

症 例

Progressive preoperative pneumoperitoneum を行った 腹壁癒痕ヘルニアの 1 例

立川総合病院外科

蛭川 浩史 平井 基晴 水戸 正人 多田 哲也

症例は69歳，男性，神経線維腫症1型，慢性閉塞性肺疾患を有し，消化管穿孔，多発小腸腫瘍などに対する手術既往があった．他院で腹壁癒痕ヘルニアと診断されたが，低肺機能から手術適応外と判断された．しかし，強く手術を希望し当院を受診した．理学所見ではヘルニアは成人頭大で，CT所見からloss of domain (LOD) ヘルニアと診断された．術前にprogressive preoperative pneumoperitoneum : PPPを行い，ヘルニア修復術を行った．術式は開腹で，両側transversus abdominis muscle release : TAR，部分的前方component separation法およびメッシュによる筋層背側修復術とした．術後は1週間の人工呼吸器管理を要したが，良好に経過し32病日に退院した．LODヘルニアに対するPPPは考慮すべき有効な方法と考えられた．

索引用語：loss of domain ヘルニア，progressive preoperative pneumoperitoneum，
巨大腹壁癒痕ヘルニア

緒 言

腹腔内臓器が多量に腹壁外に脱出している腹壁癒痕ヘルニアは，loss of domain : LODヘルニアと呼ばれ，治療法に難渋する複雑なヘルニアと考えられている¹⁾²⁾．

LODヘルニアに対する修復術では，術前に腹腔内容積を増加させ脱出した多量の臓器を安全に腹腔内に還納させ，緊張なく欠損部を縫合閉鎖させるための準備として，腹壁拡張術が行われる場合がある．海外ではprogressive preoperative pneumoperitoneum : PPP^{3)~9)}，ボツリヌス毒素 (Botulinum toxin : BTX) の筋間への注入¹⁰⁾などが行われているが，ともに我が国では一般的ではない．

われわれはLODヘルニアに対し，PPPを行い，安全にヘルニア根治術を行うことができた症例を経験したので，報告する．

症 例

患者：69歳，男性．

主訴：腹部膨隆，腰痛，便秘，腹部膨満感など．

既往歴：神経線維腫症1型，chronic obstructive pulmonary disease : COPD，両側巨大肺嚢胞を有していた．53歳時に十二指腸動脈瘤破裂，巨大小腸腫瘍に対し胃十二指腸動脈バイパス術，小腸腫瘍切除術を受けた．65歳時に特発性小腸穿孔，多発小腸腫瘍に対し小腸部分切除術を受けた既往があった．

現病歴：約2年前より腹部創部の膨隆を自覚するようになった．近医を受診し腹壁癒痕ヘルニアと診断された．手術を希望したが，呼吸機能が悪く，手術適応外と判断された．その後，徐々にヘルニアが大きくなり，日常生活に支障をきたすようになり2022年10月に当院を受診した．

来院時現症：腹部理学所見では，剣状突起の尾側約5 cmから，恥骨の頭側約7 cmに至る正中切開の癒痕が見られた．ヘルニア門はEuropean Hernia Society (EHS) 分類¹¹⁾でM2-M4に局在し，ヘルニア門の大きさは縦15 cm，横13 cmであった．脱出したヘルニアは20×20×30 cmの大きさであった．腹壁表皮は薄く色素沈着をきたしていたが，潰瘍やびらんなどはみられなかった (Fig. 1)．

CT所見：両側の肺に巨大嚢胞を認めた (Fig. 2)．腹部では大量の消化管の脱出を認めた (Fig. 3A)．CT画像上での計測では，脱出部の容積は1,888 mlで，

2023年7月21日受付 2023年8月17日採用

〈所属施設住所〉

〒940-8621 長岡市旭岡1-24



Fig. 1 来院時腹部所見：約20×20×30cmの大きさの腹壁の膨隆を認める．膨隆直上の表皮は薄く，色素沈着が起きている．

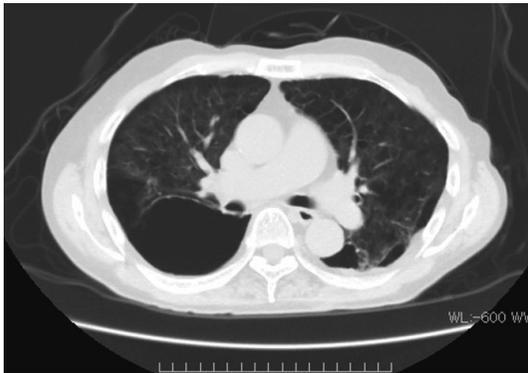


Fig. 2 術前の胸部CT所見：両側の肺の間質陰影の上昇と巨大プラを認める．

腹腔内の容積は4,493mlと測定された．

Volume indexとして，Tanaka index¹²⁾では， $1,888/4,493=42.0\%$ ，Sabbagh index¹³⁾では， $1,888/(4,493+1,888)=29.6\%$ と，いずれも基準値より高値であった (Table 1)．

術前の呼吸機能評価としては，平地の歩行は可能であるが，階段の上り下りには息が切れるとのことで，Hugh-Jones分類¹⁴⁾ではⅡ度と判定された．スパイロメトリー，術前血液ガス検査などは行われていなかった．以上の所見から，自験例はLODヘルニアと診断された．巨大なヘルニアにより日常生活が困難になってきていること，膨隆部の皮膚が薄く色素沈着をきたしており，腹壁の穿孔，表皮壊死などの合併症の発生が懸念されることなどから，腹壁癒着ヘルニア修復術の適応と考えられた．脱出臓器を腹腔内に還納した場

合，腹腔内圧上昇によりコンパートメント症候群となる可能性があること，横隔膜の圧迫による呼吸不全をきたす可能性があることなどより，当院の倫理委員会の承認を得て，かつ患者と家族の同意を得て，PPPを行う方針とした．

PPPの手技：1．腹腔鏡下癒着剥離を行い腹腔鏡下に8Fr Argyle™トロッカーアスピレーションキットを留置した．2．手術翌日から，ベッドサイドで，カテーテルに接続したフィルター（ポール・トランスデューサープロテクターP）を通して病室内の空気を注入した．3．1日あたり800-1,000mlの空気を注入し21日間継続する予定とした．4．感染対策として経口抗生薬の内服を継続した．5．下肢静脈血栓対策として，弾性ストッキングを装着し，エノキサパリンナトリウム（クレキサン®）を1日2回皮下注した．6．筋層を効率的に拡張させるため，PPP中はバストバンドでヘルニア嚢を圧迫した．7．PPP中は理学療法科が介入し，腹壁の筋肉トレーニングと呼吸器リハビリテーションを継続した．

入院後経過：呼吸状態や腹部膨満感など患者の自覚症状をもとに，空気を注入したが，患者の訴えは軽微であった (Fig. 4)．注入後7日目，14日目に腹部CTを行ったところ，側腹部の筋層は伸展し，腹腔内容積も増加していた (Fig. 3B)．しかし，第13日目頃から膨隆部表皮の発赤やびらんが出現し，表皮の虚血が疑われたため，PPP開始後16日目に手術を行った．空気の総注入量は8,400mlであった．

手術所見：手術時の開腹前の腹腔内圧を尿道カテーテルから測定すると，11mmHgであった．発赤し，びら

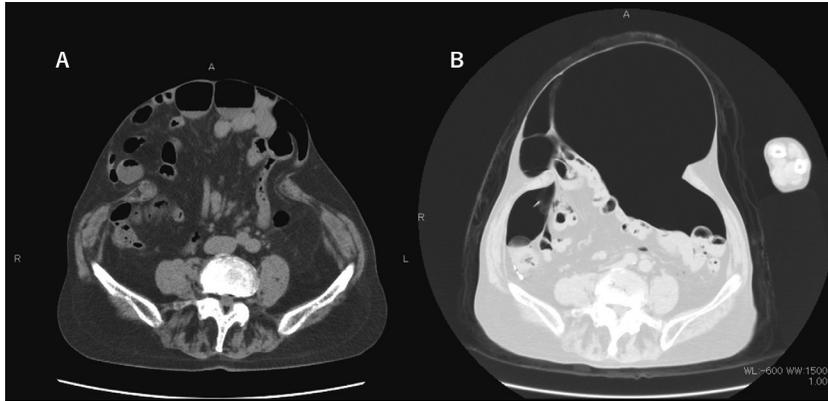


Fig. 3 術前の腹部CT所見：A 来院時，腹部CT所見．巨大な腹壁癒痕ヘルニアを認める．腹腔内容積は4,493ml，ヘルニア嚢容積は1,888mlと計測された．B PPP施行後，14日目の腹部CT所見．側腹部の筋層の延長を認める．また，ほとんどの消化管が腹腔内に還納されている．腹腔内容積は8,100mlと計測された．

Table 1 Tanaka index と Sabbagh index の計算方法¹²⁾¹³⁾

Tanaka index の計算方法

HSV : hernia sac volume (ヘルニア嚢の容積)
 ACV : abdominal cavity volume (ヘルニア嚢を除く腹腔内容積)
 VR : volume ratio = HSV / ACV
 LOD : loss of domain : VR \geq 25%

Sabbagh index の計算方法

IHV : incisional hernia volume (ヘルニア嚢の容積)
 ACV : abdominal cavity volume (ヘルニア嚢を除く腹腔内容積)
 PV : peritoneal volume = IHV + ACV
 VR : volume ratio = IHV / PV
 Loss of domain : VR > 20%

それぞれの計算方法を示す．Tanaka index¹²⁾では25%以上を，Sabbagh index¹³⁾では20%以上をLODと定義している．

んをきたしていた表皮を切除し開腹した．ヘルニア門周囲の癒着を剥離し，両側腹直筋背側に剥離を進めた．両側のtransversus abdominis muscle release : TARを行い，後腋窩線まで剥離した．頭側では剣状突起背側で腱中心まで剥離を行った．尾側では恥骨背面まで剥離を進めた．後壁の縫合閉鎖は容易に行うことができた．メッシュは剥離範囲をすべて被覆することとし，Bard® Mesh，26.0×36.0cmを二枚重ねて37×36cmの大きさとして使用した．メッシュは吸収性タッカーで側腹部に4カ所固定した．腹直筋鞘前葉は上腹部で縫合閉鎖が困難であった．この部位は前方コンポーネントセパレーション法を追加したが，やはり完全には縫合閉鎖できなかったため，非吸収糸でメッシュに縫合



Fig. 4 PPP施行中の腹部所見：右下腹部よりカテーテルが挿入されている．腹壁は著明に拡張されている．

固定した．メッシュ上と皮下に低圧持続吸引ドレーンを挿入した．表皮は垂直マットレス縫合で閉鎖した．手術時間5時間45分，出血量140mlであった．

術後経過：術後は人工呼吸器管理とした．定期的な腹腔内圧を測定したが，安静時は8-9 mmHgと安定していた．ドレーンは第4病日に抜去した．第7病日に抜管し，人工呼吸器を離脱した．人工呼吸器離脱後は，筋力低下が顕著で上下肢の挙上も，歩行も困難であった．喀痰も多く喀出困難であった．理学療法科が介入し，四肢の筋力回復のためのリハビリテーション



Fig. 5 退院直前の腹部所見：脱出したヘルニアは改善し、腹壁は平坦になっている。

と呼吸訓練を開始した。第9病日より、経口摂取を開始した。腹腔内圧は、抜管後には測定されていなかったが、腹痛・腹部膨満感などの自覚症状はなく、尿量も安定していた。

徐々に経口摂取が進み、喀痰喀出や歩行器を用いた歩行が可能となり、ヘルニア修復術後32病日に退院した。

現在、術後90日目で、外来で経過観察中である。術後短期間であるが、異常なく経過している (Fig. 5)。

考 察

Loss of domain : LODヘルニアは、治療法に難渋する複雑なヘルニアと考えられているが、明確な定義はない¹⁾²⁾。腹腔内容積とヘルニア容積の比をLODの指標とすることは、客観的な数値をもってLODを定義することができ、有用であると考えられている¹⁾²⁾¹²⁾¹³⁾。計算方法として、Tanaka法¹²⁾とSabbagh法¹³⁾が汎用されている (Table 1)。自験例では、いずれの測定方法でも基準値より高値を示し、LODと診断された。

LODに対する修復術では術前に何らかの腹壁拡張術が行われる場合がある。腹壁拡張術として海外ではPPP^{3)~9)}、BTXの筋間への注入などが行われている¹⁰⁾。

PPPは1947年にMorenoにより報告された方法である³⁾。経皮的に腹腔内に留置されたカテーテルから空気を注入し腹腔内を膨らませ、腹壁を引き伸ばすことで腹腔内容積を増加させ、ヘルニア修復術において脱出した腹腔内臓器の還納と、筋膜の縫合閉鎖を可能にさせることを目的としている。

PPPの効果は、空気による腹壁の拡張により側腹部の腹筋群の長さを延長させ欠損部の縫合閉鎖を可能に

すること、横隔膜を伸展させ呼吸筋の機能を効率化させることで呼吸機能を改善させること⁵⁾、気腹により腹圧が高まり肺が圧迫された状態を継続することで、多量の臓器を腹腔内に還納した時に肺が圧迫されるであろう状態に全身を慣れさせる効果があること⁹⁾、などがあげられている。

PPPの適応は、横径が10cm以上の大きなヘルニアや、LODと診断された巨大ヘルニアなどの、脱出した腹腔内臓器の還納および欠損部の縫合閉鎖が困難なヘルニアと報告されている⁵⁾⁶⁾。

PPPに使用するカテーテルや注入する気体の種類や、1回注入量と期間および総注入量などに関して、コンセンサスの得られた方法は報告されていない。カテーテルは主にPalmer point¹⁵⁾から、画像ガイド下に挿入されることが多い⁵⁾。また、用いられるカテーテルは、ビッグテールカテーテルや、中心静脈用ダブルルーメンカテーテルなどが報告されている⁵⁾。空気の注入量と期間および総注入量は、患者の状態を十分に観察しながら注入量を加減すると報告されている⁵⁾⁷⁾。PPPの継続期間は6日から21日と報告されているが、21日を超えて施行することの安全性は確率されていない⁵⁾。PPPに伴う合併症の報告は12-20%とされ⁷⁾、皮下気腫、カテーテルの逸脱、感染などの他に、呼吸不全、呼吸器感染症、深部静脈血栓症、腎不全など重篤なものも報告されている⁵⁾。

自験例では複数回の手術既往を有し、前回の手術記録で上腹部の著明な癒着が見られたとの記載があることから、腹腔鏡による癒着剥離およびカテーテルの挿入を行った。カテーテルは穿刺の容易さ、内腔の太さ

などから、アーガイルアスピレーションキットを使用した。腹壁への穿刺は、数センチ皮下を這わせることで腹腔内に注入された空気の漏れを防ぐよう工夫した。これによりPPPを行っている期間に皮下気腫は見られなかった。カテーテル感染や空気中の雑菌の混入などの感染症は注意すべきと考えられ、われわれはトランスデューサ保護フィルター（ポール・トランスデューサープロテクターP）を装着し、2日おきに交換した。また、抗菌薬の内服を行った。当初21日間継続の予定であったが、表皮のびらん、炎症が見られたため、予定より早く手術を行った。表皮のびらんは、PPPによる腹壁の拡張と腹壁の圧迫により、表皮の血流低下をきたしたことが原因となったと考えられた。

PPP後のヘルニア修復術においては、脱出した多量の腹腔内臓器の還納による腹腔内圧の上昇と、これに伴う合併症が大きな問題となる¹²⁾。腹腔内圧は、尿道カテーテルを介して測定される場合が多い。われわれは関谷ら¹⁶⁾の方法を用いて測定した。腹腔内圧上昇（intra-abdominal hypertension : IAH）とは腹腔内圧が12mmHg以上の状態を指す¹⁷⁾。腹腔内圧（intra-abdominal pressure : IAP）が20mmHg以上で呼吸不全、循環不全などいずれかの全身症状を伴ったものを腹部コンパートメント症候群（abdominal compartment syndrome : ACS）とすると定義されている¹⁷⁾。自験例は手術前・術後と定期的に腹腔内圧を測定したが、11mmHgを超えることはなかった。

Martínez-Hoedら⁵⁾は、LODヘルニアに対するPPPの成績をまとめ、99.6%の症例で脱出臓器の腹腔内への再還納が可能であり、86%の症例で筋膜の縫合閉鎖が可能だったと報告している。自験例では、筋膜の縫合閉鎖は困難であったが、脱出臓器を腹腔内に還納することができ、かつ術後腹腔内圧の上昇や呼吸不全をきたすことなく経過したのは、PPPの効果によるものであったと考えられた。

PPPに対する否定的な意見として、術前の長期間にわたる拘束が創感染、呼吸器合併症、深部静脈血栓症および肺塞栓の危険を助長する可能性があること、巨大なヘルニア嚢により注入された空気が分散され有効に腹壁を拡張させることが困難であること、気腹による呼吸苦のため継続的な拡張が困難であること、などがあげられている¹⁸⁾。

LODをきたした巨大腹壁癭痕ヘルニアの頻度が少ないため、これらの症例に対するPPPの長期成績の報告はなく、またrandomized studyによる有効性の

証明もない。今後の成績の集積が待たれる⁵⁾。近年、腹壁を拡張させる方法としてBTXが用いられることがある。我が国ではBTXの腹壁癭痕ヘルニアに対する適応はないが、海外ではPPPとBTXの併用療法の有効性が報告されている¹⁰⁾。今後、我が国での、PPPおよび、BTXの腹壁癭痕ヘルニア治療への適応拡大が望まれる。

結 語

LODヘルニアに対しPPPを行い、安全に修復術を行うことができた症例を経験した。PPPは、複雑で巨大な腹壁ヘルニアに対して、考慮すべき有効な治療方法と考えられた。

謝 辞

PPPの施行方法に関しアドバイスをいただいた、北海道医療センターの小丹枝裕二先生、聖路加国際病院の松原猛人先生に深謝いたします。

利益相反：なし

文 献

- 1) Parker SG, Halligan S, Liang MK, et al : Definitions for Loss of Domain : An International Delphi Consensus of Expert Surgeons. *World J Surg* 2020 ; 44 : 1070–1078
- 2) Parker SG, Halligan S, Blackburn S, et al : What Exactly is Meant by “Loss of Domain” for Ventral Hernia? Systematic Review of Definitions. *World J Surg* 2019 ; 43 : 396–404
- 3) Moreno IG : Chronic eventration and large hernias ; preoperative treatment by progressive pneumoperitoneum ; original procedure. *Surgery* 1947 ; 22 : 945–953
- 4) Oprea V, Matei O, Gheorghescu D, et al : Progressive preoperative pneumoperitoneum (PPP) as an adjunct for surgery of hernias with loss of domain. *Chirurgia* 2014 ; 109 : 664–669
- 5) Martínez-Hoed J, Bonafe-Diana S, Bueno-Lledó J : A systematic review of the use of progressive preoperative pneumoperitoneum since its inception. *Hernia* 2021 ; 25 : 1443–1458
- 6) Alam NN, Narang SK, Pathak S, et al : Methods of abdominal wall expansion for repair of incisional herniae : a systematic review. *Hernia* 2016 ; 20 : 191–199
- 7) Cunha LAC, Cançado ARS, Silveira CAB, et al : Management of complex hernias with loss of do-

- main using daily and fractioned preoperative progressive pneumoperitoneum : a retrospective single-center cohort study. *Hernia* 2021 ; 25 : 1499 – 1505
- 8) Mancini A, Mougin N, Venchiarutti V, et al : Goni Moreno progressive preoperative pneumoperitoneum for giant hernias : a monocentric retrospective study of 162 patients. *Hernia* 2020 ; 24 : 545 – 550
- 9) Sabbagh C, Dumont F, Fuks D, et al : Progressive preoperative pneumoperitoneum preparation (the Goni Moreno protocol) prior to large incisional hernia surgery : volumetric, respiratory, and clinical impacts. A prospective study. *Hernia* 2012 ; 16 : 33 – 40
- 10) Bueno-Lledó J, Torregrosa A, Jiménez R, et al : Preoperative combination of progressive pneumoperitoneum and botulinum toxin type A in patients with loss of domain hernia. *Surg Endosc* 2018 ; 32 : 3599 – 3608
- 11) Muysoms FE, Miserez M, Berrevoet F, et al : Classification of primary and incisional abdominal wall hernias. *Hernia* 2009 ; 13 : 407 – 414
- 12) Tanaka EY, Yoo JH, Rodrigues AJ Jr, et al : A computerized tomography scan method for calculating the hernia sac and abdominal cavity volume in complex large incisional hernia with loss of domain. *Hernia* 2010 ; 14 : 63 – 69
- 13) Sabbagh C, Dumont F, Robert B, et al : Peritoneal volume is predictive of tension-free fascia closure of large incisional hernias with loss of domain : a prospective study. *Hernia* 2011 ; 15 : 559 – 565
- 14) Hugh-Jones P, Lambert AV : A simple standard exercise test and its use for measuring exertion dyspnoea. *Br Med J* 1952 ; 1 : 65 – 71
- 15) Palmer R : Safety in laparoscopy. *J Reprod Med* 1974 ; 13 : 1 – 5
- 16) 関谷宏祐, 森下幸治 : 徹底分析シリーズ こんな時どうする? 腹部コンパートメント症候群の周術期管理 腹腔内圧の測定—膀胱内圧測定方法, 新しいデバイスの応用, IAPに影響を及ぼす危険因子. *LiSA* 2018 ; 25 : 1162 – 1167
- 17) Malbrain MLNG, Cheatham ML, Kirkpatrick A, et al : Results from the International Conference of Experts on Intra-abdominal Hypertension and Abdominal Compartment Syndrome. I. Definitions. *Intensive Care Med* 2006 ; 32 : 1722 – 1732
- 18) Mancini GL, Lee HN : Loss of abdominal domain : definition and treatment strategies. Ed. by Novitsky YW, *Hernia Surgery*, 1st ed., Springer, Switzerland, 2016, p361 – 370

PROGRESSIVE PREOPERATIVE PNEUMOPERITONEUM FOR A
LARGE INCISIONAL HERNIA—A CASE REPORT—

Hiroshi HIRUKAWA, Motoharu HIRAI, Masato MITO and Tetsuya TADA
Department of Surgery, Tachikawa General Hospital

This report is on a 69-year-old male with neurofibromatosis type 1, chronic obstructive pulmonary disease, and a history of previous surgeries for duodenal perforation and multiple small intestinal tumors. Although he was diagnosed with an abdominal incisional hernia at another hospital, owing to his low lung function, surgery was deemed inappropriate. However, he strongly desired surgery and sought consultation at our hospital. On physical examination, the hernia protrusion was the size of an adult head, and based on computed tomography findings, it was diagnosed as a loss of domain (LOD) hernia. Progressive preoperative pneumoperitoneum (PPP) was performed, followed by hernia repair. The surgical procedures involved bilateral transversus abdominis muscle release and partial anterior component separation, followed by retromuscular mesh repair. Postoperatively, he required ventilator support for 1 week ; however, he had a favorable recovery and was discharged after 32 days of hospitalization. PPP was considered a valuable treatment method for LOD hernia.

Key words : loss of domain hernia, progressive preoperative pneumoperitoneum, large incisional hernia