No-touch SVG の現況と課題

恒吉 裕史

Hiroshi Tsuneyoshi: Update on no-touch saphenous vein graft. J Jpn Coron Assoc 2017; 23: 189-195

I. はじめに

近年、冠動脈バイパス術 (CABG) において、動脈グラフトの有用性は広く認められており^{1,2)}、ガイドラインでも、左内胸動脈 (LITA) に加えて、第2の動脈グラフトの使用が推奨されている^{3,4)}。しかし、冠動脈狭窄病変が中等度のターゲットに対する動脈グラフトの使用は、competitionの問題もあり議論がある⁵⁾。また、動脈グラフトのみで完全血行再建することは困難なことも多く、いまだ大伏在静脈 (SVG) も重要なグラフト材料である。SVG は吻合時のハンドリングもよく、グラフトの長さに制限も少ない、外科的に使いやすいグラフトである。ただ SVG 使用の一番の問題として、動脈グラフトにくらべて、グラフト開存率の悪い点があげられる。これまで、SVG の開存率を向上させる、さまざまな試みがなされてきた。その1つが SVG の採取方法によるもので、Sweden の Souza らのグループが提唱し始めた SVG を周囲の脂肪組織を付けた pedicle として採取し、シリンジによる拡張もさせない no-touch SVG (NT-SVG) である (Fig. 1)。NT-SVG が最近注目されるようになったきっかけは、Souza らが発表した無作為臨床試験⁶⁾で NT-SVG のバイパス開存率が、通常採取方法 SVG よりも有意に高く、16年の遠隔開存率が83%と驚異的な数字であったことが一因であろう。同研究では同一症例での LITA グラフト16年の開存率が88%であり、NT-SVG がこれに匹敵すると報告している。彼らのグループは、症例数は少ないものの、NT-SVG と橈骨動脈グラフト (RA) の無作為臨床試験も行い、3年後までの両群のグラフト開存率を報告している⁷⁾。108例の3枝病変患者で LITA を前下行枝 (LAD) へ吻合し、残りの右冠動脈領域と回旋枝領域を無作為に NT-SVG あるいは RA で血行再建を行う臨床試験を行い、3年後にグラフト評価を行った。3年後のグラフト開存率は、NT-SVG が94%に対して、RA は82%と有意に低く ($p=0.01$)、NT-SVG が RA よりも良好な成績であったと報告している。

この総説を担当する著者は、カナダ Sunnybrook 病院に勤

務中 division head の Fremes らと NT-SVG についての臨床研究を Souza のグループと行っており、Sunnybrook での CABG はほぼ全例 NT-SVG を用いていた。帰国後も、2013年8月より、NT-SVG を用いて CABG を行っている。今回、自験例の臨床成績ならびに、NT-SVG の最近の知見を報告する。

II. 当院での NT-SVG の臨床成績

2013年8月から2017年7月までに倉敷中央病院、静岡県立総合病院で著者らが用いた NT-SVG は計63本で、SVG の採取はおもに下腿から行っている。採取前にエコーで SVG 径が2mm以上あり、静脈瘤のないことを確認し、静脈の走行に沿ってマーキングしておく。単純CTを Ziostation (Ziosoft, Inc., Tokyo, Japan) などで画像処理することにより、SVG の走行を3D画像として抽出することができ、枝の位置もあらかじめ知ることができる。SVG の3Dマップを参照することにより NT-SVG 採取が容易になるため、症例や採取者の習熟度によっては下肢の術前CTも撮像している (Fig. 2)。

皮膚切開はスキップで行い、各切開創の間には、少なくとも1cm以上皮膚がインタクトな状態として残している。SVG の直上の皮膚切開部分から、SVG 本幹の左右に5mm程度の周囲脂肪組織を付けたまま採取する。細い枝は電気メスで焼灼し、太い枝に関しては、血管クリップあるいは絹糸で結紮している。枝の処理は SVG 本幹から離れた部位で行っても、術後グラフト造影で問題となる所見はなかった。

通常、1本分の NT-SVG を採取するには下腿のみからで採取可能であり、3カ所の皮膚スキップで採取している。2本以上必要な場合、下腿から頭側に採取部位を延長させて、大腿部分の SVG を用いることもあるが、SVG の太さが下腿部分にくらべて太くなり、また SVG 周囲の脂肪組織も非常に厚くなるので、両下腿から採取することが多い。NT-SVG を取り出す前に、SVG の上面にマーキングペンあるいはピオクタニンでマーキングしておくことが、吻合後のねじれ防止に重要である。創部にはドレーンを挿入して3層に閉鎖した。創閉鎖後に清潔な弾性包帯を採取部の下腿に巻くことにより、皮下に effusion などが貯留することを防いでいる。NT-SVG 採取後は OPCAB の場合、大腿動脈に4F シースを挿入し、全身ヘパリン化後 NT-SVG を接続し、自己の動脈圧で自然拡張させた。人工心肺使用症例では、送血管側枝の三方活栓

地方独立行政法人静岡県立病院機構 静岡県立総合病院心臓血管外科
(〒420-8527 静岡県静岡市葵区北安東4-27-1)
doi: 10.7793/jcoron.23.029

Fig. 1 No-touch SVG.

Fig. 2 単純 CT による SVG の 3D マッピング像.

につないで送血管からの自然な圧で拡張させた。吻合部のみ、周囲の脂肪組織を剝離切除してから冠動脈と吻合している。吻合には 7-0 ポリプロピレン糸を用いている。Sequential バイパスを行う場合も、吻合部位のみ脂肪を剝離することにより、通常採取方法の SVG と同様な吻合が可能である。

自験例での NT-SVG の患者背景 (Table 1) と臨床成績 (Table 2) を示した。全例、入院中に術後グラフト評価をおもにカテテル検査 (CAG) で行い、NT-SVG の早期開存率は 100% (63/63) であった。NT-SVG 使用症例の周術期臨床成績として、心筋梗塞、死亡などはなかった。NT-SVG 採取部位の下腿創部離開は 2 例 (3.2%) であった。平均遠隔フォロー期間は 15 ± 11 ヶ月 (1~40 ヶ月) で、2 例の遠隔死亡 (精神病悪化 1 例、

Table 1 自験例での NT-SVG 使用例の患者背景
Aug 2013~July 2017

NT-SVG n=63			
年齢 (歳)	65 $\pm$ 10		
男性 (%)	89%		
糖尿病	39%		
Insulin 使用	16%		
閉塞性動脈硬化症合併	13%		
血液透析患者	10%		
NT-SVG の Target	RCA	CX	Dx
	65%	23%	12%
Isolated OPCAB (%)	81%		
合併手術	AVR:8 MVP:2		

Table 2 自験例での NT-SVG 使用例の臨床成績

NT-SVG n=63	
早期 NT-SVG 開存率	63/63 (100%)
NT-SVG 採取創部離開	2/63 (3.2%)
NT-SVG からの出血による再開胸	0%
心筋梗塞発症	0%
病院死	0%

消化管出血 1 例) を認めた。術後 6 ヶ月以降にグラフトの開存を評価した症例は 5 例で、平均術後 2 年 (7~40 ヶ月) の開存率は 100% (5/5) であった。

III. NT-SVG の長期成績

はじめに述べたように NT-SVG は Sweden の Souza らのグループが提唱し始めた方法であり、彼らは初期の段階で通常採取方法の SVG と NT-SVG を比較する無作為臨床試験⁶⁾を実施しており、その遠隔開存率を何度か報告してきた。今回術後 16 年という長期の開存率を明らかにし、その結果は NT-SVG (n=42) の術後 16 年の開存率が 83% と通常採取方法の SVG (n=42) の 64% とくらべて有意に高く ($p=0.03$)、特に無作為臨床試験施行時の静脈性状が不良であったものが術後 16 年経過した時点で、通常方法では、その多くが閉塞していたのに反して、NT-SVG 採取法の群では多くが開存していたと報告している。静脈壁の肥厚を認める症例や、大腿部の太い静脈など、条件が悪い場合にも NT-SVG の愛護的な静脈採取方法が遠隔期の静脈開存につながる可能性を言及している。

NT-SVG の長期開存率を報告しているのは前述のグループのみであったが、最近、OPCAB で NT-SVG を積極的に用いた臨床成績を Kim らが報告している⁸⁾。彼らが SAVE-RITA Trial (saphenous vein versus right internal thoracic artery as a Y-composite trial) のなかで、NT-SVG (n=103) か通常採取方法の SVG (n=265) を LITA のサイドに吻合して LITA と

SVG の Y-composite を作成した症例のサブ解析では、NT-SVG の早期開存率は 100% (275/275 例) であった。また、84.2% の症例で術後 1 年のグラフト開存を評価しており、NT-SVG の術後 1 年開存率は 97.4% (229/235 例) で、通常採取 SVG の開存率 92.4% (533/577 例) より有意に高かった ($p=0.024$) と報告している。彼らのデータは術後 1 年までの成績であるが、通常、OPCAB では SVG の早期開存率が悪いといわれている^{9,10}。2,203 名を OPCAB と on-pump の CABG に無作為に振り分けた ROOBY Trial では、術後 1 年の SVG 開存率が、OPCAB 群では 76.6% と on-pump 群の 83.8% より有意に低く ($p<0.001$)、この SVG の開存率の悪さが、OPCAB は on-pump よりグラフト開存率が低く、再治療、心筋梗塞などの心イベントが高いという結果に影響していると考えられている。Kim らの 1 年後の NT-SVG の高い開存率は、今後さらに長期のグラフト開存率を評価する際に非常に有利である。自験例の NT-SVG 症例でも、短期のグラフト開存率は 100% であり、遠隔期評価を行った症例数は少ないが、術後 2 年の NT-SVG の開存率も 100% であったことを考えると、NT-SVG が良好な遠隔期開存率を示せる可能性があると思われる。

IV. NT-SVG が静脈の長期開存につながる機序

まず NT-SVG の特徴として、1) 静脈に直接触らず愛護的に採取する、2) 採取後はシリンジによる用手的静脈拡張を行わない、3) SVG の周囲に結合組織を付けたまま pedicle として採取するの 3 点があげられる。まず、SVG を愛護的に採取することのメリットとして参考になるのは、2009 年に New England Journal of Medicine に発表された内視鏡的 SVG 採取法とオープンで採取する方法の 2 つを無作為に割り振った試験であろう¹¹。この臨床試験は採取する外科医のレベルが一定ではないなどの批判的な意見もあったが、SVG の採取方法で SVG のグラフト開存率に大きな差が生じ、その後の心筋梗塞発生率や遠隔再血行再建率、そして遠隔死亡までもが、SVG の採取方法の違いで患者の生命予後が大きく変わる点が特記すべきことである。

採取後のシリンジによる拡張を行わないことも、血管内皮および静脈壁の破壊、過伸展を生じさせないメリットがある。シリンジの加圧により静脈を用手的に拡張することは、実は非常に高い圧をかけているといわれている¹²。自験例でも通常採取した SVG 末端に圧ラインをつなげてシリンジにより用手的に拡張をさせると、500 mmHg 近くの圧がかかっていることが確認できた。それにくらべて、NT-SVG は自然な動脈圧でゆっくりと拡張させるので、過度な進展圧にさらされていない。Stigler らの検討¹²では、SVG 内の内皮細胞損失は、SVG が高圧にさらされるほど高率にみられ、300 mmHg の圧が SVG にかかった場合は、91% の症例で SVG 内の内皮細胞が欠落していると報告されている。Verma ら¹³は、NT-SVG を病理組織学的に観察したところ、血管内皮、中膜、外膜の構造が通常採取法の SVG にくらべて有意に保たれており、静脈の血管内皮増殖に関与する vascular smooth

muscle cell (VSMC) activation の増殖因子の kruppel-like factor 4 (KLF4)¹⁴ と抑制因子である serum response factor (SRF)¹⁵ が、NT-SVG では KLF4 が低値で SRF が高値であったと報告している。当院でも、余剰 SVG の病理組織を比較したところ、NT-SVG では通常採取の SVG にくらべて内皮の損傷が少なく、中膜の弾性板が保たれていた (Fig. 3)。

最後に、SVG の周囲に脂肪組織を付けて採取することのメリットであるが、静脈周囲の vasa vasorum という“脈管のための脈管”を温存できることがあげられる¹⁶。動脈グラフトでは、動脈壁への栄養は、動脈内に流れる酸素化された血液で賄うことができるため、skeletonize で採取しても動脈壁への栄養は保たれる。一方、静脈は静脈壁を養うための血流は、静脈内部からではなく、静脈周囲の vasa vasorum により栄養されているといわれている¹⁷。通常の採取方法での SVG では周囲組織の剥離により vasa vasorum が失われ、静脈壁への栄養が絶たれた状態であるが、NT-SVG では周囲の脂肪組織内の vasa vasorum により逆行性に静脈壁への栄養が保たれ¹⁸、この違いが長期の SVG の開存率に寄与する可能性が報告されている¹⁹。

また、周囲の脂肪組織自身には nitric oxide を温存する作用があるともいわれ²⁰、レプチンなどの vasodilatory adipokines が保たれ、静脈の内膜過形成を抑制するとも報告されている²¹。Özcan ら²²は、NT-SVG が通常採取方法の SVG より抗 spasm 効果が高いことを報告している。彼らは、手術中に採取した余剰 SVG 片をフェニレフリンで血管収縮させた場合と、アセチルコリンで血管拡張をさせたとき、NT-SVG では有意に血管収縮しにくく、また拡張しやすいことを示した。

最近、SVG の周囲に金属のステント (external stent) を留置することで、SVG の開存率を向上させる試み^{23,24} がなされているが、NT-SVG では周囲の脂肪組織が天然の external stent のような役割を果たす可能性もあると思われる。

V. SVG の太さによる開存率の違い

SVG の開存率に関与する因子として、静脈の太さがあげられる。SVG の径は、解剖学的に大腿部のほうが下腿よりも太い。これまでの報告では、SVG の開存率は太い SVG より細い SVG のほうがよいとされている。Buxton ら²⁵は、過去 22 年間の CABG で 3715 本の SVG の遠隔開存率をグラフト造影で検査した結果を報告しているが、SVG の閉塞リスクとして、手術時の SVG の太さをあげている。採取時の SVG 径は、太いほうが有意に閉塞リスクが高く ($p<0.001$)、SVG 径が 4.5mm 以上では閉塞リスクは 2.17 倍になり、径が 2.5~3.4mm の細めの SVG が最も開存率がよかったと報告している。また Une ら²⁶は、CASCADE randomized trial のサブ解析で、90 例の SVG を径カテーテル血管内超音波検査 (IVUS) で調べたところ、術後 1 年後の IVUS での静脈内膜肥厚の程度は、SVG 径が太いほど有意に強く ($p<0.001$)、SVG 径が 1mm 増えるごとに静脈内膜肥厚が $1.91 \pm 0.18\text{mm}^2$ 増加することを示した。われわれも、SVG 径と吻合部位の

NT-SVG

血管内皮が温存されている

中膜の弾性板が保たれている

通常採取 SVG

血管内皮が剥がれている

弾性板が断裂している

Fig. 3 SVG の病理組織像.

Fig. 4 G/N 比による SVG の遠隔期開存率の違い.

冠動脈径の比率 (SVG diameter/native coronary diameter=G/N ratio) による遠隔期開存率の違いを検討したところ、G/N 比が3以上のミスマッチのある症例では、遠隔期の SVG 閉塞が多かったことを報告した (Fig. 4). NT-SVG はシリンジによる用手的拡張をさせないため、通常採取方法の SVG より径が細い傾向を術後グラフト造影で認められる (Fig. 5). 下腿から採取した NT-SVG は、冠動脈との径のミスマッチが

少なく、長期開存が良好な可能性もあり、今後さらなる検討を行いたい.

VI. NT-SVG の課題

NT-SVG を用いることによるデメリットとして、採取部位の創部の治癒遅延の懸念があげられる. NT-SVG では剥離面積が広くなり、皮下組織の defect も大きくなるため、創部の離開などのリスクがあると思われるが、皮膚切開をスキップで行い、閉創時にドレーンを挿入することで、皮膚離開の頻度は減らすことができると考えている. 自験例の NT-SVG 症例で創部離開を生じたのは 3.2% のみであり、Kim らの検討⁸⁾でも下腿創部合併症率は 2.9% で通常採取の創部合併症率の 0.8% より高いが統計学的有意差はなかった ($p=0.136$) と報告している. また NT-SVG では、伏在神経なども一塊に採取する場合が多いので術後に採取部位の皮膚の感覚低下を訴えることもあるが、自験例では1年後には 11% の症例でのみ皮膚感覚異常が残存しており、2年後には同様の症状を訴える患者はいなかった. NT-SVG での創部合併症については Fremes ら¹³⁾が in-patient random 臨床試験を行っており、LITA+SVG2 本を用いる症例で、同一患者の右下肢、左下肢のどちらかから通常方法の SVG あるいは NT-SVG を採取し、臨床試験に参加した患者には NT-SVG の採取側を知らせな

Fig. 5 術後グラフト造影の比較.

Fig. 6 NT-SVG でねじれを認めた2症例の半年後のグラフト評価像.

いという方法を行った。結果としては、3ヵ月後にはNT-SVG側のほうが通常採取のSVG側より有意に皮膚感覚の低下を訴える割合が多かったが、1年後には有意差はなくなっていた。

NT-SVGを使用する際に注意する点として、グラフトのねじれもあげられる。特にSVG周囲の脂肪組織に厚みの差があった場合、ねじれると外観上分かりにくい。当院でも2例(3.2%)に術後CAGでグラフトのねじれを認めた。ねじれのあった2例のNT-SVG使用症例患者では、胸部症状などの虚血所見がなかったので、カテーテルインターベンションなどは行わず、バイアスピリンに加えてワーファリンを投与し、術後6ヵ月に1例はCAGで、1例は冠動脈CTでグラフト評価を行った。6ヵ月後の再評価では、ねじれのあった部分は完全に解消されており、狭窄を認めなかった(Fig. 5)。通常、SVGがねじれた場合は高率で閉塞すると思われるが、自験例では閉塞せず、ワーファリンの投与のみで静脈が自然にremodelingしたことが、NT-SVG採取方法による特有のものであるか不明であるが、ねじれには注意が必要である。2例のねじれを経験したあとは、末梢中枢の吻合が終了したのち、NT-SVGを心外膜にフィブリン糊を用いて固定するようにしてからは、ねじれを経験していない。また、NT-SVG採取時に片側にしっかりマーキングを行っておくことも肝要である。

最後にNT-SVGの長期成績については、現在のところ、特定の施設のみのデータしかなく、エビデンスのレベルとしては十分とはいえない。臨床成績の長期の蓄積がまだ必要な段階である。現在、NT-SVGの有効性を検証するため、北米を中心に多施設無作為臨床試験SUPERIOR SVG Trial²⁷⁾が行われており、通常採取方法のSVGとNT-SVGの臨床成績の違いを明らかにできる可能性がある。

VII. おわりに

SVGを愛護的に採取し、過伸展させないNT SVGは、比較的簡便にできる採取手技であり、SVGへの組織傷害が少ないことは明らかであるが、長期成績に関してはさらなる検討が必要である。この手技がSVG開存率の向上に寄与するかは、もっと年月が経過しなければ分からないが、大事なグラフト材料であるSVGを丁寧に愛護的に採取することが、バイパス患者の遠隔期予後を改善する可能性はあると思われる。

本論文に関して、開示すべき利益相反関係はない。

文 献

- 1) Endo M, Nishida H, Tomizawa Y, et al: Benefit of bilateral over single internal mammary artery grafts for multiple coronary artery bypass grafting. *Circulation* 2001; **104**: 2164-2170
- 2) Kieser TM, Lewin AM, Graham MM, et al: APPROACH Investigators: Outcomes associated with bilateral internal thoracic artery grafting: the importance of age. *Ann Thorac Surg* 2011; **92**: 1269-1275, discussion: 1275-1276
- 3) Hillis LD, Smith PK, Anderson JL, et al: American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines: 2011 ACCF/AHA guideline for coronary artery bypass graft surgery: executive summary: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2012; **143**: 4-34
- 4) Kolh P, Windecker S, Alfonso F, et al: Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery; European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions: 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization: the Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). Developed with the special contribution of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI). *Eur J Cardiothorac Surg* 2014; **46**: 517-592
- 5) Glineur D, D'hoore W, de Kerchove L, et al: Angiographic predictors of 3-year patency of bypass grafts implanted on the right coronary artery system: a prospective randomized comparison of gastroepiploic artery, saphenous vein, and right internal thoracic artery grafts. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2011; **142**: 980-988
- 6) Samano N, Geijer H, Liden M, et al: The no-touch saphenous vein for coronary artery bypass grafting maintains a patency, after 16 years, comparable to the left internal thoracic artery: A randomized trial. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2015; **150**: 880-888
- 7) Dreifaldt M, Mannion JD, Bodin L, et al: The no-touch saphenous vein as the preferred second conduit for coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 2013; **96**: 105-111
- 8) Kim YH, Oh HC, Choi JW, et al: No-touch saphenous vein harvesting may improve further the patency of saphenous vein composite grafts: early outcomes and 1-year angiographic results. *Ann Thorac Surg* 2017; **103**: 1489-1497
- 9) Hattler B, Messenger JC, Shroyer AL, et al: Veterans Affairs Randomized On/Off Bypass (ROOBY) Study Group: Off-pump coronary artery bypass surgery is associated with worse arterial and saphenous vein graft patency and less effective revascularization: Results from the Veterans Affairs Randomized On/Off Bypass (ROOBY) trial. *Circulation* 2012; **125**: 2827-2835
- 10) Kim KB, Lim C, Lee C, et al: Off-pump coronary artery bypass may decrease the patency of saphenous vein grafts. *Ann Thorac Surg* 2001; **72**: S1033-1037
- 11) Lopes RD, Hafley GE, Allen KB, et al: Endoscopic versus open vein-graft harvesting in coronary-artery bypass surgery. *N Engl J Med* 2009; **361**: 235-244
- 12) Stigler R, Steger C, Schachner T, et al: The impact of distension pressure on acute endothelial cell loss and neointimal proliferation in saphenous vein grafts. *Eur J Cardiothorac Surg* 2012; **42**: e74-79
- 13) Verma S, Lovren F, Pan Y, et al: Pedicled no-touch saphenous vein graft harvest limits vascular smooth muscle cell activation: the PAT-ENT saphenous vein graft study. *Eur J Cardiothorac Surg* 2014; **45**: 717-725
- 14) Liu Y, Sinha S, McDonald OG, et al: Kruppel-like factor 4 abrogates myocardin-induced activation of smooth muscle gene expression. *J Biol Chem* 2005; **280**: 9719-9727
- 15) Miano JM, Long X, Fujiwara K: Serum response factor: master regulator of the actin cytoskeleton and contractile apparatus. *Am J Physiol Cell Physiol* 2007; **292**: C70-81

- 16) Ritman EL, Lerman A: The dynamic vasa vasorum. *Cardiovasc Res* 2007; **75**: 649–658
- 17) Lescalié F, Germouty I, Chevalier JM, et al: Extrinsic arterial supply of the great saphenous vein: an anatomic study. *Ann Vasc Surg* 1986; **1**: 273–277
- 18) Crotty TP: The path of retrograde flow from the lumen of the lateral saphenous vein of the dog to its vasa vasorum. *Microvasc Res* 1989; **37**: 119–122
- 19) Dreifaldt M, Souza DS, Loesch A, et al: The “no-touch” harvesting technique for vein grafts in coronary artery bypass surgery preserves an intact vasa vasorum. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2011; **141**: 145–150
- 20) Dreifaldt M, Souza D, Bodin L, et al: The vasa vasorum and associated endothelial nitric oxide synthase is more important for saphenous vein than arterial bypass grafts. *Angiology* 2013; **64**: 293–299
- 21) Hinokiyama K, Valen G, Tokuno S, et al: Vein graft harvesting induces inflammation and impairs vessel reactivity. *Ann Thorac Surg* 2006; **82**: 1458–1464
- 22) Özcan G, Selami G, Demet G, et al: Comparison of vasospasm and vasodilatation response of saphenous vein grafts harvested by conventional and no-touch techniques. *Türk Göğüs Kalp Damar Cerrahisi Dergisi* 2012; **20**: 510–514
- 23) Taggart DP, Amin S, Djordjevic J, et al: A prospective study of external stenting of saphenous vein grafts to the right coronary artery: the VEST II study. *Eur J Cardiothorac Surg* 2017; **51**: 952–958
- 24) Meirson T, Orion E, Di Mario C, et al: Flow patterns in externally stented saphenous vein grafts and development of intimal hyperplasia. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2015; **150**: 871–878
- 25) Shah PJ, Gordon I, Fuller J, et al: Factors affecting saphenous vein graft patency: clinical and angiographic study in 1402 symptomatic patients operated on between 1977 and 1999. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003; **126**: 1972–1977
- 26) Une D, Kulik A, Voisine P, et al: Correlates of saphenous vein graft hyperplasia and occlusion 1 year after coronary artery bypass grafting: analysis from the CASCADE randomized trial. *Circulation* 2013; **128** (Suppl 1): S213–218
- 27) Improving the Results of Heart Bypass Surgery Using New Approaches to Surgery and Medication (SUPERIORSVG). <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT01047449>