



Title	腹腔鏡下ヘルニア修復術におけるノンテクニカルスキル評価表の開発とその有用性の検討
Author(s)	内藤, 善
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(医学)
Dissertation Number	甲第17031号
Issue Date	2026-06-30
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.k17031
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/100084
Type	doctoral thesis
File Information	NAITO_Zen.pdf, 全文



学位論文

腹腔鏡下ヘルニア修復術におけるノンテクニカルスキル 評価表の開発とその有用性の検討 (Development and evaluation of an assessment tool for non-technical skills in laparoscopic inguinal hernia repair)

2026 年 6 月

北海道大学

内藤 善

学位論文

腹腔鏡下ヘルニア修復術におけるノンテクニカルスキル 評価表の開発とその有用性の検討 (Development and evaluation of an assessment tool for non-technical skills in laparoscopic inguinal hernia repair)

2026 年 6 月

北海道大学

内藤 善

目 次

発表論文目録および学会発表目録	1 頁
要旨	2 頁
略語表	5 頁
緒言	6 頁
方法	14 頁
結果	23 頁
考察	28 頁
結論	32 頁
謝辞	34 頁
利益相反	35 頁
引用文献	36 頁

発表論文目録および学会発表目録

本研究の一部は以下の論文に発表した。

1. Zen Naito, Saseem Poudel, Keita Ishido, Yo Kurashima, Yoichi Ito, Satoshi Hirano
Development of non-technical skills assessment tool and the validation study for laparoscopic inguinal hernia repair
Journal of Surgical Education, 83(2), 2026

本研究の一部は以下の学会に発表した。

1. 内藤 善、倉島 庸、石堂 敬太、サシーム パウデル、平野 聡
ノンテクニカルスキル評価・トレーニングシステムの開発に向けて
第 11 回 日本外科教育学会, 2024 年 9 月 10 日～11 日・北海道
2. Zen Naito, Poudel Saseem, Keita Ishido, Yo Kurashima, Satoshi Hirano
Development of a Non-technical Skills Assessment Tool for Laparoscopic Inguinal Hernia Repair
The 14th Annual Meeting of the Association for Surgical Education
Nov 20-23, 2024・Kathmandu, Nepal
3. Zen Naito, Saseem Poudel, Keita Ishido, Satoshi Hirano
Development of a Non-technical Skills Assessment Tool for Laparoscopic Inguinal Hernia Repair
ASE 2025 Annual Meeting
May 8-10, 2025・Seattle, US.
4. 内藤 善、サシーム パウデル、石堂 敬太、伊藤 陽一、平野 聡
TAPP に特化したノンテクニカルスキルの評価表 KUDAS-TAPP の有用性の検討
第 12 回 日本外科教育学会, 2025 年 9 月 12 日～13 日・京都

要 旨

【背景と目的】

外科領域では「手術への影響の約 25%が手術手技（テクニカルスキル）、75%が状況把握・意思決定能力（ノンテクニカルスキル）である」といった報告があるが、これまでの外科教育研究ではテクニカルスキルに関する評価やトレーニングが中心であり、ノンテクニカルスキルを対象とした研究は少ない。その要因として、ノンテクニカルスキルの数値化・客観的評価の難しさや、ノンテクニカルスキルに特化したトレーニングを実施することが困難であることが挙げられる。2011 年に、世界で初めて外科医のためのノンテクニカルスキル評価表；The Non-Technical Skills for Surgeons

（NOTSS）が報告されたが、これは外科医のノンテクニカルスキルを評価するために広く知られたフレームワークであり、特定の手術手技に特化したノンテクニカルスキルの評価ツールは依然報告されていない。外科手術の安全性と精度は、手技の巧拙のみならず、術中の状況把握や意思決定能力に大きく依存するため、その欠如は合併症への対応遅延や不適切な判断を招き得る。しかし現行の外科教育では、こうした認知的スキルの体系的評価とトレーニングが十分に確立されていない。そこで、術式特異的なノンテクニカルスキル評価表を開発し、その有用性を検証することが手術の質・安全性向上につながると考え、腹腔鏡下鼠径ヘルニア修復術におけるノンテクニカルスキル（特に状況把握・意思決定能力）の評価ツールを開発し、その有用性を検討することを目的とした。

【対象と方法】

腹腔鏡下鼠径ヘルニア修復術のうち、本邦で最も施行件数の多い腹腔内到達法（Transabdominal preperitoneal repair：以下、TAPP）を対象術式とした。TAPP は両側ヘルニアや再発例にも対応可能で解剖学的整合性の高い術式として、手術件数が年間 7 万件と広く普及しているが、限られた視野での精密な操作や myopectineal orifice（鼠径部におけるヘルニアが好発する筋膜欠損範囲）周囲の危険構造物の認識など、状況把握と意思決定が極めて重要となる。

評価表の開発に当たり、まず TAPP の関連教材や文献を参考に手術手順を①腹膜切開、②腹膜前腔剥離、③メッシュ展開・配置、④腹膜縫合の 4 つの主要フェーズおよび⑤術中トラブル対応に細分化し、各局面で状況把握・意思決定に重要となる行動指標を設定した。前出の NOTSS を参考に評価表原案を作成し、TAPP エキスパート 4 名の監修を経て、TAPP に特化したノンテクニカルスキル評価表 KUDAS-TAPP

（Kurashima Decision-making and Situation Awareness-TAPP）を開発した。評価項目は NOTSS の状況把握（情報収集・理解・予測）および意思決定（選択肢の検討・選

択・実行)の6要素に対応し、TAPPの各手術フェーズに即した具体的行動指標で構成した。客観性と定量化を図るため、各項目の1~4点に対する詳細なスコアリングガイドも作成した。

次に、開発したKUDAS-TAPPの有用性を検討するため、北海道内の複数施設から研究参加に同意した様々な年次の外科医21名を対象とした。各対象者からTAPP執刀症例1例の手術ビデオを収集し、執刀後48時間以内にオンライン会議システムを用いた半構造化インタビューを行った。ビデオを再生しながらKUDAS-TAPP各項目に対応する状況把握・意思決定に関して聴取し、本研究担当者と研究分担者2名の計3名で評価した。分担者の評価は盲検化した。3名の評価者間の級内相関係数

(ICC)を計算し信頼性を検討した。また、TAPP経験数および内視鏡外科技術認定の有無から対象者を初学者(TAPP経験10例未満)、中級者(TAPP経験11例以上)、熟練者(技術認定医)の3群に分類し、各群のKUDAS-TAPPのスコアを比較することで妥当性を検討した。併せて、テクニカルスキル評価ツールであるGOALS-GHおよびTAPPチェックリストによる評価も行い、ノンテクニカルスキルとの関連性を解析した。

【結果】

3名の評価者間のICCは0.91(95%信頼区間0.84-0.96)と高値であり、高い信頼性を得られた。内部一貫性もCronbach' α 0.97と良好であった。各群のKUDAS-TAPPスコアの中央値は、初学者群と中級者群の間には有意差を認めなかったが($p=0.20$)、初学者群と熟練者群、中級者群と熟練者群の比較では熟練者群が有意に高値であった($p<0.05$)。KUDAS-TAPPスコアはTAPP執刀数、GOALS-GHスコア、TAPPチェックリストスコアとそれぞれ $r=0.73$ 、 0.88 、 0.80 (いずれも $p<0.05$)の強い正の相関を示した。一方、インタビュー時間(平均 28.8 ± 5.9 分)との相関は $r=0.32$ ($p=0.16$)と弱く、有意ではなかった。

【考察】

KUDAS-TAPPはスコアリングガイドにより高い評価者間信頼性を示し、従来評価が困難であったノンテクニカルスキルの客観的評価を可能にした。Cronbach' α が高値であったことは一貫性の高さを示す一方、項目の冗長性も示唆するため、今後の運用では簡素化の検討が必要である。各群のスコア比較では、初学者から熟練者へ段階的にスコアが向上する傾向が確認され、KUDAS-TAPPの妥当性が示されたが、初学者と中級者のスコア分布にはオーバーラップも認められ、症例数や卒後年数のみではノンテクニカルスキルレベルを十分に説明できない可能性が示唆された。KUDAS-TAPPスコアがGOALS-GHおよびTAPPチェックリストと強い相関を示したことから

ら、ノンテクニカルスキルとテクニカルスキルが実際の手術パフォーマンスにおいて密接に関連していることが裏付けられた。教育的観点からは、KUDAS-TAPP とテクニカルスキル評価を併用することで、「技術は良好だが認知が弱い」あるいはその逆といったプロファイルを可視化し、学習者ごとの最適化された指導が期待される。さらに、本研究で用いたビデオとオンライン半構造化インタビューを組み合わせた評価は、地理的に離れた施設間でも同等の評価を可能とし、テレシミュレーションで実証されてきたテクニカルスキル遠隔指導の枠組みをノンテクニカルスキル領域にも拡張し得る可能性がある。今後、KUDAS-TAPP を組み込んだシミュレーション教育や術後フィードバックの導入により、ノンテクニカルスキルの向上が可能かを検証する必要がある。

【結論】

TAPP に特化したノンテクニカルスキル評価表 KUDAS-TAPP を開発し、その信頼性と妥当性を示した。KUDAS-TAPP は、TAPP における状況把握能力および意思決定能力を定量的に評価するための有用な指標であり、外科教育と手術の質・安全性向上に寄与する可能性がある。

略語表

本文中ならびに図表の中で使用した略語は以下の通りである。

CI	Confidence Interval
GOALS-GH	Global Operative Assessment of Laparoscopic Skills–Groin Hernia
ICC	Intraclass Correlation Coefficient
IRB	Institutional Review Board
KUDAS-TAPP	Kurashima Decision-making and Situation awareness -TAPP
NOTSS	The Non-Technical Skills for Surgeons
OSATS	Objective Structured Assessment of Technical Skill
TAPP	Transabdominal preperitoneal repair

緒 言

(1) 鼠径ヘルニア修復術

鼠径ヘルニアは『鼠径部の筋組織の欠損部から腹腔内容物が脱出する状態』を指し（図 1）、その治療は手術療法のみである。

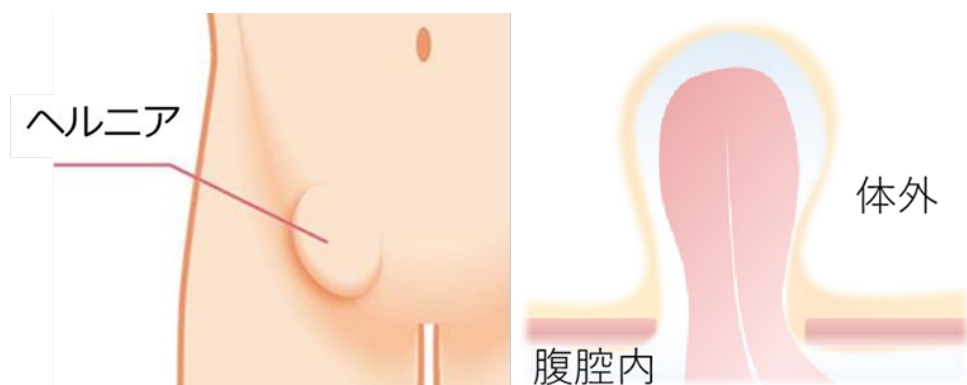


図 1. 鼠径ヘルニアの病態

Kiriyama et al,2022 より引用改変

小切開下にカメラを用いて行う低侵襲術式である腹腔鏡下手術はこの 20 年で急速に普及し、鼠径ヘルニアにおいても腹腔鏡下鼠径ヘルニア修復術は標準的治療の一つとして広く受け入れられている（Sato et al, 2025）。特に、経腹的腹腔鏡下鼠径ヘルニア修復術（transabdominal preperitoneal repair : TAPP）は、本邦において広く普及しており、両側鼠径ヘルニアや再発例に対して同一ポートから両側を同時に修復できる点で有利であり、もう一つの術式である完全腹膜外腹腔鏡下鼠径ヘルニア修復術（totally extraperitoneal repair : TEP）とともに国際ガイドラインでも腹腔鏡下アプローチの適応として推奨されている（Simons et al, 2018）。また、腹膜前腔から myopectineal orifice を直視下に観察しながら修復を行うため、解剖学的整合性の高いメッシュ配置が可能であり、術後疼痛の低減や早期社会復帰といった利点も報告されている。本術式は、一般外科領域において手術件数が年間 7 万件と非常に多く、若手外科医が初期に執刀する術式である。手術は術者と助手の 2 名で行われ手術操作は術者のみとなっているため、術者の主体性の影響が大きい。TAPP の手術手順を図 2 に、術式のシェーマと手術体制を図 3 に示す。

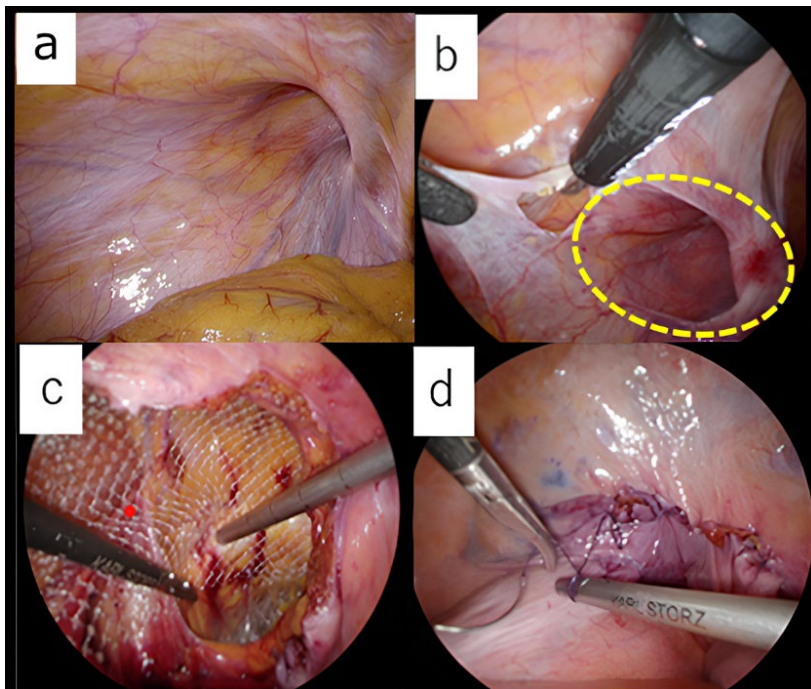


図 2. TAPP の手術手順

Kiriyama et al,2022 より引用改変

- (a) 左鼠径ヘルニアの腹腔内所見を示す。写真中央の窪みがヘルニア門であり、その先には体表に突出するヘルニア嚢がある。
- (b) ヘルニア門の外側から腹膜の切開を開始し、ヘルニア門（黄色の点線）に沿って腹膜を切開しヘルニア嚢を切除する。
- (c) 腹膜前腔を十分剥離したのちメッシュを留置し、メッシュ固定器具であるタッカーで腹壁へ固定する。
- (d) 切開した腹膜を縫合し閉鎖する。

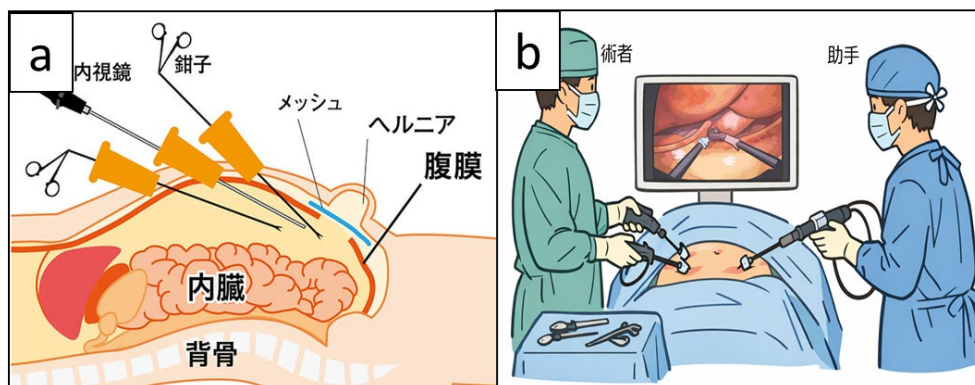


図 3. TAPP のシェーマ (a) と手術体制 (b) (著者作成)

一方で、腹腔鏡手術は操作も鉗子を介することで間接的であることから、手技習得には系統的な教育と評価が不可欠である (Poudel et al, 2018)。

(2) 外科教育におけるスキル評価

外科教育の領域では、『You cannot improve what you cannot measure』(Spencer, 1978) という言葉に象徴されるように、客観的な手技評価の重要性が認識されてきた。この理念に基づき Objective Structured Assessment of Technical Skill (OSATS) (Martin et al, 1997) が開発され以降、手術手技を定量的に評価する様々な指標やチェックリストが開発されてきた (Crossley et al, 2011)。TAPP に特化した評価スケールとして、Global Operative Assessment of Laparoscopic Skills-Groin Hernia (GOALS-GH) (Kurashima et al, 2010) (図 4) や TAPP チェックリスト (Poudel et al, 2016) (図 5) が開発されそれらの妥当性も検証されており、TAPP における教育目標の明確化やトレーニングプログラムの構築に大きく貢献している。これらのツールは、術式個別の手技の到達度を客観的に示す手段として有用である。

GOALS-GH 和訳 (TAPP 版)

Global Operative Assessment of Laparoscopic Skills - Groin Hernia

- ◇ Trocar location and placement : トロッカーの位置と挿入
 1. トロッカーの種類とサイズの知識に乏しい。どこへどのように安全にトロッカーを挿入するか明確に理解していない
 - 2.
 3. トロッカーの選択と挿入にある程度の知識を有する。適切なテクニックと良好な視野でトロッカー挿入を行っているが時に指導を必要とする
 - 4.
 5. トロッカーの選択と挿入に明確な知識を有する。適切かつ安全にトロッカー挿入を行える
- ◇ Creation of peritoneal flap (TAPP) : 腹膜前腔の剥離 (腹膜フラップの形成)
 1. どこからどのように腹膜を切開し腹膜前腔を剥離するか知識に乏しく、組織の取り扱いが粗雑である
 - 2.
 3. 適切に腹膜前腔の剥離を行えるが、どこから腹膜を切開しどのように十分な腹膜前腔剥離を行うかある程度の指導を必要とする。組織の取り扱いはおおむね愛護的である
 - 4.
 5. 適切かつ安全に腹膜前腔剥離を行い、メッシュを配置するための十分な腹膜前腔スペースの確保を行える
- ◇ Hernia sac identification and reduction : ヘルニア嚢の同定と還納
 1. ヘルニア嚢の同定、剥離、還納を安全にできない。どのように、どのレベルまで精索のパリエタリゼーションを行えばよいか理解していない
 - 2.
 3. ヘルニア嚢の剥離、還納、精索のパリエタリゼーションを適切安全に行えるが時に指導を必要とする
 - 4.
 5. ヘルニア嚢の同定、剥離、還納に熟練している。どのレベルまで精索のパリエタリゼーションを行えばよいか理解し適切に行える
- ◇ Mesh placement and fixation : メッシュの配置と固定
 1. メッシュの種類とサイズの知識に乏しい。十分な範囲を覆うためにメッシュを適切安全に配置し、固定することができない
 - 2.
 3. メッシュの種類とサイズに対する知識は有し、適切かつ安全にメッシュを配置・固定することができるが時に指導を必要とする。どこに配置・固定したら危険なのか理解している
 - 4.
 5. 適切安全にメッシュを配置・固定することに熟練しており、最終的なメッシュによる修復の出来上がりも優れている
- ◇ Knowledge of anatomy and flow of procedure : 解剖の理解と手技の流れ
 1. 解剖および手技の手順を十分に理解していない。常に危険な領域を避けるための指導を必要とし、指導医と執刀医が術中に一時交代することがある
 - 2.
 3. 解剖は理解しているが、手術手順についてときに指導を必要とする。
 - 4.
 5. 解剖および手技の手順を明確に理解している

合計点 _____ / 25 点満点

図 4. GOALS-GH

Kurashima et al, 2011 より引用改変

TAPP Checklist		
術者・DVD 記号：		評価者：
		(はい 1 点、いいえ 0 点)
	項目	解説
トロッカー挿入		
1	視野	安全な視野で挿入されている
2	位置	適切な位置に挿入されている
腹膜の切開		
3	切開開始点	内鼠径輪外側の適切な位置で腹膜切開を開始している
腹膜前腔の剥離		
4	剥離開始	腹膜切開後、正しい層を出してから剥離を開始している
5	剥離層の維持	適切な剥離の層を維持して剥離を進めている
6	腹膜の牽引	剥離していく方向に合わせて腹膜を適切な角度で牽引している
Parietalization (精管と精巣動静脈の腹壁化)		
7	安全な剥離	精巣動静脈、精管を認識し、損傷せずに腹膜から剥離している
ヘルニア嚢の還納		
8	還納	ヘルニア嚢の還納が確実に行われている。外鼠径ヘルニアで末梢のヘルニア嚢を残す場合、正確にヘルニア嚢のくり抜きが行われている
剥離範囲		
9	内側	恥骨結合、Cooper 靱帯、腹直筋背側まで十分に剥離している
10	頭側	腹直筋背側、下腹壁動静脈、腹横筋まで十分に剥離している
11	外側	上前腸骨棘まで十分に剥離している
12	背側	精巣動静脈、精管と腹膜を十分に剥離している
メッシュの展開		
13	サイズ	適切なサイズを選択している
14	位置	メッシュを正しい位置に配置している
15	進展	メッシュが十分に進展している
16	固定	タッカーにより正しい位置で固定されている
腹膜の縫合		
17	針の動き	縫合のバイトとピッチは適切である
18	最終形	腹膜が裂けずに、糸の緩みなく、メッシュは露出していない
手技全般		
19	エネルギーデバイス	余分な熱損傷を加えてない (使用していない場合は「はい」とする)
20	出血	不用意な出血を来していない
21	鉗子操作	両手の鉗子の協調させ、目的とする組織を的確に把持できている
22	組織の扱い	組織を愛護的に操作している
23	手術の進行	手術全体が円滑に進んでいる
24	手術時間	手術時間は適切な範囲内である (90 分)
		総合点
コメント：		

図 5. TAPP チェックリスト

Poudel et al, 2016 より引用改変

しかし、従来の評価ツールの多くはテクニカルスキルに焦点を当てており、状況把握 (situation awareness) や意思決定 (decision-making)、コミュニケーションといったノンテクニカルスキルは十分に評価されてこなかった。外科医としてのパフォーマンス

ンスの約 25%がテクニカルスキルに依存し、残りの 75%がノンテクニカルスキルに依存する可能性も示唆されており（Spencer, 1978）、ノンテクニカルスキルの欠如は、手技が完遂できたとしても合併症やトラブルへの対処の遅れといった形で患者安全を脅かし得ることから、その評価と介入は極めて重要である。

(3) ノンテクニカルスキルの評価の現状と課題

ノンテクニカルスキルは、術後合併症や再発に直結し得る重要な認知プロセスであると認識はされてきたが、従来はもっぱら術者の経験に委ねられ、構造化された評価やフィードバックが行われてこなかった。この課題に対する、代表的なノンテクニカルスキルの評価枠組みとして The Non-Technical Skills for Surgeons (NOTSS) (Yule et al, 2005) が広く知られている。NOTSS は、状況把握、意思決定、コミュニケーション・チームワーク、リーダーシップの 4 領域から構成され、手術室内での外科医の行動を観察し、行動指標に沿って評価するものである（表 1）。

表 1. NOTSS : The Non-technical Skills for Surgeons

Yule et al, 2005 より引用

Categories	Elements
Situation awareness	Gathering information Understanding information Projecting and anticipating future state
Decision making	Considering options Selecting and communicating options Implementing and reviewing decisions
Communication and Teamwork	Exchanging information Establishing a shared understanding Co-ordinating team
Leadership	Setting and maintaining standards Coping with pressure Supporting others

この枠組みは、手術におけるノンテクニカルスキルを網羅的に捉える点で有用であり、いくつかの国では研修医評価や継続教育にも取り入れられている (Crebbin et al, 2013; McCulloch et al, 2009)。しかし、NOTSS はあくまで手術全体を評価する枠組みであり、個々の術式毎の局面における状況把握や意思決定のポイントを直接的に反映しているわけではない。例えば、TAPP においては腹膜切開の方向や範囲の判断、腹膜前腔剥離での危険構造物の認識、メッシュのサイズや種類の選択など、TAPP に固有の状況把握・意思決定の局面は多岐に渡るが、NOTSS ではそれらを総評として評価するのみである。また、評価には手術室内に訓練された評価者が立ち会う必要があり、ビデオ映像のみを用いた遠隔評価や、専門家が限られた施設での運用には制約がある。ビデオベースでノンテクニカルスキルの評価を試みた先行研究はいくつか報告されている (Madani et al, 2017; McQueen et al, 2019; Tuma et al, 2021)。一般的な評価ツールでは各術式に特有のノンテクニカルスキルを十分に捉えられず、手術の質や安全性向上が不十分となる可能性がある。そこで、術式特異的な評価ツールの必要性が示唆されるが、実際は術式に特化したノンテクニカルスキルの評価ツール・トレーニングシステムの開発までは至っていない。

(4) ビデオベース評価と遠隔教育の可能性

近年、手術ビデオを用いた客観的評価は教育・フィードバック手段としても注目されている。ビデオを用いた評価は、術者の匿名性確保や評価者のブラインド化が容易であり、多施設共同研究や標準化された評価者トレーニングにも適している

(Tantiphlachiva et al, 2023; Dath et al, 2004)。また、評価のタイミングを柔軟に設定できるため、臨床業務で多忙な指導医にとっても負担が少ない。一方、ノンテクニカルスキルのうち特に状況把握や意思決定は「術者の頭の中」で進行しているプロセスであり、ビデオ映像のみで完全に把握・評価することは困難である。そこで本研究では、術中ビデオと半構造化インタビューを組み合わせることで、術者がどのタイミングで何を認識し、どのような選択肢を検討し、最終的にどの判断に至ったのかを構造的に聴取・評価する手法を採用した (Shraddha et al, 2024)。このようなビデオ・インタビュー併用型評価手法は、専門家が常時同席できない施設や、地理的に隔絶された研修環境においても、質の高いノンテクニカルスキルの評価とフィードバックを提供しうる点で、遠隔教育 (telesimulation・telementoring) との親和性が高いとされている (Roach et al, 2021; Chick et al, 2020)。実際、TAPP に対するテレシミュレーション・カリキュラムの有用性は既に報告されており、テクニカルスキルだけでなくノンテクニカルスキルの評価を組み込んだ教育体系の必要性が指摘されている (Kiriya et al, 2022)。

(5) 本研究の目的

本研究では、TAPP における状況把握および意思決定に着目し、術式特異的なノンテクニカルスキル評価の必要性に基づいて研究を行った。まず、TAPP に特化したノンテクニカルスキル評価表を開発し、その内容妥当性を検証した。次に、開発したノンテクニカルスキル評価表 KUDAS-TAPP の有用性を検討した。

方 法

(1) 倫理審査

本研究は、多施設共同による前向き観察研究として実施した。北海道大学大学院・医学研究院の倫理審査委員会の承認（IRB No. 024-0421）を得るとともに、「人を対象とした医学系研究に関する倫理指針」に従い実施した。また、必要に応じて各参加施設の倫理審査委員会の承認を取得した。対象術者には、本研究の目的および方法を説明し、手術ビデオおよびインタビュー録音が外部評価者によって解析されること、個人情報匿名化されることを口頭および文書で説明し、文書による同意を取得した。

(2) 評価表の開発

本評価表の開発に当たっては、NOTSS を基盤とし、その4つのカテゴリのうち「状況把握 (situation awareness)」および「意思決定 (decision-making)」の2つの領域に焦点を絞った。その根拠として、初学者と熟練者の間に認められる能力差の中でも、術中における情報の収集・理解といった状況把握能力と、それに基づく意思決定能力は、手術遂行の質や安全性に大きく影響する中核的要素であると考えたためである。熟練者は、術中に得られる多様な情報を適切に収集・理解し、過去の経験や専門知識、チームの意見とも照合することで状況を正確に把握した上で、安定した意思決定を行う。一方、初学者では取得可能な情報量やその解釈が限定的であり、経験の不足から状況把握が不十分となる結果、意思決定にばらつきが生じやすい。本研究では、NOTSS を元に状況把握（①情報収集、②情報の理解、③将来の状態予測）と、意思決定（①選択肢の検討、②選択肢の選択、③実行と評価）の6つの要素に対応する具体的行動指標を、TAPP 手技の各フェーズにマッピングすることをコンセプトとした。

既報の GOALS-GH および TAPP チェックリストやヘルニアの診療ガイドライン、手術教科書を参考に、TAPP における主要な手術フェーズとして①腹膜切開、②腹膜前腔剥離、③メッシュ展開・配置、④腹膜縫合の4つの場面を抽出した。次に、各フェーズで状況把握および意思決定の観点から重要と考えられる行動・判断を細分化した。例として、腹膜切開フェーズでは内鼠径輪・下腹壁動静脈などの認識と切開線の設定、腹膜切開後に想定される剥離面の予測などが重要な認知プロセスとして挙げられた。また、手術以外の重要な場面として、遭遇する事の多いトラブルの対応、その判断ができるかを評価する5つ目のフェーズも設定した。

上記プロセスを通じて抽出された場面をもとに、TAPP の経験豊富な外科医および外科教育研究者で構成された研究チームでディスカッションを重ね、評価表原案を作成した（図6）。

	評価対象項目	質問内容	記入欄
	A 腹膜切開とヘルニア嚢処理の方針		
1	ヘルニア型と鼠径部解剖の把握	「ヘルニア分類と確認できる解剖構造を教えてください」	
2	ヘルニア嚢の処理	「ヘルニア嚢の処理方針と理由を教えてください」	
3	切開開始点と切開ライン決定	「腹膜切開の開始点と切開ラインを理由とともに示してください」	
4	癒着や瘢痕の把握	「切開にあたり支障がでる構造物などがあれば教えてください」	
5	効率的な切開の実施	「効率的な切開ができましたか？その根拠or理由を教えてください」	
	B 腹膜前腔剥離		
6	剥離層の正確性	「剥離層は適切かを理由とともに教えてください」	
7	剥離範囲のメルクマールの把握	「剥離はどこまで行うかを教えてください」	
8	ヘルニア好発部位の指摘	「ヘルニア好発部位を指し示しながら説明してください」	
9	回避すべき構造物	「損傷を避けるべき構造物を指し示しながら説明してください」	
10	剥離の全体手順	「剥離の全体手順を説明してください」	
11	症例に応じた修正	「本症例に応じた工夫点があれば理由とともに説明してください」	
	C メッシュ配置		
12	ヘルニア門の計測	「ヘルニア門はどのように測定していますか」	
13	適切なメッシュサイズ・種類	「メッシュのサイズ・種類の選択理由を教えてください」	
14	タッキング位置の把握	「タッキングの適切不適切部位を指し示しながら説明してください」	
15	好発部位のカバーとしわ・ずれの評価	「メッシュは適切に展開されていますか」	
	&追加剥離の必要性		
	D 腹膜縫合		
16	縫合の状況・難易度の理解	「腹膜の状態と縫合難易度・デザインについて教えてください」	
17	縫合糸の長さの決定	「縫合糸の長さは何センチでどのように決定しましたか」	
18	縫合困難時の対応	「縫合困難時の対応はどのように方針を決めますか」	
	E その他		
19	止血確認の有無	「止血は確認できていますか」	
20	デバイスの適切な選択	「エネルギーデバイスの使用すべきでない点を説明してください」	
21	困難状況に直面した際の対応	「(①・②・③いずれかを提示し) どういった対応をしますか」	
		①腸管損傷②膀胱損傷③精管損傷	

図 6. 評価表の原案

その際、各項目が NOTSS におけるどの要素（情報収集・理解・予測/選択肢の検討・選択・実行）に対応するかを検討し、重複や欠失がないよう調整を行った。最終的に 5 つの大項目と 21 の小項目を設定した。

本評価表では、中央値への偏りを避け評価者に明確な判断を促すために各項目を 1～4 点の 4 段階リッカートスケールで評価することとした。さらに、各項目は、評価者間の解釈のばらつきを減らすことを目的に、1～4 点に相当する具体的行動例・判断例を評価基準として文章化した（図 7）。例えば、「腹膜前腔剥離フェーズにおける重要構造物の認識」に関する項目では、1 点を「下腹壁血管や精索構造物の走行を意識せず無計画に剥離している」、4 点を「重要構造物を常に意識し、視野内に保ちながら安全域を確認しつつ剥離している」といった形で記述した。

A 腹膜切開とヘルニア嚢処理の方針		※解答は「術中」にどう思っていたかを解答してもらうよう事前に説明する
1	ヘルニア型と鼠径部解剖の把握	ヘルニア分類（外鼠経・内鼠経・大腿・閉鎖孔）、de-novo型かどうか 下腹壁動静脈・精管・精巣動静脈・外腸骨動静脈・内側臍ヒダのうち 確認できる構造物を指摘＆解答
2	ヘルニア嚢の処理	ヘルニアsacは還納するか、環状切開で遺残するか、根拠とともに確認し整合性をみる 方針が正しくても根拠の説明ができなければ2点とする
3	切開開始点と切開ライン決定	切開開始点とその切開ラインを指し示し、かつ、その根拠を説明できるかをみる 例）L型なので環状切開（理由：L型の還納は難しく時間を要することが多いため）など
4	癒着や瘢痕の把握	S状結腸や大網、卵巣の癒着、腹膜の瘢痕など 切開に差し障る構造物を適切に理解しているかをみる 指摘している構造物と説明が適切かを確認する
5	効率的な切開の実施	効率的＝十分なテンションのかかる牽引・無駄のない手順 非効率的であっても、本人がその理由や改善点を解答できれば3点とする
B 腹膜前腔剥離		
6	剥離層の正確性	不適切な層であっても、迅速にそれに気づき修正できれば4点とする 本人が適切と思っているが不適切な層であれば1点とする
7	剥離範囲のメルクマールの把握	4方向（内：腹直筋外縁・恥骨結合部、外：上前腸骨棘、腹：腹直筋背側、背：精管と内側臍ヒダ の交点） の説明、ヘルニア門から3cmの距離を指摘＆説明できれば4点
8	ヘルニア好発部位の指摘	内鼠経輪、Hesselbachの三角、大腿輪、閉鎖孔の指摘＆説明ができれば4点 指摘と説明の整合性がとれているかがポイント
9	回避すべき構造物	精管、精巣動静脈、死冠、下腹壁動静脈、外腸骨動静脈を同定して回避している
10	剥離の全体手順	剥離全体の手順理解度をみる 根拠をもって実施しているか
11	症例に応じた修正	M-3なので腹直筋外縁よりさらに内側（ヘルニア門から最低3cm）まで十分に剥離を行ったー4点 抗血小板薬内服中であるため、剥離は鋭的剥離を中心に行ったー4点
C メッシュ配置		
12	ヘルニア門の計測	ヘルニア門を適切に測定しているかをみる 方法例：鉗子幅を用いた測定、ヒモや定規を用いた測定 測定していれば3点以上、測定していなくても説明できれば2点とする
13	適切なメッシュサイズ・種類	ヘルニア門に合わせた最低限必要なサイズのメッシュを選択しているかを見る メッシュの種類(3型はheavy weight mesh) も確認する・・・これは必要？
14	タッキング位置の把握	画面で指してもらいタッキングの適切・不適切部位を説明してもらう（疼痛の三角の理解） 適切：恥骨結合部・Cooper靱帯・下腹壁動静脈左右・内側外側腹側 不適切：外側背側神経系局在部・死冠など
15	メッシュ展開としわ・ずれの評価 &追加剥離の必要性	メッシュの展開状況に問題ないかを適切に評価しているかを見る 追加剥離が必要な場合、自己判断として行えたか、を確認する
D 腹膜縫合		
16	縫合の状況・難易度の理解	腹膜の薄さによる裂けやすさや欠損孔の大きさによる難易度を評価できているかをみる
17	縫合糸の長さの決定	腹膜縫合の難易度に合わせ、縫合糸も適切な長さで決定できているかをみる
18	縫合困難時の対応	T字縫合や、真ん中にanchorを置く、連続縫合ではなく単結紮で行う、など 方針を提案・説明できるか
E その他		
19	止血確認の有無	止血すべきoozingを見逃していないか 出血したシーンがあれば、その際の対応や意思が適切かを問う
20	デバイスの適切な選択	エネルギーデバイスによる損傷やcavitationを回避するよう意識しているかをみる
21	困難状況に直面した際の対応	①癒着剥離の段階で漿膜損傷、修復が必要な状態、メッシュ留置は断念すべき ②膀胱内宮まで到達しており尿の漏出あり ③精管が不完全離断状態、精液漏防止のため結紮した上で完全離断する

図7. 評価のための評価補助シート（サプリメンタル）の原案

作成した評価表原案を、TAPPを500例以上経験し、かつ100例以上の教育的指導経験を有する国内のTAPPエキスパート4名に提示し、内容妥当性に関するレビューを受けた。レビューでは、以下の重要点の提示を得た（表2）。

表 2 エキスパートから提示された重要点

- TAPP の重要局面が網羅されているか
- ノンテクニカルスキルとしての状況把握・意思決定に焦点が当たっているか
- 項目間の重複や冗長性がないか
- アンカー記述が臨床的所見に即しているか

上記コメントに対し、複数回の評価表の修正とエキスパートとのミーティングを行い、文言の調整および項目の統合を経て評価表が完成した。

完成した評価表は、KUDAS-TAPP (Kurashima Decision-making and situation awareness-TAPP) と命名した。「Kurashima」という名称は、本研究の開発に貢献した故・倉島庸の業績を反映し、その姓に由来して命名した。この評価表は 5 つの分野と 15 の小項目から構成されており、各項目は 4 点満点でスコアリングする。総スコアは最低 15 点、最高 60 点であり、スコアが高いほど TAPP における状況把握能力および意思決定能力が優れていることを示す。評価表を図 8-1 に、評価補助シートであるサプリメンタルを図 8-2 に、評価に用いる参考画像を図 8-3 に示す。

年 月 日		KUDAS-TAPP			
※評価は参加者の執刀ビデオを視聴しながら行ってください					
評価者氏名		4 : 最良 3 : 良 2 : 可 1 : 不可 ※詳しくは別紙参照			
A 腹膜切開		4 3 2 1			
①	「ヘルニアの診断、腹膜の瘢痕や腹膜切開を行うにあたり必要な解剖を確認しましたか」 ・確認した：「それぞれについてどのように考えたか説明してください」 ・確認していない：1点	☐	☐	☐	☐
②	「腹膜切開ラインをどう決定したか、腹膜欠損のサイズをどう考えたか教えてください」	☐	☐	☐	☐
B 腹膜前腔剥離 内・外・腹・背側それぞれの場面で画面を静止し解答してもらう					
③	「腹膜前腔の剥離にあたって必要な解剖構造と剥離を進める層について確認しましたか」 ・確認した：「具体的にどう考えていたか、各方向ごとに説明してください」 ・確認していない：1点	☐	☐	☐	☐
④	「剥離範囲は何を基準に決定したか、指し示しながら各方向ごとに説明してください」	☐	☐	☐	☐
⑤	「剥離後の止血を確認しましたか」 ・確認した：「確認した結果、その状況をどう考えましたか」 ・確認していない：1点	☐	☐	☐	☐
C メッシュ配置					
⑥	「ヘルニア門を測定しましたか」 ・測定した：「測定はどういった理由で行いましたか」 ・測定していない：1点	☐	☐	☐	☐
⑦	「メッシュのサイズについてどのように決定したのか理由とともに説明してください」	☐	☐	☐	☐
⑧	「タッキングの適切な部位・不適切部位について理由とともに説明してください」	☐	☐	☐	☐
⑨	「メッシュ留置後の状態を確認しましたか」 ・確認した：「確認は四隅まで行いましたか、しわ・ずれ・めくれをどう考えましたか」 ・確認していない：1点	☐	☐	☐	☐
D 腹膜縫合					
⑩	「腹膜の厚さや腹膜欠損のサイズについて確認しましたか」 ・確認した：「それらについてどう考えましたか」 ・確認していない：1点	☐	☐	☐	☐
⑪	「腹膜を適切に縫合するためにどのようなことを考えていましたか」	☐	☐	☐	☐
⑫	「縫合後の最後の状態を確認しましたか」 ・確認した：「その結果どう考えましたか」 ・確認していない：1点	☐	☐	☐	☐
E その他 以下はビデオ視聴不要					
⑬	「（参考画像と共に）使用するメッシュや剥離で工夫するべき点があれば教えてください」	☐	☐	☐	☐
⑭	「腹膜の欠損が過大、かつ腹膜が薄く一部裂けてしまっている症例の場合、なぜそのような状況に陥ったと考えられるか教えてください」 「このように腹膜の縫合が困難な場合、どのような対処方法が良いか教えてください」	☐	☐	☐	☐
⑮	「腹腔鏡下に手術を開始した後、どのような状況であれば鼠径部切開法への移行・または併用を考慮すべきか、考えられる限り教えてください」	☐	☐	☐	☐
					総合 点

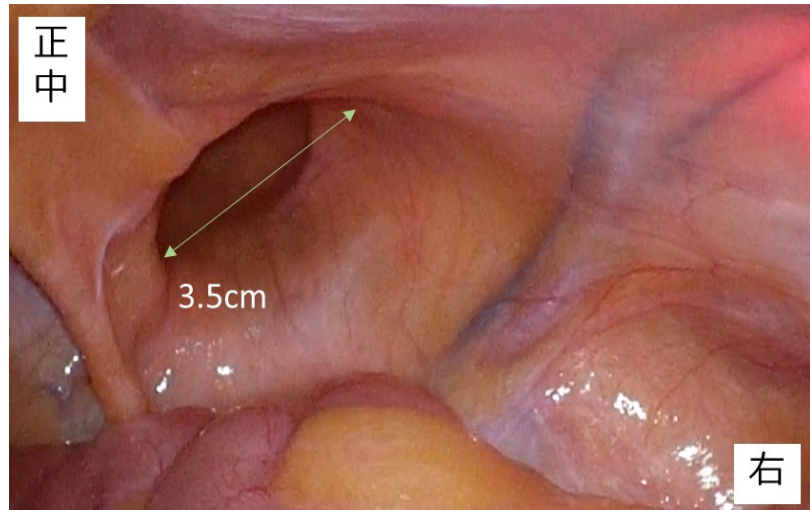
図 8-1. KUDAS-TAPP

サプリメント		
A 腹膜切開		
①ヘルニア診断と 必要な解剖構造の把握	4：ヘルニア診断可、さらに下腹壁動静脈・内側膈ひだ・癒痕の説明ができる 3：ヘルニア診断可、しかし下腹壁動静脈・内側膈ひだ・癒痕の説明が不十分 2：ヘルニア診断ができない 1：情報収集せず	状
②腹膜切開ラインの決定	4：癒痕を踏まえた切開ラインで、腹膜欠損も過大過小なくその理由も説明できる 3：癒痕を踏まえているが腹膜欠損のサイズの意識は不十分 2：癒痕を意識していないが腹膜欠損のサイズは意識している 1：ともに意識していない	意
B 腹膜前腔剥離		
③解剖把握と 剥離層の正確性	内・外・腹・背側の4範囲で評価、4項目解答：4点、3項目解答：3点、2or1項目解答：2点 内側：恥骨結合、Cooper韧带、腹直筋、疎な繊維組織の層（浅葉） 外側：上前腸骨棘、神経系、神経を露出しない層（浅葉） 腹側：下腹壁動静脈、腹直筋 背側：精管、精索動静脈、神経を露出しない層（浅葉）	状
④剥離範囲の決定	内・外・腹・背側の4範囲で評価、各項目で解剖と指示した構造物が一致していれば1点、 内側：腹直筋外縁・恥骨結合部 外側：上前腸骨棘 腹側：腹直筋背側またはヘルニアア門から3cm 背側：精管と内側膈ひだの交点またはヘルニアア門から3cm	意
⑤剥離後の状況判断	4：確認・評価ともに良い 3：確認は十分も、評価が不十分（例：観察はしているが、また出血が続いている） 2：確認自体が不十分である（例：隅々まで観察していない） 1：確認せず	意
C メッシュ配置		
⑥ヘルニア門の計測	4：必要性（ヘルニア分類・メッシュサイズの選択）について十分説明できる 3：必要性についての説明可能も十分ではない 2：必要性についての説明ができない 1：測定せず	状
⑦メッシュサイズの選択	4：メッシュサイズ選択について理解良好で説明も十分できる 3：メッシュサイズを決定できないが、根拠についてはある程度説明できる 2：その施設で通常用いるのメッシュを毎回使用も根拠の説明は不十分 1：メッシュの選択ができない、根拠の説明ができない	意
⑧タッキング位置の決定	4：適切な部位と不適切部位（死冠、不連の三角、疼痛の三角）の両方を理由とともに回答できる 3：適切な部位と不適切部位両方を回答できるが理由が不明確である 2：適切な部位と不適切部位のどちらかしか回答できない 1：適切な部位と不適切部位どちらも理解していない	意
⑨メッシュ留置後 の状況判断	4：確認・評価ともに良い 3：確認は十分も、それに対する評価が不十分 2：確認自体が不十分である 1：確認せず	意
D 腹膜縫合		
⑩腹膜の状況把握	4：腹膜の状態（薄さ）と腹膜欠損についてともに十分に説明できる 3：上記の一方の説明ができる、ともに説明できるが不十分である 2：明らかに説明ができない 1：確認せず	状
⑪腹膜縫合の方針決定	4：腹膜の状態に合わせ適切な判断を説明できる 3：概ね適切も説明がやや不十分 2：明らかに説明が不十分 1：根本的に方針を考えていない、解答ができない	意
⑫縫合後の状況判断	4：確認・評価ともに良い 3：確認は十分も、それに対する評価が不十分 2：確認自体が不十分である 1：確認せず	意
E その他		
⑬症例に応じた方針決定	4：Lサイズのメッシュかつ内側へ多く剥離が必要なことを説明できる 3：メッシュは選択できるが剥離の説明が不十分 2：メッシュの選択は不十分も、剥離の説明は可能 1：上記が説明できない、不十分	意
⑭腹膜縫合困難時の 方針決定	4：原因について言及でき、かつ対応も1つ以上挙げられる 3：原因および対応について説明可能だがやや不十分である 2：原因の説明または対応のどちらか一方しか説明できない 1：どちらも不十分（対応例：アンカーを置く、剥離を追加する、T字に縫合する、単結紮で行うなど）	意
⑮鼠径部切開法への 移行・併用の判断	4：腹腔内の高度癒着、ヘルニアの還納不可症例、腹膜前腔の癒着、高度肥満、気腹困難、巨大ヘルニアなど 3つ以上の状況を説明ができる 3：2つ説明できる 2：1つ説明できる 1：全く説明できない、すべて不十分	意

図 8-2. KUDAS-TAPP のサプリメント

参考画像

- ⑬ 使用するメッシュや剥離で工夫するべき点があれば教えてください



- ⑭ なぜこのような状況に陥ったか、考えられる原因を教えてください。
また、対処方法についても教えてください。

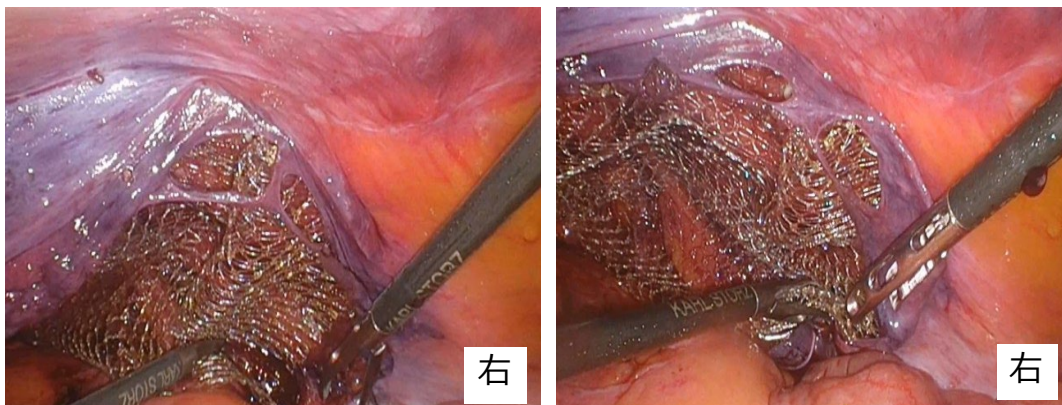


図 8-3. 評価で用いる参考画像

(著者・研究協力者の経験症例より引用改変)

完成した評価表をエキスパートたちに送付したところ、「TAPP において重要と感じる認知的ポイントは概ね網羅されている」との評価が得られた。また、GOALS-GH および TAPP チェックリストの構造と比較し、KUDAS-TAPP はテクニカルスキル評価で扱われる手順・操作と同じ手術フェーズを評価の対象としつつ、「ノンテクニカルスキル」を評価の対象として特化させている点で補完的な関係にあることが確認された。

(3) パイロットスタディ

評価表を用いた評価の実行可能性の検討および有用性の検討におけるサンプルサイズ計算を目的とし、パイロットスタディを実施した。年次の異なる TAPP の執刀経験のある外科医 5 名を対象に、実際の手術映像と ZoomTM を用いたインタビューを本研究者が実施し、本研究者が所属している研究チームに所属する独立した評価者 3 名によって KUDAS-TAPP を用いたノンテクニカルスキルの評価を行った。KUDAS-TAPP の評価結果を示す (表 3)。

表 3. 各評価者による KUDAS-TAPP のスコア

参加者					
評価者 A	30	52	45	52	39
評価者 B	36	54	47	55	42
評価者 C	33	52	47	53	45

パイロットスタディの結果、本研究者を含めた評価者 3 名の評価者間信頼性 (ICC) : 0.97 [95% CI 0.8-1.0] であった。また、サンプルサイズ計算では、許容される ICC : 0.8、期待される ICC : 0.95、評価者 : 2 人、 α エラー : 0.05、パワー : 0.8 と設定し、必要サンプル数は 16 例であった。

(4) KUDAS-TAPP の有用性の検討

2025 年 4 月～2025 年 3 月の期間に TAPP を執刀した外科医のうち、研究参加に同意が得られた 11 施設 21 名を評価の対象とした。研究参加者は TAPP、腹腔鏡手術の執刀経験数および内視鏡外科技術認定の有無に基づき、以下の 3 群に分類した (表 4)。

表 4. 各群の定義

- 初学者：TAPP 執刀経験 10 例以下の術者
- 中級者：初学者および熟練者のいずれにも該当しない術者
- 熟練者：日本内視鏡外科学会が定める TAPP 技術認定医の資格を持つ術者

データの収集は、各対象者より TAPP 執刀症例の中から 1 症例、原則として日常診療における TAPP 執刀症例の中から 1 例の手術の未編集ビデオを収集した。バイアスを減らすため、手術ビデオは術中音声が含まれていないものを採用した。手術手順の大きな逸脱を認めた症例や、予定外の開腹移行が生じた症例は評価対象から除外した。手術の執刀後 48 時間以内に、Zoom™ を用いて半構造化インタビューを実施した。インタビューは研究代表者が担当し、インタビューガイドに従い、術中ビデオを術者とともに視聴しながら、KUDAS-TAPP の項目に合わせた手術場面ごとの状況把握と意思決定について質問を行った。インタビューは音声付きで録画した後、評価用に参加者の氏名を匿名化し、動画の音声はボイスチェンジャーを用いることで個人が特定されないよう配慮した。

評価は、KUDAS-TAPP を開発した本研究（評価者 A）と、TAPP の指導経験を有する共同研究者 2 名（評価者 B、C）の計 3 名で実施した。すべての評価者は、事前に KUDAS-TAPP、GOALS-GH、TAPP チェックリストの評価マニュアルを用いた評価者トレーニングを受け、同一のサンプルビデオを用いた評価でスコアの整合性を確認した。評価者は、各症例について 3 種類の評価を行った（表 5）。

表 5. 各評価表の実施方法

- KUDAS-TAPP：インタビュービデオの評価
- GOALS-GH：未編集手術ビデオの評価
- TAPP チェックリスト：未編集手術ビデオの評価

評価者のバイアスを最小限にするため、症例の順序および評価の順番（KUDAS-TAPP、GOALS-GH、TAPP チェックリスト）は Excel の乱数関数を用いランダム化した。インタビューの所要時間は Zoom™ の録画データから算出し、KUDAS-TAPP 評価に要した時間とともに記録した。

結 果

(1) 参加者背景

北海道内の 11 施設 21 名の術者が本研究に参加した。参加者は初学者、中級者、熟練者に振り分けた。表 6、7 に、研究参加者の背景および属性の集計を示す。

表 6. 研究参加者の背景 N: 初学者, I: 中級者, E: 熟練者

番号	性別	卒後 年数	腹腔鏡手術 執刀総数	TAPP 執刀総数	各群の所属 (N、I、E)	ヘルニア 技術認証の有無
1	男	8	160	19	I	—
2	男	4	76	11	I	—
3	男	1	5	1	N	—
4	男	7	150	16	I	—
5	男	5	81	32	I	—
6	女	1	1	1	N	—
7	男	11	256	48	I	—
8	男	12	512	59	I	—
9	男	16	850	100	E	有
10	男	5	110	21	I	—
11	男	3	97	27	I	—
12	男	12	500	35	I	—
13	男	8	170	23	I	—
14	男	4	32	9	N	—
15	男	15	800	151	E	有
16	男	3	10	10	N	—
17	男	2	2	2	N	—
18	男	14	700	110	E	有
19	男	21	900	150	E	有
20	男	14	750	181	E	有
21	男	12	700	150	E	有

表 7. 研究参加者の属性（中央値[四分位範囲]）

	初学者(n=5)	経験者(n=10)	熟練者(n=6)
卒後年数（年）	2[1-4]	7.5[4-12]	14.5[12-21]
腹腔鏡手術の執刀総数（件）	2[1-10]	25[11-59]	135[100-189]
腹腔鏡下鼠径ヘルニア修復術の 執刀件数（件）	5[1-32]	155[76-512]	775[700-910]

(2) 統計解析結果

KUDAS-TAPP の評価者間信頼性については、3 名の評価者の間で級内相関係数 (ICC) 0.91 (95% CI 0.84–0.96) と高値を示し、2 名の評価者間ごとの ICC も 0.91～0.93 と高値を示し、特定の評価者のみに依存した傾向は認められなかった。評価項目の内部一貫性は Cronbach' α 0.97 と高値であった（表 8）。

表 8. KUDAS-TAPP の評価者間信頼性

評価者	ICC	95% CI
評価者 A vs 評価者 B	0.92	0.81 - 0.97
評価者 A vs 評価者 C	0.93	0.83 - 0.97
評価者 B vs 評価者 C	0.91	0.80 - 0.96
評価者全員	0.91	0.84 - 0.96
Cronbach' α	0.97	

3 群間の KUDAS-TAPP の合計スコア（中央値）は、初学者（47.3 点）、中級者（49.4 点）、熟練者（58.6 点）の順に高くなった。Kruskal–Wallis 検定において、初学者 vs 熟練者 および 中級者 vs 熟練者 の比較では有意差 ($p < 0.05$) を認めたが、初学者 vs 中級者 では有意差を認めなかった ($p = 0.20$)（図 9）。

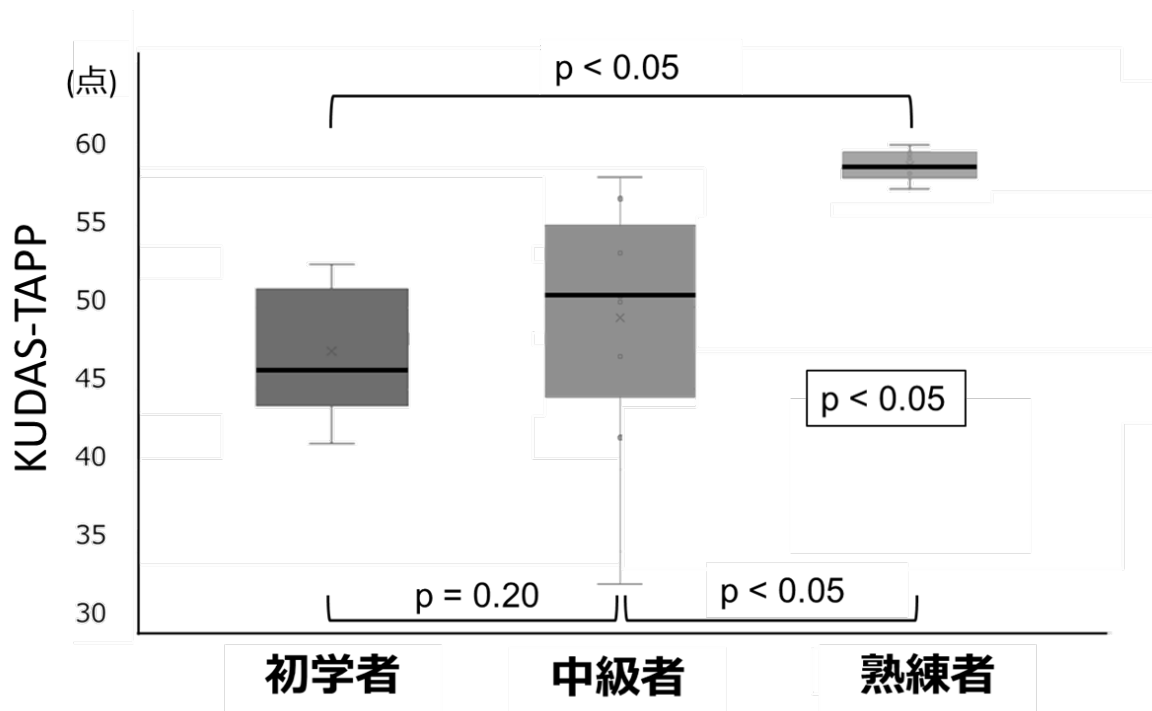


図 9. KUDAS-TAPP の 3 群のスコア比較

KUDAS-TAPP のスコアと TAPP 執刀数との間には、Spearman の順位相関係数 $r_s = 0.73$ ($p < 0.05$) の強い正の相関が認められた (図 10)。

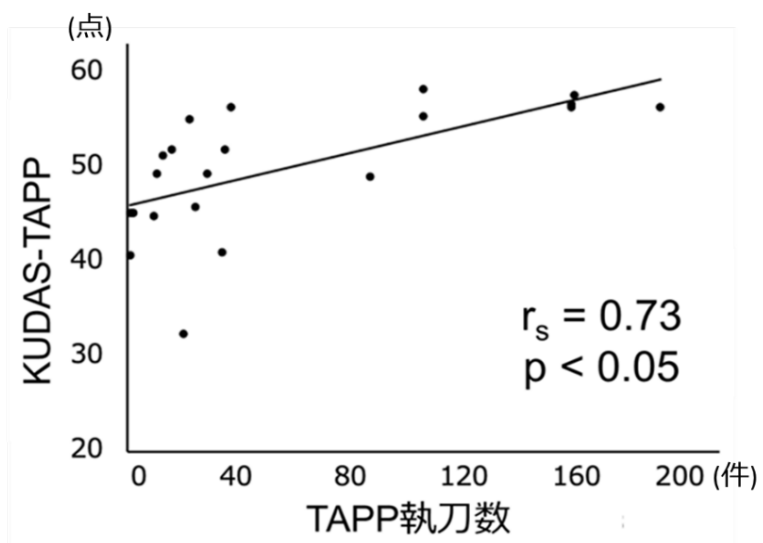
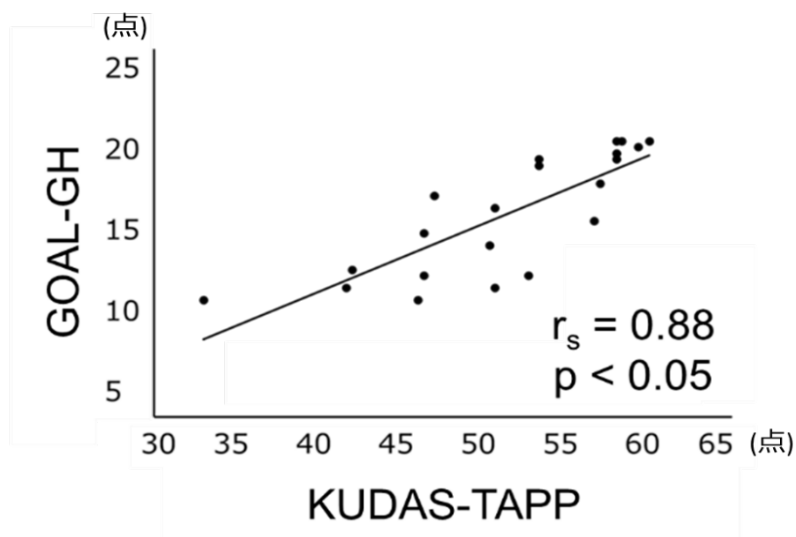


図 10. KUDAS-TAPP と TAPP 執刀数の相関

また、KUDAS-TAPP のスコアは GOALS-GH、TAPP チェックリストのスコアとそれぞれ $r_s=0.88$ ($p<0.05$)、 $r_s=0.80$ ($p<0.05$) と共に強い正の相関を示した (図 11a,b)。

(a)



(b)

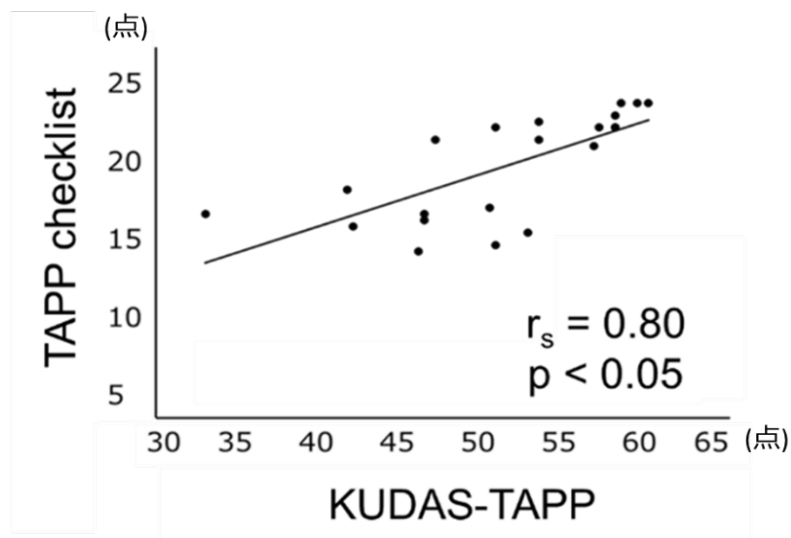


図 11. KUDAS-TAPP と GOALS-GH(a)・TAPP チェックリスト(b)のスコア相関

インタビュー時間の平均は 28 分 46 秒 $\pm$ 5 分 54 秒であり、一般的な手術後の振り返りの時間と同程度であった。インタビュー時間 KUDAS-TAPP の総スコアとの相関は $r_s=0.32$ ($p=0.16$) と弱く、統計学的に有意な関連は認められなかった (図 12)。

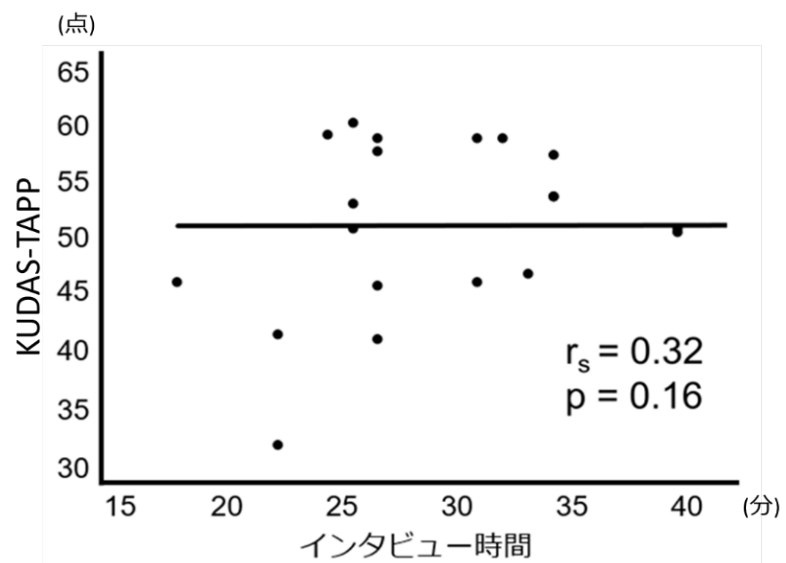


図 12. KUDAS-TAPP のスコアとインタビュー時間の相関

考 察

術式に特化したノンテクニカルスキル評価ツールとして KUDAS-TAPP を開発し、その内容妥当性を示した。ノンテクニカルスキルは、手術の安全性およびチームパフォーマンスを支える重要な要素であり、特に状況把握や意思決定といった認知能力の質が手術成績に直結する点で重要である (Yule et al, 2006)。一方、一般的なノンテクニカルスキル評価ツールである NOTSS は、各術式に固有のノンテクニカルスキルを十分に捉えきれず、評価結果が抽象的となりやすく、学習者に対する具体的なフィードバックにつながりにくいという課題を有する。これに対し、KUDAS-TAPP は TAPP における各手術場面に即して状況把握および意思決定を評価することを可能とし、術者の思考過程を具体的に反映した評価を実現した点に独自性がある。さらに、本評価表は GOALS-GH および TAPP checklist と同一の手術フェーズを対象として構成されているため、同一症例に対してテクニカルスキルとノンテクニカルスキルを並列して評価することが可能であり、両者の関連性を検討しやすい構造となっている。加えて、動画を用いた評価に術後インタビューを組み合わせることで、術中の認知過程を評価に反映できる点は、従来の評価法には見られない特徴である。したがって、KUDAS-TAPP は既存のテクニカル評価を補完する手段として位置づけられ、術式特異的なノンテクニカルスキルの評価のみならず、教育現場における統合的フィードバックにも有用な評価ツールであると考えられる。

KUDAS-TAPP は評価者間信頼性および内の一貫性がともに高い評価ツールであることが示された。3 名の評価者による ICC は 0.91 と高値を示し、各評価者ペアでも一貫して高い ICC が得られたことから、明確な評価基準により評価者間のばらつきが十分に抑制されたと考えられる。この信頼性を支えている要素の一つが、KUDAS-TAPP で採用した 4 段階リッカートスケールである。NOTSS に準じ中間点を設けない 4 段階とすることで、評価者にどちらかの方向への判断を促し、評価の感度を高めることを意図した。外科手技評価では、観察者が「まあまあ」と感じるパフォーマンスを中間値に集中的に配置してしまう傾向があり、スコア分布が中央に偏ると教育的なフィードバックが得にくくなる (Crossley et al, 2011)。KUDAS-TAPP では、各段階に具体的な行動基準を与えることで、評価者間の認識の「ずれ」とスコアリングの「ばらつき」を低減するよう工夫した。Cronbach' α が 0.97 と非常に高値であったことは、各項目が同一の構成概念を測定していることを支持し、評価表としての一貫性の高さを示している。一方で、過度に高い内部一貫性は項目間の冗長性を示唆する可能性もあるため、今後の応用では、教育現場での運用状況や評価者の負担を踏まえつつ、評価精度を維持したまま項目や評価自体を簡素化できるかどうかを検討していく必要がある。

KUDAS-TAPP のスコアは、初学者・中級者・熟練者の3群間で有意な差を示し、特に熟練者群が他の群より高いスコアを示したことから、経験に基づくノンテクニカルスキルの熟達を的確に反映していると考えられる。一方で、初学者群と中級者群のスコア分布には一定のオーバーラップがみられ、単純な症例数や卒後年数だけではノンテクニカルスキルを一義的に説明できないことが示唆された。このオーバーラップは、個々の術者がもつ認知スタイルや学習機会、指導体制の違いなど多様な要因を反映している可能性がある。一部の初学者群が比較的高い KUDAS-TAPP スコアを示したことは、意識的な状況認識や意思決定プロセスが早期から育成されている例を示しており、逆に中級者群の一部でスコアが伸び悩む例が見られたことは、単純な執刀経験の蓄積だけでは認知スキルが向上しない可能性があることが考えられる。

KUDAS-TAPP のスコアが GOALS-GH および TAPP チェックリストのスコアと強い相関を示したことは、ノンテクニカルスキルとテクニカルスキルが実際の手術パフォーマンスにおいて密接に関連していることを裏付けていると考える。とくに GOALS-GH のスコアとの相関係数が非常に高かったことは、視野の保持・組織の扱い・操作の流暢性といった技術的要素が、適切な状況認識や意思決定と表裏一体の関係にあることを示唆している。教育的観点から KUDAS-TAPP を用いることにより、テクニカルスキル評価では捉えきれない認知的課題（危険構造物は認識しているが判断が遅れる、先の展開を十分に予測できていない等）を具体的に指摘し、指導することが可能となる。一部の外科医ではテクニカルスキルが十分であるにもかかわらず、ノンテクニカルスキルが不十分である症例が存在することを明らかにし、従来見えにくかった「技術は高いが認知が弱い」術者像を可視化した。これにより、ノンテクニカルスキルの系統的評価と、それに基づくターゲットを絞ったトレーニングが必要であることが示される。さらに、本研究では、①テクニカル・ノンテクニカルともに高い術者、②テクニカルに比してノンテクニカルが弱い術者、③その逆のパターンといった様々な学習者プロファイルを明確に識別でき、個別に最適化された教育的介入も期待される。

インタビュー時間は平均約 29 分であり、KUDAS-TAPP スコアとの相関も弱かった。したがって、本評価手法は現実的な時間内で実施でき、さらに「話す時間の長さ」に左右されにくい、ある程度客観的な方法と考えられる。一般的な術後のデブリーフィングやカンファレンスと同程度の時間で、構造化されたノンテクニカルスキルの評価とフィードバックが得られることは、研修プログラムへの組み込みに際して大きな利点となる。さらに、オンライン会議システムを用いた実施により、地理的に離れた施設間でも同等の評価と指導が可能であり、限定された指導医資源を有効に活用できる可能性がある（Kiriya et al, 2022; Chick et al, 2020）。これは、先行するテレシミュレーション研究が示した「遠隔からの技術指導」の枠組みを、ノンテクニカルス

スキルにも応用する試みとして位置付けられる。さらに、KUDAS-TAPP のフレームワーク（状況把握・意思決定の評価、ビデオ+インタビュー形式）は、他の術式、特に切除再建を伴う複雑な手術への応用が期待される。これらの手術では解剖学的変異や予期せぬ出血・癒着などの固有の要因が多く手順も複雑であるため、手術フェーズごとにカスタマイズした評価項目を設定することで、術式特異的なノンテクニカルスキルを体系的に評価できると考えられる。他領域・他術式への応用については、まず術者と助手の2名で構成される手術から検討することが適切であると考ええる。その理由は、3名以上で構成される手術ではコミュニケーションやリーダーシップといったノンテクニカルスキルの関与が大きくなり、手術工程も複雑になるため、評価表の作成が難しくなるからである。KUDAS-TAPP と同様の手法を用いる場合も、まず人数の少ない手術で基本的な評価枠組みを確立し、その後段階的に複雑な手術に応用していく方が開発しやすく妥当性も確保しやすいと考えられる。

また、本ツールは、術中ビデオと半構造化インタビューを組み合わせた評価方法として設計されている。従来のノンテクニカルスキルの評価では、術中に評価者が手術室に立ち会い観察する形式が一般的であったが、その場合、評価可能な施設や症例が限られ、教育資源の偏在を助長する可能性がある（McCulloch et al, 2009）KUDAS-TAPP は、ビデオに基づき客観的事実を確認しつつ、術者の認知プロセスをインタビューで掘り下げることで、時間的・空間的制約を超えた評価を可能にすることを意図している。この設計は、テレシミュレーションや遠隔メンタリングといった新たな教育形態と高い親和性を有し、将来的には、TAPP テレシミュレーションカリキュラム（Kiriya et al, 2022）と組み合わせることで、テクニカル・ノンテクニカルスキルを包括的に評価・育成するプログラムへ発展させることが期待される。

本研究にはいくつかの限界が存在する。第一に、研究の対象が北海道内11施設の21症例に限られており、教育環境や研修体制による影響が限定的である可能性がある。文化的背景や教育システムが異なる国・地域においても同様の信頼性・妥当性が得られるかどうかは、今後の国際共同研究による検証が必要である。第二に、本研究の評価者は消化器外科医であり、かつKUDAS-TAPPの開発に関与したメンバーを含んでおり、TAPPや本ツールへの理解が深い一方で、無意識の期待バイアスが介在した可能性を否定できない（Dath et al, 2004）。今後は、外部の評価者を用いた再現性の検証が求められる。第三に、KUDAS-TAPPは状況把握と意思決定の2領域に特化しており、コミュニケーションやリーダーシップといった他のノンテクニカルスキルは評価対象としていない点がある。将来的にはNOTSSを参考にさらに評価表を発展させ、包括的なノンテクニカルスキルの評価体系を構築することが望ましいと考える。第四に、本研究ではNOTSSによる評価との比較は実施しなかった。一般的なノンテクニカルスキル評価ツールであるNOTSSは、術式に特化せず手術全体の行動を評価

する枠組みであるため、本研究が開発した術式特異的な KUDAS-TAPP とは評価対象や焦点が異なる。このため、NOTSS と KUDAS-TAPP の補完関係を検証するには、同一症例に対して両評価法を並行して実施し、評価結果の一致度や差異を統計的に比較する必要がある。今後、このような比較研究により、術式特異的評価ツールが一般評価ツールをどの程度補完しうるかを明らかにすることが期待される。

結 論

1) 本研究から得られた新知見とその意義

① KUDAS-TAPP は世界初の、術式に特化したノンテクニカルスキルの評価ツールである

術式に特化したノンテクニカルスキル評価ツール KUDAS-TAPP を世界で初めて開発し、TAPP における状況把握能力および意思決定能力を、術式に即した具体的行動指標に基づいて客観的に評価できる枠組みを構築した。

② KUDAS-TAPP が高い信頼性と妥当性を有する評価ツールであることを証明した

KUDAS-TAPP が高い評価者間信頼性と内的一貫性を示し、さらに経験年数や TAPP 執刀数、GOALS-GH・TAPP チェックリストのスコアと強い相関を示したことから、ノンテクニカルスキルを安定して測定しうる信頼性と、実際の手術経験・テクニカルスキルと整合する妥当性を備えた評価ツールであることを明らかにした。

③ テクニカルスキルとノンテクニカルスキルのギャップを可視化した

一部の外科医ではテクニカルスキルが十分であるにもかかわらず、ノンテクニカルスキルが不十分である症例が存在することを示し、従来は見えにくかった「技術は高いが認知が弱い」術者像を可視化した。これにより、ノンテクニカルスキルの系統的評価と、それに基づくターゲットを絞ったトレーニングの必要性を具体的に提示した。

2) 新知見の意義

本研究により、TAPP における状況把握能力や意思決定能力といったノンテクニカルスキルを、術式特異的かつ構造化された形で評価できるツールが初めて提示された点は大きな意義を有すると考える。これにより、従来は主にテクニカルスキルに偏っていた外科教育において、ノンテクニカルスキルを含めた総合的な手術能力評価とフィードバックが可能となり、手術の安全性や精度の向上に寄与することが期待される。

3) 今後展開されうる研究

今後は、KUDAS-TAPP を組み込んだノンテクニカルスキル向上のためのトレーニングプログラムを開発し、従来の教育法と比較する介入研究により、術者のパフォーマンスや患者アウトカムへの影響を検証する必要がある。また、TAPP 以外の腹腔鏡手術や開腹手術にも本研究のコンセプトを応用し、術式ごとに特化したノンテクニカルスキル評価ツールを展開することで、より広範な外科領域における教育体系の構築

が期待される。

4) 今後の課題

本研究は、北海道内 11 施設・21 症例という限定された対象に基づく結果であり、異なる医療文化や教育環境を有する国・地域での再現性の検証が今後の課題である。さらに、KUDAS-TAPP による評価結果を用いたフィードバックやトレーニングが、実際にノンテクニカルスキルの向上や合併症率の低減につながるかどうかについては、前向き介入研究による検証が必要であり、評価項目の簡素化や他のノンテクニカルスキル領域（コミュニケーション、リーダーシップなど）との統合も含めて、継続的な改良が求められる。

謝 辞

本稿を終えるにあたり、本研究の機会を与えていただいた北海道大学大学院医学研究院消化器外科学教室Ⅱ教授 平野 聡先生に深謝する。北海道大学大学院医学研究院クリニカルシミュレーションセンター サシーム・パウデル先生には、その遂行にあたり終始多大なご指導をいただいた。ここに深謝の意を表する。また、本研究の大半にわたりご指導を賜りました、故倉島 庸先生に謹んで感謝の意をささげる。市立旭川病院外科 石堂 敬太先生には、終始多大なるご協力、ご助言をいただいた。ここに万謝する。研究を進めるにあたりご助言をいただいた北海道大学病院 医療・ヘルスサイエンス研究開発機構プロモーションユニットデータサイエンスセンター教授 伊藤 陽一先生に拝謝する。また、本研究の評価表開発にご助言いただいた JA 広島総合病院消化器外科部長 田崎 達哉先生、Ken クリニック院長 山本 海介先生、東名厚木病院消化器外科科長 田澤 賢一先生、国家公務員共済組合連合会斗南病院消化器外科センター長 川原田 陽先生に深く感謝申し上げる。本研究に参加ご協力いただいた製鉄記念室蘭病院、市立旭川病院、斗南病院、王子総合病院、釧路赤十字病院、帯広厚生病院、北見赤十字病院、函館医療センター、旭川赤十字病院、愛育病院、函館医師会病院、函館中央病院、八雲総合病院、北海道消化器科病院、名寄市立総合病院、江別市立病院の外科修練医の先生方に感謝の意を表する。最後に、本研究を支えてくださった北海道大学大学院医学研究院消化器外科学教室Ⅱの全ての皆様に心より御礼申し上げます。

利 益 相 反

開示すべき利益相反状態はない。

引 用 文 献

Chick RC, Clifton GT, Peace KM, Propper BW, Hale DF, Alseidi AA and Vreeland TJ (2020) Using technology to maintain the education of residents during the COVID-19 pandemic. *J Surg Educ* 77, 729-732.

Crebbin W, Campbell G and Porter J (2013) Systematic review of non-technical skills assessment tools for use in laparoscopic simulation. *ANZ J Surg* 83, 834-842.

Crossley J, Marriott J, Dennis J and Beard R (2011) A comparison of observer scoring and surgical operative time for the assessment of laparoscopic technical skills. *Br J Surg* 98, 1444-1451.

Dath D, Regehr G, Birch D and Reznick R (2004) Toward reliable operative assessment: the reliability and feasibility of videotaped assessment of laparoscopic technical skills. *Surg Endosc* 18, 1800-1804.

Kiriyama K, Poudel S, Kurashima Y, Watanabe Y, Murakami Y, Miyazaki K, Kawarada Y and Hirano S (2022) Development of a systematic telesimulation curriculum for laparoscopic inguinal hernia repair. *Global Surg Educ* 1, 152-162.

Kurashima Y, Feldman LS, Al-Sabah S, Kaneva PA, Fried GM and Vassiliou MC (2011) A tool for training and evaluation of laparoscopic inguinal hernia repair: the Global Operative Assessment of Laparoscopic Skills-Groin Hernia (GOALS-GH). *Am J Surg* 201, 54-61.

Madani A, Watanabe Y, Bilgic E, Pucher PH, Vassiliou MC and Aggarwal R (2017) Measuring intraoperative decision-making during laparoscopic cholecystectomy: validity evidence for a novel interactive web-based assessment tool. *Surg Endosc* 31, 1203-1212.

Martin JA, Regehr G, Reznick R, MacRae H, Murnaghan J, Hutchison C and Brown M (1997) Objective structured assessment of technical skill (OSATS) for surgical residents. *Br J Surg* 84, 273-278.

McCulloch P, Mishra A, Handa A, Daly T, Moorthy T and Darzi A (2009) The effects of aviation-style non-technical skills training on technical performance and outcome in the

operating theatre. *Qual Saf Health Care* 18, 109-115.

McQueen S, McKinnon V, VanderBeek L, McCarthy C and Sonnadara R (2019) Video-based assessment in surgical education: a scoping review. *J Surg Educ* 76, 1645-1654.

Poudel S, Kurashima Y, Kawarada Y, Watanabe Y, Murakami Y, Miyazaki K and Hirano S (2016) Development and validation of a checklist for assessing recorded performance of laparoscopic inguinal hernia repair. *Am J Surg* 212, 468-474.

Poudel S, Watanabe Y, Kurashima Y, Kawarada Y, Murakami Y, Miyazaki K and Hirano S (2018) Educational system based on the TAPP checklist improves the performance of novices: a multicenter randomized trial. *Surg Endosc* 32, 2480-2487.

Roach E and Okrainec A (2021) Telesimulation for remote simulation and assessment. *J Surg Oncol* 124, 193-199.

Sato K, Tanaka H, Suzuki M, Miyata H, Yasunaga H, Horiguchi H, Matsuda S, Gotoh M, Konno H, Seto Y, et al (2025) Transabdominal preperitoneal repair (TAPP) for inguinal hernia: 2023 National Clinical Database annual report. *Surgery Today* 55, 1000–1015.

Shabahang MM, Schwartz TA and Feldman LS (2024) Practical guide to assessment tool development for surgical education research. *JAMA Surg* 159, 580-581.

Shraddha N, Narasimha S, Obuseh M, Banaei-Kashani F, Vedula SS, Hager GD and Ishii M (2024) Eye tracking and audio sensors to evaluate surgeons' non-technical skills: an empirical study. *Appl Ergon* 119, 104320.

Simons MP, Aufenacker T, Bay-Nielsen M, Bouillot JL, Campanelli G, Conze J, de Lange D, Fortelny R, Heikkinen T, Kingsnorth A, et al (2018) International guidelines for groin hernia management. *Hernia* 22, 1–165.

Spencer FC (1978) Teaching and measuring surgical techniques: the technical evaluation of competence. *Bull Am Coll Surg* 63, 9-12.

Tantiphlachiva K, Iramaneerat C and Lertbunnaphong T (2023) Improving surgical skills with

feedback: directly observed versus video recorded practice. BMC Med Educ 23, 660.

Tuma F, Malgor RD and Nassar AK (2021) Actions to enhance interactive learning in surgery. Ann Med Surg (Lond) 64, 102256.

Yule S, Flin R, Paterson-Brown S and Maran N (2006) Non-technical skills for surgeons in the operating room: a review of the literature. Surgery 139, 140-149.