

資 料

インセンティブ・スパイロメータの術後呼吸器合併症への予防効果

中島佳緒里*

要 旨

本研究は、周手術期に用いられているインセンティブ・スパイロメーター (incentive spirometer : IS) の効果を検証するために、データベース検索によって抽出された 13 文献を用いて、術後呼吸器合併症に対する IS の効果を検討した。その結果、術前および術前・術後における IS 単独の訓練効果を示した文献はなかった。また、術後の IS 訓練の介入を報告した文献のうち、腹部手術あるいは低リスク患者では横隔膜呼吸と IS 訓練との比較を、心臓血管手術や胸部手術、高リスク患者では呼吸理学療法を基本とした IS 訓練の追加介入を比較し同等の効果であるとの結果であった。以上のことから、IS 訓練は、手術侵襲の程度によって選択することが望ましく、腹部手術程度であれば横隔膜呼吸あるいは IS 訓練を、心臓血管手術では呼吸理学療法がよいことが示唆された。

キーワード：インセンティブ・スパイロメータ (IS)、術後呼吸器合併症、呼吸訓練

1. 緒 言

手術後の呼吸器合併症の予防は、周手術期の管理を行う看護師にとって最重点にすべき看護である。呼吸器合併症予防のための看護介入は、術前呼吸訓練、術後早期の横隔膜呼吸、体位変換やネブライザーの実施、早期離床が主なものである。さらに、上腹部手術や胸部手術、低肺機能の患者に対しては、吸気努力訓練器であるインセンティブ・スパイロメーター (incentive spirometer ; 以下 IS) が用いられてきた。臨床現場で多く用いられているトリフロー[®] やインスピレックス[®] は、吸気努力を視覚的にフィードバックできるため、患者の動機付けが高く、呼吸訓練の継続には大変簡便で有効な器具である¹⁾。しかし、周手術期の使用にあたっては、対象術式や介入時期などによる呼吸器合併症予防の効果は明確ではなく、習慣的に術前訓練の一環として用いていることが目立つ。また、昨今の入院期間の短縮により、IS を

実施する時間がないからとの理由で取りやめになっている現実も窺える。このような中、IS は術後呼吸器合併症の予防のために本当に必要のない介入なのか根拠を明確にする必要があると考えた。以上のことから、IS の使用が、術後呼吸器合併症の発生予防に寄与するのかを国内外の文献を用いて検討したので報告する。

2. 方 法

MEDLINE、CINAL、医学中央雑誌データベース検索を用いて、1985 年から 2007 年までの周手術期呼吸訓練および術後呼吸器合併症の予防に関する文献を検索した。検索キーワードは、「術前」「術後」「呼吸訓練」3 つのキーワードに、「肺合併症」「無気肺」「呼吸器合併症」をそれぞれ組み合わせ使用した。これらの操作によって得られた 200 件以上の文献から、IS による術前あるいは術後介入の効果を報告した 13 文献を選択した。各文献を用いて、術後呼吸器合併症予防の観点から、①介入時期、②術式別による予防効果を検討した。

*日本赤十字豊田看護大学

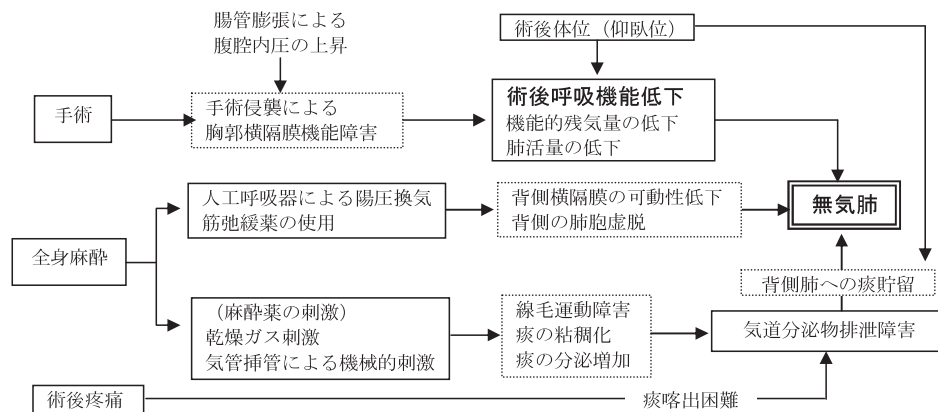


図1 術後無気肺の発生過程

3. 術後無気肺の発生過程

ISが術後呼吸器合併症の予防に効果があるかを論じる前に、代表的な呼吸器合併症である無気肺の発生過程について述べる。

無気肺とは、細気管支が分泌物あるいは機械的狭窄により閉塞され、肺胞の換気が行われず肺胞内の空気が血中に吸収された状態をいう²⁾。術後無気肺の発生過程を図1に示す。術後無気肺の発生は、①全身麻酔に伴う陽圧換気および筋弛緩薬の影響、②手術侵襲による胸郭横隔膜機能障害、③術後による影響（術後体位、腸管麻痺）から生じる機能的残気量の減少と、④気管挿管や乾燥ガスの刺激によって生じる気道分泌物排泄障害、⑤術後疼痛による1回換気量の減少や痰の咯出困難が大きな原因となっている。特に、胸部手術や上腹部手術は、肺活量(vital capacity;以下VC)と機能的残気量(functional residual capacity;以下FRC)の減少が下腹部手術と比較して大きく、術前値を基準にすると、術後はVCが60~40%、FRCが70~65%程度に低下することが報告されている³⁾⁴⁾⁵⁾。さらに、FRCは手術創が横隔膜に近いほど低下し、手術侵襲による横隔膜神経活動の抑制が関与していることが示唆されている⁶⁾。従って無気肺は、術中の要因に加え、FRCが最も減少する術後18~24時間、横隔膜運動の抑制が生じる術後24~48時間に発生する危険性が高い。つまり、術後48時間以内に無気肺の原因・要因を可能な限り減少あるいは改善させることが無気肺の予防につながる。

4. 術後呼吸器合併症予防におけるISの効果

周手術期におけるIS訓練について、術前あるいは術前・術後の介入効果を報告した13文献を検討した。報告された術式は、腹部手術4件、胸部手術(心臓手術3件を含む)6件、残りの2件は健常者による実験報告であった。選択した文献は、術前のISによる介入効果が4件、術前・術後あるいは術後介入の結果が9件であった。術前のIS訓練による効果を述べている文献を表1に示す。術前の介入の効果は、呼吸機能の予備能力を向上させた結果を得ている⁷⁾⁸⁾⁹⁾が、術後呼吸器合併症の発生率との検討はなく、術直前の呼吸機能の一時的な上昇が術後呼吸器合併症の予防にどの程度効果があるのかは不明である。また、Gosselinkら(2000)は、通常の呼吸理学療法にISの術前訓練を加えた結果、介入の差による術後呼吸器合併症の発生率および胸部X-P、38℃以上の発熱などの測定値に有意差が認められなかったことを報告している¹⁰⁾。以上、術前のISの介入効果は明らかではないが、術前の呼吸機能の予備能力の向上による合併症の予防という視点からは、未だ検討の余地が残されている。

術後の呼吸訓練の効果は、様々な方法によりランダム化比較研究がなされていた。術後のIS介入効果を検討した文献を表2に示す。これらの報告は、呼吸訓練の方法による効果の違いは認められないとする結果が多い。大概ら(1995)は、横隔膜呼吸とISによる最大吸気努力訓練の2群に分けて術後の呼吸機能を詳細に測定し、術後十分な鎮痛がなされている状態では、努力肺活量、1秒率、動脈血液ガス分析値に2群間の差はなかったこ

表1 術前IS訓練による術後呼吸器合併症の予防効果

研究者 (年)	対象	方法	介入期間 / プロトコール	結果
黒田ら (1994)	健康ボランティア 35名	前後比較	5日間の介入 IS 10回×3セット/日 条件1: 瞬間呼気訓練 条件2: 瞬間吸気訓練 条件3: 持続呼気訓練 条件4: 持続吸気訓練	介入後のVC、%VCは条件間の差がなかったが、5日間介入前後の比較では吸気訓練において、VC、%VCは有意に上昇した。
山崎ら (1996)	健康ボランティア 20名	前後比較	7日間の介入 IS + スーフル 30分×3セット/日	P ₂ O ₂ 、VC、FEV _{1.0} は、7日間介入前後の比較において、有意に上昇した。
Gosselinkら (2000)	肺区域切除術患者 40名 食道切除術患者 27名	RCT	術前・術後介入 (術前、術後1、2、3、6、9日) CL: 呼吸理学療法 介入: 呼吸理学療法 + 術前IS	2群間で術後呼吸器合併症、胸部X-P、白血球数、発熱、入院期間に有意差は認められなかった。
瀬古ら (2001)	開胸術予定患者 103名	前後比較	術前5日間の介入 IS 5回×16セット/日	正常呼吸機能群では、FEV _{1.0} 、%FEV _{1.0} に有意差は認められなかったが、低呼吸機能群では全ての変数において有意に上昇した。

RCT: ランダム化比較試験, CL: コントロール群, IS: インセンティブ・スパイロメーター, DB: 横隔膜呼吸, PT: 理学療法士

とを報告している¹¹⁾。また、Hallら(1996)は、術前の呼吸機能評価から高リスク群と低リスク群に分けて、IS訓練による介入と、横隔膜呼吸あるいはIS訓練を選択して介入した結果を術後呼吸器合併症の発生率によって比較した¹²⁾。彼らは、患者の術後呼吸器合併症のリスクを査定し、低リスク患者には横隔膜呼吸訓練を、高リスク患者にはIS訓練に必要時呼吸理学療法の介入を追加することを推奨しており、患者の状態に合わせた呼吸訓練を選択する必要性を示唆している。また、呼吸理学療法の単独介入群とIS訓練を追加した介入群との比較では、IS訓練を追加しても術後呼吸器合併症の発生率に差がないとする結果であった¹³⁾¹⁴⁾¹⁵⁾。しかし、これらの報告は、呼吸理学療法の効果が大きいためIS訓練の効果が適切に測定できていないことも考えられる。言うなれば、呼吸理学療法を実施している状況では、IS訓練は必要ないという結論であろう。

術後の呼吸機能の変化を捉えた報告では、Chuterら(1990)の研究が興味深い。彼らは、術前・術後の深呼吸における1回換気量が胸部と腹部にどのように依存しているかを経日的に測定し、術前は腹部による換気量が優位であるが術後3日間は胸部の換気量に依存していること、1回換気量も術前と比較して1/3程度までに減少することを明らかにしている¹⁶⁾。これは、手術侵襲による横隔膜神経活動の抑制によって生じる呼吸均衡の変化

であると考えられる。ISの効果を否定している報告の多くは、ISによる強制吸気訓練では術後の横隔膜機能不全に伴う微小無気肺の形成や、術後の胸部呼吸筋優位の呼吸による肺底部の末梢気管支の閉塞を予防できないことを理由にしている¹⁷⁾。しかし、これらの報告は、心臓血管手術のような術後呼吸器合併症のリスクの高い手術患者を対象にしており、かつ呼吸理学療法の単独介入と、呼吸理学療法にIS訓練を加えた効果の検討をしているために、周手術期全般において、ISの効果がないとは言いきれない。一方、腹部手術患者を対象に術後の呼吸理学療法とIS訓練の介入を単純に比較した報告では、呼吸器合併症の発生率に差がない結果を得ている¹²⁾¹⁸⁾。すなわち、大腸切除程度の手術であれば、IS訓練は呼吸理学療法を実施した時と同程度の効果はあるのではないかと推測できる。

その他、石川ら(2004)は、術前に横隔膜呼吸訓練とIS訓練を併用することで、横隔膜呼吸の習得に時間を要したことを報告している¹⁹⁾。年齢や術式の統制が明確でないために結果の信憑性が問われるが、複合訓練が患者に与えるデメリットも考えなければならないだろう。

以上のことから、術後呼吸器合併症の予防には、低リスクの患者に対しては、コストパフォーマンスを考えるとIS訓練よりも横隔膜呼吸訓練のほうが適しているだろう。また、高リスク患者でも腹部手術程度の侵襲であ

表2 術前・術後IS訓練による術後呼吸器合併症の予防効果

研究者 (年)	対象	方法	介入期間 / プロトコール	結果
O'Conner ら (1988)	胆嚢摘出術患者 40名	RCT	術前・術後 (2日間) 介入 CL: 呼吸理学療法 介入: 呼吸理学療法 + IS	FEV _{1.0} , FVC, PaO ₂ のいずれも 2群間の有意差はなかった。
Chuter T. A. ら (1990)	腹部手術患者 8名	比較	術前・術後 (1,3日) 介入 CL: 安静時呼吸 介入: IS 1日数回実施	IS群は術前の1回換気量が有意に増加したが、術後の差は認められなかった。
Jenkins S. ら (1989)	CABG 患者 110名	RCT	術前・術後 (5日間) 介入 CL: 呼吸理学療法 介入1: 呼吸理学療法 + DB 介入2: 呼吸理学療法 + IS	FVC, FEV _{1.0} , PaO ₂ および術後肺炎の発生率に有意差はなかった。
J. C. Hall ら (1991)	腹部手術患者 876名	RCT	術後 (5日間) 介入 CL: 呼吸理学療法 介入: IS 5分 / 1時間毎実施	2群間に術後肺合併症、発熱、胸部 X-P 異常、痰培養、低酸素血症の発生、PaO ₂ の異常、在院期間に有意差はなかった。
大槻ら (1995)	腹部手術患者 26名	RCT	術後 (3日間) 介入 CL: DB5回 × 10セット / 日 介入1: IS 5分 × 5セット / 日 介入2: IS 5分 × 10セット / 日	硬膜外持続鎮痛下では、CL および IS の 3群間に VC, FEV _{1.0} , PaO ₂ 有意差は認められなかった。
J. C. Hall ら (1996)	腹部手術患者 456名	RCT	術前・術後 (退院まで) 介入 CL: DB 10回 / 1時間毎実施 介入1: IS 10回 / 1時間毎実施 介入2: 呼吸理学療法 + DB <u>低リスク患者</u> CL と介入1の比較 <u>高リスク患者</u> 介入1と介入2の比較	低リスク患者および高リスク患者ともに2群間に術後肺合併症、熱、胸部 X-P 異常、痰培養、低酸素血症の発生、PaO ₂ の異常、在院期間に有意差はなかった。
J. M. Crowe (1997)	CABG 患者 185名	RCT	術後 (3日間) 介入 CL: 呼吸理学療法 介入: 呼吸理学療法 + IS (IS は 1時間毎に実施)	術後3日以内に無気肺を発生した患者は、CL群 22.5%、介入群 32.7%であった。 2群間に、FVC, FEV _{1.0} , SaO ₂ および術後肺合併症、在院日数に有意差はなかった。
Gosselink ら (2000) 再掲	肺区域切除術患者 40名 食道切除術患者 27名	RCT	術前・術後介入 (術前、術後 1, 2, 3, 6, 9日) CL: 呼吸理学療法 介入: 呼吸理学療法 + 術前 IS	2群間で術後呼吸器合併症、胸部 X-P, 白血球数、発熱、入院期間に有意差は認められなかった。
高橋ら (2003)	CABG 患者 58名	RCT	術後 (退院まで) 介入 CL: 通常の離床プログラム 介入: PT による IS 実施 + 自主練習 IS (10回 / 1時間毎)	術後無気肺の発生は、CL群には認められず、介入群では1例であった。また、術後7日目の肺活量回復率は、2群間で有意差は認められなかった。病棟内歩行までに有した時間は、CL群 7.9 ± 3.5日、介入群 7.4 ± 1.3日で有意差は認められなかった。
石川ら (2004)	腹部胸部手術患者 56名	群間比較	術前・術後介入 (術前 5日間・術後 8日間) CL: DB 介入: DB + 術前 IS	2群間に術後肺合併症の発生に有意差はなかった。しかし、DBにIS訓練を併用すると、術後のDBの習得に時間を要した。

RCT: ランダム化比較試験, CL: コントロール群, IS: インセンティブ・スパイロメーター, DB: 横隔膜呼吸, PT: 理学療法士

れば、呼吸理学療法を基本にした呼吸訓練を計画し、呼吸理学療法が実施できない場合に IS 訓練を考慮してもよいと考える。しかし、心臓血管系手術などの大きな侵襲を受ける手術では、呼吸理学療法を選択するのが望ましい。いずれも術後の介入が重要であり、呼吸訓練と共に患者の状態によっては気道クリアランスの促進など気

道開存への積極的な援助が必要と考える。

最後に、昨今の術式の変遷を鑑みると、腹腔鏡下に代表される低侵襲手術の適応拡大は、食道手術や隣臓手術などの高リスク手術にまで及んでいる。今後は、これらの低侵襲手術による術後呼吸機能への影響を明確にし、術前・術後の呼吸訓練の是非を検討する必要があるだろ

う。

5. 結 論

周手術期に用いられている IS 訓練の効果について 13 件の文献を用いて検討した結果、以下の知見が得られた。

1. 術前及び術前・術後の IS 訓練は、術後呼吸器合併症の発生に有意差は認められなかった。
2. 術後の IS 訓練の介入を報告した文献のうち、腹部手術あるいは低リスク患者では横隔膜呼吸と IS 訓練との比較を、心臓血管手術や胸部手術、高リスク患者では呼吸理学療法を基本とした IS 訓練の追加介入を比較していた。
3. IS 訓練は、手術侵襲の程度によって選択することが望ましく、腹部手術程度であれば横隔膜呼吸あるいは IS 訓練を、胸部・心臓血管手術では呼吸理学療法がよいことが示唆された。

謝 辞

臨床から生じる疑問に真摯な態度で取り組み、術後呼吸管理およびその予防のための看護について再考する機会を与えてくださった愛知県がんセンター中央病院高橋看護師に深くお礼申し上げます。

文 献

- 1) 鎌倉やよい, 坂上貴之: 手術前呼吸訓練プログラムの開発とその効果の検討, 行動分析学研究, 9(1), 2-13, 1996
- 2) 鎌倉やよい, 深田順子: 周手術期の臨床判断を磨く手術侵襲と生体反応から導く看護, 34, 医学書院, 東京, 2008
- 3) 窪田達也: 術後肺炎, 消化器外科, 10(9), 1134-1143, 1987
- 4) 豊田章宏, 平松和嗣久, 金沢郁夫他: 外科手術前後の呼吸リハビリテーションと肺機能の経時的変化, リハビリテーション医学, 38, 769-774, 2001
- 5) Vincent J. L.: hat is right ventricular function? Critical Care Medicine, 22, 2024, 1994
- 6) 関洲二: 術後患者の管理, 35-36, 金原出版, 東京, 2002
- 7) 黒田夕香, 能智恵理, 長山美智子他: トリフローを活用した効果的な呼吸訓練, エキスパートナース, 10(11), 48-50, 1994
- 8) 山崎信也, 田中一步, 川合宏仁他: スーフル®とトリフロー II® を併用した術前呼吸訓練の効果, 日本歯科麻酔学会誌, 24(1), 40-44, 1996
- 9) 瀬古志桜, 酒井文子, 猿渡美香他: トリフロープログラムを用いた術前呼吸訓練の効果, 日本看護学会第 32 回成人看護 I, 136-138, 2001
- 10) R. Gosselink, K. Schreiver, P. Cops et. al.: Incentive spirometry does not enhance recovery after thoracic surgery. Critical Care Medicine, 28(3), 679-683, 2000
- 11) 大槻学, 萩野英樹, 赤津賢彦他: 硬膜外持続鎮痛施行患者における術後早期呼吸訓練の効果, 日本臨床麻酔学会誌, 15(10), 678-683, 1995
- 12) J. C. Hall, R. Tarala, J. Tapper et. al.: Prevention of respiratory complications after abdominal surgery. a randomized trial. BMJ, 312(20), 148-152, 1996
- 13) J. M. Crowe, C. A. Bradley: The effective of incentive spirometry with physical therapy for high-risk patients after coronary artery bypass surgery. Physical Therapy, 77(3), 260-268, 1997
- 14) Jenkins S, Soutar S, Julia M. L. et. al.: Physiotherapy after coronary artery surgery, are breathing exercises necessary?, Thorax, 44, 634-639, 1989
- 15) M. O'Conner, M. P. Tattersall, J. A. Carter et. al.: An evaluation of the incentive spirometer to improve lung function after cholecystectomy. Anaesthesia, 43, 785-787, 1988
- 16) Chuter T. A, C. Weissman, D. M. Mathews et. al.: Diaphragmatic breathing maneuvers and movement of the diaphragm after aholectsystectomy. CHEST, 97(5), 1110-1114, 1990
- 17) 高橋哲也, 奈良薫, 有菌信一他: 心臓外科手術後肺活量の回復について—経時的変化とインセンティブスパイロメーターの効果, 理学療法学, 30(6), 335-342, 2003
- 18) J. C. Hall, R. Tarala, J. Harris et. al.: Incentive spirometry versus rutine chest physiotherapy for prevention of pulmonary complications after abdominal surgery. THE LANCET, 337(20), 1991

- 19) 石川朗, 宮坂智哉: インセンティブ・スパイロメトリー, 呼吸器ケア, 2(6), 569-574, 2004