

僧帽弁の形態と機能に対する僧帽弁形成術の介入効果

三原 吉平 Kippeï MIHARA^{1,2)}、金本 勇 Isamu KANEMOTO¹⁾

佐藤 恵一 Keiichi SATO¹⁾、安平 佑正 Yuma YASUHIRA¹⁾、渡辺 樹 Itsuki WATANABE¹⁾

鈴木 裕弥 Yuya SUZUKI¹⁾、名倉 隼平 Jumpei NAGURA¹⁾、三角 一浩 Kazuhiro MISUMI²⁾

粘液腫様変性性僧帽弁疾患（MMVD）の犬を対象に行われた僧帽弁形成術の介入効果を、画像所見と臨床所見の変化を元に後方視的に検証した。その結果、手術介入効果は、術後の心エコー検査により僧帽弁輪の垂直方向におけるコアプテーション長（CL）の出現と僧帽弁輪の水平方向における僧帽弁口面積（MAA）の減少として検出され、血行動態、心臓の大きさ、臨床状態の改善として認められることが明らかとなった。また、僧帽弁形成術の直接的効果と副次的効果（代償反応の消失）の出現には時間差が認められた。

keywords: 犬、僧帽弁閉鎖不全、僧帽弁形成術

はじめに

僧帽弁複合体の幾何学的、機能的特性に対する僧帽弁形成術の介入効果はほとんど検討されていない。本研究では、MMVDの犬を対象に行われた僧帽弁形成術の介入効果を、画像所見と臨床所見の変化を元に後方視的に検証した。

材料および方法

2020年2月から2021年3月の間に、米国獣医内科学会ガイドラインステージC期のMMVDの治療を目的として茶屋ヶ坂動物病院で僧帽弁形成術を受けた、連続した全患者をスクリーニングして研究基準に適合するかどうかを判定した。除外基準は、先天性僧帽弁奇形、右心不全を伴う三尖弁逆流、収縮期三尖弁逆流圧較差が80mmHgを超える肺高血圧、拡張期逆流モザイクが心尖に達する大動脈弁逆流、動静脈シャントまたは心臓内シャント、他の先天性心疾患合併、心筋梗塞、感染性心内膜炎に続発する僧帽弁破壊、二度目の開心術による治療の症例とした。すべての犬は、臨床徴候の調査、身体検査、血液検査、X線検査、経胸壁心エコー検査、心電図検査による評価を、僧帽弁形成術の直前、1週間後、3ヵ月後に3回行われた。僧帽弁形成術はアンカーを用いた人工腱索置換と弁輪形成術のみであり、他の術式は採用しなかった。拡大した弁輪径は前尖径まで縫縮し、その後、コアプテーション領域の左房端が再構築した新しい弁輪平面に一致するよう全ての人工腱索長を調整した。データは、Easy R統計ソフトウェアを用いて解析した。パーセントデータを除く数値データは、1標本Kolmogorov-Smirnov検定により正規分布が検出された場合は平均値±標準偏差で、さもなくば

中央値〔四分位範囲〕で表示した。CochranのQ検定は患者の割合の解析に用いられた。クロス集計表に0値のセルがある場合は、ポストホック検定にFisherの正確検定を用い、さもなくばMcNemar検定を使用した。その他の反復測定値は、Friedmanの検定を用い、ポストホック検定としてBonferroniの多重比較検定を用いた。得られたp値が0.05未満の場合を統計的に有意とした。

結果

本研究には、77頭の犬が組み入れられ、その平均年齢は10±1.9歳、体重中央値は3.5〔2.7-4.4〕kg、体表面積中央値は0.233〔0.196-0.271〕m²であった。犬は雄45頭、雌32頭で、犬種はチワワ45頭、トイプードル8頭、ポメラニアン7頭、交雑種7頭、キャバリア・キング・チャールズ・スパニエル4頭、その他6頭であった。その他の結果は表1に示した。

考察

本研究により、MMVDではコアプテーション領域の部分的な欠損を伴っており、これを再建することが僧帽弁形成術の直接的かつ主要な効果であることが示された。本報告で説明する僧帽弁形成術の本質とは、病的に拡大した僧帽弁輪を前尖のサイズに達するまで縮小し、人工腱索の長さを調節してコアプテーションの左房端を新たに再建された僧帽弁輪が位置する面に置くことにより、結果として、後尖面積と同じ量の逸脱弁尖を左心室内へ挿入することである。コアプテーション領域は両弁尖の表面に再構築されるため、新たに再建されたコアプテーション面積は理論的には後尖弁尖面積の半

分になると考えられる。2次元心エコー画像では、コアプテーション領域の3次元的な配置を正確に描写検出することはできないが、CLはその代用的評価に有用であると思われた。MMVDによりタイプ2型を呈する僧帽弁複合体の病変に対する僧帽弁形成術では、（1）僧帽弁輪平面と垂直方向における弁尖の運動範囲を制動する手技と、（2）弁輪平面と水平の方向において弁輪形態の再構築と安定化する手技の組み合わせが常に必要であり、3次元的に互いに独立したベクトルで張力を発生する2つの手技のどちらかが欠けても、僧帽弁の機能回復に失敗する可能性があるといえる。これは、ヒンジとドア枠が壊れたドアを効果的に修理するために、ヒンジとドア枠の両方を、それぞれ修理する必要があるという

大工の考え方と同じである¹⁾。そのため新しく考案された手術法や、未来の技術にこの原理が欠けている場合は、慎重に適応する必要があるかもしれない。また、僧帽弁形成術の直接的効果と副次的効果（代償反応の消失）の出現には時間差が認められ、このタイムラグは、患者が侵襲的な手術から回復するのに必要な時間か、または患者が再建された血行動態に適応するのに必要な時間によるものかもしれず、周術期治療を考える上で重要な観察所見と考えられた。

参考文献

- 1) Carpentier A (1983): J. Thorac. Cardiovasc. Surg., 86, 323-337.

Variable	Unit	Pre-values	Post-1-week	Post-3-month
Number of surviving dogs		77	75	74
Incidence of pulmonary edema	%	100.0 ^{c,f}	0.0 ^f	0.0 ^c
Usage rate of medications				
Pimobendan	%	100.0 ^c	96.1 ⁱ	5.2 ^{c,i}
Diuretics	%	97.4 ^{c,f}	36.4 ^{f,i}	1.3 ^{c,i}
Other medications	%	96.1 ^{c,e}	74.0 ^{e,i}	13.0 ^{c,i}
Vertebral heart score	V	12.3 ± 1.2 ^{c,f}	11.2 ± 0.8 ^{f,i}	10.8 ± 0.8 ^{c,i}
LA:Ao		2.2 ± 0.7 ^{c,f}	1.5 ± 0.3 ^{f,i}	1.2 ± 0.3 ^{c,i}
LVIDdN		2.21 ± 0.33 ^{c,f}	1.68 ± 0.29 ^f	1.59 ± 0.26 ^c
LVIDsN		1.02 ± 0.29	1.08 ± 0.30	1.00 ± 0.28
Fractional shortening	%	53.1 ± 9.4 ^{c,f}	34.2 ± 10.6 ^f	36.4 ± 11.8 ^c
E-wave velocity	cm/s	144 ± 34 ^{c,f}	99 ± 24 ^{f,i}	91 ± 18 ^{c,i}
A-wave velocity	cm/s	87 ± 34 ^{c,f}	103 ± 28 ^{f,i}	119 ± 23 ^{c,i}
E/A		1.6〔1.3-2.3〕 ^{c,f}	0.9〔0.8-1.2〕 ^{f,i}	0.8 ± 0.2 ^{c,i}
E-wave deceleration time	ms	120 ± 31 ^{c,f}	162 ± 60 ^f	167 ± 47 ^c
Left ventricular ejection time	ms	118 ± 23 ^{c,f}	151 ± 27 ^{f,i}	168 ± 30 ^{c,i}
left ventricular inflow volume index	mL/kg	13.1 ± 5.2 ^{c,f}	4.6 ± 2.1 ^f	4.2 ± 1.6 ^c
Forward stroke volume index	mL/kg	1.5 ± 0.4 ^{c,f}	2.2 ± 0.6 ^f	2.3 ± 0.6 ^c
Regurgitant volume index	mL/kg	11.6 ± 5.2 ^{c,f}	2.0〔1.2-3.0〕 ^f	1.6〔0.95-2.35〕 ^c
Regurgitant area index	cm ² /m ²	46.7 ± 21.0 ^{c,f}	1.3〔0.5-2.6〕 ^f	1.0〔0.4-1.85〕 ^c
Heart rate	bpm	149 ± 34 ^{c,d}	137 ± 31 ^{d,g}	124 ± 36 ^{c,g}
Cardiac index	mL/kg/min	214.0 ± 69.2 ^{c,f}	293.7 ± 103.5 ^f	276.5 ± 92.3 ^c
Aortic annulus diameter/√BSA	mm/m	18.5 ± 2.0 ^c	18.8 ± 1.7 ⁱ	19.7 ± 1.8 ^{c,i}
Ln(Aortic annulus area/BSA)		5.58 ± 0.21 ^c	5.62 ± 0.18 ⁱ	5.71 ± 0.18 ^{c,i}
Systolic APD/√BSA	mm/m	32.6 ± 5.3 ^{c,f}	20.0 ± 2.8 ^f	19.2 ± 2.6 ^c
Diastolic APD/√BSA	mm/m	36.4 ± 4.8 ^{c,f}	21.2 ± 2.8 ^f	20.5 ± 2.7 ^c
Systolic TD/√BSA	mm/m	36.2 ± 6.2 ^{c,f}	22.5 ± 2.7 ^f	21.8 ± 2.6 ^c
Diastolic TD/√BSA	mm/m	37.4 ± 4.8 ^{c,f}	22.7 ± 2.6 ^f	22.2 ± 2.6 ^c
Systolic mitral valve flattening ratio		0.110〔0.000-0.140〕	0.111〔0.000-0.182〕	0.111〔0.077-0.182〕
Diastolic mitral valve flattening ratio		0.000〔0.000-0.070〕 ^a	0.083〔0.000-0.138〕	0.083〔0.000-0.1485〕 ^a
Systolic MAC/√BSA	cm/m	10.8 ± 1.7 ^{c,f}	6.7 ± 0.8 ^f	6.5 ± 0.7 ^c
Diastolic MAC/√BSA	cm/m	11.6 ± 1.4 ^{c,f}	6.9 ± 0.7 ^f	6.7 ± 0.7 ^c
Systolic Ln(MAA/BSA)		2.20 ± 0.33 ^{c,f}	1.24 ± 0.23 ^f	1.18 ± 0.23 ^c
Diastolic Ln(MAA/BSA)		2.35 ± 0.25 ^{c,f}	1.31 ± 0.22 ^f	1.26 ± 0.21 ^c
Contraction ratio of MAA	%	0.105〔0.000-0.195〕 ^{a,d}	0.078〔0.000-0.1165〕 ^d	0.087〔0.000-0.1165〕 ^a
Coaptation length	mm	0〔0-0〕 ^{c,f}	8〔6-9〕 ^f	7 ± 1 ^c
Coaptation length is 0 mm	%	100.0 ^{c,f}	0.0 ^f	0.0 ^c
Coaptation length is 5mm or more	%	0.0 ^{c,f}	100.0 ^f	100.0 ^c

表1. 僧帽弁形成術前後の臨床徴候、薬物使用率、X線検査、心エコー検査による測定値の変化。時系列データ間に有意差が認められる場合には、同じ上付文字が示されている a,d,g : P < 0.05、b,e,h : P < 0.01、c,f,i : P < 0.001。表中の略語は APD : 僧帽弁輪前後径、BSA : 体表面積、LA : Ao : 左房大動脈径比、LVIDDN : 標準化左室拡張末期内径、LVIDSN : 標準化左室収縮末期内径、MAA : 僧帽弁輪面積、TD : 僧帽弁輪横径。

1) 茶屋ヶ坂動物病院 〒464-0003 愛知県名古屋市中千種区新西 1-1-5

2) 鹿児島大学 共同獣医学部 共同獣医学研究科 〒890-0065 鹿児島県鹿児島市郡元 1-21-24