

令和 2 年 5 月 6 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K01414

研究課題名(和文)主観・経験から客観・論理へ 革新的な科学的内視鏡外科手術教育パッケージの開発

研究課題名(英文)Development of an Innovative Scientific Educational Package for Endoscopic Surgery

研究代表者

富川 盛雅(TOMIKAWA, MORIMASA)

九州大学・大学病院・特別教員

研究者番号：60325454

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：九州大学病院内視鏡外科手術トレーニングセンターは、15年以上の運営と定期的な手術トレーニングセミナー開催の実績を持ち、累積受講者は2500名を超えている。セミナー前後の縫合結紮手技を数理的に解析した結果、1. 熟練医はより自然で安定した手の動きをしている。2. トレーニングにより修練医は熟練医のスコアに近づく。3. トレーニング後にスコアの低下を来す集団が存在し、そのキャリアや個性に一定の特徴がある。4. これらの特徴をより明確に整理することにより個々人に適ったトレーニング目標を設定できる可能性がある。ことなどが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

外科医の内視鏡外科手術・先端医療機器に対する理解・認識の不足や未熟な技術を、専門的な教育・トレーニングにより全国的に向上させる。より軽い身体的・経済的負担で且つより短期間での社会復帰を実現する低侵襲治療、特に内視鏡外科手術の需要を高めることができる。超少子高齢化社会を迎えつつあるわが国の喫緊の課題である中高齢者の健康寿命を延長し、国民の人的潜在力を維持に貢献することができる。

研究成果の概要(英文)：The Kyushu University Training Center for Minimally Invasive Surgery has been regularly held minimally invasive surgery training programs for more than 15 years. All programs were open to currently active surgeons throughout Japan, and the cumulative number of participants is over 2500. As results of analyses of the training programs, 1. The expert surgeon has more natural and stable hand motions. 2. Training brings the novice surgeon closer to the expert's performances. 3. There are some groups whose scores decrease after training, and their careers and individualities have certain characteristics. 4. It may be possible to set training programs suitable for each individual by clarifying these characteristics.

研究分野：医用システム

キーワード：外科手術教育 内視鏡外科学 コンピュータ外科学 医用システム

1. 研究開始当初の背景

より軽い身体的・経済的負担で且つより短期間での社会復帰を実現する低侵襲治療、特に内視鏡外科手術の需要が近年ますます高まっているが、内視鏡外科手術に関連した医療事故が巷間を賑わし、社会問題となっている。この問題の要因の一つとして、外科医の内視鏡外科手術・先端医療機器に対する理解・認識の不足や未熟な技術が挙げられる。このような事故を防ぐためには内視鏡外科手術の専門的な教育・トレーニングが極めて重要である。

2. 研究の目的

科学的根拠に基づいた質の高い革新的な科学的トレーニング法をパッケージ化し、内視鏡外科手術教育の標準化を行う。これによりわが国における外科技術レベルの底上げを実現し、内視鏡外科の経験が比較的少ない外科医でも短期間で進歩的な手技を習得し、熟練者と同様に正確で安全な内視鏡外科手術を行うことが出来る革新的な全国規模の教育システムを構築する。

3. 研究の方法

【平成 29 年度】(1)リアルタイムにフィードバックを返すことが出来る“手術ナビゲータ”システムの開発: 申請者らの開発した腸管縫合シミュレータは、タスクを完了し完成させた縫合の質をも定量的に評価することが可能である。30 名以上の熟練医の腸管モデル縫合中の動作の手術工程解析(SPM)とビッグデータ解析技術を融合させた縫合の定量的品質評価により、熟練医の無駄のない動作と高品質の手術結果との関係を解明する。さらに、どの時点のどの操作が手術結果の品質にどのような影響を及ぼすかを明らかにし、熟練に至らない外科医(修練医)の動き一つひとつについて細やかで的確なフィードバックを返すシステムを確立する。また、SPM を自動化させることによりフィードバックのリアルタイム化を実現する。ビッグデータ解析技術は研究分担者の中村(千葉大)による技術協力を得る。SPM の自動化には、中村らによって開発されたシミュレータ環境下における鉗子の自動認識エンジンを応用するとともに申請者らが開発したディープ・ラーニングを行う Chaos Neural Network System を用い、動作カテゴリの自動分類と動作判別の機械学習を繰り返す。質の高いフィードバックが実現できたかどうかはトレーニングセミナー受講者のセミナー受講前後の成績比較や受講者に対するアンケートなどに基づき評価する。(2)トレーニングを受ける外科医の個性やキャリアに応じたトレーニングストラテジーの構築: 定量的客観的評価を行った申請者らの先行研究では、セミナー受講後、初・中級者の結紮のスピードは速くなると同時にクオリティも向上し上級者のレベルに追いつくことが明らかとなる一方、縫合に関しては上級者との差は縮まらないことが明らかとなった。また、トレーニングを受けたにもかかわらず手術操作の柔軟性が低下する集団が存在し、その個性やキャリアに一定の特徴があることも明らかとなった。すなわち、手術経験数の多い外科医であってもトレーニング後に定量的客観的評価を下げることもあることが明らかとなった。これらの結果はトレーニングを受ける外科医の個性やキャリアに応じたトレーニングストラテジーが構築可能であることを示唆している。本研究では、セミナー受講者の個性をアンケートや心理テストなどにより明確に整理した上で、セミナー前後での定量的客観的評価の成績の変化からストラテジーを構築する。(3)アニマルラボにおける検証: アニマルラボトレーニングにおいて腸管縫合を実施している場面の腹腔鏡ビデオ 100 症例以上を対象として、画像解析と軌跡解析を用いた SPM とビッグデータ解析技術を融合させ、実際の手術により近い環境下でも熟練医と修練医の動きの違いを定量的客観的に表現することができるかを検証するとともに、手術ナビゲータシステムやトレーニングストラテジーの有効性を検証する。

【平成 30 年度以降】(4)革新的な科学的内視鏡外科手術教育パッケージの確立: 開発した手術ナビゲータシステムや確立したトレーニングストラテジーを盛り込みつつ、具体的には講義内容、テキスト・教科書、定量的技術評価システム、受講者データ運用などを通し、トレーニングカリキュラム、トレーニングタスク、トレーニングストラテジーを有機的に結合させ、全体のデザインから運用方法までを含めた教育プログラム(パッケージ)として完成させる(本項目冒頭の研究計画の概念図)。(5)外科手術教育パッケージの有効性の検証: 確立したプログラムを他の施設間でも共有できるパッケージへと昇華し、多施設間で本パッケージの臨床的意義を検証する。とくに研究分担者の所属する千葉大学などと協力し、パッケージの効果の評価を行う。これらの施設では、臨床の現場で術中の教育指導に力を入れており、その教育指導の効果は日本内視鏡外科学会の技術認定医試験の可否によって評価される。半年から 1 年後に教育指導を受けた修練医は技術認定医を受験し、その可否をもって本パッケージの臨床に与える影響を調査することが可能である。更に指導経験記録をクラウドに集約し、修練医の経験を他施設、他者が共有できる環境を構築する。(6)臨床医の継続的育成と完成した教育パッケージの全国規模の学会への提唱: 確立した教育パッケージを九州大学病院内視鏡外科手術トレーニングセンターで活用し、多くの臨床医を継続的に育成するとともに、全国規模の学会(日本内視鏡外科学会など)に対し本パッケージの全国的活用を提唱する。研究分担者らと共に、学会内に本パッケージを活用するための外科教育ワーキンググループを創出し、新しい外科教育システムの全国的基盤を構築する。(7)研究成果の医工連携へのフィードバック: トレーニング効果に関する評価・検証を行うとともに、随時、医工学連携へとフィードバックし、先端医療機器開発への道筋を開拓する。具体的には i) 症例毎の術前医用画像情報に基づくテラーメイド型手術シミュレータの開発、ii)

医用 画像解析による術前リスク指標の開発、iii)リアルな感覚フィードバックを得るための工学的研究などである。これらは将来の更なる科学的な外科教育・外科医療を実現させる基盤技術となる。

4. 研究成果

内視鏡外科手術トレーニングセミナー前後の縫合結紮手技を数理的に解析した結果、1. 熟練医はより自然で安定した手の動きをしている。2. トレーニングにより修練医は熟練医のスコアに近づく。3. トレーニング後にスコアの低下を来す集団が存在し、そのキャリアや個性に一定の特徴がある。4. これらの特徴をより明確に整理することにより個々人に適ったトレーニング目標を設定できる可能性がある。ことなどが明らかとなった。熟練医の無駄のない動作を解明するため、動作の手術工程解析とビッグデータ解析技術を融合させた縫合の定量的品質評価を行った。その結果、一部の手術工程においては熟練者の動作スピードが有意に上昇していることが明らかとなった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Nakadate R, Omori S, Ikeda T, Akahoshi T, Oguri S, Arata J, Onogi S, Hashizume M	4. 巻 49
2. 論文標題 Improving the Strength of Sutureless Laser-Assisted Vesel Repair Using Preloaded Longitudinal Compression on Tissue Edge	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Lasers Surg Med.	6. 最初と最後の頁 533-538
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/lsm.22621	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Nakata R, Hyodo F, Murata M, Eto H, Nakaji T, Kawano T, Narahara S, Yasukawa K, Akahoshi T, Tomikawa M, Hashizume M	4. 巻 7
2. 論文標題 In vivo redox metabolic imaging of mitochondria assesses disease progression in non-alcoholic steatohepatitis	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Sci Rep.	6. 最初と最後の頁 17170
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-017-17447-2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Uemura M, Tomikawa M, Miao T, Souzaki R, Ieiri S, Akahoshi T, Alan KL, Hashizume M	4. 巻 2018
2. 論文標題 Feasibility of an AI-Based Measure of the Hand Motions of Expert and Novice Surgeons	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Hindawi	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1155/2018/9873273	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計19件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 富川盛雅
2. 発表標題 腹腔鏡補助下幽門保存胃切除術の術後 QOL：単一施設での検討
3. 学会等名 第117回日本外科学会定期学術集会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 富川盛雅
2. 発表標題 数理的解析による縫合結紮手技の定量化と外科教育への応用
3. 学会等名 第30回日本内視鏡外科学会総会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 赤星朋比古、長尾吉泰、永田高志、橋爪 誠、前原喜彦
2. 発表標題 体幹部外傷診療に対する消化器外科医の役割と今後の課題
3. 学会等名 第117回日本外科学会定期学術集会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 長尾吉泰、池田哲夫、赤星朋比古、植村宗則、中田亮輔、小幡 聡、宗崎良太、大内田研宙、富川盛雅、橋爪 誠
2. 発表標題 九州大学内視鏡外科手術トレーニングセンターにおける内視鏡外科技術伝承の現状とその問題
3. 学会等名 第117回日本外科学会定期学術集会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中田亮輔、池田哲夫、長尾吉泰、小幡 聡、宗崎良太、寺田英李子、野村政壽、赤星朋比古、富川盛雅、橋爪 誠
2. 発表標題 腹腔鏡下スリーブ状胃切除術の術後短期成績と前庭部切除の有用性に関する検討
3. 学会等名 第35回日本肥満症治療学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 赤星朋比古、長尾吉泰、池田哲夫、橋爪 誠、前原喜彦
2. 発表標題 腹部臓器損傷を伴う多発外傷に対する消化器外科医の役割
3. 学会等名 第72回日本消化器外科学会総会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中田亮輔、長尾吉泰、小幡 聡、宗崎良太、寺田英李子、野村政壽、赤星朋比古、富川盛雅、橋爪 誠
2. 発表標題 前庭部追加切除を伴う腹腔鏡下ロングスリーブ状胃切除術の短期成績
3. 学会等名 第72回日本消化器外科学会総会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 長尾吉泰、赤星朋比古、播本憲史、伊藤心二、池上 徹、副島雄二、吉住朋晴、池田哲夫、橋爪 誠、前原喜彦
2. 発表標題 突発性門脈圧亢進症に対し脾臓摘出術を施行した11症例の長期成績
3. 学会等名 第72回日本消化器外科学会総会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中田亮輔、池田哲夫、長尾吉泰、小幡 聡、宗崎良太、寺田英李子、野村政壽、赤星朋比古、富川盛雅、橋爪 誠
2. 発表標題 前庭部追加切除を伴う腹腔鏡下ロングスリーブ状胃切除術の短期成績
3. 学会等名 第72回日本消化器外科学会総会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 赤星朋比古、長尾吉泰、橋爪 誠
2. 発表標題 門脈圧亢進症に起因する難治性腹水に対する腹水ろ過濃縮再静注療法の経験
3. 学会等名 第24回日本門脈圧亢進症学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 長尾吉泰、赤星朋比古、前原喜彦、橋爪 誠
2. 発表標題 当科における食道静脈瘤に対するEVL
3. 学会等名 第24回日本門脈圧亢進症学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 長尾吉泰、赤星朋比古、播本憲文、伊藤心二、池上 徹、副島雄二、吉住朋晴、池田哲夫、橋爪 誠、前原喜彦
2. 発表標題 1000 g 以上の巨脾に対する用手補助下腹腔鏡下脾臓摘出術 <IPH症例>
3. 学会等名 第24回日本門脈圧亢進症学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 赤星朋比古、長尾吉泰、川中博文、前原喜彦、橋爪 誠
2. 発表標題 本邦におけるバッドキアリ症候群の病態と治療の現状 - 個人調査票からの検討
3. 学会等名 第24回日本門脈圧亢進症学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 長尾吉泰、池田哲夫、中田亮輔、小幡 聡、赤星朋比古、前原喜彦、橋爪 誠
2. 発表標題 スリーブ状胃切除術における治療効果の向上を目指した残胃形状の検討
3. 学会等名 第27回九州内視鏡下外科手術研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 長尾吉泰、赤星朋比古、播本憲史、伊藤心二、池上 徹、副島雄二、吉住朋晴、池田哲夫、橋爪 誠、前原喜彦
2. 発表標題 突発性門脈圧亢進症に対する腹腔鏡下脾臓摘出術の効果
3. 学会等名 第27回九州内視鏡下外科手術研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中田亮輔、池田哲夫、長尾吉泰、小幡 聡、宗崎良太、寺田英李子、野村政壽、赤星朋比古、富川盛雅、橋爪 誠
2. 発表標題 腹腔鏡下スリーブ状胃切除術における噴門周囲解剖構造の確認法と胃切除時の工夫
3. 学会等名 第27回九州内視鏡下外科手術研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中楯 龍、岩佐 勉、岡本康治、小野木真哉、荒田純平、小栗 晋、赤星朋比古、池田哲夫、橋爪 誠
2. 発表標題 縦方向とねじり回転が可能な軟性鏡用外付け持針器の開発
3. 学会等名 第11回先進内視鏡治療研究会 (J-CASE)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 長尾吉泰、池田哲夫、中田亮輔、小幡 聡、寺田英李子、野村政壽、園田紀之、赤星朋比古、富川盛雅、前原喜彦、橋爪 誠
2. 発表標題 スリーブ状胃切除術における周術期深部静脈血栓症
3. 学会等名 第25回日本消化器関連学会週間 (JDDW2017)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 植村宗則、橋爪 誠、鎮西清行、原田加奈子
2. 発表標題 「手技の定量化を目指して」～医工連携の道程～
3. 学会等名 第26回日本コンピュータ外科学会大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔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
研究分担者	植村 宗則 (Uemura Munenori) (50636157)	九州大学・大学病院・助教 (17102)	
研究分担者	中村 亮一 (Nakamura Ryoichi) (30366356)	千葉大学・フロンティア医工学センター・准教授 (12501)	
研究分担者	長尾 吉泰 (Nagao Yoshihiro) (70608968)	九州大学・大学病院・助教 (17102)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	中楯 龍 (Nakadate Ryu) (40584470)	九州大学・先端医療イノベーションセンター・特任准教授 (17102)	
研究 分担者	赤星 朋比古 (Akahoshi Tomohiko) (20336019)	九州大学・医学研究院・准教授 (17102)	
研究 分担者	橋爪 誠 (Hashizume Makoto) (90198664)	九州大学・先端医療イノベーションセンター・名誉教授 (17102)	