

A. Vogt
A. Albrecht
G. Breithardt
R. Brennecke
T. Fetsch
C. W. Hamm
M. Haude
C. Leuner
S. Schneider
S. Silber
U. Zeymer

Positionspapier zur Qualitätssicherung in der invasiven Kardiologie

Sind Mindestmengen bei perkutaner Koronarangioplastie evidenzbasiert?

Herausgegeben vom Vorstand der
Deutschen Gesellschaft für Kardiologie –
Herz- und Kreislaufforschung e.V.

Bearbeitet im Auftrag der Kommission
für Klinische Kardiologie

R. H. Strasser, D. Andresen, F. de Haan, G. Ertl,
H. Mudra, A. Osterspey, H. J. Trappe, K. Werdan,
außerdem G. Arnold, H. H. Hoffmeister, E. Fleck

Nach dem allgemeinen Prinzip des „Übung macht den Meister“ erscheint es plausibel, dass zwischen der Häufigkeit einer ärztlichen Intervention und dem Behandlungsergebnis ein positiver Zusammenhang besteht. Für eine Reihe ärztlicher Interventionen ist tatsächlich ein Zusammenhang zwischen dem Leistungsvolumen und der Ergebnisqualität belegt. Hierbei handelt es sich in erster Linie um zahlenmäßig im einzelnen Zentrum seltene chirurgische Eingriffe wie Pankreas- oder Ösophagusresektionen bei Karzinomen. Für die Koronardilatation sind in einigen älteren amerikanischen Studien ebenfalls Beziehungen zwischen dem Volumen und dem Ergebnis der Intervention nachgewiesen worden, die jedoch im Vergleich zu chirurgischen Maßnahmen quantitativ nur minimal sind [1]. Die in Deutschland geführten Register und Datenbanken zur Qualitätskontrolle der Koronarinterventionen ergeben keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Leistungsvolumen und der Ergebnisqualität. Für eine verbindliche Mindestmengenvorschrift in Deutschland gibt es deshalb auf der Basis dieser Registerdaten keine wissenschaftliche Grundlage.

Derzeit werden von der Gesundheitspolitik verschiedene konkrete Mindestmengen für die perkutane Koronarintervention (PCI) diskutiert bzw. sind bereits vereinbart:

| | Mindestmenge/ Zentrum | Mindestmenge/ Untersucher |
|---|--------------------------|------------------------------|
| DGK-Leitlinie 2003 | 200 | 75 |
| Vereinbarung für Vertragsärzte gem. § 135 SGB V von 1999 | – | 50 |
| VDAK-Vertragsentwurf gem. § 137 SGB V von 2003 | 150 | 75 |

Für die Vertragsärzte wurde zusätzlich zur jährlichen Mindestmenge als Eingangsvoraussetzung die selbstständige Durchführung von mindestens 1000 Linksherzkathetern und 300 PCI innerhalb der letzten 4 bzw. 3 Jahre vor Beantragung der Zulassung bindend vereinbart. Die unterschiedliche Höhe der diskutierten Mindestmengen belegt die Unsicherheit der Empfehlungen, die durchweg in der Höhe nicht auf durch Studien belegter Evidenz sondern letztlich nur auf einem Konsens beruhen.

Angesichts dieser Empfehlungen stellen sich folgende Fragen:

- 1) Welche Daten belegen den Zusammenhang zwischen Qualität und Quantität der Interventionen?
- 2) Gibt es eine evidenzbasierte konkrete Mindestmenge, oberhalb derer die Versorgungsqualität zunimmt?
- 3) Welche Auswirkungen hätte es, wenn Mindestmengen zwingend vorgeschrieben würden?

Prof. Dr. Ruth H. Strasser (✉)
Technische Universität Dresden
Medizinische Klinik II/Kardiologie
Fetscherstraße 76
01307 Dresden, Germany

Prof. Dr. A. Vogt
Medizinische Klinik II
Klinikum Kassel
Mönchebergstraße 41–43
34125 Kassel, Germany

Ältere Studien zur Beziehung zwischen Interventionsvolumen und Behandlungsergebnis

Die Leitlinie KHK der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie aus dem Jahr 2003 empfiehlt eine Mindestmenge von 75 PCI je Untersucher und 200 je Zentrum und Jahr [2]. Sie orientiert sich dabei an den älteren Empfehlungen der ACC/AHA [3], die aufgrund eines

Expertenkonsenses (Evidenzklasse C) Mindestmengen von 400 PCI pro Zentrum und Jahr bzw. 75 PCI pro Untersucher und Jahr fordern. Diese Empfehlungen werden in der neuesten Literatur allerdings kritisch hinterfragt, und zumindest die konkrete Mindestmenge von 400 jährlichen Interventionen pro Zentrum wird angezweifelt [4].

■ Zahl der Eingriffe und Ergebnisqualität

Die amerikanische Task Force stützt ihre Empfehlung auf eine Reihe von Arbeiten aus den Jahren 1995 bis 1997, die anhand von Registern eine negative Korrelation zwischen Interventionsvolumina und Komplikationsraten feststellten [5–9]. Eine grobe Übersicht über diese Studien gibt die folgende Tabelle:

| | Untersucher-Volumen | Labor-Volumen |
|-------------------|---|--|
| Kimmel 1995 [9] | Nicht untersucht | > 400 weniger schwere Komplikationen |
| Shook 1996 [10] | < 50 mehr Not-OP/ Morbidität | Monozentrische Studie |
| Ellis 1997 [5] | < 70 mehr Tod/MI/ Not-OP | Alles große Zentren (> 1000/Jahr) |
| Hannan 1997 [6] | < 75 mehr Tod/ in-hosp. CABG | < 600 mehr Tod/in-hosp. CABG |
| Jollis 1997 [7] | < 75 MEDICARE-Pt. (\approx 150) mehr in-hosp. CABG | < 200 MEDICARE-Pt. (\approx 400) mehr Tod und in-hosp. CABG |
| Kastrati 1998 [8] | < 90 Stents mehr 30-Tg.-Tod/ OP/Infarkt | Monozentrische-Studie |
| Malenka 1999 [11] | Kein Unterschied für 3 Terzile mit $\pm \approx$ 68/ 115/209/J. | 5 große Zentren (> 600/Jahr) |

Abgesehen von der Untersuchung von Kastrati et al. [8] beziehen sich alle Studien auf Interventionen aus den Jahren 1991 bis 1996, so dass der ganz überwiegende Teil ausschließliche Ballondilatationen waren. Sie spiegeln deshalb nicht die derzeit übliche Technik der Koronarintervention wieder, die in der Regel eine Stent-Implantation sowie verbesserte Vor- und Nachbehandlung der Patienten einschließt. Generell ist bei der Bewertung dieser frühen Studien zu berücksichtigen, dass Unterschiede zwischen großen und kleinen Zentren seit dem Anfang der 90er Jahre über die Zeit deutlich kleiner geworden sind [12].

Eine Interaktion zwischen Untersucher- und Laborvolumen bezüglich des Outcome wurde nur in der Studie von Jollis et al. [7] gefunden. Die Komplikationsrate war geringer bei Untersuchern mit > 75 Prozeduren in Zentren mit > 200 Interventionen jährlich.

Kastrati et al. analysierte ausschließlich Koronarstenting [8]. Hier hatten Untersucher mit < 90 Stents/Jahr eine Inzidenz von Tod, Infarkt oder Bypass-OP über 30 Tage von $4,59 \pm 1,17\%$, was signifikant über der Gesamt-Inzidenz von 2,99% lag. Beim Vergleich der Volumen-Outcome-Relation bei isolierter Ballondilatation und Stenting zeigt sich, dass zwar nach beiden Interventionen eine signifikante negative Beziehung zwischen Volumen und Sterblichkeit bzw. Bypass-Rate besteht, die Unterschiede sind jedoch bei Stentimplantation deutlich kleiner als bei isolierter Ballondilatation [13]. Da heutzutage in der Mehrzahl der Interventionen Stents implantiert werden, nimmt somit der Einfluss des Leistungsvolumens auf das Ergebnis ab.

Eine Besonderheit der oben zitierten amerikanischen Untersuchungen ist die im Schnitt nur geringe Interventionszahl je Untersucher, die in der Regel in Europa bei weitem übertroffen wird. Nur in der Analyse von Ellis et al. ist die mittlere Zahl von PTCA/Jahr/Untersucher mit 163 etwa unseren Standards vergleichbar, während bei Hannan [6] die mittlere Untersuchungsanzahl um 80, bei den anderen Studien nur 20–30 Interventionen jährlich lag. Insofern sind die Ergebnisse nicht auf europäische Verhältnisse übertragbar. Die neueste Untersuchung von Malenka et al. [11] zeigt in Zentren mit hohem Interventionsvolumen keine messbaren Unterschiede für Untersucher mit hoher und niedriger Interventionsfrequenz, hier sind ähnliche Untersuchungsanzahlen berichtet wie an vielen hiesigen Kliniken.

Aktuelle Daten aus Deutschland zur Beziehung zwischen Interventionsvolumen und Behandlungsergebnis

Das Register der ALKK hat keine Aufzeichnungen über einzelne Untersucher, es erlaubt jedoch eine Analyse zur Frage des Outcome nach Interventionsvolumen des Zentrums. Bei Auswertung aller Untersuchungen, einschließlich der Notfallinterventionen bei akutem Koronarsyndrom und frischem Herzinfarkt, aus den Jahren 1998–2000 ergibt sich hier folgendes Bild:

| Interv./ Jahr | Anzahl Zentren | Anzahl PCI | Tod/Infarkt/ OP | Gesamt-Komplik. |
|---------------|----------------|------------|-----------------|-----------------|
| < 200 | 16 | 7 351 | 2,53% | 4,97% |
| 200–400 | 24 | 17 864 | 2,63% | 5,11% |
| > 400 | 46 | 90 939 | 2,36% | 4,60% |

Die Gesamt-Komplikationen beziehen sich auf die Rate von Tod/Infarkt/OP plus Gefäßverschlüsse und Re-Interventionen. Die Unterschiede der Komplikati-

onsraten sind nicht signifikant. Auch bei multivariater Auswertung ist das jährliche Zentrums-Volumen kein unabhängiger Prädiktor für Komplikationen (signifikant sind hier PCI bei ACS, Stenose-Typ B2/C, Alter >70, weibliches Geschlecht, Mehrgefäß-KHK und LV-EF ≤ 30%).

Das QuIK-Register des Bundesverbands Niedergelassener Kardiologen (BNK) stellt in einer analogen Analyse der Interventionen im vertragsärztlichen Bereich aus den Jahren 2000-2002 ebenfalls keine Volumenabhängigkeit der Komplikationsraten fest [14]. Die Bundesgeschäftsstelle für Qualitätssicherung (BQS) hat die Daten der gesetzlich vorgeschriebenen bundesweiten Erfassung für 2002 aufgeschlüsselt nach Zentren mit den gleichen Volumina wie oben ausgewertet und anlässlich des 2. Qualitätsreports publiziert. Wie die nachfolgende Tabelle zeigt, ergeben sich auch hier keinerlei Unterschiede bezüglich der klinisch relevanten erfassten Komplikationen (Komplikationsraten in %).

| Komplikation | 1–200 PTCA 6316 Fälle 77 Zentren | 200–400 PTCA 22366 Fälle 76 Zentren | >400 PTCA/Jahr 111340 Fälle 141 Zentren |
|---------------------------|--|---|---|
| Infarkt | 0,38 | 0,62 | 0,36 |
| Schlaganfall | 0,08 | 0,10 | 0,06 |
| KM-Reaktion | 0,09 | 0,07 | 0,11 |
| Lungenembolie | 0,02 | 0,02 | 0,01 |
| Komplikation am Zugang | 0,60 | 0,49 | 0,35 |
| Sonstige Komplikationen | 0,98 | 1,60 | 1,33 |
| Tod „im Zusammenhang“ | 0,47 | 0,42 | 0,36 |
| Mindestens 1 Komplikation | 2,36 | 2,92 | 2,33 |

Statistisch signifikant sind die Differenzen zwischen den Fallzahlgruppen hier nur in zwei Punkten, der Infarktrate und der Inzidenz von Komplikationen am Zugang. Die Infarktrate ist aber gerade in den Zentren mit <200 Interventionen/Jahr genau so niedrig wie in denen mit >400 Eingriffen jährlich, so dass dieser Unterschied nicht für eine Mindestmengenregelung >200/Jahr grundlegend sein kann. Die Rate an Zugangskomplikationen unterscheidet sich zwischen den Fallzahlgruppen um ca. 0,1%. Mit Verschiebung aller Patienten aus der Gruppe <200 PTCA/Jahr könnten somit theoretisch zwischen 6 und 15 Zugangskomplikationen im Jahr in Deutschland vermieden werden. Ohne auf die unterschiedlichen Inzidenzen von Komplikationen in den drei deutschen Registern einzugehen, zeigen alle drei Datenbasen keinen Unterschied zwischen größeren und kleineren Zentren.

Zusammengefasst ist also ein Zusammenhang zwischen dem Outcome und dem Interventionsvolumen sowohl des durchführenden Arztes als auch des Zentrums überwiegend in älteren Studien festgestellt worden, die nicht den derzeitigen Stand der Behand-

lung widerspiegeln, da in erster Linie reine Ballondilatationen erfasst wurden. Mit der heute meist durchgeführten Stent-Implantation werden die Unterschiede zwischen großen und kleinen Zentren auch in amerikanischen Studien immer kleiner. Aufgrund der insgesamt geringen Inzidenz schwerer Komplikationen erscheint dies als ungeeigneter Parameter für den Qualitätsvergleich zwischen Zentren bzw. Untersuchern [15]. Zudem sind auch in den oben zitierten älteren Analysen die Unterschiede der Komplikationsraten zwischen den verschiedenen Größenklassen von Zentren zahlenmäßig sehr klein und nur durch die teilweise sehr hohen Gesamtzahlen statistisch signifikant. Die absoluten Differenzen bezüglich schwerer Komplikationen liegen in der Größenordnung von 1,2–1,8%, wobei die Sterblichkeit in der Mehrzahl der Studien nicht signifikant verschieden war für Untersucher mit großen und kleinen Interventionszahlen. Lediglich die Studie von Ellis et al. [5] zeigt für Untersucher mit <70 Interventionen jährlich eine mit 9% deutlich höhere Rate von Tod/Infarkt/Not-OP gegenüber den hier untersuchten höheren Quintilen mit bis zu >270 PTCA/Jahr, die Komplikationsraten von 2,9–5,6% hatten. Entscheidend für die Beurteilung der aktuellen Situation in Deutschland ist aber die Tatsache, dass in den großen deutschen Registern keinerlei Zusammenhang zwischen Interventionsvolumen und Ergebnisqualität nachweisbar ist.

Trotz des vermuteten Zusammenhangs zwischen Volumen und Behandlungsergebnis ist somit keine konkrete Schwelle zu definieren, oberhalb derer die Behandlungsqualität besser würde. Dabei ist wichtig zu betonen, dass die Komplikationsanalyse nur einen

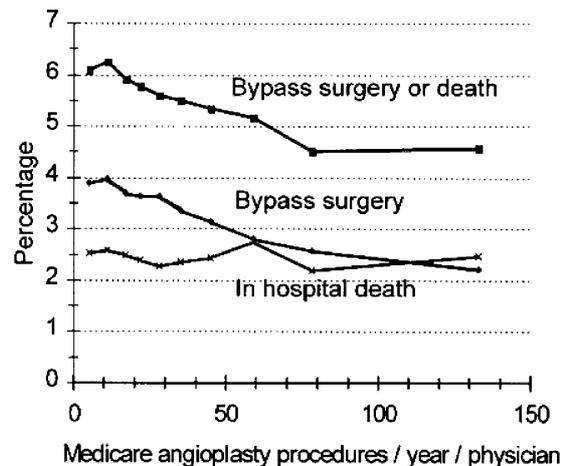


Abb. 1 Inzidenz von Bypass-OP während desselben stat. Aufenthaltes und Hospital-Sterblichkeit nach Jollis et al. [7] – Bei mit steigender Interventionszahl abnehmender Bypass-Rate bleibt die Sterblichkeit unbeeinflusst. Zu beachten ist, dass die Anzahl der (hier aufgeführten) MEDICARE-Prozeduren geschätzt 35–50% der jeweiligen Gesamt-Volumina ausmachen

geringen Teil der Behandlungsqualität darstellt. Die diskutierten Mindestzahlen von 75 pro Untersucher und 150–200 pro Zentrum und Jahr erscheinen deshalb arbiträr. Die Untersuchung von Jollis et al. [7] zeigt bezüglich der Bypass-Rate nach PTCA einen deutlichen Knick bei 75 MEDICARE-Untersuchungen jährlich (s.u.), darüber bleibt die Häufigkeit der OP konstant, während die Sterblichkeit unabhängig vom Untersucher-Volumen ist.

■ Ist das Interventionsvolumen überhaupt ein Qualitätsindikator?

In Anbetracht der erheblichen Streuung von Qualitätsindikatoren über Zentren mit unterschiedlichen Leistungszahlen wird deutlich, dass das Leistungsvolumen bestenfalls sehr lose mit der Qualität assoziiert ist. Eine Analyse der Koronarbypass-Operationen in USA aus den Jahren 2000 und 2001 ergab zwar einen signifikanten Zusammenhang zwischen Volumen und Sterblichkeit, aber die Unterschiede sind sehr gering. Wenn man im zitierten Beispiel alle Zentren mit weniger als 150 Eingriffen schließen und die Interventionen in die verbleibenden Zentren verlagern würde, könnten dadurch nur weniger als 50 von insgesamt 7110 Todesfällen vermieden werden [16]. Unter dem Aspekt der Versorgungsqualität wäre eine solche Maßnahme also unwirksam. Außerdem würden hierdurch nicht etwa selektiv Zentren mit nachweislich ungenügender Qualität betroffen, sondern es würden sehr viele kleinere Zentren geschlossen, die eine gute Versorgungsqualität mit niedriger OP-Sterblichkeit haben. Das Interventionsvolumen allein ist also ein ungenügender Qualitätsindikator. Zur Verbesserung der Versorgungsqualität müssen direkte Indikatoren geprüft werden, bei der PCI also insbesondere die Indikationsqualität, die Ergebnisqualität anhand des unmittelbaren Behandlungserfolgs sowie die Komplikationsrate der Eingriffe. Diese Form der Qualitätskontrolle wird in Deutschland bereits flächendeckend durch die BQS bzw. für die Vertragsärzte mit dem BNK-Register (QuIK) durchgeführt. Bei Auffälligkeiten in einzelnen Zentren erfolgt durch die Fachgruppen auf Länderebene ein strukturierter Dialog.

■ Absehbare Auswirkungen einer zwingenden Festlegung von Mindestmengen

Hier ist zunächst zu betrachten, wie viele Zentren bzw. Eingriffe durch eine Mindestmengenregelung in Deutschland betroffen würden. Nach den Zahlen des jährlichen Berichts über Leistungszahlen der Herzkatheterlabors führten im Jahr 2002 insgesamt 377 Institute Koronarinterventionen durch (H. Mannebach,

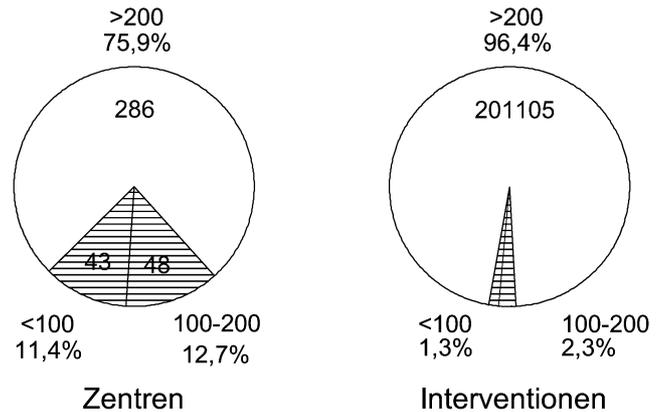


Abb. 2 In 2002 wurden in Deutschland in ca. 1/4 der Zentren weniger als 200 PCI durchgeführt. Diese Zentren hatten jedoch nur einen Anteil von 3,6% an den Interventionen. Die Schließung von 24% der Zentren hätte somit keinen messbaren Einfluss auf die Versorgungsqualität

persönliche Mitteilung). Hiervon hatten 43 Institute weniger als 100 PCI und 91 Institute < 200 PCI; das sind 11,4 bzw. 24,1% der Leistungsanbieter. Die Gesamtzahl der Eingriffe in diesen Instituten betrug in 2002 2655 bzw. 7422, das sind 1,3% bzw. 3,6% aller durchgeführten Interventionen (n=208 527). Von einer Mindestmengenregelung würden also nur ein sehr kleiner Teil der Eingriffe betroffen, aber ein wesentlicher Teil der Leistungsanbieter. Es würden somit viele Zentren geschlossen werden, ohne dass dadurch die Versorgungsqualität verbessert wird. Da die Unterschiede zwischen großen und kleinen Zentren nach dem oben Dargestellten bestenfalls minimal sind, wäre auf die Gesamtqualität der Versorgung in der interventionellen Kardiologie hierdurch kein messbarer Effekt zu erwarten.

Zu befürchten wäre bei der Ankündigung konkreter Mindestmengen eine Ausweitung der Indikation gerade in den Zentren, die bisher im Grenzbereich dieser Schwelle tätig waren.

Sicher könnten im Fall einer Mindestmengenregelung nicht einfach alle Labors mit darunterliegenden Zahlen geschlossen werden. Es müsste eine Einzelfallprüfung geben, inwieweit auch ein kleineres Labor für die wohnortnahe Versorgung unverzichtbar ist. In dünner besiedelten Teilen der Flächenländer wäre eine Konzentration auf wenige und damit notwendigerweise für viele wohnortferne Zentren nicht vertretbar.

Somit lassen nur die älteren international verfügbaren Studien einen Zusammenhang zwischen Komplikationsraten und geringen Leistungszahlen erkennen. Im Vergleich zu chirurgischen Eingriffen sind auch hier die Unterschiede quantitativ nur minimal, und insbesondere die Sterblichkeit ist nicht unterschiedlich zwischen großen und kleinen Zentren. Darüber hinaus spiegeln diese älteren Studien nicht den aktuellen Stand der PCI wider, indem hier ganz überwiegend

gend nur Ballondilatationen erfasst werden. Gerade in Deutschland ergeben die Daten des ALKK- und QuIK-Registers sowie die Analyse der BQS-Erfassung keine messbaren Qualitätsdifferenzen zwischen Häusern mit <200 vs. >400 PCI jährlich. Die quantitativen Unterschiede zwischen Zentren bzw. Untersuchern mit hoher und geringer Interventionsfrequenz sind in jedem Falle so gering, dass die Berechtigung einer entsprechenden gesetzlichen Verordnung allein auf der Basis der Fallzahlen nicht gegeben erscheint. Die Daten belegen insbesondere keine konkrete Mindestzahl von Interventionen, oberhalb derer die Qualität der Versorgung besser wäre. Im Sinne einer Verbesserung der Versorgungsqualität sollte statt der Verordnung einer Mindestmenge von Interventionen die Qualitätskontrolle anhand direkter Indikatoren der Behandlungsqualität gestärkt werden. Dazu muss die bisherige Regelerfassung durch *externe Audits* ergänzt und validiert werden. Zur Qualitätsverbesserung gehört darüber hinaus eine qualifizierte kontinuierliche Aus- und Weiterbildung.

Zusammenfassung

Aufgrund der vorliegenden wissenschaftlichen Daten ist somit ein direkter Zusammenhang zwischen Mindestmengen und Ergebnisqualität nicht zu belegen. Jede Festlegung auf eine Mindestmenge zur Reduktion von Komplikationen entbehrt der wissenschaftlichen Grundlage. Dennoch erscheint es plausibel, dass die Interventionsfrequenz und damit die Erfahrung eines Zentrums, bzw. eines Untersuchers Einfluss auf die Behandlungsqualität von unselektierten Patienten mit akuten kardialen Erkrankungen hat. Aufgrund von Expertenmeinungen empfahl die Deutsche Gesellschaft für Kardiologie bereits im Jahre 2003 vor diesem Hintergrund, die Mindestmenge von 75 PCI/Untersucher/Jahr und 200 PCI/Zentrum/Jahr (vergleiche begleitenden Kommentar des Vorstands der DGK).

Literatur

1. Halm EA, Lee C, Chassin MR (2002) Is volume related to outcome in health care? A systematic review and methodologic critique of the literature. *Ann Intern Med* 137:511–520
2. Dietz R, Rauch B (2003) Leitlinie zur Diagnose und Behandlung der chronischen koronaren Herzerkrankung der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislauforschung. *Z Kardiol* 92(6):501–521
3. ACC/AHA task force on practice guidelines (2001) ACC/AHA guidelines for percutaneous coronary intervention (revision of the 1993 PTCA guidelines). *J Am Coll Cardiol* 37(8):2239i–2239ixvi
4. Epstein AJ, Rathore SS, Volpp KG, Krumholz HM (2004) Hospital percutaneous coronary intervention volume and patient mortality, 1998 to 2000. Does the evidence support current procedure volume minimums? *J Am Coll Cardiol* 43(10):1755–1762
5. Ellis SG, Weintraub W, Holmes D, Shaw R, Block PC, King SB III (1997) Relation of operator volume and experience to procedural outcome of percutaneous coronary revascularization at hospitals with high interventional volumes. *Circulation* 95(11):2479–2484
6. Hannan EL, Racz M, Ryan TJ, McCallister BD, Johnson LW, Arani DT et al (1997) Coronary angioplasty volume-outcome relationships for hospitals and cardiologists. *JAMA* 277(11):892–898
7. Jollis JG, Peterson ED, Nelson CL, Stafford JA, DeLong ER, Muhlbaier LH et al (1997) Relationship between physician and hospital coronary angioplasty volume and outcome in elderly patients. *Circulation* 95(11):2485–2491
8. Kastrati A, Neumann FJ, Schömig A (1998) Operator volume and outcome of patients undergoing coronary stent placement. *J Am Coll Cardiol* 32(4):970–976
9. Kimmel SE, Berlin JA, Laskey WK (1995) The relationship between coronary angioplasty procedure volume and major complications. *JAMA* 274(14):1137–1142
10. Shook TL, Sun GW, Burstein S, Eisenhauer AC, Matthews RV (1996) Comparison of percutaneous transluminal coronary angioplasty outcome and hospital costs for low-volume and high-volume operators. *Am J Cardiol* 77(5):331–336
11. Malenka DJ, McGrath PD, Wennberg DE, Ryan TJ, Kellett MA, Shubrooks SJ et al (1999) The relationship between operator volume and outcomes after percutaneous coronary interventions in high-volume hospitals in 1994–1996: the Northern New England Cardiovascular Disease Study Group. *J Am Coll Cardiol* 34(5):1471–1480
12. Ho V (2000) Evolution of the volume-outcome relation for hospitals performing coronary angioplasty. *Circulation* 101(15):1806–1811
13. Brown DL (2003) Analysis of the institutional volume-outcome relations for balloon angioplasty and stenting in the stent era in California. *Am Heart J* 146:1071–1076
14. Haerer W, Albrecht A, Göhring S, Levenson B, Reifart N, Troger B et al (2004) Beeinflusst die Zahl der Untersuchungen/Interventionen pro Institution die Ergebnisqualität in der Invasivkardiologie? *Z Kardiol* 93(Suppl 3):III/117
15. Ellis SG, Omoigui N, Bittl JA, Lincoff M, Wolfe MW, Howell G et al (1996) Analysis and comparison of operator-specific outcomes in interventional cardiology: from a multicenter database of 4860 quality-controlled procedures. *Circulation* 93(3):431–439
16. Peterson ED, Coombs LP, DeLong ER, Haan CK, Ferguson TB (2004) Procedural volume as a marker of quality for CABG surgery. *JAMA* 291:195–201