

Un nuovo modello organizzativo per la diagnostica cardiologica emodinamica e la cardiologia interventistica

Francesco Di Pede, Antonio Raviele

Laboratorio di Emodinamica, U.O. di Cardiologia, Dipartimento Cardiovascolare, Ospedale Umberto I, Mestre-Venezia

Key words:
Hemodynamic
laboratories;
Organization.

In centers without hemodynamic laboratories the quality of medical care may be suboptimal since the unavailability of these technologies may reduce medical experience in the treatment of heart disease, mostly in acute coronary syndromes, and may increase the need for referring some patients to other hospitals. The problem will be of great relevance in the case of expansion of the aggressive approach in the treatment of acute ischemic syndromes such as acute myocardial infarction and unstable angina. The impelling need for small centers of improving medical care may promote the spontaneous and uncontrolled proliferation of hemodynamic laboratories. The high number of hemodynamic laboratories may lead to a low institutional volume and, as a consequence, may negatively influence the outcome of coronary intervention and increase health care costs. The experience of operators and the costs are probably more relevant as regards angioplasty than coronary angiography.

Therefore we propose the implementation of departments of interventional hemodynamic laboratories including different hospitals: diagnostic laboratories will be allocated in hospitals with coronary care units, while interventional laboratories will be allocated in referring hospitals.

(Ital Heart J Suppl 2001; 2 (1): 26-30)

© 2001 CEPI Srl

Ricevuto l'11 ottobre 2000; accettato il 20 ottobre 2000.

Per la corrispondenza:

Dr. Francesco Di Pede

U.O. di Cardiologia
Ospedale Umberto I
Via Circonvallazione, 50
30174 Mestre-Venezia
E-mail:
f_dipede@yahoo.it

Da cosa nasce l'esigenza

Nei centri non dotati di emodinamica la qualità dell'assistenza non è ottimale perché manca la disponibilità delle tecnologie e della cultura necessarie per una completa gestione dei pazienti cardiopatici. Questo comporta l'opportunità di trasferire i pazienti presso centri più attrezzati e, talora, il sottoutilizzo di tale tecnologia. La disabitudine a trattare tali malati ed il cattivo collegamento tra centri di vari livelli possono determinare un progressivo impoverimento culturale ed uno scadimento dell'assistenza cardiologica dei centri privi di emodinamica.

Tale problema si è accentuato negli ultimi anni da quando sono stati pubblicati i dati che hanno dimostrato la sostanziale superiorità dell'approccio invasivo nel trattamento di gruppi di pazienti affetti da sindromi ischemiche acute facendo prevedere un aumento delle indicazioni a coronarografia ed a rivascolarizzazione miocardica sia nell'infarto miocardico acuto che nell'angina instabile^{1,2}. Inoltre nel caso dell'infarto miocardico acuto e talora nell'angina instabile la procedura ha carattere di emergenza, deve essere eseguita nel più

breve tempo possibile e richiede, quindi, un rapido accesso a tale tecnologia.

I centri non dotati di emodinamica avvertono il pericolo di perdere, di fatto, la gestione della gran parte della patologia cardiaca, che è appunto rappresentata dalla cardiopatia ischemica nella sua forma acuta, di essere degradati a centri di smistamento e sentono l'esigenza di adeguarsi tecnologicamente in modo da poter gestire questi pazienti. Già ora alcuni centri agendo al di fuori della programmazione regionale si sono attrezzati autonomamente sia dal punto di vista tecnologico che professionale.

I centri di riferimento, d'altronde, vedono malvolentieri la proliferazione di piccoli centri perché intuiscono il pericolo di una riduzione della propria attività con conseguenza perdita di prestigio, difficoltà nella ricerca scientifica e nella competizione internazionale.

I gestori della Sanità, a loro volta, sono preoccupati dalla proliferazione dei centri di emodinamica per il pericolo di un incremento di prestazioni inappropriate e di aumento dei costi.

Il conflitto quindi esiste e c'è la necessità di discutere il problema e cercare di

conciliare le varie esigenze tenendo sempre presente che il nostro compito principale è di fornire prestazioni sanitarie di buona qualità alle persone che ne hanno bisogno ed al prezzo più basso possibile.

Analisi del problema

Fabbisogni attuali e prospettive future in relazione alla realtà degli altri paesi occidentali. Nel 1996, prima della diffusione dell'approccio interventistico nelle sindromi ischemiche acute, veniva stimato che le necessità di coronarografia e di angioplastica coronarica (PTCA) per la popolazione italiana era rispettivamente di 200 e di 60 ogni 100 000 abitanti³. In realtà nel 1995 in Italia venivano eseguite 136 coronarografie e 27 PTCA per 100 000 abitanti⁴. Nello stesso periodo in Francia, paese culturalmente ed economicamente vicino a noi, venivano eseguite 313 coronarografie e 93 PTCA per 100 000 abitanti. Dati più recenti dell'American Heart Association pubblicati nel 1999, riferiti alla popolazione statunitense, indicano che negli Stati Uniti la necessità di coronarografia è di 500 per 100 000 abitanti ed è previsto un incremento del 10% annuo legato all'invecchiamento della popolazione ed all'allargamento delle indicazioni⁵. In Canada, paese più vicino all'Italia per quanto riguarda l'utilizzo di tecniche invasive, nel 1997 è stato previsto un fabbisogno di 357 coronarografie/100 000 abitanti e 100 PTCA/100 000 abitanti⁶.

L'impiego delle procedure interventistiche nelle sindromi ischemiche acute richiede una riflessione a parte.

Nell'infarto miocardico acuto la PTCA primaria è una valida alternativa alla trombolisi purché vengano rispettati alcuni requisiti di efficienza in assenza dei quali la PTCA può dare risultati peggiori della trombolisi (PTCA entro 90 ± 30 min, operatore esperto)⁷. Verosimilmente questi standard possono essere raggiunti al momento solo in ospedali ad alto volume in cui si eseguono correntemente PTCA nell'infarto miocardico acuto. Per quanto riguarda la necessità della cardiocirurgia il problema è aperto. Comunque vista la buona esperienza di centri senza cardiocirurgia in sede e la necessità sempre minore di bypass urgente è verosimile che la PTCA primaria possa essere affrontata anche senza cardiocirurgia in sede. Al momento, comunque, è ragionevole pensare che nei centri a basso volume senza cardiocirurgia in sede la PTCA primaria non possa essere eseguita rispettando i requisiti di efficienza richiesti⁷.

Nell'angina instabile la coronarografia e la PTCA non hanno carattere di emergenza e possono nella maggior parte dei casi essere programmate nello spazio di alcuni giorni. Nel FRISC II, lo studio che ha dimostrato la superiorità dell'approccio invasivo nel trattamento dell'angina instabile, la coronarografia è stata eseguita in media dopo 4 giorni (2-6 giorni)².

Fabbisogni attuali e prospettive future in relazione alla realtà epidemiologica della cardiopatia ischemica in Italia. I fabbisogni di studi emodinamici e di procedure di rivascolarizzazione miocardica in Italia vengono stimati sulla base del numero di procedure effettuate in paesi vicini a noi sia per reddito sia per cultura. Manca una valutazione effettuata sulla base dei dati epidemiologici di prevalenza ed incidenza della malattia coronarica anche perché non abbiamo dati sicuri al riguardo. Conosciamo il numero di pazienti che soffrono di un infarto miocardico acuto in Italia (150-160 000 per anno), esistono dati sull'incidenza della cardiopatia ischemica nella fascia di età tra 35 e 64 anni in alcune aree geografiche grazie al progetto MONICA, mentre mancano dati nazionali su tutte le fasce di età.

È in atto un progetto per la stima di tali eventi i cui dati non sono ancora pubblicati. Al momento, quindi, non è possibile stimare il fabbisogno di procedure sulla base dell'epidemiologia della cardiopatia ischemica. È auspicabile comunque che tale stima venga fatta non appena saranno disponibili i dati necessari, perché è opportuno che la distribuzione delle risorse venga effettuata sulla base dell'epidemiologia della malattia e sulla base di protocolli validati.

Impiego della coronarografia e dell'angioplastica in Italia. Nel 1998 in Italia sono state eseguite 217 coronarografie e 63 PTCA per 100 000 abitanti (GISE) raggiungendo l'obiettivo posto nel 1995, ma che rimane inadeguato in relazione agli standard ottenuti negli altri paesi occidentali⁸. Sembra, quindi, esserci spazio per un'ulteriore espansione della tecnica, per lo meno in alcune aree geografiche.

Standard qualitativi. È opinione corrente che in materia di Sanità è necessario che le prestazioni erogate siano di buona qualità, appropriate, il più possibile a basso costo ed in grado di soddisfare il paziente. Una coronarografia od una PTCA possono essere considerate di buona qualità quando vengono eseguite con un'elevata percentuale di successo ed una bassa percentuale di complicanze. La verifica della qualità è argomento complesso da affrontare a causa della grande varietà di situazioni cliniche in cui si opera e della difficoltà a trovare parametri facilmente misurabili ed applicabili in tutte le situazioni. In emodinamica, data l'importanza attribuita alla manualità ed all'esperienza, viene dato molto peso al numero di prestazioni eseguite. Comunemente si ritiene necessario che presso i laboratori di emodinamica venga eseguito un numero minimo di procedure che garantisca l'efficienza della struttura, e che gli operatori sanitari, medici ed infermieri, seguano un adeguato periodo di addestramento ed eseguano un numero minimo di procedure/anno per garantire l'acquisizione ed il mantenimento delle abilità tecniche necessarie per l'esecuzione delle procedure. Al momento, dai dati della letteratura disponibili emerge che è necessario che in ogni laboratorio venga

no eseguite un minimo di 400 coronarografie e, nel caso di un laboratorio di interventistica, vengano eseguite almeno 200 PTCA l'anno su un totale di almeno 800 procedure con un valore ottimale di 400 PTCA l'anno^{3,9}. Inoltre è necessario che ogni singolo operatore esegua un numero minimo di 150 coronarografie e di 75-80 PTCA l'anno^{3,9}. Ci sono dati pubblicati riguardanti la relazione tra volume di attività delle istituzioni ed i risultati immediati delle procedure di PTCA, i quali indicano che esiste una relazione, sebbene non lineare tra il volume di attività interventistica annuale delle singole istituzioni ed i risultati immediati degli interventi di PTCA¹⁰⁻¹³. I valori di attività annuale oltre i quali non si ottengono miglioramenti significativi dei risultati immediati della PTCA variano da 200 a 600 procedure di PTCA l'anno a seconda degli autori^{14,15}.

Un ulteriore dato interessante viene fornito da un'analisi della relazione esistente tra il volume di attività (PTCA) dei singoli operatori ed i risultati immediati in centri ad elevato volume (> 600 procedure per anno)¹⁶. In questo studio non sono emerse differenze significative tra operatori che eseguono 68 o più (fino a 209) PTCA/anno¹⁶. Questo probabilmente sta ad indicare che l'elemento più importante nel successo di una PTCA è costituito dall'esperienza complessiva del centro, probabilmente perché i medici meno esperti, negli ambienti adeguati, possono essere supportati da colleghi più esperti in caso di necessità. Alla luce di questi dati sembra prudente fare riferimento ai valori ottimali per l'attività di PTCA del centro mentre per i singoli operatori possono essere sufficienti i parametri minimi. Se un operatore ha un basso livello di attività è opportuno che lavori a stretto contatto con un operatore ad alto volume (> 150 PTCA l'anno). Tutto questo non toglie che alcuni centri a basso volume che hanno operatori particolarmente esperti che hanno maturato il loro *curriculum* in centri ad elevato volume possano fornire prestazioni di elevata qualità. Infatti, la qualità delle prestazioni non è legata esclusivamente al volume di attività dei singoli centri o dei singoli operatori, ma è determinata anche da altri fattori di più difficile definizione che possono essere individuati in tutte quelle variabili umane ed ambientali che sono necessarie per curare bene i malati. Data la difficoltà a misurare tutte queste variabili può essere più opportuno organizzare un efficiente controllo di qualità stimolando i centri a controllare i risultati delle proprie prestazioni ed a rendere pubblici i dati ottenuti.

Costi. In uno studio GISE⁸ è emerso che il costo della coronarografia decresce con l'aumentare del numero delle procedure eseguite in 1 anno passando da un costo medio (lire) di 846 217 ± 140 614 dei laboratori con meno di 400 coronarografie per anno a 565 870 ± 117 846 nel caso di laboratori con un'attività compresa tra 400 e 800 coronarografie per anno a 550 704 ± 139 489 dei laboratori con un'attività superiore a 800 coronarografie l'anno.

Per le PTCA i dati sono (lire): 7 729 597 ± 3 104 675 per i laboratori con meno di 200 PTCA anno, 7 134 577 ± 2 285 640 per i laboratori con 200-400 PTCA l'anno e 7 584 402 ± 3 111 923 per i laboratori con un'attività superiore a 400 PTCA l'anno. Il costo della coronarografia varia anche in rapporto al livello di attività di interventistica così che nei centri con meno di 200 PTCA il costo medio per coronarografia è 641 385 ± 181 082, nei centri con 200-400 PTCA anno il costo medio della coronarografia è 568 754 ± 104 253, infine nei centri con più di 400 PTCA il costo medio della coronarografia è di 504 415 ± 133 141.

Da un punto di vista economico sembra che il piano di clivaggio tra procedure ad alto e basso costo siano le 400 coronarografie l'anno e le 200-400 PTCA l'anno.

Possibilità organizzative

Qualsiasi modello organizzativo si proponga è imperativo garantire la qualità delle prestazioni, l'appropriatezza ed un soddisfacente rapporto qualità/prezzo. Inoltre, molta attenzione bisogna porre alla responsabilizzazione ed alla soddisfazione degli operatori, al mantenimento del rapporto di fiducia medico/paziente, alla continuità assistenziale, ed alla riduzione del disagio del paziente legato alla necessità di spostarsi dalla propria città. Un particolare accento alla responsabilizzazione ed alla collaborazione tra operatori viene posto nel Piano Sanitario Nazionale 1988-2000: i risultati di salute non dipendono infatti solo dalla qualità tecnica delle prestazioni, ma trovano radici più profonde nella responsabilizzazione dei soggetti colpiti e nella loro capacità a collaborare.

Finora dal dibattito tra centri di riferimento con emodinamica e centri senza emodinamica sono emerse due opposte proposte:

- potenziare i centri di riferimento per far fronte alle richieste (accentramento);
- dotare i centri senza emodinamica di laboratori di emodinamica per metterli in grado di eseguire le procedure necessarie (decentramento).

Nella prima ipotesi (accentramento) il principale vantaggio è che le prestazioni vengono offerte da centri già in grado di eseguirle in modo ottimale. In questo modo si garantiscono la qualità, probabilmente l'appropriatezza, un soddisfacente rapporto qualità/prezzo.

Le critiche sono:

- si costringe i centri senza emodinamica a rinunciare di fatto alla gestione delle sindromi ischemiche acute facendo perdere ai medici la gestione di quei pazienti che costituiscono una delle aree di principale interesse della cardiologia con decadimento della cultura medica e conseguenze negative sui pazienti;
- si dovrebbero costituire centri di notevoli dimensioni di difficile gestione;
- necessità di trasferimento dei pazienti;
- interruzione della continuità assistenziale;

- rischio di sottoutilizzo dello studio emodinamico anche in casi con indicazioni accertate.

Nella seconda ipotesi (decentramento) i vantaggi sono:

- il paziente viene curato presso il proprio centro senza la necessità di muoversi;
- i cardiologi dei centri periferici mantengono la gestione dei pazienti con soddisfazione professionale.

Le critiche sono:

- un centro con un bacino di utenza limitato non può avere livelli di attività ottimali; la coronarografia e la PTCA sono tecniche che richiedono una particolare preparazione che può essere conseguita solo se tutta la struttura organizzativa e gli operatori sanitari eseguono un adeguato training ed eseguono un certo numero di procedure;
- un centro con un bacino di utenza limitato non può garantire l'emergenza dal momento che è necessario attivare una reperibilità 24 ore su 24, 7 giorni su 7, cosa che richiede risorse umane e finanziarie difficilmente disponibili presso centri di piccole dimensioni;
- c'è il rischio di un eccesso di indicazioni legato alla pronta disponibilità della tecnologia;
- la polverizzazione dell'esperienza può portare al sottoutilizzo delle strutture degli ospedali di riferimento con possibile calo della qualità delle prestazioni, impossibilità a competere a livello internazionale e "provincializzazione" dell'Italia.

Dal punto di vista economico l'argomento è più complesso perché attualmente sono disponibili apparecchiature a costo non elevato che rendono economicamente vantaggiose, in un'ottica aziendale, le procedure di coronarografia e di PTCA anche per centri a basso volume. D'altro canto bisogna considerare che in un'ottica regionale le procedure di coronarografia e di PTCA costano meno nei centri ad elevato volume sia perché i materiali costano meno sia perché l'assorbimento delle risorse viene ottimizzato. Nella valutazione dei costi va anche considerato che nell'ipotesi dell'"accentramento" il paziente deve essere trasferito nel caso di sindromi ischemiche acute o deve recarsi personalmente presso altro centro nell'eventualità di procedure elettive aumentando di fatto il costo complessivo della prestazione. Nell'ipotesi del "decentramento" bisogna considerare che le apparecchiature radiologiche possono essere utilizzate anche per altre procedure quali quelle di elettrofisiologia o di angiografia periferica con conseguente abbattimento dei costi per singola procedura.

Questi modelli organizzativi non sembrano in grado di rispondere adeguatamente alle varie esigenze.

Proposta organizzativa

La proposta organizzativa deve essere in grado di soddisfare i seguenti obiettivi: qualità delle prestazioni; appropriatezza; basso costo; soddisfazione del pazien-

te; soddisfazione degli operatori; collaborazione tra operatori; ricerca scientifica.

Per soddisfare questi obiettivi l'attività di emodinamica dovrebbe essere organizzata tenendo conto del bacino di utenza che dovrebbe essere di ampiezza tale da garantire un numero congruo di procedure. È difficile definire il numero esatto dato il continuo evolvere delle necessità. Al momento un'organizzazione provinciale potrebbe essere appropriata per molte aree geografiche del nostro paese.

I laboratori di emodinamica diagnostica potrebbero essere distribuiti nelle cardiologie con unità di cura intensiva coronarica con un bacino di utenza tale da garantire almeno il numero minimo di procedure previste dagli standard in modo tale da salvaguardare la qualità delle prestazioni. Inoltre tali laboratori dovrebbero eseguire correntemente impianto di pacemaker, studi elettrofisiologici o altre angiografie in modo tale da configurare un laboratorio polifunzionale con completo utilizzo dello stesso e, di conseguenza, con costi accettabili. I laboratori di emodinamica interventistica dovrebbero essere distribuiti negli ospedali di riferimento con un bacino di utenza tale da assicurare livelli di attività ottimali in modo tale da salvaguardare l'eccellenza delle prestazioni e bassi costi.

L'attività dovrebbe essere coordinata da un dipartimento trasversale interaziendale. Il coordinamento del dipartimento dovrebbe essere affidato ai primari delle unità operative coinvolte ed al responsabile del laboratorio di emodinamica interventistica. I medici emodinamisti dovrebbero far capo a detto dipartimento e dovrebbero poter svolgere la propria attività clinica e di ricerca nel proprio laboratorio od in quello di interventistica a seconda delle esigenze. L'archivio deve essere unico e disponibile sia per attività clinica che di ricerca a tutti i medici delle unità operative coinvolte. L'acquisto dei materiali potrebbe essere gestito con un'unica gara. I laboratori di emodinamica del dipartimento dovrebbero essere dotati di apparecchiature in grado di trasferire le immagini a distanza in modo tale da rendere possibile il consulto immediato. Il dipartimento dovrebbe prevedere un programma formale di verifica della qualità delle prestazioni e dei costi.

Questo tipo di organizzazione che delinea una distribuzione programmata delle risorse ed un coordinamento unico dell'attività di emodinamica dovrebbe essere in grado di assicurare la qualità, l'appropriatezza, l'economicità delle prestazioni, la continuità assistenziale, di promuovere la collaborazione tra i vari centri, la responsabilizzazione, la soddisfazione degli operatori e la ricerca scientifica.

Riassunto

Nei centri non dotati di emodinamica la qualità dell'assistenza non è ottimale perché manca la disponibilità delle tecnologie e della cultura necessarie per

una completa gestione dei pazienti cardiopatici con conseguente opportunità di trasferire i pazienti presso strutture in grado di affrontare più completamente sia l'aspetto diagnostico sia quello terapeutico. È verosimile che questo problema diventi sempre più complesso per la tendenza a trattare in modo invasivo le sindromi ischemiche acute. Queste esigenze potrebbero innescare un processo di proliferazione spontanea dei laboratori di emodinamica. I centri già dotati di laboratori di emodinamica vedono malvolentieri la proliferazione di piccoli centri perché intuiscono il pericolo di una riduzione della propria attività con conseguente perdita di prestigio, difficoltà nella ricerca scientifica e nella competizione internazionale. I gestori della Sanità, a loro volta, sono preoccupati che la nascita di nuovi centri di emodinamica porti ad un aumento dei costi.

C'è, comunque, la necessità di un nuovo modello organizzativo in grado di soddisfare le varie esigenze che tenga nella dovuta considerazione la necessità di salvaguardare la qualità delle prestazioni, la soddisfazione dei pazienti e degli operatori, e costi accettabili.

Si propone la costituzione di dipartimenti trasversali di emodinamica interventistica a cui fanno capo: 1) i laboratori di emodinamica diagnostica distribuiti nelle cardiologie con unità di cura intensiva coronarica con bacino di utenza tale da garantire il minimo delle procedure previste dagli standard, e 2) i laboratori di emodinamica interventistica distribuiti nelle cardiologie con bacino di utenza tale da garantire un numero ottimale di procedure previste dagli standard. I compiti del dipartimento saranno di coordinamento dell'attività di diagnostica ed interventistica, di insegnamento, di ricerca scientifica e di controllo della qualità.

Parole chiave: Laboratori di emodinamica; Organizzazione.

Bibliografia

1. Weaver WD, Simes RJ, Betriu A, et al. Comparison of primary coronary angioplasty and intravenous thrombolytic therapy for acute myocardial infarction: a quantitative review. *JAMA* 1997; 278: 2093-8.
2. Invasive compared with non invasive treatment of unstable coronary-artery disease: FRISC II prospective randomised multicentre study. Fragmin and Fast Revascularisation during InStability in Coronary artery disease Investigators. *Lancet* 1999; 354: 708-15.

3. Standard e VRQ per i laboratori di emodinamica. In: Linee guida standard e VRQ per i laboratori diagnostici in cardiologia. Roma, Padova: CEPI e Piccin, 1996: 5-22.
4. Windecker S, Maier-Rudolph W, Bonzel T, et al. Interventional cardiology in Europe 1995. Working Group on Coronary Circulation of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J* 1999; 20: 484-95.
5. Scanlon PJ, Faxon DP, Audet AM, et al. ACC/AHA practice guidelines: guidelines for coronary angiography. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on practice guidelines (Committee on Coronary Angiography). Developed in collaboration with the Society for Cardiac Angiography and Interventions. *J Am Coll Cardiol* 1999; 33: 1756-824.
6. Canadian Care Network of Ontario. CNN Consensus Panel on Cardiac Catheterization Services: final report and recommendations. September 1997, www.ccn.on.org
7. Ryan TJ, Antman EM, Brooks NH, et al. 1999 Update. ACC/AHA guidelines for the management of patients with acute myocardial infarction. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on practice guidelines (Committee on Management of Acute Myocardial Infarction). *J Am Coll Cardiol* 1999; 34: 890-911.
8. GISE. www.gise.it
9. Recommendations for the assessment and maintenance of proficiency in coronary interventional procedures. ACC Clinical Competence Statement. *J Am Coll Cardiol* 1998; 31: 722-43.
10. McGrath PD, Wennberg DE, Malenka DJ, et al. Operator volume and outcomes in 12 998 percutaneous coronary interventions. Northern New England Cardiovascular Disease Study Group. *J Am Coll Cardiol* 1998; 31: 570-6.
11. Kastrati A, Neumann FJ, Schomig A. Operator volume and outcome of patients undergoing coronary stent placement. *J Am Coll Cardiol* 1998; 32: 970-6.
12. Ritchie JL, Maynard C, Chapko MK, Every NR, Martin DC. Association between percutaneous transluminal coronary angioplasty volumes and outcomes in the healthcare cost and utilization project 1993-1994. *Am J Cardiol* 1999; 83: 493-7.
13. Gilchrist IC, Gardner LH, Muhlestein JB, et al. Effect of institutional volume and academic status on outcomes of coronary interventions: the IMPACT-II experience. *Am Heart J* 1999; 138: 976-82.
14. Kimmel SE, Berlin JA, Laskey WK. The relationship between coronary angioplasty procedure volume and major complications. *JAMA* 1995; 274: 1137-42.
15. Hannan EL, Racz M, Ryan TJ, et al. Coronary angioplasty volume-outcome relationship for hospitals and cardiologists. *JAMA* 1997; 277: 892-8.
16. Malenka DJ, McGrath PD, Wennberg DE, et al. The relationship between operator volume and outcomes after percutaneous coronary interventions in high volume hospitals in 1994-1996: the Northern New England experience. Northern New England Cardiovascular Disease Study Group. *J Am Coll Cardiol* 1999; 34: 1471-80.