前村公成、新地洋之、又木雄弘、蔵原 弘、桑畑太作、前田光喜、飯野 聡、迫田雅彦、上野真一、高尾尊身、夏越祥次：当科における腹腔鏡下尾側膵切除術の検討、第43回日本膵臓学会大会(主題関連セッション) 山形、6月29日、2012.
19. Kosei Maemura, Hiroyuki Shinchi, Yuko Mataki, Hiroshi Kurahara, Taisaku Kuwahata, Kohki Maeda, Masahiko Sakoda, Shinichi Ueno, Shoji Natsugoe, Sonshin Takao : Pancreaticogastrostomy: a pancreas-transfixing method with duct-to-mucosa anastomosis、第24回日本肝胆膵外科学会・学術集会(International Video Symposium),大阪、5月31日、2012
20. 前村公成、新地洋之、又木雄弘、蔵原 弘、桑畑太作、前田光喜、飯野 聡、迫田雅彦、上野真一、高尾尊身、夏越祥次：腹腔鏡下胆嚢摘出術の安全性向上を目指した術中ドップラー血流計による血管同定、第24回日本肝胆膵外科学会・学術集会、大阪、5月30日、2012.
21. 前村公成、新地洋之、又木雄弘、蔵原 弘、桑畑太作、前田光喜、盛真一郎、飯野 聡、迫田雅彦、上野真一、高尾尊身、夏越祥次：オリジナルドライモデルとミニブタのアニマルモデルを利用した内視鏡下膵胃吻合手術訓練システムと技術開発、第24回日本肝胆膵外科学会・学術集会(ミニシンポジウム) 大阪、5月30日、2012.
22. 前村公成、新地洋之、又木雄弘、盛真一郎、蔵原 弘、桑畑太作、飯野聡、迫田雅彦、上野真一、高尾尊身、夏越祥次：局所進行切除不能膵癌に対する単孔式審査腹腔鏡検査の検討、第5回単孔式内視鏡手術研究会、広島、2月18日、2012.

〔図書〕(計 0 件)

取得状況(計 1 件)

①名称：鏡視下手術シミュレーション装置
 発明者：前村公成
 権利者：鹿児島 TLO
 種類：
 番号：
 出願年月日：
 取得年月日：
 国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等
 消化器・乳腺甲状腺外科ホームページ
<http://gekaichi.com/>
 開発持針器 PV ビデオ
<https://www.youtube.com/watch?v=SS8Go5Ty4n0>

6. 研究組織

(1)研究代表者

前村 公成 (MAEMURA KOUSEI)
 鹿児島大学・医歯学総合研究科・特任准教授
 研究者番号：30398292

(2)研究分担者

又木 雄弘 (MATAKI YUUKOU)
 鹿児島大学・医学部・歯学部附属病院・助教
 研究者番号：10444902

盛 真一郎 (MORI SHINICHIRO)
 鹿児島大学・医学部・歯学部附属病院・助教
 研究者番号：00620519

夏越 祥次 (NATSUGOE SHOJI)
 鹿児島大学・医歯学総合研究科・教授
 研究者番号：70237577

高尾 尊身 (TAKAO SONSHIN)
 鹿児島大学・医用ミニブタ先端医療開発研究センター・教授
 研究者番号：80171411