

# 大動脈弁狭窄症に対する治療様式における患者特性の検討 ～ SAVR と TAVI の比較～

リハビリテーション技術科 出見世真人, 田中 宇大, 瀬崎 萌恵, 平山 善康  
心臓内科 横松 孝史, 三木 真司  
看護科 村松美帆子, 矢野 諭美, 山部さおり, 松本 祐子

【目的】大動脈弁狭窄症症例において外科的大動脈弁置換術(SAVR)と経カテーテル的大動脈弁留置術(TAVI)の治療様式における患者特性の違いを検討すること

【方法】2018年7月から2019年8月の間にSAVR, TAVIが行われた連続40症例(平均年齢78.1歳, 男性22例, 女性18例)について, 医学的情報, 体成分, 運動機能, 栄養指標, 入院日数および生活背景をSAVR群, TAVI群の2群に分けて比較検討した。

【結果】大動脈弁狭窄症の積極的治療の適応となる術前の医学的情報に有意な差はないが, 心不全の臨床症状を示すNYHA分類ではTAVI群で有意に重症であった。フレイルの指標となる運動能指標において, 多項目にわたりTAVI群で有意に低い結果となった。

【結語】SAVR群とTAVI群において, ASの重症度に有意な差はなかった。TAVI群は有意に高齢であり, 筋肉量は低値, かつ身体機能が低下しフレイルが進行した状態である。また, 要介護度も高い傾向にあり社会的依存度が高いものと推察された。SAVRに比べ低侵襲性であるTAVIにおいて, 現状ではフレイルを有する高齢者が治療適応となるケースが多く, 術前からの適切な評価, 早期からのリハビリテーション介入に加えて, 在宅復帰への準備や退院後も継続的にリハビリテーションを提供できる体制を構築していくことが早急の課題である。

keyword: 大動脈弁狭窄症(AS), 経カテーテル的大動脈弁留置術(TAVI), フレイル

## 1. はじめに

心臓弁膜症は加齢に伴い増加し, 本邦では大動脈弁狭窄症(以下AS)を含む弁膜症患者は200～300万人にのぼるとも推察されている<sup>1)</sup>。

ASはかつてリウマチ熱の後遺症が主たる要因であったが, 現在では加齢に伴う退行変性を成因とするものにとって代わり, 高齢化が進む本邦でも増加の一途をたどっている。

ASに対する代表的な治療は外科的大動脈弁置換術(以下SAVR)であるが, 基本的に開胸操作, 人工心肺装置の使用が必要となり, 高齢者では諸臓器の予備能が低く, 併存疾患も多い上, 身体機能の低下を有するために手術適応に躊躇されることもある。

経カテーテル的大動脈弁留置術(以下TAVI)は開胸を必要としない低侵襲の治療法であることから, これまで外科的治療の適応とすることのできなかった高齢AS症例にまでその治療適応に広がりを持たせることとなった<sup>2～5)</sup>。

その一方で, 適応が高齢者に拡大したことで術後リハビリテーション介入を行う際にいわゆる標準的な心臓リハビリテーション運動プログラムで対応可能な症例から, 身体機能低下やADL低下によりむしろ術前からフレイルの有無や程度, 生活背景などを詳細に評価し, 術後には在宅復帰のために退院調整を必要とする症例へと患者像は変化し, 退院後のリハビリテーションの継続率が低いことも課題となっている<sup>6)</sup>。

当院でも 2018 年 7 月より TAVI が開始となり、その適応患者は SAVR の適応とすることが困難な 80 歳を超える高齢者が主体である。

このような背景から、重症 AS 症例の TAVI 術後のリハビリテーション介入の一助とすべく SAVR と TAVI が行われた症例の患者特性の違いを検討することを本研究の目的とした。

## 2. 対 象

対象は 2018 年 7 月から 2019 年 8 月の間に当院で待機的に SAVR および TAVI が行われた AS 症例連続 40 例(平均年齢 78.1 歳, 男性 22 例, 女性 18 例)とした。

SAVR 群 21 例(平均年齢  $74.5 \pm 7.0$  歳, 男性 14 例, 女性 7 例), TAVI 群 19 例(平均年齢  $83.8 \pm 4.4$  歳, 男性 8 例, 女性 11 例)となった。

## 3. 方 法

調査項目

### (1) 医学的情報

NYHA 分類, 左室駆出率(以下 LVEF), 大動脈弁弁口面積(以下 AVA), 大動脈弁平均圧較差(以下 MPG), 最高血流速度(以下 AVV)を診療録より調査した。

### (2) 体成分分析

体重, Body Mass Index (以下 BMI), 筋肉量, タンパク質量, 体脂肪量, 細胞外水分比(以下 ECW/TBW)を術前に体成分分析装置 In-Body770(インボディ・ジャパン)を用いて測定した。

### (3) 運動能指標

運動機能の指標として, 術前に Short Physical Performance Battery (以下 SPPB), 10m 最大歩行速度, 術後に握力, 等尺性膝伸展筋力を測定した。

SPPB の各項目を測定数値と対応する点数, および合計点で表した。

またフレイルの指標として Clinical Frailty Scale (以下 CFS)<sup>7)</sup>を調査した。

握力測定にはデジタル握力計(竹井機器工業), 等尺性膝伸展筋力の測定には  $\mu$ Tas F-100 (アニマ)を用いた。握力と等尺性膝伸展筋力は

左右それぞれ 2 回測定し, 左右の最大値の平均値を用いた。

### (4) 栄養指標

栄養指標として入院時に簡易栄養状態評価表 mini nutritional assessment® -short form(以下 MNA® -SF)<sup>8, 9)</sup>を用いて調査した。

### (5) 術後入院日数, 生活様式, 介護保険申請の有無, 外来リハビリ移行

術後入院日数, 生活様式(独居 / 同居 / 施設入所), 介護保険申請の有無と要介護度, 外来リハビリへの移行について診療録より調査した。

SAVR 群と TAVI 群の 2 群間において, 各調査項目を比較検討した。

## 4. 統計学的解析

2 群間の患者特性の平均の差の分析には, 正規性を仮定できるパラメータには student の t 検定, 仮定できないパラメータには Mann-Whitney の U 検定を使用した。

NYHA, 生活様式, 介護保険申請の有無, 外来リハビリ移行の分析には  $\chi^2$  検定を用いた。

統計解析には SPSS® Statistics ver.24 (IBM 社製)を使用し, 統計学的有意水準を 5%未満とした。

## 5. 倫理的配慮

本研究の実施に際し, 三菱京都病院倫理委員会より承認を得た(承認番号 三菱京都 19-11)。

## 6. 結 果

患者特性の結果を表 1 に示す。

基本情報において, 年齢は TAVI 群が SAVR 群に比べ有意に高かった( $p < 0.01$ )。

医学的情報では, NYHA 分類で有意差を認める( $p < 0.05$ )一方で, LVEF, AVA, MPG, AVV といった心機能や大動脈弁狭窄の重症度についてはそれぞれ有意な差を認めなかった。

体成分分析では筋肉量, タンパク質量で SAVR 群が有意に高く( $p < 0.01$ ), ECW/TBW は TAVI 群の方が有意に高かった( $p < 0.01$ )。

次に運動機能と栄養指標の結果を表2に示す。

運動機能はSPPB, 10m歩行速度, 握力, 膝伸展筋力を指標とした。SPPBでは, balance testでSAVR群 $9.70 \pm 1.33$ 秒, TAVI群 $8.83 \pm 2.40$ 秒とSAVR群で長い傾向を認めたが有意差を認めなかった。

gait speed testではSAVR群 $4.19 \pm 1.39$ 秒, TAVI群 $5.11 \pm 1.38$ 秒となり, 歩行速度はSAVR群で有意に速かった( $p < 0.05$ )。

chair stand testはSAVR群で測定値が速い傾向を示したものの有意な差は認めなかった。

SPPBの合計点はSAVR群 $11.48 \pm 1.21$ 点, TAVI群 $9.47 \pm 3.04$ 点で有意にSAVR群が高かった( $p < 0.01$ )。

10m最大歩行速度ではSAVR群 $7.29 \pm 2.05$ 秒, TAVI群 $9.52 \pm 2.72$ 秒とSAVR群で有意に速い結果となった( $p < 0.01$ )。握力, および膝伸展筋力は, SAVR群 $24.3 \pm 8.0$ (kgf),

$0.321 \pm 0.081$ (kgf/kg), TAVI群 $19.5 \pm 7.5$ (kg),  $0.268 \pm 0.084$ (kgf/kg)で膝伸展筋力でのみSAVR群の方が有意に高い結果であった( $p < 0.05$ )。

CFSはTAVI群が $4.6 \pm 1.2$ となりSAVR群に比べ有意に高かった( $p < 0.01$ )。

栄養指標として調査したMNA<sup>®</sup>-SFは両群間で有意な差を認めなかった。

術後入院日数, 生活様式(独居/同居/施設入所), 介護保険申請の有無, 外来リハビリ移行の結果を表3に示す。

入院日数はSAVR群 $18.8 \pm 6.9$ 日, TAVI群 $9.8 \pm 3.6$ 日とTAVI群で有意に短い結果であった。

生活様式ではTAVI群で独居である人数が多い傾向を示し, 介護保険申請においては, TAVI群で介護保険を申請済みでなおかつ要介護度が高い者が有意に多かった( $p < 0.05$ )。

表1. 基本情報と医学的情報

	SAVR	TAVI	
年齢(歳)	$73.3 \pm 8.6$	$83.8 \pm 4.4$	$p < 0.01$
性別(男/女)	14/7	8/11	n.s
体重(kg)	$59.2 \pm 12.7$	$53.7 \pm 11.3$	n.s
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	$23.1 \pm 3.5$	$22.7 \pm 3.3$	n.s
NYHA 分類	I	0	$p < 0.05$
	II	8	
	III	11	
	IV	0	
LVEF(%)	$66.5 \pm 13.7$	$63.1 \pm 13.1$	n.s
AVA(cm <sup>2</sup> )	$0.70 \pm 0.18$	$0.67 \pm 0.19$	n.s
MPG(nmHg)	$43.7 \pm 12.5$	$46.6 \pm 15.7$	n.s
AVV(cm/s)	$422.0 \pm 53.5$	$430.3 \pm 65.4$	n.s
筋肉量(kg)	$42.2 \pm 8.6$	$34 \pm 9 \pm 6.8$	$p < 0.01$
タンパク質量(kg)	$8.6 \pm 1.8$	$7.1 \pm 1.4$	$p < 0.01$
体脂肪量(kg)	$15.3 \pm 5.9$	$16.5 \pm 7.0$	n.s.
ECW/TBW	$0.394 \pm 0.010$	$0.406 \pm 0.006$	$p < 0.01$

BMI: Body Mass Index, NYHA: New York Heart Association, LVEF: Left Ventricular Ejection Fraction, AVA: Aortic Valve Area, MPG: Mean Pressure Gradient, AVV: Aortic Valve Velocity, ECW: Extracellular Water, TBW: Total Body Water

表 2. 運動機能と栄養指標

		SAVR	TAVI	
SPPB	balance (秒)	9.70 ± 1.33	8.83 ± 2.40	n.s
	gait speed (秒)	4.19 ± 1.39	5.11 ± 1.38	p < 0.05
	chair stand (秒)	10.23 ± 2.83	13.37 ± 6.95	n.s
	計(点)	11.48 ± 1.21	9.47 ± 3.04	p < 0.01
10m 歩行(秒)		7.29 ± 2.05	9.52 ± 2.72	p < 0.01
握力(kgf)		24.3 ± 8.0	19.5 ± 7.5	n.s
膝伸展筋力(kgf/kg)		0.321 ± 0.081	0.268 ± 0.084	p < 0.05
CFS		3.1 ± 1.4	4.6 ± 1.2	p < 0.01
MNA		11.6 ± 3.9	11.7 ± 1.8	n.s

SPPB: Short Physical Performance Battery CFS: Clinical Frailty Scale MNA: Mini Nutritional Assessment

表 3. 入院日数と生活背景, 外来リハビリ移行

( ) 内は%

		SAVR	TAVI	
入院日数(日)		18.8 ± 6.9	9.8 ± 3.6	p < 0.01
生活様式	独居	2 (9.5)	6 (31.6)	n.s.
	同居	19 (90.5)	12 (63.2)	
	施設	0 (0)	1 (5.2)	
介護保険	申請なし	19 (90.5)	9 (47.7)	p < 0.05
	要支援 1	1 (4.75)	3 (15.7)	
	要支援 2	1 (4.75)	2 (10.5)	
	要介護 1	0 (0)	1 (5.2)	
	要介護 2	0 (0)	3 (15.7)	
	要介護 3	0 (0)	0 (0)	
	要介護 4	0 (0)	1 (5.2)	
	要介護 5	0 (0)	0 (0)	
外来リハビリ移行	あり	10 (47.6)	5 (26.3)	n.s.
	なし	11 (52.4)	14 (73.7)	

外来リハビリへの移行者数には有意な差は認めなかったものの SAVR 群で多い傾向であった。

## 7. 考 察

TAVI 治療の開始により重症 AS の治療適応が拡大した一方で、患者特性は 2 極化する傾向がある。比較的若年で日常生活に大きな支障のない患者像と、基礎疾患を有するだけでなく高齢および虚弱であることが故に他者による生活支援が必要な患者像である。欧米では SAVR に対する TAVI の優位性が証明され<sup>10)</sup>、今後

中等症への適応拡大となれば低年齢化が一段と進む可能性もある。

しかし現状として、本邦では TAVI の適応となるのは外科手術の適応とならない後者であることが多く、本研究では重症 AS 治療における両者の患者特性を明らかにすることを目的として医学的な視点、身体機能の視点、生活背景の視点からそれぞれ検討を行った。

本研究における AS 症例は、平均年齢が TAVI 群で 83.8 ± 4.4 歳、AVR 群 74.5 ± 7.0 歳と 10 歳近い年齢差があり、患者像を見た目

の印象で判断し簡易的にフレイルを評価する CFS においても TAVI 群で有意に高かった。

ACC/AHA ガイドライン<sup>11)</sup>および日本循環器病学会のガイドライン<sup>12)</sup>において、高度大動脈弁狭窄症は、連続波ドプラ法による最高血流速 4.0m/sec 以上、収縮期平均圧較差

40mmHg 以上、あるいは連続の式による弁口面積 1.0cm<sup>2</sup> 以下と定義している。本研究の AS 症例は SAVR 群、TAVI 群ともに平均値でこの定義を満たし、いずれも重症 AS と判断される。

体成分分析において、体重や BMI は両群に有意な差はないが筋肉量は SAVR 群で有意に大きい結果であった。体成分分析には生体インピーダンス法(以下 BIA)と二重エネルギー X 線吸収法(以下 DXA)がある。DXA 法は 2 種類の X 線を照射して体内を通過した際に減衰した X 線を算出することにより、骨塩量、脂肪量、除脂肪量に分けて計測する。全身を測定できる機器があれば正確に筋肉量を測定することができることが利点である。一方、BIA 法の問題点として、四肢に体液が貯留している場合に筋肉量が過大評価される傾向が大きいことにある<sup>13)</sup>。今回の検討において ECW/TBW は TAVI 群で有意に高く、TAVI 群の筋肉量は実際よりも大きく評価されていると予測されるにもかかわらず、筋肉量、タンパク質量は SAVR 群よりも有意に低い結果となった。筋肉量は加齢や不動により減少する傾向があり、筋肉量の減少はフレイルサイクル(図 1)<sup>14)</sup>の一部を形成するという点で、TAVI 群の症例はフレイルサイクルに入る危険性の高い患者群と言える。

これと併せて身体機能においては SPPB、10m 歩行速度、握力、膝伸展筋力および CFS を測定項目に採用した。SPPB は balance test, gait speed test, chair stand test の 3 項目の測定を行い、測定した数値に対してそれぞれ 0～4 点で採点し 12 点を満点として合計点で評価する方法でありフレイルやサルコペニアの評価に加えて、リハビリテーションの効果判定の指標として多くの報告がある<sup>15～17)</sup>。

本研究では SPPB の各項目および合計点を両群間で比較検討し、SAVR 群に対して TAVI 群で身体機能低下を示唆する結果となった。また、SPPB の合計点は TAVI 群で平均 9.47 ± 3.04 と低値で、フレイルのカットオフ<sup>18)</sup>とされる 8 点を下回る症例は 20%におよび、12 点満点の症例が 75%存在した SAVR 群とは大きな隔たりがあった。

また、フレイルのカットオフとなる握力の値は男性 26kg、女性 18kg とされているが<sup>19)</sup>、TAVI 群の平均値は 19.5 ± 7.5kg で実に 75% でカットオフラインを下回った。

等尺性膝伸展筋力は起立動作、歩行などの移動動作との相関が示されている<sup>20, 21)</sup>。本研究では有意に膝伸展筋力の低値を示した TAVI 群で、10m 歩行速度も低値となり先行研究の結果を裏付ける結果となった。

frailty は Fried らによって Cardiovascular Health Study (CHS) 基準を用いてその診断基準が示された<sup>22)</sup>。また本邦では、2014 年日本老年医学会ステートメントにおいて、高齢期に生理的予備能が低下することでストレスに対する脆弱性が亢進し、生活機能障害、要介護状態、死亡などの転帰に陥りやすい状態で、筋力の低下により動作の俊敏性が失われて転倒しやすくなるような身体的問題のみならず、認知機能障害やうつなどの精神・心理的問題、独居や経済的困窮などの社会的問題を含む概念である、と説明した。また frailty の日本語訳をフレイルとし、その可逆性にも言及した上で早期発見と適切な介入の重要性を強調している<sup>23)</sup>。

本研究における TAVI 群は、SAVR 群に対して AS の重症度としては同等であったが、NYHA 分類においては、TAVI 群で有意に心不全の臨床症状が重症であるとの結果となった。これは、単に心不全の重症度を示すだけでなく、加齢による運動耐容能低下も含めた結果であると解釈できる。本研究では心肺運動負荷試験や 6 分間歩行などの運動耐容能の指標は検討していないが、臨床的に基礎疾患の重症度と臨床症状は必ずしも一致しない。筋肉量が加齢による

低下を呈し、筋力の低下を引き起こすことから歩行速度の低下、活動性の低下に至り、さらには身体機能障害から要介護状態へと帰結する。また不動の影響で低栄養を来しサルコペニア、筋肉量の減少につながりさらなる筋力の低下を助長するという、まさに負のサイクル(フレイルサイクル, 図1)<sup>14)</sup>を形成する。筋肉量の減少は、好気性のエネルギー産生に不可欠なミトコンドリアの減少にもつながることから、運動耐容能は自ずと低下する。このような理由でASの重症度は同等でも臨床症状を示すNYHA分類では有意な差となったと推察される。

さらに、TAVI群における要介護度を見ると、すでに介護認定を受け要介護度の高い症例が多い。両群ともに一定数は独居生活であり、

術後の入院生活による身体機能の低下を生じさせないことはもちろんのこと、退院までの短い入院期間の間に自立生活が可能となるための準備を行うことが求められる。早期離床や運動療法、疾患管理のための指導のようなスタンダードなリハビリテーションだけでなく、より個別性のある対応が昨今の高齢化社会における社会的要請であると言える。外来リハビリテーションへの移行率が低値を示す中、通院でのリハビリテーションが困難なケースにこそ、院内での医療保険下のリハビリテーションのみで完結させず、介護保険などの社会資源を有効に活用し地域を巻き込んで活動性を維持するための取り組みを行うべきであり、医療機関はスムーズに地域への橋渡しを行うことが責務である。

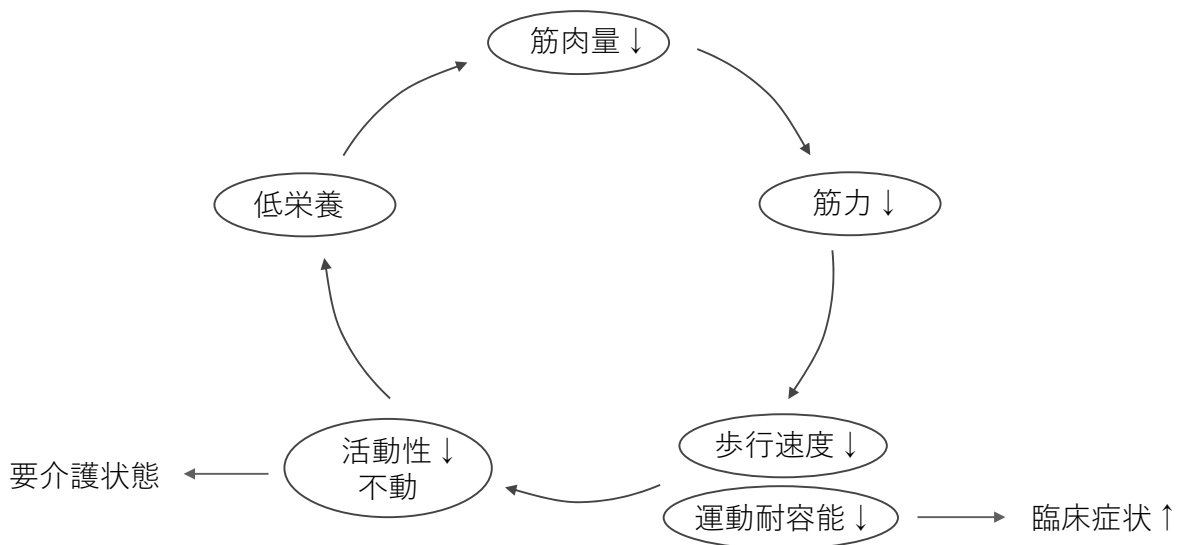


図1. フレイルサイクル

疾患や加齢による筋肉量減少などの体組成の変化により慢性的な栄養不良となると体重減少からサルコペニアが進行する。エネルギー消費の低下から低栄養を生じるだけでなく、筋力の低下は身体機能の低下、歩行速度の低下に進展し活動性の低下に至りさらに筋肉量の低下や運動耐容能の低下へとつながるフレイルの悪循環を形成する(Xue QL et al. J Gerontol A Biol Med Sci 63: 984-990, 2008. を元に作図)。

## 8. 結 語

SAVR 群と TAVI 群において, AS の重症度に有意な差はなかった. TAVI 群は有意に高齢であり, 筋肉量は低値, かつ身体機能が低下しフレイルが進行した状態である. また, 要介護度も高い傾向にあり社会的依存度が高いものと考えられた. SAVR に比べ低侵襲性である TAVI において, 現状ではフレイルを有する高齢者が治療適応となるケースが多く, 術前からの適切な評価, 早期からのリハビリテーション介入に加えて, 在宅復帰への準備や退院後も継続的にリハビリテーションを提供できる体制を構築していくことが喫緊の課題である.

## 文 献

- 1) Nkomo VT, Gardin JM, Skelton TN, et al. : Burden of valvular heart diseases: a population-based study. *Lancet* **368**(9540): 1005-1011, 2006.
- 2) Smith CR, Leon MB, Mack MJ, et al. : Transcatheter versus surgical aortic-valve replacement in high-risk patients. *N Engl J Med* **364**(23): 2187-2198, 2011.
- 3) Leon MB, Smith CR, Mack M, et al. : Transcatheter aortic-valve implantation for aortic stenosis in patients who cannot undergo surgery. *N Engl J Med* **363**(17): 1597-1607, 2010.
- 4) Mack MJ, Leon MB, Smith CR, et al. : 5-year outcomes of transcatheter aortic valve replacement or surgical aortic valve replacement for high surgical risk patients with aortic stenosis (PARTNER 1): a randomised controlled trial. *Lancet* **385**(9986): 2477-2484, 2015.
- 5) Kapadia SR, Leon MB, Makkar RR, et al. : 5-year outcomes of transcatheter aortic valve replacement compared with standard treatment for patients with inoperable aortic stenosis (PARTNER 1): a randomised controlled trial. *Lancet* **385**(9986): 2485-2491, 2015.
- 6) 堀健太郎: TAVI 後患者に対する心臓リハビリテーション. *MEDICAL REHABILITATION* (231): 7-13, 2019.
- 7) Rockwood K, Song X, MacKnight C, et al. : A global clinical measure of fitness and frailty in elderly people. *CMAJ* **173**(5): 489-495, 2005.
- 8) Rubenstein LZ, Harker JO, Salvà A, et al. : Screening for undernutrition in geriatric practice: developing the short-form mini-nutritional assessment (MNA-SF). *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* **56**(6): M366-M377, 2001.
- 9) Kaiser MJ, Bauer JM, Ramsch C, et al. : Validation of the Mini Nutritional Assessment short-form (MNA-SF): a practical tool for identification of nutritional status. *J Nutr Health Aging* **13**(9): 782-788, 2009.
- 10) Deeb GM, Reardon MJ, Chetcuti S, et al. : 3-Year Outcomes in High-Risk Patients Who Underwent Surgical or Transcatheter Aortic Valve Replacement. *J Am Coll Cardiol* **67**(22): 2565-2574, 2016.
- 11) Bonow RO, Carabello BA, Chatterjee K, et al. : 2008 focused update incorporated into the ACC/AHA 2006 guidelines for the management of patients with valvular heart disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to revise the 1998 guidelines for the management of patients with valvular heart disease). Endorsed by the Society of Cardiovascular Anesthesiologists, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and Society of Thoracic Surgeons. *J Am Coll Cardiol* **52**(13): e1-142, 2008.

- 12) 日本循環器病学会. 循環器病の診断と治療に関するガイドライン (2011年度 合同研究班報告) 弁膜疾患の非薬物治療に関するガイドライン (2012年改訂版). [引用 2019-07-30].  
[http://www.j-circ.or.jp/guideline/pdf/JCS2012\\_ookita\\_h.pdf](http://www.j-circ.or.jp/guideline/pdf/JCS2012_ookita_h.pdf)
- 13) 岩佐元雄: 用語解説 BIA (InBody). 栄養-評価と治療 27(1): 68-70, 2010.
- 14) Xue QL, Bandeen-Roche K, Varadhan R, et al. : Initial manifestations of frailty criteria and the development of frailty phenotype in the Women's Health and Aging Study II. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 63(9): 984-990, 2008.
- 15) 上原彰史, 小幡裕明, 和泉由貴 他: Short Physical Performance Battery (SPPB) 評価は高齢者の独歩退院をガイドするか?. 日本循環器病予防学会誌 50(3): 153-162, 2015.
- 16) 諸富伸夫: 在宅につながる心臓リハビリテーション. 日本冠疾患学会雑誌 18(3): 215-219, 2012.
- 17) 加茂智彦, 鈴木留美子, 伊藤梢 他: 地域在住要支援・要介護高齢者におけるサルコペニアに関連する要因の検討. 理学療法学 40(6): 414-420, 2013.
- 18) Guralnik JM, Ferrucci L, Pieper CF, et al. : Lower extremity function and subsequent disability: consistency across studies, predictive models, and value of gait speed alone compared with the short physical performance battery. JJ Gerontol A Biol Sci Med Sci 55(4): M221-M231, 2000.
- 19) Satake S, Shimada H, Yamada M, et al. : Prevalence of frailty among community-dwellers and outpatients in Japan as defined by the Japanese version of the Cardiovascular Health Study criteria. Geriatr Gerontol Int 17(12): 2629-2634, 2017.
- 20) 山崎裕司, 長谷川輝美, 横山仁志 他: 等尺性膝伸展筋力と移動動作の関連 運動器疾患のない高齢患者を対象として. 総合リハビリテーション 30(8): 747-752, 2002.
- 21) 加嶋憲作, 山崎裕司, 津田泰路 他: 歩行速度が制限される等尺性膝伸展筋力水準. 理学療法科学 34(1): 17-20, 2019.
- 22) Fried LP, Tangen CM, Walston J, et al. : Frailty in older adults: evidence for a phenotype. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 56(3): M146-M156, 2001.
- 23) 日本老年医学会. フレイルに関する日本老年医学会からのステートメント. [引用 2019-07-30].  
[https://jpn-geriat-soc.or.jp/info/topics/pdf/20140513\\_01\\_01.pdf](https://jpn-geriat-soc.or.jp/info/topics/pdf/20140513_01_01.pdf)