

小動物整形外科用骨プレートを用いて外科的矯正術を行った漏斗胸の猫5例

草場祥雄^{1)†} 平川 篤²⁾ 草場晴奈¹⁾ 草場治雄¹⁾

- 1) 福岡県 開業 (室見動物病院：〒814-0015 福岡市早良区室見1-11-9)
2) 福岡県 開業 (ペットクリニックハレルヤ：〒811-2304 糟屋郡粕屋町大字仲原2544-1)

(2019年2月6日受付・2019年5月30日受理)

要 約

漏斗胸は幼齢猫にまれに発生し、胸骨及び肋軟骨の先天性奇形により胸郭形態が異常なため、呼吸困難、発咳、発育不良などの症状を呈する。その症状改善には、外科的矯正術が必要とされる。今回われわれは、本疾患の7～22週齢の幼猫5症例において、小動物整形外科用骨プレートを用いて胸郭の矯正術を行った。すなわち、全例において、半楕円形に湾曲させた骨プレートを最陥没部の胸骨とその左右肋軟骨に非吸収糸で結紮固定した。結果、全例において、手術直後から胸郭形態の正常化と症状の消失が得られ、その後の追跡期間(8～48カ月、中央値15カ月)においても再発は認められなかった。また、術前術後の解剖学的重症度と臨床重症度スコアによる評価結果からも、本術式は猫の漏斗胸の矯正に有用であると思われた。——キーワード：猫，漏斗胸，小動物整形外科用骨プレート。

-----日獣会誌 72, 695～699 (2019)

漏斗胸は、胸骨及び肋軟骨の先天性奇形により胸郭形成異常を示す疾患で、腹側から背側への胸郭の狭小化を呈する。漏斗胸の発生原因は不明であり、横隔膜腱中心の短縮、横隔膜頭側部の筋肉組織の先天性欠損、母体の子宮内圧異常などが提唱されている [1]。症状は無症状の場合もあるが、呼吸困難、頻回呼吸、上部気道感染症、発咳などの呼吸器系症状や、運動不耐性、発育不良、食欲不振などの非特異的な症状が認められる場合もある。

これら臨床症状は、2016年にCharlesworthらが臨床重症度スコア (Clinical Severity Score : CSS) を報告している [2]。解剖学的重症度分類は、1989年にFossum [1] らがX線検査による前矢状面指数 (Fronto-sagittal index : FSI) と椎骨指数 (Vertebral index : VI) を用いた方法を報告している。このCSS, FSI, VIは手術の適否や矯正率の判定、予後評価において客観的な指標になる。

これまでの治療法は、胸郭構造成熟前の幼齢動物に対して装具を胸郭外へ装着する外スプリント矯正法 [1-4] や、胸骨に沿ってプレートを内固定する方法 [5]、経横隔膜アプローチにて左右肋軟骨を水平マットレス縫合する肋軟骨緊縛固定法、また緊縛法にプレートを併用する

方法 [6] などが報告されている。また、胸郭構造成熟後の猫においては、胸骨骨切りや肋軟骨部分切除なども報告されている [7]。なお、外科手術を選択されなかった場合、将来的に肺高血圧や右心不全になったと報告されている [2]。

今回われわれは、従来の外科的方法に比べて、簡便でより侵襲が少ない方法を模索し、新たな方法として整形外科用骨プレートのみを用いて漏斗胸の矯正を試み、良好な成績が得られたので、その概要を報告する。

症例及び方法

症例は、メインクーン2頭、日本猫2頭、マンチカン1頭の5例で、性別は雄4頭、雌1頭であった。初診時年齢は5週齢～19週齢で、初診時体重は0.6～1.9kgであった。臨床症状は5頭のうち呼吸促進4頭、発咳1頭、発育不良1頭であった。CSSはCharlesworthらの方法 [2] に従い (0 : 臨床健全, 1 : 呼吸数上昇 (30回/分以上), 2 : 呼吸数上昇と運動不耐性, 3 : 呼吸数上昇と間欠的呼吸困難 (時間当たり50%以下), 4 : 持続する呼吸困難 (時間当たり50%以上), 5 : 著しい胸郭外疾患を伴う持続した呼吸困難) 分類を行った (表1)。

† 連絡責任者：草場祥雄 (室見動物病院)

〒814-0015 福岡市早良区室見1-11-9

☎ 092-822-6602 FAX 092-822-6608

E-mail : a-kusaba@muromiah.org

今回の5例では、スコア1が4頭、スコア2が1頭であった。胸骨逸脱部位は第5～第8が1頭、第6～第8が3頭、第7～第8が1頭で、最陥没胸骨は全例で第8胸骨だった。心雑音は5頭ともなく、胸骨の逸脱方向は右側変位4頭、左側変位1頭で、心臓の位置は逆に左側変位4頭、右側変位1頭であった(表2)。手術時年齢は7～22週齢で、手術時体重は1.0～2.6kgであった。

解剖学的重症度は、Fossumらの方法[1]に従い分類を行った。すなわち、X線腹背像で第10胸椎レベルにおける胸郭の幅をaとし、X線側面像で第10胸椎腹側面の中心から胸骨の最も近い部位までの長さをb、第10胸椎椎体の中心の高さをcとした(図1)。このa/bがFSIとなり、(b+c)/cがVIとなる。それぞれの基準

値を表3に示した[1]。今回の5例ではFSIで重度3頭、中等度2頭であった(表4)。

手術に使用したプレートは、手術時の体重や重症度を考慮して、リコンストラクションプレート(全長100mm, 幅5mm, 厚さ0.9mm, 品番95-164.51, (株)キリカン洋行, 東京)またはミニストレートプレート(全長100mm, 幅4.5mm, 厚さ1.2mm, 商品コード51-205-02, ミズホ(株), 東京)を用いた。プレートはあらかじめ長さを調節して切断し、面取りを行い、矯正後の胸郭形態に沿うように半楕円形に湾曲させた。

表1 CSS分類基準[2]

スコア	臨床症状
0	臨床健全
1	呼吸数上昇(30回/分以上)
2	呼吸数上昇と運動不耐性
3	呼吸数上昇と間欠的呼吸困難(時間当たり50%以下)
4	持続する呼吸困難(時間当たり50%以上)
5	著しい胸郭外疾患を伴う持続した呼吸困難

表2 各症例の胸骨逸脱状況と臨床重症度スコア

症例	胸骨逸脱部位	最陥没胸骨	胸骨逸脱方向	臨床重症度スコア(CSS)				追跡期間(月)
				術前	術直後	除去時	追跡時	
1	7-8	8	右	1	0	0	0	48
2	6-8	8	右	1	0	0	0	20
3	6-8	8	左	1	0	0	0	15
4	5-8	8	右	1	0	0	0	9
5	6-8	8	右	2	0	0	0	8

表3 FSIとVIの正常値と重症度分類[1]

重症度分類	正常	軽度	中等度	重度
FSI	0.7~1.3	≤2	2~3	3≤
VI	12.6~18.8	9<	6~8.9	<6

表4 各症例の概要と重症度の計測値

	品種	性別	週齢*	体重*(kg)	術前		術直後		プレート除去時	
					FSI	VI	FSI	VI	FSI	VI
症例1	メインクーン	雄	22	2.6	2.13	10.32	1.05	11.22	0.90	14.39
症例2	日本猫	雄	7	1.1	3.03	5.83	1.36	10.30	1.14	14.93
症例3	メインクーン	雌	15	1.2	2.86	6.74	1.36	11.71	1.20	12.75
症例4	マンチカン	雄	13	1.1	3.95	4.54	1.82	9.26	1.15	14.24
症例5	日本猫	雄	10	1.0	3.21	7.03	1.68	11.00	1.12	15.33

*:手術時

術直後には症例1のFSIは正常になり、他の4例は軽度に軽減。プレート除去時には全例が正常値となった。

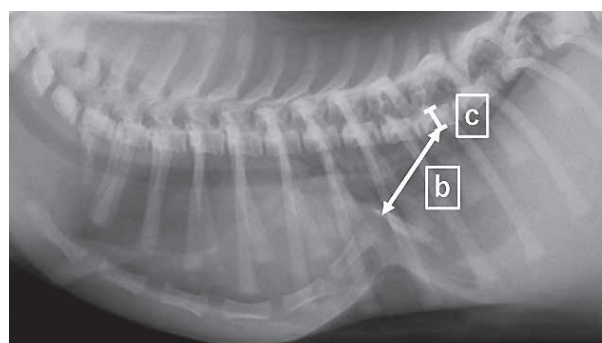
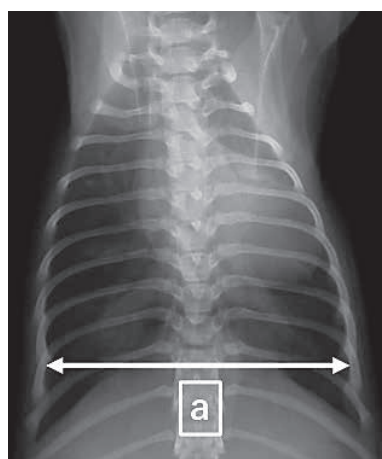


図1 FSIとVIの測定方法[1]

第10胸椎レベルにおける胸郭の幅を(a)、第10胸椎腹側面の中心点から胸骨の最も近い部位までの長さを(b)、第10胸椎椎体の中心の高さを(c)とする。
前矢状面指数(FSI): a/b
椎骨指数(VI): (b+c)/c

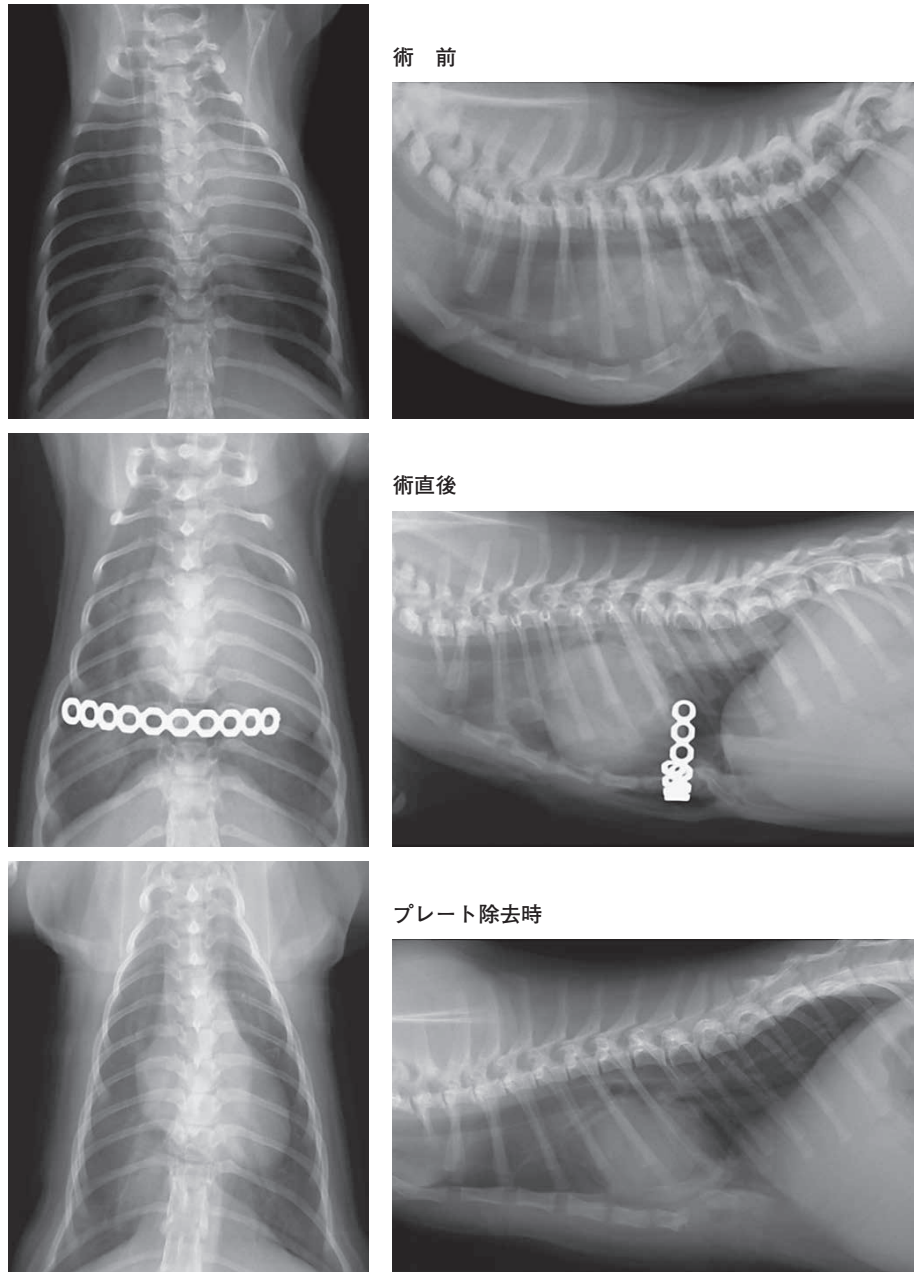


図2 症例5の術前，術直後，プレート除去時におけるX線の比較
プレート1枚の装着でこのように矯正することができる。

術式は全例全身麻酔下にて胸部正中切開を施し，胸骨周囲の組織を分離し，剣状突起をアリス鉗子で把持しながら最陥没部の胸骨横へ非吸収糸（青ナイロン2-0，（株）秋山製作所，東京）を刺入した。針は心臓が変位している側から刺入し，胸空内臓器の損傷を避けるように胸骨に沿わせて運針し，反対側へ刺出した。次に，胸骨周囲に通した非吸収糸にて胸骨を牽引挙上後，もう1本胸骨へ非吸収糸を通した。胸骨肋軟骨の最陥没部は正中ではなく，心臓が変位しているのと逆側に変位していた。そのため，プレートを設置する際は最陥没側のプレートをやや長くし，湾曲具合の調整を行った。胸骨へ通した非吸収糸2本をプレートの2カ所のスクリュールホールへ通

して結紮固定した。さらに，肋軟骨にも同様に非吸収糸をかけて左右2カ所ずつプレートのスクリュールホールに結紮固定し装着した。固定後，定法に従い閉鎖した。

結 果

胸郭形態は，手術直後に5例とも正常に近い状態へと矯正され（図2），変位していた心臓も正常な位置に近づいた。解剖学的重症度は，術前に中等度だった1例が正常へ，他の4例は軽度へと軽減し（表4），漏斗胸に伴う臨床症状はほぼ消失した。全例とも，プレート装着中の日常生活に支障は認められず，プレートの破綻や変位もなく，縫合糸の緩みや損傷及び術後合併症は認めら

れなかった。

4例は、解剖学的重症度が正常値化した時点（術後61日～79日）でプレートを除去し、残りの1例（症例2）は去勢手術の時期に合わせて（術後122日）プレート除去を行った。プレート除去時のCSSは全例でスコア0だった。その後の追跡（8～48カ月、中央値15カ月）では再陥没は認められず、CSSもスコア0が継続していた（表2）。

考 察

漏斗胸は国内外でいくつかの報告[1-8]はあるが、解剖学的重症度やCSSを用いた、手術の適否や実施時期、術式、予後などに基づく治療指針は確立されていないのが現状である。Charlesworthら[2]は、人での一般的な検査法となっているCTを用いた重症度分類を適用し、Fossumら[1]のX線検査による重症度分類のFSIと綺麗に相関したと述べている。このことからCT装置を設置していない一般的な臨床医でもX線検査での重症度評価で十分と考えられる。しかし、症例数の少ない報告では重症度分類について触れられていないため、その術式の矯正効果が比較できない。一方で、解剖学的重症度とCSSは相関しないという報告[2, 8]もあり、短頭犬種の報告では胸骨逸脱部位と型がCSSと相関すると述べられている[8]。今回われわれは、手術の適否や手術時期、術式、客観的な予後評価に解剖学的重症度分類とCSSは必要不可欠と考え、術前及び術後経過の各段階で評価を行い（表2, 表4）、これらの結果を交えて考察した。

まず、手術の適否について考えると、今回の5例は解剖学的重症度において、術前評価で重度もしくは中等度で、いずれも何らかの臨床症状があり来院していた（CSS: 1～2）。また、手術直後の評価では正常もしくは軽度へと軽減し、臨床症状が消失（CSS: 0）したことから、中等度以上と判定された症例は手術適応と考えられる。

一方で、術前評価で正常もしくは軽度と判定される症例は、臨床症状が発現する可能性が低く手術不要と考えられ、過去の報告でも同様に臨床症状のない軽度と評価された症例の手術例はなく、中等度以上が手術適応と考察されている[1, 2]。

手術時期について、今回初診時に最も体重が軽かった症例5は7週齢で0.6kgであり、3Frの気管チューブ（SHERIDAN 気管チューブ3Fr, テレフレックスメディカルジャパン(株), 東京）の挿管が困難で、時期において、10週齢で1.0kgになった時点で、気管径が3Frに達したため手術を行った。このため幼猫においては、初診から最短の手術時期は気管挿管が可能か否かで決められる。この手術待機期間、つまり初診時と手術時で解剖学

的重症度とCSSに変化はなかった。また、今回最も月齢が進んで手術した5カ月齢、中等度、CSS1の症例1は、手術直後に重症度は正常と軽減し、CSSは0になった。よって、本術式は5カ月齢までは適応と考えられるが、それ以上の月齢での手術は実績がないため、今後の検討課題と考えている。

術式に関しては、いくつかの報告がある外スプリント矯正法[1-4]は、装具と皮膚との接触により、擦過傷や皮膚炎、漿液分泌などの合併症が報告されている[4]。また、胸骨を固定せずに胸郭外から圧迫固定だけを施した場合、漏斗胸の悪化を招くリスクも報告されている[4]。

肋軟骨緊縛と骨プレート2枚による固定法の併用[6]は、原理的に有効な手技だと思われるが、手術の煩雑さを伴う。今回の5例は胸郭構成成熟前の胸骨や肋軟骨が柔軟な幼齢動物だったため、肋軟骨緊縛を行わず1枚のプレートによる内固定を試みた。その結果、1枚のプレートでも胸骨の牽引挙上が維持でき、胸郭形態に合わせたプレートを肋骨側へ伸ばし肋軟骨も固定したことで胸郭の扁平化を矯正維持することができた。

今回の術式での問題点は、プレートの選択と思われる。症例1は体重を考慮してある程度強度のあるミニストレートプレートを使用し、良好な矯正が達成できた。症例2は重症度が重度であったため、体格は小さかったがミニストレートプレートを選択した。しかしながら、プレートを除去する時期が遅れたこともあり軟部組織に深く埋没したプレートの除去に苦慮した。そのため、症例3以降は、体重を第一に考えプレートの選択を行い、重症度が正常になった時点でできるだけ早期にプレートを除去するよう留意した。リコンストラクションプレートを用いた体重の軽い症例3～5も同様に良好な矯正が可能であったことから、同プレートでも十分な強度が得られることが示唆された。また、胸骨陥没部を骨プレートに固定できれば、肋軟骨の緊縛を省いても矯正状態が維持できるものと考えられた。

よって、本法は外スプリント矯正法[1-4]と比較すると観血的手技にはなるものの、胸骨を直视して牽引ができること、緊縛プレート法[6]と比較すると簡易であることなどが利点に挙げられる。また、本法は人医療で用いられているNuss法[9]と原理的に非常に近いものであるが、その妥当性は、年齢や重症度をふまえてさらに検証する必要があると思われる。

解剖学的重症度から術式を考察すると、術前に中等度だった1例が手術直後に正常、他の4例（重度3、中等度1）が軽度にまで矯正されていたことから、プレート固定による胸骨と肋骨の矯正効果は比較的高いものと考えられる。その後、約2カ月後の検診にて全例が正常値となった。一方で、4カ月後になると埋没したプレート

除去に苦慮したことから、2カ月後あたりがプレート除去の適期と考えられた。この間は、プレートによる矯正状態の維持が正常な方向へ胸骨と肋軟骨の成長を促し、胸郭の扁平化を防ぐために必要と考える。

CSSから術式を考察すると、術前スコアが1~2だった全例で術後スコアは0となり、プレート除去時も追跡時もスコア0を維持していたことから、本術式は臨床症状の改善に有用であることが示唆された。

FSIやVIとCSSは、今回全例で改善し正常値となったため、術後のこれら指標間では相関がみられるが、過去の報告でもあるように[2, 8]、術前の解剖学的重症度とCSSの間には相関はみられなかった。また、胸骨逸脱部位や方向とCSSの間にも相関はみられなかった。今後症例数を重ね、さらなる検討が必要と思われる。

今回の5症例から、適切なプレートを選択し、適切な時期に除去すれば、猫の重度~中等度のCSS1~2の漏斗胸の矯正に、プレートを用いた内固定が有用であることが示唆された。

引用文献

[1] Fossum TW, Boudrieau RJ, Hobson HP : Pectus excavatum in eight dogs and six cats, J Am Anim Hosp Assoc, 25, 595-605 (1989)
 [2] Charlesworth TM, Schwarz T, Sturgess C : Pectus excavatum: computed tomography and medium-term

surgical outcome in a prospective cohort of 10 kittens, J Feline Med Surg, 18, 613-619 (2016)
 [3] Yoon HY, Mann FA, Jeong SW : Surgical correction of pectus excavatum in two cats, J Vet Sci, 9, 335-337 (2008)
 [4] Fossum TW, Boudrieau RJ, Hobson HP, Rudy RL : Surgical correction of pectus excavatum, using external splintage in two dogs and a cat, J Am Vet Med Assoc, 195, 91-97 (1989)
 [5] Risselada M, de Rooster H, Liuti T, Polis I, van Bree H : Use of internal splinting to realign a noncompliant sternum in a cat with pectus excavatum, J Am Vet Med Assoc, 228, 1047-1052 (2006)
 [6] 森島隆司 : プレート装着を併用した肋軟骨緊縛固定による漏斗胸の子猫の2矯正例, 獣医麻酔外科誌, 41, 33-38 (2010)
 [7] Mestrinho LA, Ferreira CA, Lopes AM, Niza MM, Hamaide AJ : Open surgical correction combined with an external splint for correction of a non-compliant pectus excavatum in a cat, J Feline Med Surg, 14, 151-154 (2012)
 [8] Hassan EA, Hassan MH, Torad FA : Correlation between clinical severity and type and degree of pectus excavatum in twelve brachycephalic dogs, J Vet Med Sci, 80, 766-771 (2018)
 [9] Nuss D, Kelly RE Jr, Croitoru DP, Katz M E : A 10-year review of a minimally invasive technique for the correction of petus excavatum, J Pediatr Surg, 33, 545-552 (1998)

Five Cases of Pectus Excavatum in Cats Surgically Corrected by Internal Fixation with a Small Animal Orthopedic Bone Plate

Akio KUSABA^{1)†}, Atsushi HIRAKAWA²⁾, Haruna KUSABA¹⁾ and Haruo KUSABA¹⁾

1) *Muromi Animal Hospital, 1-11-9 Muromi, Sawara-ku, Fukuoka-shi, 814-0015, Japan*
 2) *Pet Clinic Halleluiah, 2544-1 Nakabaru, Kasuya-cho, Kasuya-gun, 811-2304, Japan*

SUMMARY

Pectus excavatum is a rare congenital condition that develops in young cats, presenting as a deformity of the sternum and costal cartilage. Consequently, it causes an abnormality in the chest shape, resulting in symptoms such as dyspnea, coughing, and stunted growth. Surgical correction is required to ameliorate these symptoms. Here, we report on the successful surgical correction of the thorax in five young cats (aged 7 to 22 weeks) with this condition using a small animal orthopedic bone plate. We bent the orthopedic bone plate into a semi-elliptical shape to subsequently ligate and affixed it to the region of the sternum with the greatest concavity as well as to the left and right costal cartilage segments using non-absorptive sutures. Normalization of the thoracic morphology and disappearance of clinical symptoms were noted immediately after the operation and no recurrence was observed during the follow-up period (8 to 48 months; median: 15 months) in all five cases. Additionally, based on the evaluation results, using an anatomical and clinical severity score before and after surgery, this procedure appears to be useful in treating pectus excavatum in cats.

— Key words : cat, pectus excavatum, small animal orthopedic bone plate.

† Correspondence to : Akio KUSABA (*Muromi Animal Hospital*)

1-11-9 Muromi, Sawara-ku, Fukuoka-shi, 814-0015, Japan

TEL 092-822-6602 FAX 092-822-6608 E-mail : a-kusaba@muromiah.org

J. Jpn. Vet. Med. Assoc., 72, 695~699 (2019)