٤٩

الإنتاجية وفعالية التكلفة

Cost-Effectiveness and Productivity

Larry Fennigkoh
Associate Professor, Electrical Engineering and Computer Science Department, Milwaukee School of Engineering,
Milwaukee, WI

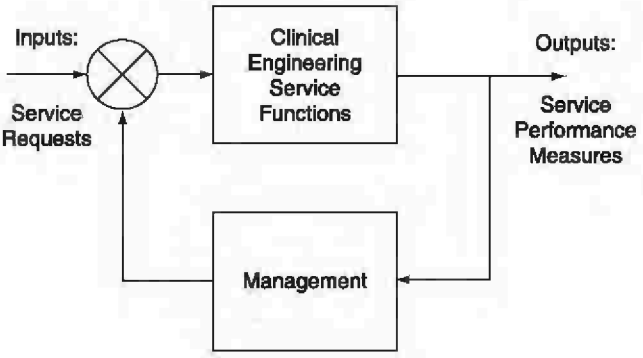
تحتل صيانة ودعم وإدارة تكنولوجيا الرعاية الصحية، في معظم أنحاء الهندسة الطبية، معظم وقت وموهبة وفكر أهل المهنة. تتلقى هذه المهام أيضاً على نحو متزايد، وإلى حد ما بشكل ساخر، تدقيقاً مالياً كبيراً من قبل مديري المستشفيات واستشاريي تحسين الجودة. والمفارقة هي أنه غالباً ما يتم القضاء على بعض الخدمات الكثيرة الموجودة من أجل توفيرا المال بحجة توفير المال. وتكثر الدعوات لزيادة الإنتاجية والمسؤولية والموظفين وتخفيضات الميزانية. تستمر الهندسة الإكلينيكية، مثلها مثل العديد من وظائف خدمات الرعاية الصحية الأخرى، بالصراع ضد التحدي المتمثل في الرد على مثل هذه الدعوات. وعلى الرغم من الجهود والأعمال الرائدة المبكرة للعديد من الآباء المؤسسين للمهنة (Shaffer, 1974; Ridgeway, 1980; Johnston, 1983; Furst,1986; Bauld, 1987)، فإن توافقاً في الآراء على الطريقة الأفضل لوصف ومراقبة فعالية التكلفة والإنتاجية للهندسة الإكلينيكية يجب أن يتطور أيضاً. نتيجة لذلك، وبشكل جزئي، فقد تم أخذ العديد من أقسام الهندسة الإكلينيكية التابعة إلى المستشفيات على حين غرة إلى حد ما عندما واجهت التحديات لتبرير وجودها.

وفي حين أن هذا الفصل لا يحاول تلخيص أعمال السنوات الثلاثين الماضية، فإنه يقدم (١) مراجعة موجزة للصعوبات الكامنة المرتبطة بتطوير واستخدام مقاييس الأداء (إن امتلاك وعي وتقدير لهذه الصعوبات هو شيء حاسم قبل تنفيذ أي شكل من أشكال برامج قياس الإنتاجية)، و(٢) ملخصاً لبعض التعاريف ومقاييس الأداء المقبولة جيداً على نحو معقول، و(٣) بعض الاقتراحات لتحسين فعالية التكلفة والإنتاجية للهندسة الإكلينيكية من خلال إتباع طريقة عملية أكثر لإدارة القسم.

لماذا قياس فعالية التكلفة والإنتاجية؟

Why Measure Cost-Effectiveness and Productivity?

تأتي الفوائد الضمنية للمقدرة على قياس فعالية التكلفة والإنتاجية من افتراض كامن، وربما إلى حد ما متصدع، بأن أنشطة الخدمات عموماً، ومهام الهندسة الإكلينيكية خصوصاً، يمكن أن تُدار مثل الأنظمة ذات الحلقة المغلقة وذات التحكم بالتغذية الراجعة. ويؤكد هذا الافتراض هنا وكما هو مبين في الشكل رقم (٤٩,١) على أنه يمكن ضبط خرج هذه المهام وتحسينه إذا وفقط إذا كان بالإمكان قياس خرجها. في حين أن هذا المفهوم صحيح بشكل خاص في قطاع التصنيع ويعمل بشكل جيد للغاية في تحسين جودة المنتج إلى أقصى حد والحفاظ عليه، إلاّ أنه لم يُنقل بشكل جيد للهندسة الإكلينيكية، حيث يميل الخرج فيها إلى أن يكون عبارة عن خدمات وليس سلع مُصنَّعة. وباعتراف الجميع، كان هذا الكاتب أيضاً من المؤيدين المبكرين والأقوياء لهذا الأسلوب الكلاسيكي (Fennigkoh, 1986, 1987).



الشكل رقم (٤٩,١).نموذج حلقة مغلقة كلاسيكي لتقديم خدمة الهندسة الإكلينيكية.

إن الفروق الجوهرية بين الخدمات والمنتجات على وجه التحديد تجعل استخدام هذا النموذج في بيئة خدمية صعب للغاية. وكما تم التمييز من قبل Dunn (1985) و Fennigkoh (1987) فإن وظائف الخدمة تختلف عن المنتجات المُصنَّعة بالطرق التالية الفريدة من نوعها:

- **غير المادية (Intangibility)**: "إن الخدمات غير ملموسة ونادراً ما يمكن تجربتها أو فحصها أو اختبارها مقدماً" ويزداد هذا الغموض أيضاً عندما تصبح الخدمات أكثر تطوراً وتقنية. ويمكن أن يكون إدراك المشتري هنا لما يجري "تم شراؤه" مختلفاً تماماً عن ما يجري بالفعل "تم بيعه".
- **قابلية الفناء (Perishability)**: "إن الخدمات قابلة للفناء أيضاً، مما يعني أنه لا يمكن تخزينها للبيع في وقت لاحق. كما أن الخدمة غير المباعة مفقودة إلى الأبد". وفي الجوهر فإن الزمن هو الناتج (Williams, 1986).

- **عدم التوحيد القياسي (Nonstandardization)** : على الرغم من أنه يمكن توحيد آليات تقديم الخدمات قياسياً، على سبيل المثال، الطريقة التي يتم من خلالها أخذ الأوامر ومعالجتها، فإن الطريقة التي يتم من خلالها توفير الخدمات تعتمد بشكل كبير على السلوك شديد التنوع والتعقيد للإنسان الذي يقدم الخدمة.
- **التلازم ومشاركة المشتري (Inseparability and buyer involvement)** : "إن الخدمات بشكل عام غير قابلة للفصل عن المصدر الذي يوفرها أو عن المشتري الذي يستفيد منها". يضع هذا التلازم قيداً زمنياً كبيراً على نموذج الضبط بالتغذية الراجعة الكلاسيكي. لقد تم تقديم الخدمة بالفعل قبل أن يتم الحصول على أية تغذية راجعة (أي أن وظيفة الخدمة تعمل على نحو فعال بنمط الحلقة المفتوحة، بدلاً من الحلقة المغلقة).

تصبح هذه الاختلافات الفريدة من نوعها بين الخدمات والمنتجات أكثر عمقاً وإشكالية عندما تقترن بنموذج الحلقة المغلقة المُبسَّط لتقديم خدمة الهندسة الإكلينيكية (الشكل رقم ٤٩,١). في حين يعترف نموذج التغذية الراجعة على نحو مناسب بالحاجة إلى إدارة لمراقبة وظيفة وأداء قسم الهندسة الإكلينيكية، واستخدام هذه المعلومات لتحسين إضافي لمثل هذا الأداء، فإنه يفترض أيضاً أن قياس خرج الخدمات يتم بشكل مناسب ومستمر ودقيق. تؤدي الأخطاء أو العيوب في الحصول على هذه المقاييس إلى استجابة الإدارة للأمور الخاطئة ومحاولة السيطرة عليها. وينتج عن ذلك تشكيك وعدم اتفاق وانعدام ثقة.

المشاكل المتعلقة بقياس إنتاجية الخدمة

Problems with the Measurement of Service Productivity

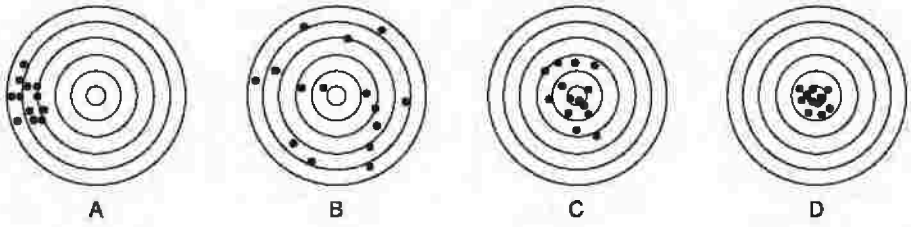
تتضمن المفاهيم التالية الصعوبات الأساسية المرتبطة بقياس فعالية التكلفة والإنتاجية للخدمة:

١- إن أي نموذج خدمة بحلقة مغلقة هو في المقام الأول تفاعلي في الطبيعة. ويمكن تحسين هذه الخدمة فقط بعد تقديم الخدمة وجمع وتحليل مقاييس أدائها الممكن افتراضها. وقد يكون هذا في كثير من المؤسسات بعد شهور من تقديم الخدمة. بكل تأكيد يمكن أن يكون توفر مقاييس ذات مغزى لخرج الخدمة مفيداً للغاية في مراقبة الاتجاهات وتطوير التوقعات. ومع ذلك تضع الطبيعة التفاعلية المتأصلة لهذا النموذج في كثير من الأحيان تشديداً غير مقصود على الحساب (على سبيل المثال، نسب الإنتاجية، وساعات الخدمة، وعدد الإصلاحات، وعمليات الصيانة الوقائية) بدلاً من التشديد على الخدمة. إن هذا التمييز هو بالضبط ما لاحظه Peter Drucker (1993) في مقالة في مجلة Wall Street Journal شجع فيه صناعة الخدمات على تطوير مقاييس "تعطينا تحكم فعال بالأعمال"، بدلاً من تلك التي تكون وسائل لحساب الأمور ببساطة.

٢- تشجع الأحكام "الجيدة" أو"السيئة" التي تميل إلى مرافقة مثل هذه البرامج المبنية على الحسابات في كثير من الأحيان فقط موظفي الخدمة لجعل الأرقام "تبدو أفضل" بدلاً من تقديم خدمات أفضل.

٣- لعل أخطر مشاكل قياس الإنتاجية هي تلك المتصلة بالوثوقية والصلاحية لمثل هذه المقاييس. إن لهذه التعابير معاني محددة للغاية وحاسمة ضمن المجتمع الإحصائي والعلمي. تؤدي نقاط الضعف في أي من هذه الخصائص إلى إضعاف استخدام وتقليل قيمة هذا المقياس. يمكن إرجاع معظم المشاكل التي تم مواجهتها عند تطوير واستخدام مقاييس أداء الهندسة الإكلينيكية إلى نقاط الضعف في وثوقيتها وصلاحيتها. ويتم على وجه التحديد تعريف الصلاحية لأي مقياس مُعطى على أنها "النطاق الذي يقيس فيه جهاز لا على التعيين ما هو مطلوب منه قياسه" (Portney, 2000). وتعني الصلاحية أيضاً أن عملية القياس خالية نسبياً من الخطأ؛ أي أنها موثوقة أيضاً. وفي هذا السياق، فإن الوثوقية هي النطاق الذي يكون فيه القياس ثابت وخالي من الأخطاء. إن الاختلافات والعلاقة بين هذين المفهومين موضحة في الشكل رقم (٤٩,٢). ويقدم الهدف هنا تشبيهاً مفيداً لما ينبغي للهندسة الإكلينيكية أن "ترمي إليه" في مواصلة تطويرها لمقاييس خدمة مناسبة.

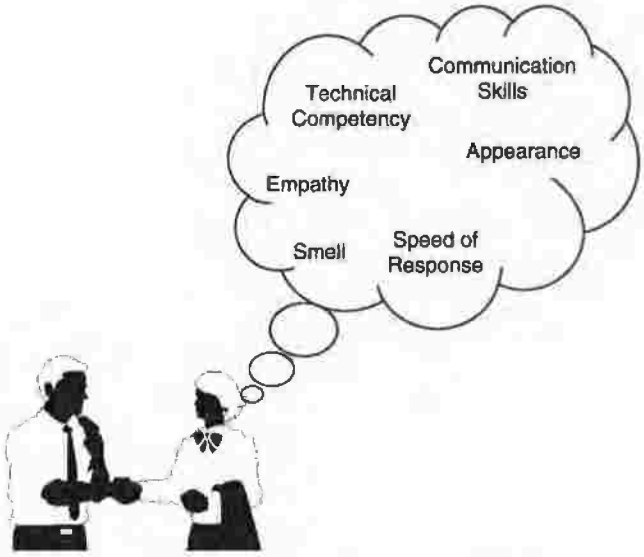
يعاني العديد من مقاييس الأداء التي تمت مناقشتها أدناه من الضعف في كل من صلاحيتها ووثوقيتها. يتم الأخذ في الاعتبار، على سبيل المثال، المقياس الكلاسيكي للإنتاجية، الذي غالباً ما يُعبَّر عنه كنسبة مئوية من نسبة ساعات العمل المُسَجَّلة إلى الساعات المدفوعة. وعلى هذا النحو فهو مجرد مقياس للوقت تم تسجيله، وليس بالضرورة كيف قام كادر الخدمة بأداء أعمالهم بشكل فعال. في هذا الصدد، سوف لن تكون نسبة الإنتاجية مؤشراً صالحاً لفعالية الخدمة. وبالمثل إذا لم يكن كادر الخدمة متناغماً وصادقاً في تسجيله لساعات العمل، فإن مثل هذا المقياس لن يكون موثوقاً فيه أيضاً. ومن ثم، فإن المدراء الذين يحاولون الآن "تحسين" أداء الخدمة على أساس هذا المقياس الوحيد وغير الموثوق فيه وغير الصالح "للإنتاجية" غالباً ما يخلقون مزيداً من المشاكل (وأقل إنتاجية).



الشكل رقم (٤٩,٢). أهداف تمثيلية توضح الفروق بين الوثوقية والصلاحية. (أ) المقاييس موثوق بها للغاية، ولكنها ليست صالحة. (ب) المقاييس ليست صالحة وغير موثوق بها. (ج) تحسنت الوثوقية لكنها لا تزال منخفضة. (د) المقاييس صالحة وموثوق بها معاً (مُقتبس من Portney and Watkins, 2000).

إن وضع مقاييس أداء صالحة، وخصوصاً بالنسبة إلى وظائف مبنية على الخدمات، هو مشكلة خاصة لأن جودة الخدمة غير موضوعية في طبيعتها إلى حد كبير. إنه، حرفي تماماً، في أعين الإدراك الحسي للزبون. يتم الأخذ في

الاعتبار العديد من العوامل التي تؤثر على مستوى رضا الزبون تبعاً لأية وظيفة خدمة (الشكل رقم ٤٩.٣). ولنحاول الآن تحديد وسيلة لقياس هذه العوامل. إن الصعوبة في القيام بذلك (وفي كثير من الأحيان عدم القدرة على القيام بذلك) تمثل أيضاً مسائل لصلاحية القياس. إن أي مقياس لا يقيس حقاً ما هو مطلوب منه قياسه ليس مقياساً صالحاً.



الشكل رقم (٤٩,٣).عوامل الإدراك الحسي المؤثرة على رضا الزبائن عند تقديم خدمة الهندسة الإكلينيكية.

يتم وبشكل مستمر تقييم جودة خدمة الهندسة الإكلينيكية، ومن ثم مستواها المُفترض لفعالية التكلفة، في بيئة الرعاية الصحية النموذجية من خلال مزيج مركب من كل هذه العوامل. إن الصعوبة الفعلية في محاولة قياس سمات الخدمة هذه هي بالتحديد السبب في تقديم طريقة عملية لإنتاجية الهندسة الإكلينيكية لاحقاً في هذا الفصل.

إن المعيار الثاني الحاسم لهذا المقياس هو وثوقيته، حتى ولو كانت مهنة الهندسة الإكلينيكية تشتق بعض المقاييس الصالحة لفعالية التكلفة. تشير الوثوقية، مرة أخرى، إلى التحرر النسبي من الخطأ وتناغم المقياس. ونظراً لأن جميع المقاييس المنشورة تعتمد فعلياً على تقديم تقارير دقيقة وثابتة لساعات عمل الخدمة أو الكميات أو التكاليف، فإن هذه جميعها تخضع لتغيرات كبيرة في التقاطها وتسجيلها (أي، إنها يمكن أن تفتقر إلى الوثوقية). إن تسجيل زمن موثوق هو إشكالي خصوصاً إذا كان يعتبر أن هذه السجلات سوف تُستخدم في مراجعات أداء الموظف وتقارير الإنتاجية فيما بعد. إن الاتجاه هنا بالنسبة إلى كادر الخدمة هو ببساطة تسجيل وقت أكثر مما كان قد أنفق في الواقع لجعل أعداده "تبدو جيدة". وكما يكشف الرسم البياني لأي تابع عكسي، على سبيل المثال y=1/x، فإن أية مقاييس أداء تتضمن ساعات عمل في مقام النسبة (على سبيل المثال، تكاليف الخدمة/ساعة،

والإصلاحات/ساعة، وفحوصات الصيانة الوقائية/ساعة) هي حساسة جداً للتغيرات أو الخطأ في هذه المقاييس المستندة إلى ساعة العمل. يمكن هنا أن يكون للتضاربات الصغيرة نسبياً في الوقت الذي تم الإبلاغ عنه آثار عميقة على المقياس المُشتق. ينبغي استخدام هذه الساعات المبنية على العمل، إلا إذا كان لدى الإدارة بعض الضمان أن ساعات العمل التي تم التبليغ عنها هي دقيقة إلى حد معقول.

لقد تم الإبلاغ عن مجموعة متنوعة من المقاييس والتقنيات على الرغم من هذه المشاكل المتعلقة بصلاحية ووثوقية القياس. في حين أن الرعاية يجب أن تُمارس في تفسير واستخدام هذه المقاييس، فإنها يمكن أن توفر لمديري الهندسة الإكلينيكية رؤية عن الطريقة التي تعمل بها إداراتهم إلى حد ما. في هذا الصدد، قد تكون مفيدة خصوصاً في الكشف عن اتجاهات الأداء، على سبيل المثال النمو أو الاستقرار أو الانخفاض، ومن ثم قد يكون تم تشجيع استخدامها. ومع ذلك تبقى جميع هذه المقاييس تفاعليه، أو ذات أثر رجعي، لأنه لا يمكن حسابها وتقييمها إلا بعد أن يكون قد تم القيام بخدمات الهندسة الإكلينيكية.

وقبل استعراض مثل هذه المقاييس تتم مراجعة بعض التعاريف الأساسية التي تقوم عليها هذه المقاييس.

تعاريف
Definitions

ينبغي وضع بضعة تعابير ومفاهيم موحدة القياس ومعقولة قبل وضع وتنفيذ أية مقاييس على الرغم من وجود بعض الاختلافات في المؤسسات بتسميات وتعاريف الإنتاجية.

الفعالية (**Effectiveness**): "هي القدرة على تحقيق النتائج المرجوة، أي القيام بالأشياء الصحيحة في الأوقات الصحيحة" (Bauld, 1987). إن الفعالية هي تقييم غير موضوعي يقوم به الزبون ضمن صناعة الخدمات بصفة عامة وخدمات الرعاية الصحية على وجه الخصوص، وغالباً ما تُبنى على أساس الجودة المُفترضة والسرعة في الإنجاز.

المردود أو الإنتاجية (**Efficiency or Productivity**): "هي نسبة الخرج لكل وحدة دخل أو نسبة الإنتاج إلى رأس المال والموارد المُستثمَرة" (Bauld, 1987). وقد تم تعريف الإنتاجية بشكل أكثر تحديداً على النحو التالي:

الإنتاجية (٪) = [(الساعات القابلة للاستيفاء) / (مجموع الساعات المشغولة)] × ١٠٠

يقوم Lodge (1991) بتمييز إضافي بين الإنتاجية والمردود وبقياسات المردود من أجل أي مهمة مُعطاة ويتم التعبير عنه كما يلي:

المردود (٪) = [(ساعات العمل الفعلية) / (ساعات الصناعة المعيارية)] × ١٠٠

تم تلخيص المقاييس الأخرى المُشتقة والتي كانت مفيدة بوجه خاص لتوجيه وظائف الخدمة على أساس شهري في الجدول رقم (٤٩,١) (مُقتبس من Fennigkoh, 1986).

ومع ذلك يبقى سعر ساعة العمل الفعال أو تكلفة الخدمة لكل ساعة واحدة من أكثر المقاييس الهادفة ذات المغزى الحدسي. وببساطة، كم يكلف المؤسسة واقعياً دعم وظيفة خدمة الهندسة الإكلينيكية؟ يمكن تحديد مقاييس تكاليف العمل بالساعة من خلال التعبير التالي كما وردت أصلاً من قبل Johnston (1983):

التكلفة لكل ساعة = (مجموع ميزانية القسم) / (مجموع الساعات الإنتاجية)

ينبغي أن تعكس تكاليف القسم جميع التكاليف التي يتحملها القسم بالنسبة للمؤسسة من أجل أن تكون مثل هذه المقاييس صالحة. ويُشار إلى هذه تقليدياً بالتكاليف "المتغيرة" و"الثابتة". وتتضمن هذه التكاليف، كحد أدنى، الرواتب والفوائد، والسفر، وقطع الغيار ولوازم الخدمة (حتى تقديرات تكاليف نقل مخزون قطع الغيار ينبغي أن تُدرج هنا)، والهاتف، وانخفاض القيمة الشرائية، وتقديرات التكاليف الثابتة المرتبطة بالمساحة التي يحتلها القسم. في الجوهر، ماذا يمكن أن تكون تكاليف القسم الإجمالية إذا كان مجبراً أن يصبح مكتفياً ذاتياً تماماً؟

الجدول رقم (٤٩,١). المقاييس المُشتقة لتوجيه وظائف الخدمة.

مقياس الأداء	وظائف خدمة الهندسة الإكلينيكية		
	طلبات الخدمة غير المجدولة	عمليات تفتيش الصيانة المجدولة	تقييمات نمط الفشل
العمل على أساس الحجم	الحجم/الشهر الحجم/صنف الجهاز الحجم/فني الحجم/FTE المنتهية ٪ (يوم واحد)	٪عمليات الصيانة الوقائية المنتهية/الشهر	الحجم أو٪ لعدد مشاكل خطأ المُشَغِّل
العمل على أساس الجهد (الساعات)	ساعات/الطلب ساعات/الجهاز ساعات/فني ٪ الإنتاجية	الساعات/الصيانة الوقائية ٪ عمل الصيانة الوقائية	ساعات العمل أو٪ بسبب: عدد مشاكل خطأ المُشَغِّل
العمل على أساس التكلفة	التكلفة/الطلب التكلفة/الجهاز ٪ تكلفة الشراء متوسط تكاليف العمل	التكاليف/الصيانة الوقائية التكاليف/الصيانة الوقائية/الجهاز	

ينبغي أن يكون في مقام معادلة الكلفة لكل ساعة مقياساً للساعات المُنتِجَة الإجمالية أو الساعات القابلة للدفع المتوفرة داخل القسم. وتشمل هذه تعديلات من أجل الإجازة، ووقت المرض، وأيام التدريب، والعطلات، وتقدير معقول للإنتاجية إلى حد ما، على سبيل المثال، من ٧٠٪ –٧٥٪. وهذا هو، على نحو فعال، مقياس للوقت يفعل خلاله كادر الخدمة في الواقع شيئاً ما يمكنه تحميل الزبون الذي يدفع بشكل شرعي. على هذا النحو، وكما

ذُكر سابقاً، فإن هذه المقاييس لتكلفة العمل بالساعة حساسة للغاية للتغيرات (أو الأخطاء) ضمن مقام هذه المعادلة. وبالأخذ في الاعتبار أن:

مجموع الساعات الإنتاجية = (مجموع الساعات المدفوعة - إنتاجية العطلة)

تصبح المعادلة الكاملة:

التكاليف لكل ساعة = [(التكاليف المتغيرة — تكاليف قطع الغيار) + (التكاليف الثابتة) + (التكاليف الإدارية)]/ [(عدد المكافئات الزمنية بدوام كامل (FTEs)) × (مجموع الساعات الإنتاجية)]

ومرة أخرى، من خلال عامل الإنتاجية في مقام هذه المعادلة، فإنه ينبغي أن يكون واضحاً لماذا تملك الإنتاجية مثل هذا التأثير على التكاليف الفعلية للمنظمة.

طريقة عملية لإنتاجية الهندسة الإكلينيكية

A Proactive Approach to Clinical Engineering Productivity

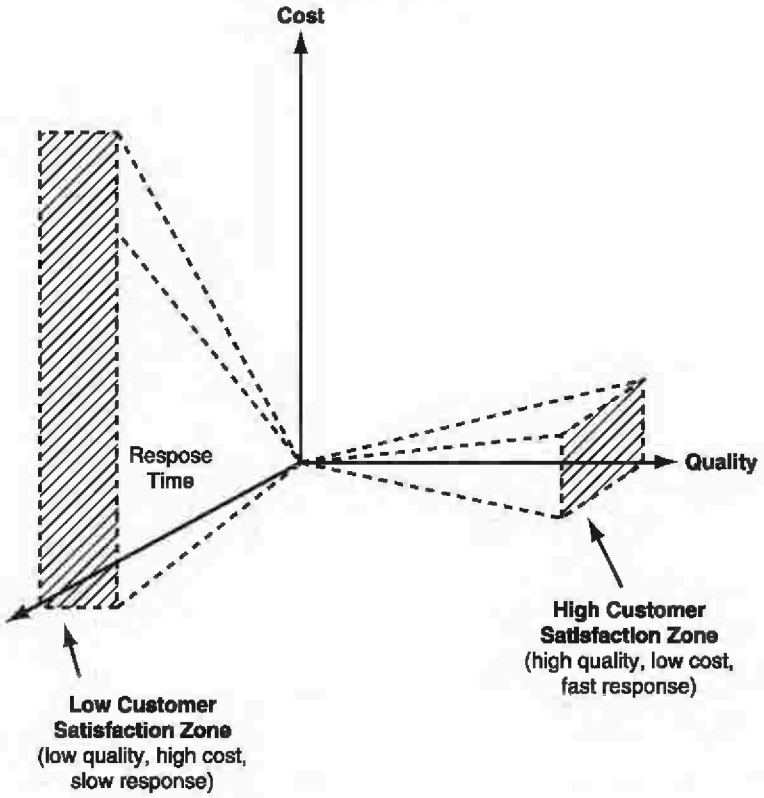
يتم تقديم حلقة مفتوحة إلى حد ما، وباعتراف الجميع، رؤية ملخصة بعض الشيء لوظيفة الخدمة بدلاً من عرض وظائف الهندسة الإكلينيكية على أنها مجموعة من الأنظمة التقليدية بحلقة مغلقة ومجموعة من العمليات. ولكن هذه الرؤية هي من وجهة نظر الزبون، وليست من وجهة نظر إدارة قسم الهندسة الإكلينيكية. وكما هو مبين في الشكل رقم (٤٩,٤)، فإن هذه الرؤية هي ما يتوقعه الزبائن ومستخدمي تكنولوجيا الرعاية الصحية، بوعي أو بغير وعي من مقدمي دعم الهندسة الإكلينيكية. تشمل هذه التوقعات ما يلي:

١- سرعة استجابة أو استجابة سريعة إلى حد معقول على طلباتها للخدمة.

٢- عمل الجودة، الذي يتضمن، في عين المراقب، موقفاً ومظهراً لطيفاً، وتعاطفاً، وكذلك العمل الذي يحل بشكل صحيح المشكلة (المشكلات) الأصلية.

٣- تكلفة منخفضة إلى حد معقول أو تكلفة شفافة.

وكما يبين الشكل رقم (٤٩,٤) فإن الزبائن يكونون أكثر ارتياحاً عندما يعمل قسم الهندسة الإكلينيكية بتناغم في منطقة عالية الجودة، وزمن استجابة سريع، وتكلفة منخفضة. وبالقيام بذلك، تميل الأقسام إلى أن تصبح غير مرئية بشكل متزايد بالنسبة إلى الزبون النهائي. يصبح مثل هذا المستوى من كونها غير مرئية في نواح كثيرة مثالاً لخدمة الزبائن وفعالية التكاليف. يمكن للأقسام التي تصل إلى هذه المستويات من كونها غير مرئية القيام بذلك فقط من خلال أن تصبح فعالة من حيث التكلفة. تصبح فعالية التكلفة والإنتاجية في الهندسة الإكلينيكية بعدئذ مجرد منتجات ثانوية لبرنامج يرضي زبائنه باستمرار، وليس الأشياء التي يجب قياسها أو تشجيعها فيه.



الشكل رقم (٤,٤٩).العوامل المؤثرة على رضا الزبائن عند تقديم خدمة الهندسة الإكلينيكية.

المراجع

References

Bauld TJ. Productivity: Standard Terminology and Definitions. J Clin Eng 12(2), 139-145, 1987.
Drucker P. We Need to Measure, Not Count. The Wall Street Journal, April 13, 1993.
Dunn DT et al. Marketing High Tech Services: Target Your Sales. Business 35:3-11, 1985.
Fennigkoh L. Medical Equipment Maintenance Performance Measures. ASHE Technical Document Series, September 1986.
Fennigkoh L. Management of the Clinical Engineering Department: Converting a Cost Center into a Profit Center. Brea, CA, Quest Publishing, 1987.
Furst E. Productivity and Cost-Effectiveness of Clinical Engineering. J Clin Eng 11(2):105-113, 1986.
Johnston GI. Analysis of In-House Costs. IEEE Frontiers of Engineering and Computing in Health Care 473-476, 1983.
Lodge DA. Productivity, Efficiency, & Effectiveness in the Management of Health care Technology: An Incentive Pay Proposal. J Clinl Eng 16(1):29-34, 1991.
Portney LG, Watkins, MP. Foundations of Clinical Research–Applications to Practice, 2nd ed. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ 2000.
Ridgeway M. Part II: Measuring the Performance of the Hospital's clinical or Biomedical Engineering Program. J Clin Eng 1980, Oct-Dec; 5(4): 287-298.
Shaffer MJ et al. A System Analysis Approach for Estimating the Costs of a Clinical Engineering Service. Proceedings of the 27th ACEMB, 1974.
Williams JF. Making Clinical Engineering a Business–and Improving Communications with Administration. Biomedical Technology Today 1(4):132-136, 1986.