

PTCAktuell

NEWSLETTER DEZEMBER 2004 / Nr. 28



Joachim Schofer

Der arterielle Zugang –
jeder macht es anders

1

Dierk Scheinert und
Andrej Schmidt

Arterielle Zugangs-
wege zur Diagnostik
und Intervention

2

Sigmund Silber

Vermeidung peripherer
Gefäßkomplikationen
durch Verwendung
moderner arterieller
Verschlussysteme

10

Hans Krankenberg und
Thilo Tübler

Komplikationen nach
arterieller Punktion und
ihre Behandlung

18

Wolfgang Rutsch

PTCA Kolloquium

28

Vermeidung peripherer Gefäßkomplikationen nach Koronarintervention durch Verwendung moderner arterieller Verschlussysteme

Sigmund Silber, München

Seit der Einführung des ersten femoralen Verschlussystems 1991 (1) sind in den letzten Jahren viele verschiedene Verschlussysteme erfunden und klinisch getestet worden. Zusätzlich erhoffte man sich eine im Vergleich zur manuellen Kompression niedrigere Rate an peripheren Komplikationen.

Femorale Verschlussysteme können in „passive“ und „aktive“ Konzepte unterteilt werden (Tabelle 1). Passive Systeme üben von außen mechanischen Druck auf die Punktionsstelle aus – sie ersetzen lediglich die Hand des Menschen. Da sie naturgemäß die Hämostasezeit nicht verkürzen und der manuellen Kompression nicht überlegen sind (2), werden sie im Folgenden nicht näher besprochen.

Aktive Verschlussysteme bewirken entweder über kollagenunterstützte, thrombogene Substanzen oder über eine Gefäßnaht eine rasche Hämostase (Tabelle 1 und 2).

In letzter Zeit kamen weitere innovative Konzepte hinzu. Scheiben (disks) dichten das Gefäß vorübergehend von innen ab, während Metallklammern (ähnlich wie Heftklammern) dauerhaft auf der Gefäßoberfläche verbleiben. Diverse Pflaster geben Stoffe in die Tiefe der Leiste ab, die zu einer rascheren Hämostase führen sollen, wie zum Beispiel aus Mikroalgen isoliertes Poly-N-acetyl-glucosamin, Chitosan, Polyprolat oder Polysaccharide bzw. Stärke (Tabelle 1).

Ultraschall kann „therapeutisch“ über Energieabgabe an das Gewebe über der Arterie zur Hämostase führen. Da für diese Neuentwicklungen jedoch noch keine prospektiven, randomisierten, kontrollierten Multicenter-Studien vorliegen, werden sie aus Platzgründen hier nicht weiter besprochen.

Die vier Konzepte im Vergleich

Die vier zurzeit gebräuchlichsten Systeme zum Verschluss von Femoralis-Punktionsstellen sind Angio-Seal (46 %), Perclose (32 %), Vaso-Seal (14 %) und Duett (3%) (3). Diese vier hauptsächlich verwendeten Verschlussysteme sind in den Abb 1 - 4 dargestellt. Ein Vergleich ihrer Wirkmechanismen geht aus Tabelle 2 hervor.

Die Öffnung im Gefäß bleibt bei VasoSeal und Duett unverändert, sie hängt nur von der Schleusengröße ab. Die ursprüngliche Version von VasoSeal bringt nichts in das Gefäßlumen ein, während die neuen Versionen VasoSeal ES und das Duett einen temporären intraarteriellen Draht bzw. Ballon verwenden.

Angio-Seal hinterlässt den Anker im Gefäß, welcher dort absorbiert wird. Der Stichkanal wird durch VasoSeal – nicht aber durch die neuen Perclose oder Angio-Seal-Systeme – erweitert. VasoSeal schließt weitgehend den Stichkanal, welcher bei Perclose und Angio-Seal offen bleibt und eine Sickerblutung auch bei guter Hämostase der Arterie begünstigt.



Abb 1: Angio-Seal (STS Plus System von St. Jude Medical). Der Dilator erleichtert die Orientierung, sodass der Rückfluss des Blutes eine exakte Positionierung des Ankers ermöglicht. Näheres siehe Tabelle 2

1. passive Verschlussysteme
C-clamp®, FemoStop®, Caow®
2. aktive Verschlussysteme
a) kollagenunterstützte Verschlussysteme:
• klassische Systeme: Angio-Seal®, VasoSeal®, Duett®
• neue Systeme: NeoMend®, FlowSeal®, QuickSeal®, (SUB-Q®), Matrix VSG
b) Verschlussysteme mit Gefäßnaht:
• klassische Systeme: Perclose®
• neue Systeme: SuperStich®, X-Press®, VascuLock®
c) neuere Konzepte:
• Scheibe: BioDisk®
• Doppelballon: Epiclose®
• Klammer: Angiolink®, Starclose®
• Pflaster: Syvek®, Chito-Seal®, Clo-Sur P.A.D.®, MPatchH®, D-Stat Dry®
• Ultraschall: (Thera) SoundSeal®

Tabelle 1: Systematische Klassifikation der 24 femoralen Verschlussysteme

Das Duett-System verschließt sowohl das Gefäß als auch den gesamten Stichkanal. Bei einer Schleusengröße von 6-8F ist jedes der Systeme wirksam. Bei 9F kann Duett und Perclose, evtl. auch das 8F Angio-Seal verwendet werden. Für 10F oder größere Schleusen bis zu 22F (z.B. Stenting von Aortenaneurysmen) ist nur Perclose verfügbar (4).

Vergleich der Wirksamkeit

Ein detaillierter Vergleich der Wirksamkeit arterieller Verschlussysteme erfolgte bereits an anderer Stelle (5). Für alle vier Verschlussysteme wurde ihre Wirksamkeit in jeweils einer prospektiven, randomisierten, kontrollierten Multicenterstudie unter Beweis gestellt.

Basierend auf zehn Vergleichsstudien mit überwiegend bzw. ausschließlich Koronarinterventionen an 8832 Patienten wurde die Wirksamkeit und Sicherheit der Verschlussysteme ana-



Abb 2: Perclose AT (Abbott Vascular Devices). Das „AT“ steht für „automatisches Knoten“, welches die Anzahl der erforderlichen Schritte reduziert. Näheres siehe Tabelle 2

Abb 3: (unten) VasoSeal Elite (Datascope): Rasches Verschließen mittels eines Kollagenpfropfens. Näheres siehe Tabelle 2

lysiert. Eine gesicherte Überlegenheit des einen oder anderen Verschlusssystems konnte jedoch nicht abgeleitet werden.

Die Erfolgsraten der einzelnen Systeme sind vergleichbar:

- Angio-Seal (88-100 %)
- Perclose (90-100 %)
- VasoSeal (88-100 %)
- Duett (98-100 %).

In den meisten dieser Studien wurde die Zeit zur vollständigen Blutstillung mit 2-4 Minuten für Angio-Seal, 11-19 Minuten für Perclose, 5-13 Minuten für VasoSeal und bis zu 6 Minuten für Duett angegeben (6-9). Bei Patienten mit Glykoprotein-IIb/IIIa-Inhibitoren scheinen alle vier Verschlusssysteme gut wirksam zu sein (Tabelle 3).

Vergleich der Sicherheit

Die in zahlreichen Studien veröffentlichten Daten für kleinere Komplikationen betragen 6,7% für Angio-Seal, 5,3 % für Perclose, 7,6 %



für VasoSeal und 2,1 % für Duett, bei größeren Komplikationen 1,8% für Angio-Seal, 4 % für Perclose, 3,8 % für VasoSeal und 3,6 % für Duett (7, 9).

Neben den allgemeinen peripheren Komplikationen (siehe oben) gibt es für jedes Verschlusssystem spezifische Komplikationsmöglichkeiten. Bei Angio-Seal (10) kann es zu einer versehentlichen intraarteriellen Applikation des Kollagens kommen, was gelegentlich einen chirurgischen Eingriff erforderlich machen kann (11). Bei Perclose ist eine nahtbedingte Stenose der A. femoralis beschrieben (12). Bei VasoSeal (13) waren versehentliche intraarterielle Applikationen der Kollagenpfropfen nicht selten (14, 15) und auch bei Duett (16) besteht die Möglichkeit der versehentlichen intraarteriellen Injektion des Kollagen-Thrombin-Gemisches (17).

	Angio-Seal®	Perclose®	VasoSeal®	Duett®
Konzept:	„Sandwich“	Gefäßnaht	Kollagenpfropf	Gel
temporäre interarterielle Führung:	+ (Anker)	+ (Führungsdraht)	+ (Führungsdraht)	+ (Ballon)
Verschlussmaterial:	Kollagen+Anker	Faden	Kollagen	Kollagen+Thrombin
absorbierbar:	+	-	+	+
System vergrößert nicht die arterielle Punktionsöffnung:	(+)	(+)	+	+
System verschließt die art. Punktionsöffnung und den Stichkanal:	-	-	+	+
erneute Applikation bei initialem Misserfolg:	-	+	-	-
keine intraarteriellen „Rückstände“:	-	+	+	+
Anwendung auch ohne Assistenz:	+	+	+	+
schnelle und komplette Hämostase:	+	+	+	+
100% wirksam:	-	-	-	-
100% sicher:	-	-	-	-

Tabelle 2: Vergleich der vier hauptsächlich verwendeten Verschlusssysteme

Können Verschlusssysteme periphere Komplikationen vermindern?

Ohne Zweifel haben femorale Verschlusssysteme seit ihrer Einführung sowohl bei diagnostischen Herzkathetern als auch bei Koronarinterventionen die Hämostasezeit deutlich reduziert (5). Die zentrale Frage war von Anfang an, ob gleichzeitig auch die peripheren Komplikationen gesenkt werden.

Überraschend zeigte eine 1998 veröffentlichte Metaanalyse von 6 007 Patienten nach Koronarintervention (18), dass femorale Verschlusssysteme die Rate an größeren Komplikationen im Vergleich zur manuellen Kompression von 1,6 % auf 3,2 % signifikant erhöhten (Tabelle 3).

Bald erschien ein Single-Center-Bericht (19) mit über 5 093 Patienten, der diese Metaanalyse bestätigte (Tabelle 3). Der aussagekräftigste

Prädiktor für eine periphere Blutung mit einem Abfall des Hämatokrits über 15 % war die Verwendung eines Verschlusssystems (19).

Im gleichen Jahr erschien eine weitere Single-Center-Veröffentlichung an 3 027 Patienten (20), die dann erstmals zeigte, dass bei Patienten mit Glykoprotein-IIb/IIIa-Rezeptorinhibitoren die Verwendung eines Verschlusssystems sicherer ist als die manuelle Kompression (Tabelle 3).

Drei weitere Studien aus den Jahren 2002 und 2003 (21-23) bestätigen an 10 537 Patienten diesen Trend, wobei erstmals gezeigt wurde, dass auch kleinere Komplikationen durch die Verwendung von Verschlusssystemen gesenkt werden können (Tabelle 3).

Folgende Faktoren waren wahrscheinlich für die Verringerung der Komplikationen bei Verwendung von Verschlusssystemen in den letzten Jahren verantwortlich (24):

- die technischen Verbesserungen der Geräte,
- eine Angiographie der Femoralarterie vor der Entscheidung,
- ein Verschlussystem zu benutzen (Durchmesser der Femoralarterie, evtl. Plaques),
- eine bewusst sterile Technik,
- die Applikation der Verschlussysteme durch erfahrene Untersucher.

Die ursprüngliche Annahme, dass arterielle Verschlussysteme durch die Verminderung von peripheren Komplikationen Kosten sparend sein könnten, hat sich zunächst aufgrund der höheren Komplikationsraten nicht bestätigt (25, 26). Im günstigsten Fall erwiesen sich die Verschlussysteme als kostenneutral (27).

Bei den heute niedrigeren Komplikationsraten der Verschlussysteme (Tabelle 3) hat eine ak-

tuelle Studie in der Schweiz eine Verringerung der Krankenhauskosten um 13% – durch kürzere Aufenthaltszeiten und Reduzierung der Personalkosten – belegt (28).

Verschlussysteme sollten vor allem nach Koronarinterventionen immer dann bevorzugt werden, wenn längere Liegezeiten in Rückenlage vom Patienten nicht toleriert werden (z. B. Rückenbeschwerden, Harnblasen- und Prostataleiden, Hautdruckstellen, neurologische und psychiatrische Erkrankungen).

Auch bei eventuell rascher Rückverlegung in die zuweisende Institution sind arterielle Verschlussysteme sinnvoll, insbesondere wenn Glykoprotein-IIb/IIIa-Inhibitoren verabreicht wurden.



Abb 4: Duett (Vascular Solutions) ist ein Zwei-Komponenten-System. Der Ballonkatheter bleibt nur vorübergehend intravasal, während das Procoagulans durch die Schleuse appliziert wird. Näheres siehe Tabelle 2

zeitiger Steigerung des Wohlbefindens der Patienten unter Beweis gestellt.

Zurzeit gibt es 24 arterielle Verschlussysteme mit unterschiedlichen Konzepten, wie zum Beispiel reines Kollagen, Kollagen + Thrombin, Kollagen + Anker, Gefäßnaht, Scheiben, hämostatische Pflaster, Klammern und andere.

Die vier derzeit gebräuchlichsten Systeme sind Angio-Seal® (46%), Perclose® (32%), VasoSeal® (14%) und Duett® (3%). Für alle diese vier Verschlussysteme wurde ihre Wirksamkeit in jeweils einer prospektiven, randomisierten, kontrollierten Multicenterstudie unter Beweis gestellt.

Basierend auf zehn Vergleichsstudien mit überwiegend bzw. ausschließlich Koronarinterventionen an 8832 Patienten wurden Wirksamkeit und Sicherheit der Verschlussysteme analysiert.

Eine gesicherte Überlegenheit des einen oder anderen Verschlussystems konnte nicht abgeleitet werden. Erfreulicherweise zeichnet sich in den letzten Jahren der Trend ab, dass Verschlussysteme im Vergleich zur manuellen Kompression die Rate an peripheren Komplikationen reduzieren. Somit sind arterielle Verschlussysteme zunehmend kosteneffizient.

Prof. Dr. med. Sigmund Silber
F.A.C.C., F.E.S.C.
Kardiologische Gemeinschaftspraxis und
Praxisklinik
Am Isarkanal 36
D - 81379 München
Tel: 089 - 742 151 30
Fax: 089 - 742 151 31
E-Mail: silber@med.de

Studie	Publikationsjahr	Parameter	manuelle Kompression	Verschlussysteme	verwendete Verschlussysteme	Kommentar
Silber [18]	1998	Patienten % Pat. mit GP IIb/IIIa kleinere Komplikationen größere Komplikationen	n=1320 - 7,7% 1,6%	n=1360 - 7,3% 3,2%	VasoSeal®, Angio-Seal®	manuelle Kompression sicherer als Verschlussysteme
Dangas [19]	2001	Patienten % Pat. mit GP IIb/IIIa Hämatom Hämatokrit-Abfall > 15 % Chirurgische Revision	n=4596 6% 5,1% 2,5% 1,3%	n=497 5% 9,3% 5,2% 2,5%	Angio-Seal®, Duett®, VasoSeal®, Perclose® (Prostar® + Techstar®)	manuelle Kompression sicherer als Verschlussysteme
Resnic [20]	2001	Patienten % Pat. mit GP IIb/IIIa größere Komplikationen (alle) größere Komplikationen (GP)	n=1542 49% 5,32% 5,51%	n=1485 46% 3,03% 2,34%	Angio-Seal®, VasoSeal®, Perclose® (Prostar®)	Verschlussysteme sicherer als manuelle Kompression
Kim [21]	2002	Patienten % Pat. mit GP IIb/IIIa kleinere Komplikationen größere Komplikationen	n=4428 83% 6,1% 1,9%	n=1120 85% 5,2% 0,96%	Perclose® (Closer®), VasoSeal®, Duett®	Verschlussysteme sicherer als manuelle Kompression
Apple-gate [22]	2002	Patienten % Pat. mit GP IIb/IIIa kleinere Komplikationen größere Komplikationen alle	n=1824 100% 1,8% 1,3% 2,5%	n=2553 100% 0,8% 0,9% 1,5%	Angio-Seal®, Perclose® (Prostar® + Techstar®)	Verschlussysteme sicherer als manuelle Kompression
Che-valier [23]	2003	Patienten % Pat. mit GP IIb/IIIa längere Blutungen kumulative Kompl. nach 1 Wo	n=306 1% 13% 18%	n=306 2% 1,3% 5,9%	nur Angio-Seal®	Angio-Seal® sicherer als manuelle Kompression

Tabelle 3: Fortschritte in der Sicherheit von Verschlussystemen durch Verringerung peripherer arterieller Komplikationen (* p < 0,05)

Bei Vorhandensein einer peripheren arteriellen Verschlusskrankheit mit Stenosierung oder erheblicher Plaquebildung im Bereich der A. femoralis communis oder A. iliaca externa oder sehr dünnkalibrigen Gefäßen sollten Verschlussysteme in der Regel nicht verwendet werden. Bei Patienten mit bekannter arterieller Verschlusskrankheit sollte daher unbedingt vor eventueller Applikation eines Verschlussystems ein „Schleusenangio“ angefertigt werden.

Zusammenfassung

Für diagnostische Herzkatheter und Koronarinterventionen ist die A. femoralis mit über 95% der meistbenutzte Zugang. Die Blutstillung der A. femoralis nach Koronarintervention mittels manuellen „Abdrückens“ und anschließendem Anlegen eines Druckverbandes führt jedoch zur unbequemen mehrstündigen Immobilisierung der Patienten.

Seit der Einführung des ersten femoralen Verschlussystems 1991 haben zahlreiche Verschlussysteme das Konzept der signifikanten Verringerung der Hämostasezeit bei gleich-

Literatur

- [1] Ernst S, Kloss R, Schröder R, Kaltenbach M, Sigwart U, Sanborn TA. Immediate sealing of arterial puncture sites after catheterization and PTCA using a vascular hemostasis device with collagen: an international registry. *Circulation* 1991;84:1-272
- [2] Lehmann KG, Heath-Lange SJ, Ferris ST. Randomized comparison of hemostasis techniques after invasive cardiovascular procedures. *Am Heart J* 1999;138:1118-1125
- [3] Weinstein M. Vascular Closure. In: Cardiovascular Device Handbook. 2003. J.P. Morgan Securities Inc: New York. p. 91-95
- [4] Krajcer Z, Howell M. A novel technique using the percutaneous vascular surgery device to close the 22 French femoral artery entry site used for percutaneous abdominal aortic aneurysm exclusion. *Catheter Cardiovasc Interv* 2000;50:356-360
- [5] Lochow P, Silber S. Sofortige Blutstillung der Arteria femoralis nach Herzkatheter: Aktueller Stand der Verschlussysteme. *Dtsch Med Wochenschr* 2004;129:1753-1758
- [6] Eggebrecht H, Haude M, Baumgart D, Oldenburg O, Herrmann J, Bruch C, Hunold P, Neurohr C, von Birgelen C, Welge D, Katz MA, Erbel R. Hemostatic closure of arterial puncture site using *Angio-Seal* after diagnostic heart catheterization or coronary intervention. Hämostatischer Verschluss der arteriellen Punktionsstelle mittels *Angio-Seal* nach diagnostischer Herzkatheteruntersuchung oder Koronarintervention. *Herz* 1999;24:607-613
- [7] Silber S. Rapid hemostasis of arterial puncture sites with collagen in patients undergoing diagnostic and interventional cardiac catheterization. *Clin Cardiol* 1997;20:981-992
- [8] Gerckens U, Cattelaens N, Muller R, Lampe EG, Grube E. Percutaneous suture closure of the femoral artery access after diagnostic heart catheter examination or coronary intervention. Perkutaner Nahtverschluss von Femoralarterienzugängen nach diagnostischer Herzkatheteruntersuchung oder Koronarintervention. *Dtsch Med Wochenschr* 1996;121:1487-1491
- [9] Silber S. 10 Jahre arterielle Verschlussysteme: Eine kritische Analyse ihrer Anwendung nach PTCA. *Z Kardiol* 2000;89:383-389
- [10] Silber S, Dörr R, Mühling H, König U. Sheath pulling immediately after PTCA: comparison of two different deployment techniques for the hemostatic puncture closure device: a prospective, randomized study. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1997;41:378-383
- [11] Silber S, Schön N, Seidel N, Heiss-Bogner J. Akzidenteller Verschluss einer A. femoralis communis nach *Angio-Seal* Applikation. *Z Kardiol* 1998;87:51-55
- [12] Gemmete JJ, Dasika N, Forauer AR, Cho K, Williams DM. Successful Angioplasty of a Superficial Femoral Artery Stenosis Caused by a Suture-Mediated Closure Device. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2003;26:410-412
- [13] Silber S, Björvik A, Mühling H, Rösch A. Usefulness of collagen plugging with *VasoSeal* after PTCA/as compared to manual compression with identical sheath dwell times. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1998;43:421-427
- [14] Camenzind E, Grossholz M, Urban P, Dorsaz PA, Didier D, Meier B. Collagen application versus manual compression: a prospective randomized trial for arterial puncture site closure after coronary angioplasty. *J Am Coll Cardiol* 1994;24:655-662
- [15] von Hoch F, Neumann FJ, Theiss W, Kastrati A, Schömig A. Efficacy and safety of collagen implants for haemostasis of the vascular access site after coronary balloon angioplasty and coronary stent implantation. A randomized study. *Eur Heart J* 1995;16:640-646
- [16] Silber S, Gershony G, Schön B, Schön N, Jensen T, Schramm W. A novel vascular sealing device for closure of percutaneous arterial access sites. *Am J Cardiol* 1999;83:1248-1252
- [17] Silber S, Tofte AJ, Kjelleved TO, Grube E, Gershony G. Final report of the European multi-center registry using the *Duett* vascular sealing device. *Herz* 1999;24:620-623
- [18] Silber S. Hemostasis success rates and local complications with collagen after femoral access for cardiac catheterization: analysis of 6007 published patients. *Am Heart J* 1998;135:152-156
- [19] Dargas G, Mehran R, Kokolis S, Feldman D, Satler LF, Pichard AD, Kent KM, Lansky AJ, Stone GW, Leon MB. Vascular complications after percutaneous coronary interventions following hemostasis with manual compression versus arteriotomy closure devices. *J Am Coll Cardiol* 2001;38:638-641
- [20] Resnic FS, Blake GJ, Ohno-Machado L, Selwyn AP, Popma JJ, Rogers C. Vascular closure devices and the risk of vascular complications after percutaneous coronary intervention in patients receiving glycoprotein IIb/IIIa inhibitors. *Am J Cardiol* 2001;88:493-496
- [21] Kim MC, Kini AS, Lee PC, Mitre CA, Doshi SN, Mukallam S, Sharma SK. Does the Use of Vascular Closure Devices Decrease Vascular Complications in the Current Era of Percutaneous Coronary Interventions? *Am J Cardiol* 2002;90:169 H
- [22] Applegate RJ, Grabarczyk MA, Little WC, Craven T, Walkup M, Kahl FR, Braden GA, Rankin KM, Kutcher MA. Vascular closure devices in patients treated with anticoagulation and IIb/IIIa receptor inhibitors during percutaneous revascularization. *J Am Coll Cardiol* 2002;40:78-83
- [23] Chevalier B, Lancelin B, Koning R, Henry M, Gommeaux A, Pilliere R, Elbaz M, Lefevre T, Boughalem K, Marco J, Dupouy P. Effect of a closure device on complication rates in high-local-risk patients: results of a randomized multicenter trial. *Catheter Cardiovasc Interv* 2003;58:285-291
- [24] Turi ZG. News you can't use much longer: the low-volume retrospective closure device comparison. *Catheter Cardiovasc Interv* 2003;58:6-7
- [25] Bos JJ, Hunink MG, Mali WP. Use of a collagen hemostatic closure device to achieve hemostasis after arterial puncture: a cost-effectiveness analysis. *J Vasc Interv Radiol* 1996;7:479-486
- [26] Dick RJ, Popma JJ, Muller DW, Burek KA, Topol EJ. In-hospital costs associated with new percutaneous coronary devices. *Am J Cardiol* 1991;68:879-885
- [27] Zhang Z, Mahoney EM, Gershony G, Ellis S, Saucedo JF, Talley JD, Feldman T, Weintraub WS. Impact of the *Duett* sealing device on quality of life and hospitalization costs for coronary diagnostic and interventional procedures: Results from the Study of Economic and Quality of Life substudy of the *SEAL* trial. *Am Heart J* 2001;142:982-988
- [28] Rickli H, Unterweger M, Sutsch G, Brunner-La Rocca HP, Sagmeister M, Ammann P, Ammann FW. Comparison of costs and safety of a suture-mediated closure device with conventional manual compression after coronary artery interventions. *Catheter Cardiovasc Interv* 2002;57:297-302