

低侵襲気管支形成術のラーニングカーブ比較： ロボット支援下手術 vs. 胸腔鏡下手術

平田佳史, 橋本浩平, 田中良太, 橋啓盛, 近藤晴彦

杏林大学 呼吸器・甲状腺外科

背景・目的

【背景】

- ・気管支形成を伴う肺切除術は肺機能温存のために重要な術式である
- ・稀少な手術のため、実臨床のみで技術の習得は困難である
- ・当科ではCTデータを基にした実物大の軟性3D気道モデルを開発し、開胸手術におけるトレーニング効果を確認した¹⁾²⁾
- ・近年、胸腔鏡下手術（VATS）およびロボット支援下手術（RATS）による気管支形成術の報告が増加している
- ・再建術はRATSの自由度の高い鉗子操作が最大限活きる場所であるが、VATSとのアウトカムの差を比較した報告はない
- ・鏡視下手術においても気管支形成術のトレーニングを可能とするため既存の3D気管支モデルに付け加える胸壁モジュールを開発した

【目的】

- ・開発したトレーニングシステムを用い、気管支再建において、RATSのVATSに対する技術習得の優位性を示すことを目的とする

研究方法

【参加者・デザイン】

前向き多施設研究（杏林大学・慈恵医大）
呼吸器外科専門医4名（VATS、RATS気管支形成術の経験なし）

【プロトコール】

各術者がVATS(図1)、RATS(図2)の順で右主気管支と中間気管支幹の気管支端々吻合トレーニングを5回ずつ行った

【評価項目】

- ① 吻合時間（初針～吻合完了）
 - ② 技術スコア（5点Likert×6領域，最大30点）
- 外部呼吸器外科医2名が、盲検下に評価（表1，図3）

【統計解析】

- ・Two-way repeated-measures ANOVAで吻合時間、吻合スコアのLearning curveを解析した
- ・吻合スコアはICC [2,1] で評価者間信頼性を算出した

RATS（ロボット支援下手術）シミュレーション

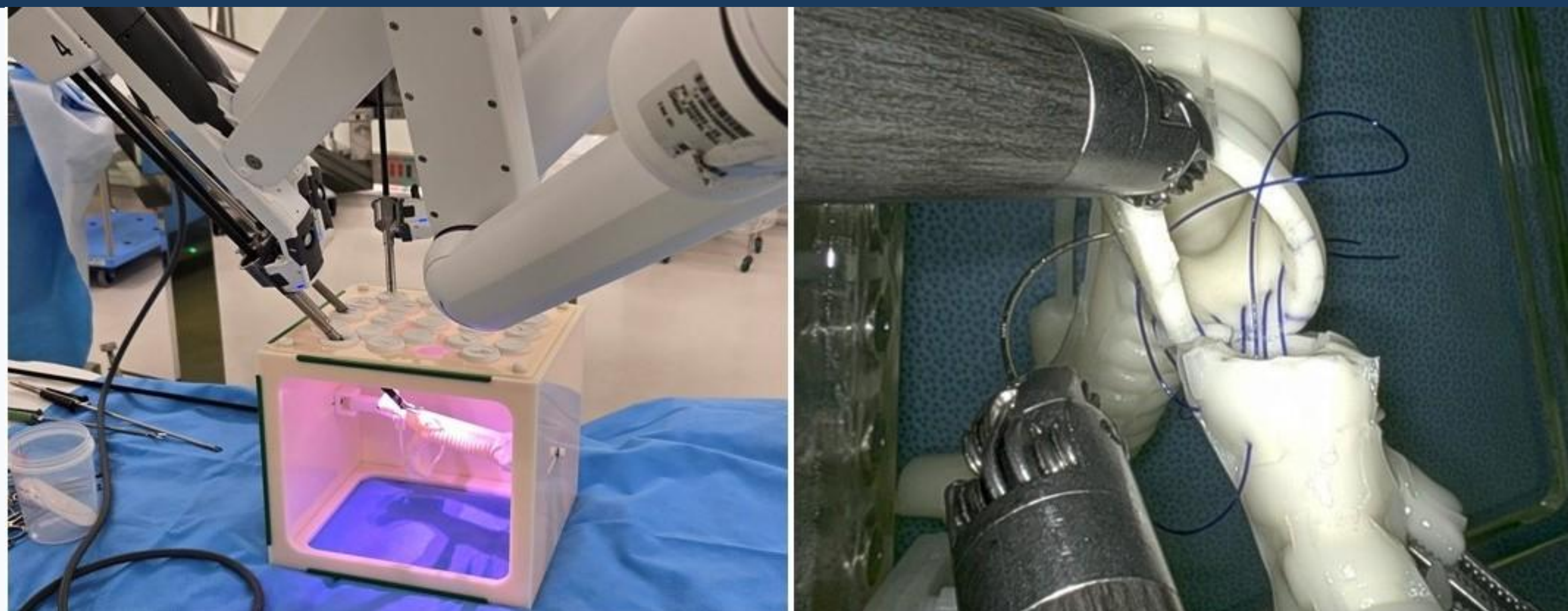


図1. ロボット支援下（RATS）気管支吻合シミュレーション

VATS（胸腔鏡下手術）シミュレーション

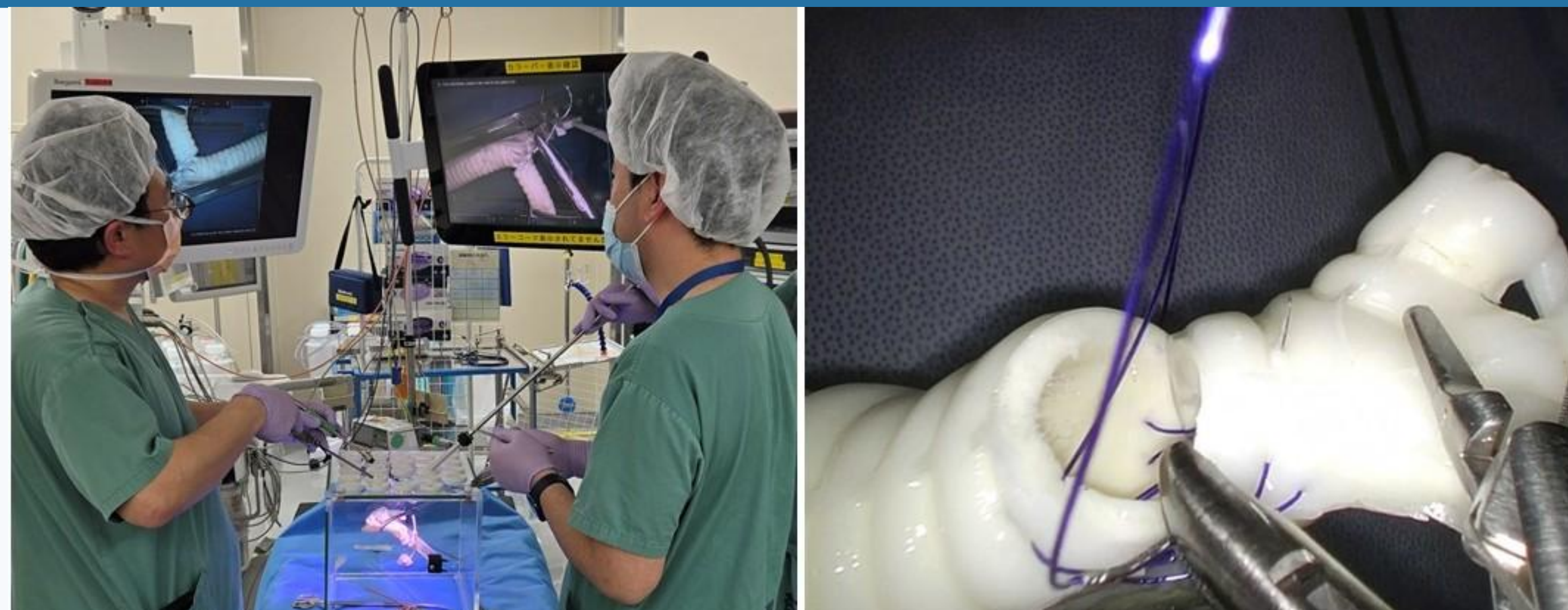


図2. 胸腔鏡下（VATS）気管支吻合シミュレーション

採点基準表

表1 技術スコア評価表（5点Likertスケール，最大30点）

Likert score	Poor	Moderate	Excellent
Number of cutouts	1 2 3 4 5		
Number of needle-handling errors	1 2 3 4 5		
Suture pitch	1 2 3 4 5		
Anastomotic bite	1 2 3 4 5		
Caliber mismatch	1 2 3 4 5		
Suture tension	1 2 3 4 5		

Score conversion from the number to the Likert score

	1	2	3	4	5
Number of cutouts	2 ≤	1	0		
Number of needle-handling errors	4 ≤	3	2	1	0

外部専門家による評価写真



図3. 吻合後の3Dモデル

結果

評価者間信頼性：ICC [2,1] = **0.83**（95%CI: 0.787-0.866）
各ドメイン ICC: 0.78-0.88 → 評価者間での高い一致率を確認

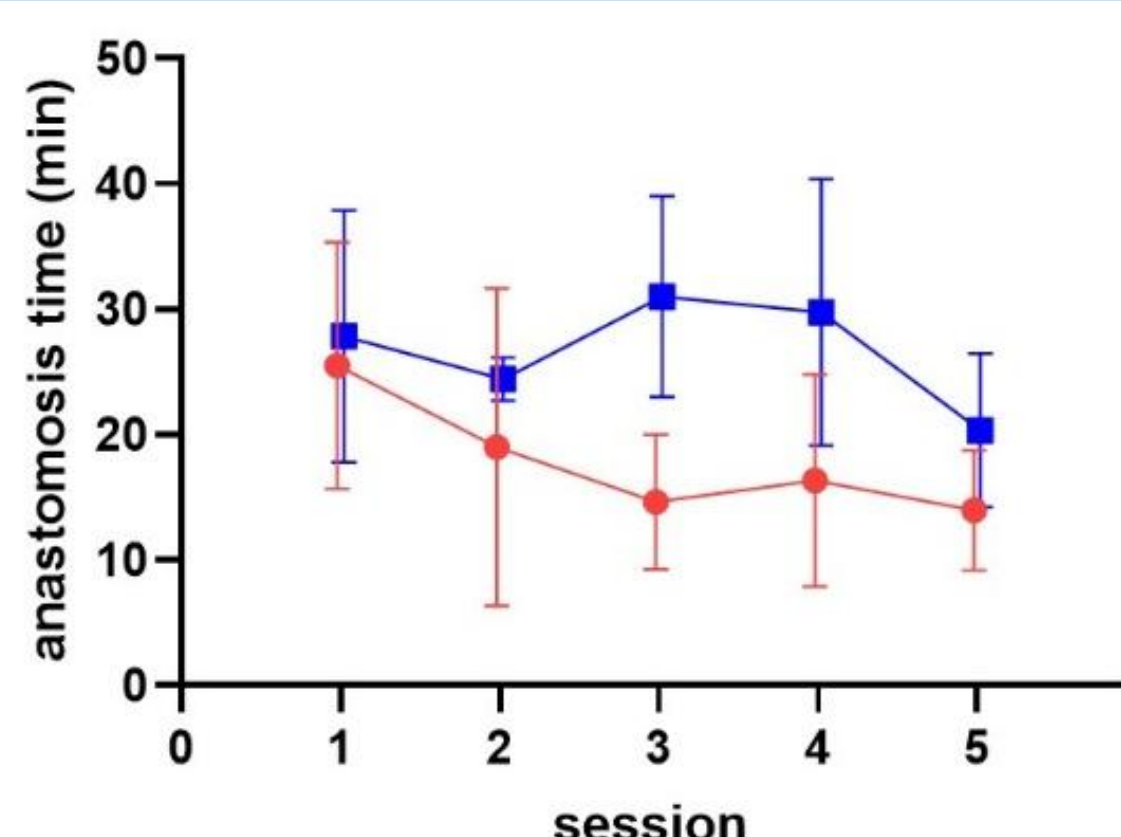
Two-way repeated-measures ANOVA
Session: P=0.03*, Group: P=0.05*

図4. 吻合時間の学習曲線

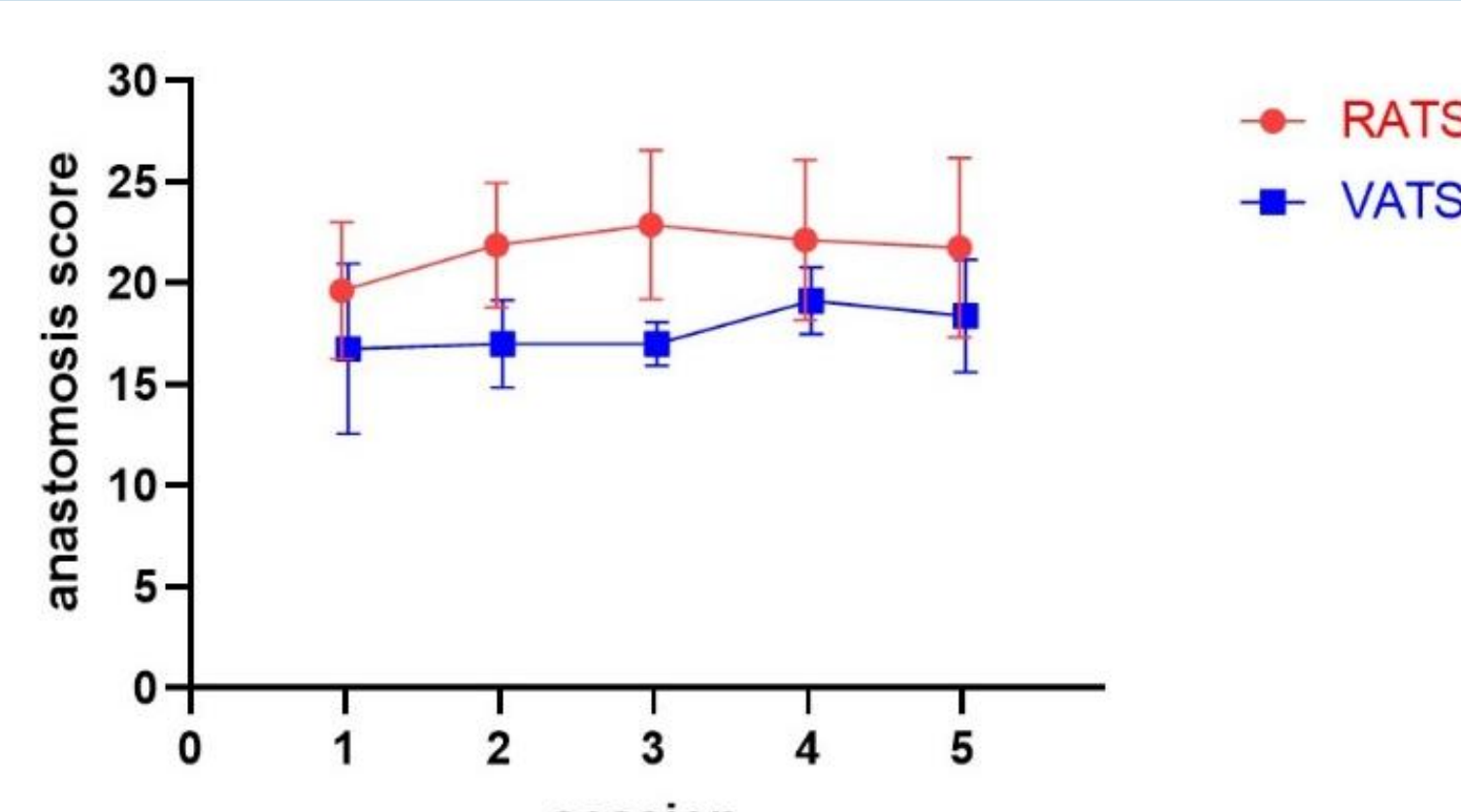
Two-way repeated-measures ANOVA
Session: P=0.24, Group: P=0.03*

図5. 技術スコアの推移

- ・RATSではVATSと比較して、吻合時間が一貫して短く、特に初回および5回目の試行において顕著な差が認められた（RATS対VATS 分：25.5対27.8、および14.0対20.3）
- ・RATS群では、5回のセッションにわたって吻合時間に有意な改善が認められ（P = 0.03）、改善傾向も示された（P = 0.05）
- ・技術スコアには有意な改善は認められなかった（P = 0.24）が、RATS群はVATS群よりも一貫して高値を示した（P = 0.03）

考察

- ・RATSはVATSと比較し、初期学習段階においても安定した技術的優位性をもたらす可能性が示唆された
- ・RATSの良好な操作性や精密な縫合操作が技術向上に寄与している可能性がある
- ・本研究では、3Dモデルを用いることで、実臨床では比較困難な標準化された条件下で、客観的比較が可能となった点に意義がある
- ・一方で、本研究の限界として実際の手術と異なり剥離の操作を含まないことや、セッション数が限られていた点が挙げられる。

結語

- ・3D気道モデルを用いた訓練により、初期段階で気管支吻合の成績は向上し、RATSはVATSと比較して吻合時間の短縮を認めた
- ・技術スコアの有意な改善は認めなかったが、訓練回数の制限により十分な評価が得られなかった可能性がある
- ・RATSは、低頻度かつ高難度である低侵襲気管支吻合術の導入を促進する可能性が示唆された