

Contrast-enhanced ultrasonography in the characterization of benign focal liver lesions: activity-based cost analysis

Ecografia con mezzo di contrasto nella caratterizzazione delle lesioni focali epatiche benigne: analisi dei costi

N. Faccioli • M. D'Onofrio • A. Comai • C. Cugini

Department of Radiology, Policlinico G.B. Rossi, University of Verona, P.le L.A. Scuro, I-37134 Verona, Italy
Correspondence to: N. Faccioli, Tel: +39-045-8124301, Fax: +39-045-8277808, e-mail: nfaccioli@sirm.org

Received: 01 September 2006 / Accepted: 12 February 2007 / Published online: 21 September 2007

Abstract

Purpose. The aim of this study was to perform a cost analysis of contrast-enhanced ultrasonography (CEUS) in the study of benign focal liver lesions (BFLL) with indeterminate appearance on ultrasonography (US).

Materials and methods. A decision model of patients with suspected BFLL on baseline US who subsequently underwent CEUS between 2002 and 2005 was constructed. We analysed the cost effectiveness of CEUS, considering whether or not computed tomography (CT) was necessary for the diagnosis. There were 398 patients with 213 angiomas, 41 focal nodular hyperplasias (FNH) and 154 pseudolesions (focal fatty sparing, focal fatty areas). Each patient underwent CEUS, and 98 of them were also studied by CT. All lesions were followed up.

Results. The cost of a single CEUS examination was 101.51 euros, and that of a single CT scan was 211.48 euros. For diagnosis of haemangiomas, we saved 1,406.97 euros in 2002, 5,315.22 euros in 2003, 10,317.78 euros in 2004 and 9,536.13 euros in 2005. For diagnosis of focal nodular hyperplasias, we saved 781.65 euros in 2003, 781.65 euros in 2004 and 1,406.97 euros in 2005. For diagnosis of pseudolesions, we saved 2,813.94 euros in 2002, 5,158.89 euros in 2003, 5,158.89 euros in 2004 and 4,220.91 euros in 2005. In the period 2002–2005, the introduction of CEUS allowed us to save a total of 47,055.33 euros in the diagnosis of benign focal hepatic liver lesions.

Conclusions. This cost analysis shows that CEUS is the least expensive second-line modality after baseline US for the diagnosis of BFLL.

Key words Cost analysis • Contrast-enhanced ultrasonography • Liver • Benign focal lesions • Computed tomography

Riassunto

Obiettivo. Scopo di questo lavoro è l'analisi dei costi di pertinenza dei servizi di Radiologia nell'utilizzo dell'ecografia con contrasto (CEUS) nello studio delle lesioni focali epatiche benigne (LFEB) ad aspetto non esaustivo all'ecografia basale (US).

Materiali e metodi. È stato costruito un modello decisionale di pazienti con LFEB sospette all'US che sono stati sottoposti a CEUS tra il 2002 ed il 2005. Abbiamo analizzato il rapporto costo-efficacia della CEUS sulla base della necessità o meno di proseguire le indagini con un esame di tomografia computerizzata (TC). I pazienti sono stati 398, aventi 213 angiomi, 41 iperplasie focali nodulari (FNH), e 154 pseudolesioni (aree di risparmio di steatosi, aree di steatosi focale). Per ognuno di questi pazienti abbiamo effettuato un esame CEUS e in 98 pazienti l'esame TC. Tutte le lesioni sono state seguite in follow-up.

Risultati. Il costo per singolo esame CEUS è stato di 101,51 €. Il costo per singolo esame TC è stato di 211,48 €. Per la diagnosi di angiomi nel 2002 abbiamo risparmiato 1406,97 €, nel 2003 5315,22 €, nel 2004 10317,78 €, nel 2005 9536,13 €. Per diagnosticare l'iperplasia focale nodulare nell'anno 2003 abbiamo risparmiato 781,65 €, nel 2004 781,65 €, nel 2005 1406,97 €. Per diagnosticare pseudolesioni nel 2002 abbiamo risparmiato 2813,94 €, nel 2003 5158,89 €, nel 2004 5158,89 €, nel 2005 4220,91 €. Nell'intero periodo 2002–2005 grazie all'introduzione della CEUS abbiamo risparmiato 47055,33 € per la diagnosi di lesioni focali epatiche benigne.

Conclusioni. Questo studio sull'analisi dei costi ha dimostrato che la CEUS è la più conveniente tecnica di secondo livello dopo l'ecografia basale per la diagnosi di lesioni focali epatiche benigne.

Parole chiave Analisi dei costi • Ecografia con mezzo di contrasto • Fegato • Lesioni focali benigne • Tomografia computerizzata

Introduction

Contrast-enhanced ultrasonography (CEUS) has gained a well-defined role in the evaluation of focal liver lesions [1]. Technological advances have enabled this technique to attain high levels of specificity even though the ranges reported in studies using computed tomography (CT), magnetic resonance imaging (MRI) or histology as the gold standard are very wide (from 85% to 95%) [2]. Most published research has considered the diagnostic contribution of CEUS and emphasised its advantages of having a negligible biological cost [2, 3]. In the event of equivocal findings, the sonographic contrast agent adds essential informations for lesion characterization. When a focal liver lesion is incidentally discovered on baseline ultrasound (US), the standard second-line examination, where required, is contrast-enhanced CT [3–5]. The use of CEUS has been suggested as a valuable diagnostic alternative to CT [1–5]. If suspicion persists, CT is only used as a possible third-line modality in the diagnostic workup. However, the economic impact of this diagnostic approach has still to be assessed, as no published studies have investigated this aspect.

Our analysis considers the costs of radiology services from the point of view of the “producer” (the hospital) whose aim is to provide the patient with the best and most cost-effective clinical approach. As a consequence, the possible costs of these examinations in private facilities were not considered. Our study presents a cost-identification analysis as performed in previous studies [6, 7], namely, a partial assessment aimed at determining the impact of CEUS and CT on costs. The aim of his study is therefore to analyse the impact on costs to the radiology department of the use of CEUS rather than CT for the study of benign focal liver lesions (BFL) with indeterminate appearance on baseline US over a period of 4 years.

Materials and methods

Out of 2,140 CEUS examinations performed between 2002 and 2005, we retrospectively reviewed 1,187 studies of the liver. A decision-making model was constructed for patients with suspicious lesions on baseline US, which turned out to be BFL (angiomas; focal nodular hyperplasias; and pseudolesions, areas of fatty sparing or focal fatty areas) in 398 patients. The criteria by which a focal lesion was classified as indeterminate were the absence of the typical signs of angioma (a homogeneously hyperechoic lesion with sharp margins) or the absence of the typical signs of focal fatty area or focal fatty sparing (a hyperechoic or hypoechoic lesion with sharp or blurred margins located in a typical perihilar or perivascular site). We analysed the cost effectiveness of CEUS based on the need to follow up the studies with a CT scan; that is, we considered the number of cases in which the information provided by CEUS proved conclusive for the diagnosis. In patients with BFL, the following were detected: 213 angiomas, 41 focal nodular hyperplasias and 154 pseudolesions (focal fatty sparing, focal fatty ar-

Introduzione

L'ecografia con mezzo di contrasto (CEUS) ha ormai conquistato un ruolo ben definito nella valutazione delle lesioni focali epatiche [1]. I progressi tecnologici hanno fatto sì che tale indagine possa garantire una specificità elevata, anche se la letteratura riporta un range assai ampio (tra 85% e 95%) utilizzando di volta in volta la tomografia computerizzata (TC), la risonanza magnetica (RM) o, meglio, l'istologia come gold standard [2]. Molti lavori hanno infatti preso in considerazione l'apporto della CEUS nei processi diagnostici e hanno sottolineato i suoi benefici per il trascurabile costo biologico intrinseco della metodica [2, 3]. Il mezzo di contrasto ecografico, in caso di reperto dubbio, aggiunge informazioni necessarie alla caratterizzazione della lesione. Attualmente, dopo il riscontro incidentale di una lesione focale epatica all'ecografia basale l'esame standard di secondo livello, dove richiesto, consiste in una TC con mezzo di contrasto [3–5]. In letteratura l'utilizzo della metodica CEUS è segnalata come valida alternativa diagnostica alla TC [1–5]; in caso di persistenza del sospetto si ricorre quindi alla TC, ma solo come eventuale terzo stadio dell'iter diagnostico. Rimane da valutare l'impatto economico di questa condotta diagnostica; non esistono infatti lavori in letteratura su questo argomento.

La nostra analisi considera i costi di totale pertinenza dei servizi di Radiologia dal punto di vista del “produttore” (l'Azienda Ospedaliera), il quale ha l'obiettivo di fornire al paziente l'approccio clinico migliore e con il miglior rapporto costo-efficacia. Non sono quindi stati considerati i costi che potrebbero essere legati a queste indagini in una struttura privata. L'analisi dei costi effettuata è del tipo cost-identification così come in altri lavori [6, 7], ovvero una valutazione parziale con l'obiettivo di determinare, analizzando le due indagini considerate (CEUS e TC) gli effetti sui costi. Scopo di questo lavoro è quindi l'analisi dell'impatto sui costi di pertinenza dei servizi di Radiologia dell'utilizzo della CEUS in luogo della TC nello studio delle lesioni focali epatiche benigne (LFEB) ad aspetto non esaustivo dopo ecografia basale (US), in un arco temporale di quattro anni.

Materiali e metodi

Su un totale di 2140 esami CEUS eseguiti tra il 2002 ed il 2005 sono stati retrospettivamente considerati 1187 esami CEUS del fegato, sui quali è stato costruito un modello decisionale per pazienti con lesioni sospette all'ecografia basale rivelatesi poi LFEB (angiomi, iperplasie focali nodulari, pseudolesioni: aree di risparmio di steatosi o aree di steatosi focale), per un totale di 398 pazienti. I criteri che hanno fatto classificare una lesione focale come indeterminata sono stati l'assenza di aspetto tipico di angioma (lesione a margini netti, omogeneamente iperecogena), o l'assenza di aspetto tipico di aree di steatosi focale o di risparmio di steatosi (lesione a margini netti o sfumati iper- o ipoecogene nelle sedi tipiche perilari/perivascolari). Abbiamo analizzato il rapporto costo-efficacia della CEUS sulla base della necessità o meno di pro-

eas). Patients with multiple benign lesions were considered as a single group, as the study protocol did not change. All patients underwent CEUS (36 in 2002, 113 in 2003, 125 in 2004, 124 in 2005), and 98 also underwent CT (nine in 2002, 41 in 2003, 21 in 2004, 27 in 2005). All lesions were followed up for 22 months on average (range: 8–36 months), and in no case was the initial CEUS diagnosis changed during follow-up.

As for evaluation of the economic impact from the hospital's point of view, the resources absorbed by the examinations were calculated by defining the unit cost in euros of each type of resource used. The resources assessed were equipment costs (purchase and service contract costs), cost of supplies (contrast agents, saline solution, medical supplies, films) and staff costs (radiologist, technician/nurse, administrative staff).

CEUS technique

All examinations were carried out by radiologists with more than 5 years' experience with a US device equipped with contrast-specific software that uses a harmonic frequency with low acoustic pressure (2–4 MHz Coherent Contrast Imaging or Cadence Contrast Pulse Sequencing; mechanical index 0.2; 12–13 frames/s). A 2.4-ml bolus (half dose) of a second-generation contrast agent (SonoVue, Bracco, Milan, Italy) was injected intravenously, followed by a 5-ml bolus of saline solution. Insonation of the focal lesion was continuous, with dynamic observation of the transition between the unenhanced and the contrast-enhanced phase. The lesion enhancement pattern was compared with that of normal parenchyma and classified according to the literature [1, 5].

CT technique

Liver CT was performed with a single-detector device using a four-phase technique. After the precontrast scans, 110 ml of nonionic contrast agent was injected intravenously at a flow rate of 3.5 ml/s. Spiral acquisition was performed with a fixed delay from the start of the injection, after 30 s (arterial phase), after 75 s (portal phase) and after 4 min (equilibrium phase). Scan parameters for all phases were the following: collimation 5 mm, table feed 7.5 mm per rotation, reconstruction interval 5 mm. All CT studies were performed within 2 weeks from US.

Economic analysis

The differential costs (defined as the sum of equipment costs, cost of supplies and staff costs) of CEUS and CT were analysed according to the methods in use at our institute. Three components of the differential costs were considered: (1) equipment costs (depreciation and service contracts); (2) cost of supplies and related services; (3) staff costs. The cost of supplies and equipment are inclusive of 20% value added tax.

The “common costs” of productive factors within the radiology department, that is, factors supporting all diagnostic

seguire le indagini con un esame TC, ovvero considerando in quanti casi le informazioni ricavate dal mezzo di contrasto ecografico sono risultate esaustive in termini di iter diagnostico. Nei pazienti con LFEB si sono riscontrati: 213 angiomi, 41 iperplasie focali nodulari (FNH) e 154 pseudolesioni (aree di risparmio di steatosi, aree di steatosi focale); i pazienti con lesioni benigne multiple sono stati considerati unitariamente, in quanto il protocollo d'indagine non ha subito variazioni. Tutti i pazienti hanno effettuato un esame CEUS (36 nel 2002, 113 nel 2003, 125 nel 2004, 124 nel 2005) e per 98 di questi pazienti si è resa necessaria anche l'esecuzione di un esame TC (9 nel 2002, 41 nel 2003, 21 nel 2004, 27 nel 2005). Tutte le lesioni sono state seguite in follow-up per un periodo medio di 22 mesi (range 8–36 mesi), e in nessun caso la diagnosi CEUS iniziale è mutata nel corso del follow-up.

Per la valutazione dell'impatto economico dal punto di vista dell'Azienda Ospedaliera sono state calcolate le risorse consumate per svolgere gli esami, definendo per ogni tipologia di risorsa utilizzata il costo unitario in Euro (€); le risorse valutate sono state: costo delle apparecchiature (prezzo di acquisto e manutenzione), costo dei materiali (mezzi di contrasto, soluzione fisiologica, materiale sanitario, pellicole), costo del personale (tempo medico, tecnico-infermieristico, amministrativo).

Tecnica d'esame CEUS

Tutte le indagini sono state eseguite da medici radiologi con più di 5 anni di esperienza su un apparecchio ecografico, dotato di software contrasto specifico che utilizza una frequenza armonica a bassa pressione acustica (2–4 MHz Coherent Contrast Imaging o Cadence Contrast Pulse Sequencing; indice meccanico 0,2; 12–13 frames/s). Un bolo di 2,4 ml (mezza dose) di mezzo di contrasto di seconda generazione, SonoVue (Bracco, Milano, Italia), è stato iniettato endovena seguito da un bolo di soluzione salina di 5 ml. L'insonazione della lesione focale è stata continua con osservazione dinamica del passaggio tra la fase non contrastografica e quella contrastografica. Il pattern di impregnazione della lesione è stato confrontato con quello del normale parenchima e classificato secondo letteratura [1, 5].

Tecnica d'esame TC

Lo studio TC del fegato è stato espletato mediante apparecchio a singolo detettore e tecnica quadrifasica. Dopo le scansioni pre-contrastografiche sono stati iniettati per via endovenosa 110 ml di mezzo di contrasto non ionico con flusso da 3,5 ml/s. L'acquisizione spirale è avvenuta con ritardo fisso dall'inizio dell'iniezione a 30 s (fase arteriosa), a 75 s (fase portale) e a 4 min (fase di equilibrio). In tutte le fasi i parametri sono stati i seguenti: collimazione 5 mm, spostamento del tavolo 7,5 mm per rotazione, intervallo di ricostruzione 5 mm. Tutte le indagini sono state effettuate entro 2 settimane dall'esame ecografico.

Analisi economica

Sono stati analizzati i costi differenziali (definiti come la

activities undertaken by the department, were not calculated, as they are unaffected by the total number of examinations performed in a year and are independent variables that are specific to each facility.

Equipment cost was calculated on the basis of its mean utilisation time per examination considering purchase cost and depreciation. Purchase costs were obtained from the records of the Hospital Administration Office. Depreciation was calculated on a temporal basis considering a constant annual rate. For the lifetime of radiological equipment, we considered a maximum technological time of 8 years. The cost of supplies and medical, technical and nursing staff were then assessed. Medical staff time required for examinations, compatible with the standard workload of our radiology department, was obtained from the Società Italiana di Radiologia Medica (SIRM) publication for determining radiologists' throughput and productivity [8] and corresponds to 23 min for US, 36 min for CEUS and 45.6 min for CT.

When evaluating differential costs, we confined ourselves to the technical act, disregarding any other costs related to patient management, as done in previous studies [6]. Inclusion of the latter would have required an explicit description of the relations between the radiology department and other departments of our university hospital and, with regards to inpatients, the role played by imaging studies on the therapeutic process. Therefore, our analysis was limited to the costs incurred by the radiology department, enabling us to make comparisons over time (with reference to budget targets), between volumes (increasing or decreasing workloads) and across space (with reference to other hospitals) [6].

The cost of fixed-asset utilisation (technology) was related to the time of use, and the cost of radiological, technical and nursing staff was related to their specific activity measured on the basis of activity time. Radiologist time, according to data provided by the Resource Management Service of our hospital, costs 1.02 euros per minute, whereas radiology technicians and nurses cost 0.37 euros per minute.

Economic savings were calculated by multiplying the number of lesions not requiring CT scans by the cost of a single CT examination: from this, we subtracted the differential cost of CEUS compared with baseline US, i.e. the cost resulting from the use of contrast material and a longer medical procedure. The calculation can be represented as follows, where CT, CEUS and US indicate their respective costs (Table 1): $CT \times n - [(CEUS - US) \times n]$.

Results

Costs of CEUS

Equipment costs (depreciation and service contract)

We considered the cost of our US scanner. The cost to be amortised (purchase cost) was 156,000.00 euros. There follows an annual cost of 19,500.00 euros for 8 years. To this we added the cost of the service contract, equal to 12,480.00 euros per year for 7 years, with 12 months of warranty. The

somma dei costi delle apparecchiature, dei costi dei materiali e dei costi del personale) della CEUS e della TC, con le modalità in uso presso il nostro Istituto. Sono state prese in considerazione 3 componenti del costo differenziale, e precisamente: (1) costi delle apparecchiature (ammortamenti e manutenzione); (2) costi dei materiali e servizi connessi; (3) costo del personale. I costi di materiali e apparecchiature sono comprensivi di IVA al 20%.

Non sono stati calcolati i "costi comuni" dei fattori produttivi interni all'Istituto di Radiologia, cioè quei fattori che garantiscono un'attività di supporto a tutti gli atti diagnostici svolti nel Reparto, poiché si tratta di costi che non si modificano al variare del numero totale di esami svolti nel periodo annuo e che, essendo specifici per ogni struttura, rappresentano una variabile indipendente.

Il costo delle apparecchiature è stato calcolato in base al tempo medio di utilizzo per esame delle stesse, valutando il costo d'acquisto ed il calcolo dell'ammortamento. I costi d'acquisto sono stati ricavati dalla documentazione ufficiale della Direzione Sanitaria. Il calcolo dell'ammortamento è stato effettuato su base temporale, a valore annuo costante. La durata della vita lavorativa delle apparecchiature radiologiche è stata considerata di un tempo tecnologico massimo di otto anni. Sono poi stati valutati i costi dei materiali impiegati e i costi del personale medico, tecnico e infermieristico. Il tempo medico richiesto per lo svolgimento degli esami, considerato conforme al carico di lavoro standard del nostro Istituto di Radiologia, è stato ricavato dal documento SIRM per la determinazione dei volumi di attività e produttività dei medici radiologi [8]: tale valore risulta pari a 23 minuti per lo svolgimento di un esame US, 36 minuti per lo svolgimento di un esame CEUS e 45,6 minuti per un esame TC.

Nella valutazione del costo differenziale ci siamo limitati a considerare l'atto tecnico, ignorando tutti gli altri costi legati alla gestione del paziente, così come in altri lavori [6]; ciò infatti avrebbe comportato l'esplicitazione di tutti i rapporti tra la Radiologia e gli altri reparti dell'Azienda Ospedaliero-Universitaria e, per i pazienti ricoverati, anche del ruolo che le indagini radiologiche hanno sul processo di cura. Nella nostra analisi abbiamo quindi introdotto esclusivamente i costi dell'Istituto di Radiologia: così facendo è possibile un confronto nel tempo (rispetto a obiettivi di budget), nel volume (secondo l'aumento o la diminuzione dei carichi di lavoro) e nello spazio (rispetto ad altre Aziende Ospedaliere) [6].

Il costo di utilizzo dei capitali fissi (cioè la tecnologia impiegata) è legato al tempo di impiego, così come il costo del personale medico, tecnico e infermieristico è legato alle specifiche attività che li vedono coinvolti mediante misure del tempo di attività. Il costo del tempo medico, secondo i dati forniti dalla Gestione Risorse della nostra Direzione Sanitaria, risulta pari a 1,02 € al minuto, mentre per quanto riguarda le figure professionali del tecnico di radiologia e dell'infermiere, di 0,37 € al minuto.

Il risparmio economico è stato calcolato moltiplicando il numero delle lesioni che non hanno richiesto un esame TC per il costo di un singolo esame TC: da questo prodotto abbiamo sottratto il costo differenziale di un esame ecografico

Table 1 Cost comparison of ultrasound (US), contrast-enhanced US (CEUS) and computed tomography (CT) per examination (euros current value, 2006)

	US (euros)	CEUS (euros)	CT (euros)
Equipment	8.43	8.43	68.27
Supplies			
Contrast media	0	30.68	30.80
Needle cannula	0	0.44	0.44
Films	5.96	11.92	31.72
Total supplies	5.96	43.04	62.96
Staff			
Radiologists	23.46	36.72	46.51
Nurses	8.51	13.32	16.87
Technicians	0	0	16.87
Total staff	31.97	50.04	80.25
Total per examination	46.36	101.51	211.48

Tabella 1 Confronto dei costi tra ecografia (US), CEUS e TC in Euro (valore corrente 2006) per singolo esame

	US (€)	CEUS (€)	TC (€)
Apparecchiature	8,43	8,43	68,27
Materiali			
Mezzo di contrasto	0	30,68	30,80
Agocannula	0	0,44	0,44
Pellicole	5,96	11,92	31,72
Totale materiali	5,96	43,04	62,96
Personale			
Medico	23,46	36,72	46,51
Infermieristico	8,51	13,32	16,87
Tecnico	0	0	16,87
Totale personale	31,97	50,04	80,25
Totale per esame	46,36	101,51	211,48

cost of a printer for the ultrasound laser imager, 45,000.00 euros, at an annual cost of 5,625.00 euros, was also added. The printer is used by the radiology department with a service contract that has an annual cost of 7,000.00 euros for 7 years. The sum of depreciation costs and annual costs of service contracts resulted in an annual equipment cost of 42,170.00 euros. Considering 250 workdays/year, the daily cost was 168.68 euros. Considering a single workday of the US scanner, equal to 12 h, and assuming an utilisation time of 36 min for an abdominal scan, the resulting equipment cost per examination was 8.43 euros.

Cost of supplies and related services

A CEUS scan involves, on average, the use of 2.4 ml (half a dose) of SonoVue US contrast agent, for a total of 30.68 euros per patient, given a cost per pack of 61.36 euros; four 20

con mezzo di contrasto rispetto al basale, ovvero la spesa legata all'utilizzo di mezzo di contrasto e del prolungamento della prestazione medica. Il calcolo può essere così rappresentato, dove per TC, CEUS e US si intendono i relativi costi (Tabella 1): $TC \times n - [(CEUS - US) \times n]$.

Risultati

Costi dell'ecografia con mezzo di contrasto

Costi delle apparecchiature (ammortamenti e manutenzioni)

Abbiamo preso in considerazione il costo del nostro apparecchio ecografico: il costo da ammortizzare (costo di acquisto) è stato di 156000,00 €. Ne consegue un costo annuo di 19500,00 € per 8 anni. A ciò va sommato il costo del contratto di manutenzione pari a 12480,00 € all'anno per 7 anni dati 12 mesi di garanzia. Va quindi considerato il costo della stampante per ecografia Laser Imager, pari a 45000,00 €, per un costo annuo di 5625,00 €. Essa viene utilizzata dall'Istituto di Radiologia con contratto di manutenzione con un costo pari a 7000,00 € annui per 7 anni. La somma dei costi di ammortamento e dei costi annui per i contratti di manutenzione comporta quindi un costo annuo delle apparecchiature di 42170,00 €. Considerando 250 giornate lavorative/anno il costo giornaliero risulta quindi di 168,68 €. Prendendo in considerazione la singola giornata lavorativa dell'ecografo pari a 12 ore e valutando in 36 minuti il tempo in cui l'apparecchiatura è impegnata per un esame dell'addome, emerge un 'ecosto apparecchiature' per esame di 8,43 €.

Costi dei materiali e servizi connessi

L'esecuzione di un esame CEUS prevede in media l'utilizzo di: 2,4 ml (mezza dose) di mezzo di contrasto ecografico Sonovue, per un costo di 30,68 € a paziente, dato il costo confezione di 61,36 €; in media 4 pellicole di 20x25 cm dal costo di 2,98 € l'una, per un totale di 11,92 €; una ago-cannula da 18 G (0,44 €); 13 ml in media di gel per ultrasuoni (0,41 € per flacone da 260 ml, in media bastevole per 20 esami, quindi con un costo per esame di 0,02 €) e 5 ml di soluzione fisiologica (meno di 0,01 €, in quanto la confezione da 250 ml ha un costo di 0,21 € e quella da 500 ml un costo di 0,31 €), entrambi dal costo trascurabile.

Globalmente quindi risulta un "costo variabile" per esame di 43,04 €.

Costo del personale

L'impegno temporale del medico è dovuto al tempo preliminare all'esame legato al raccordo anamnestico e al consenso informato, all'esecuzione dell'esame, all'analisi delle immagini e alla refertazione. Dato il costo unitario del tempo medico al min di 1,02 €, si deduce un costo medio per esame CEUS di 36,72 € (36 min). Per quanto riguarda il costo unitario legato alla professione infermieristica neces-

× 25-cm films, which cost 2.98 euros each, for a total of 11.92 euros; one 18-gauge needle cannula (0.44 euros); 13 ml US gel (0.41 euros for a 260-ml bottle, normally sufficient for approximately 20 examinations, with a resulting cost per examination of 0.02 euros); and 5 ml of saline solution (less than 0.01 euros, given a cost of 0.21 euros for 250 ml and 0.31 euros for 500 ml), both of which have a negligible cost.

Overall, the “variable costs” per examination were euros 43.04.

Staff costs

Radiologist time comprises the time taken to obtain and review patient history and obtain informed consent before the examination, examination time, image analysis time and reporting time. Given a unit cost per minute of radiologist time of 1.02 euros, the mean cost for a CEUS scan is 36.72 euros (36 min). The unit cost of the nursing staff required to carry out the same examination is 0.37 euros/min, hence the cost per examination was 13.32 euros. The resulting “staff costs” per examination are 50.04 euros. We did not consider the actual time worked per year including days off work, as we were only analysing mean staff costs for each examination.

For the baseline US scan, we calculated the same equipment costs, lower supplies costs – two films instead of four – and a radiological and nursing staff time of 23 min [8]. This figure was subtracted from the cost of CEUS to obtain the differential cost of CEUS and baseline US. The above analysis shows that the cost of a CEUS examination of the liver parenchyma at our institute is 101.51 euros, with a differential cost of 55.15 euros compared with baseline US (Table 1).

Costs of computed tomography

Equipment costs (depreciation and service contract)

The purchase cost of the CT equipment to be amortised was 1,032,913 euros; there follows an annual cost of 129,114.16 euros for 8 years. To this we added the yearly cost of the service contract, namely, 116,000.00 euros. The cost of the laser imager CT printer, 90,000.00 euros, was also added. The printer is used by the Radiology Institute with a service contract of 15,000.00 euros per year, which, added to the annual cost depreciation rate and considering 1 year of warranty, gives 24,375.00 euros. The sum of the depreciation costs and of the annual costs of service contracts results in an annual equipment cost of 269,489.16 euros. Considering 250 workdays/year, the daily cost is 1,077.95 euros. Considering a single workday of the CT scanner equal to 12 h, and assuming an utilisation time of 45.6 min an abdominal scan, the resulting “equipment cost” per examination was 68.27 euros.

Cost of supplies and related services

A CT scan involves the use of 110 ml of contrast material on

saria allo svolgimento dello stesso questo valore è di 0,37 € al min, e quindi è di 13,32 € il costo per esame. Ne risulta quindi un “costo personale” per esame di 50,04 €. Non è stato necessario considerare il tempo lavorativo effettivo annuo, comprese le assenze per congedo ordinario, poiché abbiamo considerato solo il costo del tempo medio per esame.

Per l'esame ecografico basale è stato calcolato il medesimo costo apparecchiature, un costo materiali inferiore, comprendente solo due pellicole, e un tempo medico e infermieristico di 23 min [8]. Tale valore è stato sottratto al costo dell'esame CEUS per ricavare il costo differenziale dello stesso rispetto all'esame basale. Da quanto esposto risulta che, sommando tutti i parametri considerati, il costo di un esame CEUS del parenchima epatico presso il nostro Istituto è di 101,51 €, con un costo differenziale di 55,15 € rispetto all'ecografia basale (Tabella 1).

Costi della tomografia computerizzata

Costi delle apparecchiature (ammortamenti e manutenzioni)

Il costo di acquisto dell'apparecchiatura TC da ammortizzare è risultato di 1032913 €. Ne consegue un costo annuo di 129114,16 € per 8 anni. A ciò va sommato il costo annuo del contratto di manutenzione, pari a 116000,00 €. Va considerato inoltre il costo della stampante TC Laser Imager di 90000,00 €. Essa viene utilizzata dall'Istituto di Radiologia con contratto di manutenzione dal costo pari a 15000,00 € annui, che, sommati alla quota di ammortamento di costo annua e considerando un anno di garanzia risulta di 24375,00 €. La somma dei costi di ammortamento e dei costi annui per i contratti di manutenzione comporta quindi un costo annuo delle apparecchiature di 269489,16 €. Considerando 250 giornate lavorative/anno il costo giornaliero risulta quindi di 1077,95 €. Prendendo in considerazione la singola giornata lavorativa della TC, pari a 12 ore, e quantificando in 45,6 minuti il tempo in cui l'apparecchiatura è impegnata per un esame dell'addome, emerge un “costo apparecchiature” per esame di 68,27 €.

Costi dei materiali e servizi connessi

Si impiegano in media 110 ml di mezzo di contrasto; impiegando in uguale misura 4 tipi di mezzo di contrasto uroangiografici non ionici monomeri, il cui costo medio per flacone di 200 ml è di 56,06 €, il costo medio per esame è quindi di 30,80 €; nella documentazione dell'esame TC è previsto l'uso di quattro pellicole 35×43 cm dal costo unitario di 7,93 €, per cui il costo medio delle pellicole per esame è quantificabile in 31,72 €; una ago-cannula da 18 G (0,44 €). Inoltre in circa lo 0,5% dei pazienti sottoposti a esami TC, essendo un'anamnesi allergica positiva, si esegue anche una preparazione farmacologica (a base di cortisonici e antiistaminici) per un costo di 4 €, in media 0,04 € in più per ogni esame. Data l'esiguità di tale costo, la voce è stata considerata trascurabile. Globalmente quindi risulta un “costo variabile” per esame di 62,96 €.

average; using four types of uroangiographic nonionic monomeric contrast media equally, costing on average 56.06 euros for a 200-ml bottle, the average cost per examination was 30.80 euros; documentation of the examination requires four 35 × 43-cm films with a unit cost of 7.93 euros, hence the mean cost of films per examination can be quantified at 31.72 euros; a 18-gauge needle cannula costs 0.44 euros. In addition, approximately 0.5% of patients have a history of allergy and require pharmacological preparation (cortisone and antihistamines) costing 4 euros, leading to an additional 0.04 euros on average for each examination. Given the low cost of the last item, it was considered negligible. Overall, the “variable costs” per examination were euros 62.96.

Staff costs

Radiologist time covers different activities: review of the patient’s medical history, obtaining informed consent, planning the examination after patient preparation, acquiring the images and viewing them on the monitor and reporting. Given a unit cost per minute of radiologist time of 1.02 euros and a total time of 46 min, radiologist costs per CT scan were 46.51 euros. The unit cost of the nursing staff required for the same examination was 0.37 euros/min, hence the cost per examination was 16.87 euros. In contrast to CEUS, CT also requires the radiology technician’s assistance (0.37 euros/min), producing an additional cost of 16.87 euros. The resulting “staff costs” per examination were 80.25 euros. We did not consider the actual time worked per year including days off work, as we were only analysing the mean cost of personnel time for each examination. This description shows that the differential cost of a CT scan at our institute is 211.48 euros (Table 1).

External costs

All patients imaged by contrast-enhanced studies with organic iodinated contrast agents, as in CT, undergo a blood test to determine serum creatinine, nitrogen and bilirubin, for an overall cost of approximately 5 euros per examination. This cost does not fall under the examination costs, but CT inevitably has a greater impact than CEUS on costs external to the radiology department [7].

Savings for CEUS and CT examinations

In 2002, for the diagnosis of angiomas, we performed four CT/13 CEUS, saving 1,406.97 euros. In 2003, we performed 15 CT/49 CEUS, saving 5,315.22 euros. In 2004, we performed 10 CT/76 CEUS, saving 10,317.78 euros. In 2005, we performed 14 CT/75 CEUS, saving 9,536.13 euros. The overall amount saved over the 4-year period for the diagnosis of angiomas was 26,576.10 euros.

In 2002, for the diagnosis of focal nodular hyperplasias, we performed 1 CT/2 CEUS, with insignificant savings. In 2003, we performed 9 CT/14 CEUS, saving 781.65 euros. In 2004, we performed 6 CT/11 CEUS, saving 781.65 euros. In 2005, we performed 6 CT/15 CEUS, saving 1,406.97 euros. The overall amount saved over the 4-year period for the di-

Costo del personale

L'impegno temporale del medico è legato a diverse attività: raccordo anamnestico, consenso informato, impostazione procedurale dell'esame dal termine della preparazione del paziente, acquisizione e verifica al monitor delle immagini acquisite, refertazione dell'esame. Dato il costo unitario del tempo medico al min di 1,02 € e la sua durata (46 min), si deduce un costo medico medio per esame TC di 46,51 €. Per quanto riguarda il costo unitario legato alla professione infermieristica necessaria allo svolgimento dello stesso è di 0,37 € al min, e quindi di 16,87 € il costo per esame. A differenza dell'esame CEUS è necessaria anche la collaborazione del tecnico sanitario di radiologia medica (TSRM) (0,37 € al min) che comporta un costo aggiuntivo di 16,87 €. Ne risulta quindi un “costo personale” per esame di 80,25 €. Non è stato necessario considerare il tempo lavorativo effettivo annuo comprese le assenze per congedo ordinario, poiché abbiamo considerato solo il costo del tempo medio per esame. Da quanto esposto risulta come, sommando tutti i parametri considerati, il costo differenziale di una indagine TC risulti presso il nostro Istituto di 211,48 € (Tabella 1).

Costi esterni

In tutti i pazienti sottoposti a indagini contrastografiche che prevedono l'impiego di un mezzo di contrasto organo iodato, quale l'esame TC, viene effettuato un prelievo ematico per valutare i livelli sierici di creatinina, azotemia e bilirubinemica per un costo complessivo di circa 5 € a esame. Questo costo non rientra tra i costi dell'esame, però inevitabilmente la TC viene a pesare maggiormente sui costi esterni alla struttura radiologica rispetto a un esame CEUS [7].

Risparmio per esami CEUS e TC

Per la diagnosi di angiomi nel 2002 abbiamo compiuto 4 TC/13 CEUS, il risparmio risultato è stato di 1406,97 €. Nel 2003 abbiamo effettuato 15 TC/49 CEUS, risparmiando 5315,22 €. Nel 2004 abbiamo effettuato 10 TC/76 CEUS, risparmiando 10317,78 €. Nel 2005 abbiamo effettuato 14 TC/75 CEUS, risparmiando 9536,13 €. In totale nei 4 anni il risparmio per le diagnosi di angioma è stato di 26576,10 €.

Per diagnosticare iperplasie focali nodulari nell'anno 2002 abbiamo effettuato 1 TC/2 CEUS, il risparmio non è stato significativo. Nel 2003 abbiamo effettuato 9 TC/14 CEUS, risparmiando 781,65 €. Nel 2004 abbiamo effettuato 6 TC/11 CEUS, risparmiando 781,65 €. Nel 2005 abbiamo effettuato 6 TC/15 CEUS, risparmiando 1406,97 €. In totale nei 4 anni passati il risparmio per le diagnosi di iperplasia focale nodulare è stato di 3126,60 €.

Per diagnosticare pseudolesioni nel 2002 abbiamo effettuato 4 TC/22 CEUS, risparmiando 2813,94 €. Nel 2003 abbiamo effettuato 17 TC/50 CEUS, risparmiando 5158,89 €. Nel 2004 abbiamo effettuato 5 TC/38 CEUS, risparmiando 5158,89 €. Nel 2005 abbiamo effettuato 7 TC/34 CEUS, risparmiando 4220,91 €. In totale per queste diagnosi nel corso dei 4 anni il risparmio è stato di 17352,63 €.

Table 2 Contrast-enhanced ultrasound (CEUS) and computed tomography (CT) examinations: relative costs and savings in euros per year and per type of lesion. Saving = $CT \times n - [(CEUS - US) \times n]$

Lesion/examination type	2002	2003	2004	2005	Total
Angiomas					
CEUS	13	49	76	75	
CT	4	15	10	14	
Spared CTs (n)	9	34	66	61	
(CT cost) $\times n$	1,903.32	7,190.32	13,957.68	12,900.28	
(CEUS - US) cost $\times n$	496.35	1,875.10	3,639.90	3,364.15	
Net saving	1,406.97	5,315.22	10,317.78	9,536.13	26,576.10
Focal nodular hyperplasias					
CEUS	2	14	11	15	
CT	1	9	6	6	
Spared CTs (n)	1	5	5	9	
(CT Cost) $\times n$	211.48	1,057.40	1,057.40	1,903.32	
(CEUS - US) cost $\times n$	55.15	275.75	275.75	496.35	
Saving	156.33	781.65	781.65	1,406.97	3,126.60
Pseudolesions					
CEUS	22	50	38	34	
CT	4	17	5	7	
Spared CTs (n)	18	33	33	27	
(CT Cost) $\times n$	3,806.64	6,978.84	6,978.84	5,709.96	
(CEUS - US) cost $\times n$	992.70	1,819.95	1,819.95	1,489.05	
Saving	2,813.94	5,158.89	5,158.89	4,220.91	17,352.63
Total saving					47,055.33

Tabella 2 Esami CEUS e TC: costi e risparmio relativi per anno e per lesione in Euro. Risparmio = $TC \times n - [(CEUS - US) \times n]$

Legione/Tipo di esame	2002	2003	2004	2005	Totale
Angiomi					
CEUS	13	49	76	75	
TC	4	15	10	14	
TC evitate (n)	9	34	66	61	
(costo TC) $\times n$	1903,32	7190,32	13957,68	12900,28	
(CEUS - US) $\times n$	496,35	1875,10	3639,90	3364,15	
Risparmio netto	1406,97	5315,22	10317,78	9536,13	26576,10
Iperplasia focale nodulare					
CEUS	2	14	11	15	
TC	1	9	6	6	
TC evitate (n)	1	5	5	9	
(Costo TC) $\times n$	211,48	1057,40	1057,40	1903,32	
Costo (CEUS - US) $\times n$	55,15	275,75	275,75	496,35	
Risparmio	156,33	781,65	781,65	1406,97	3126,60
Pseudolesioni					
CEUS	22	50	38	34	
TC	4	17	5	7	
TC evitate (n)	18	33	33	27	
(Costo TC) $\times n$	3806,64	6978,84	6978,84	5709,96	
Costo (CEUS - US) $\times n$	992,70	1819,95	1819,95	1489,05	
Risparmio	2813,94	5158,89	5158,89	4220,91	17352,63
Risparmio totale					47055,33

agnosis of nodular focal hyperplasia was 3,126.60 euros.

In 2002, for the diagnosis of pseudolesions, we performed 4 CT/22 CEUS, saving 2,813.94 euros. In 2003, we performed 17 CT/50 CEUS, saving 5,158.89 euros. In 2004, we performed 5 CT/38 CEUS, saving 5,158.89 euros. In 2005, we performed 7 CT/34 CEUS, saving 4,220.91 euros. The

Grazie all'introduzione del CEUS, per conseguire la diagnosi di lesioni focali epatiche benigne ad aspetto non esauritivo all'US, nel 2002 abbiamo risparmiato 4377,24 €, nel 2003 11255,76 €, nel 2004 16258,32 €, e nel 2005 15164,01 €; nell'intero periodo 2002-2005 abbiamo quindi risparmiato 47055,33 € (Tabella 3).

overall amount saved over the 4-year period for the diagnosis of pseudolesions was 17,352.63 euros.

The introduction of CEUS for the diagnosis of BFL with indeterminate appearance on baseline US enabled savings of 4,377.24 euros in 2002, 11,255.76 euros in 2003, 16,258.32 euros in 2004 and 15,164.01 euros in 2005; thus, in the 2002–2005 period, we saved 47,055.33 euros (Table 3).

Discussion

The effectiveness and efficiency of production processes are common concerns in Italian health care agencies, particularly now that expenditure responsibilities are being transferred to the regions [9]. Our cost-analysis of CEUS, unique in its kind, makes use of techniques commonly used in industry that ensure a methodological rigour that reduces the approximations of conventional cost-calculation methods [10–16]. The data that emerged from our analysis cannot be easily transferred to other radiology departments, as they reflect the unique situation of our facility at a specific point in time, and the costs incurred by other facilities may be very different as a result of different equipment costs and different organisational choices that may affect the cost of supplies or staff costs. The value of this analysis is that it proposes a model that can be applied to other settings and can serve as a stimulus for similar comparisons of the costs of two techniques. As previously suggested [7], it is clear that cost analysis is merely the first step in a cost-effectiveness analysis that encompasses diagnostic benefits, including effects on treatment and biological costs.

The high diagnostic accuracy of CEUS in the evaluation of BFL is well established, thanks to the diagnostic power of the dynamic and sinusoidal phases [1–5]. The performance of CEUS and CT in the characterization of BFL is similar despite the differences between the techniques. CEUS nonetheless has a lower cost, and our department achieved savings of 47,055.33 euros over 4 years. Our cost analysis showed that the cost of the CT study is 208% higher than that of CEUS in the evaluation of BFL (211.48 vs. 101.51 euros). Clearly, CT is handicapped by the higher initial equipment costs, as staff and supplies costs have a smaller impact.

The choice between the two methods mainly depends on the experience of the operators working in the ultrasonography section. The current diagnostic workup for incidentally detected liver lesions with a suspected benign nature includes baseline US, if necessary followed by CT. CEUS can be inserted after baseline US to avoid the subsequent CT examination. Our study considered cases in which CEUS, performed as a complement to baseline US, enabled a definitive diagnosis, thus avoiding the use of CT and the differential cost related to its use. This distinction does not apply to malignant lesions, which, once detected, are compulsorily imaged by CT for oncological staging; this explains why malignant lesions were not considered in our study.

Furthermore, with regard to biological costs, CEUS un-

Discussione

L'efficacia e l'efficienza dei processi produttivi sono argomenti avvertiti quotidianamente nelle Aziende Sanitarie, soprattutto in questa fase di regionalizzazione delle responsabilità di spesa [9]. L'analisi dei costi CEUS da noi effettuata in questo campo applicativo fa riferimento a tecniche ampiamente utilizzate in campo industriale che garantiscono un rigore che riduce le approssimazioni dei metodi tradizionali di calcolo dei costi [10–16], e non risulta comparabile a nessun lavoro in letteratura. I dati che emergono dalla nostra analisi non sono facilmente esportabili ad altre Unità Operative: essi rappresentano una fotografia della situazione nella nostra struttura in un certo momento storico, ma è evidente che in altre strutture i costi possono essere estremamente diversi, sia per il costo differente delle apparecchiature utilizzate, sia per differenti scelte organizzative che possono incidere sui costi dei materiali o sui costi del personale. Il valore di tale analisi è da ricercarsi nel suggerimento di un modello facilmente applicabile in altre realtà operative e come stimolo per analoghe valutazioni dei costi di due tecniche. Come già suggerito [7], è chiaro che un'analisi dei costi rappresenta solo un primo tassello per giungere a un'analisi costo-efficacia, che consideri quindi da un lato i benefici diagnostici, includendo le ricadute terapeutiche, e dall'altro i costi biologici.

L'elevata accuratezza diagnostica della CEUS nella valutazione delle LFEB è ormai un dato acquisito, in virtù del potere diagnostico della fase dinamica e della fase sinusoidale [1–5]. CEUS e TC hanno performance simili nella caratterizzazione delle LFEB, sebbene le due metodiche abbiano differenti peculiarità: la CEUS è comunque associata a un costo inferiore, visto il risparmio di 47055,33 € ottenuto nella nostra struttura nell'arco di quattro anni. L'analisi dei costi ha infatti dimostrato un costo per esame TC superiore del 208% rispetto alla CEUS nella valutazione delle LFEB (211,48 € vs. 101,51 €). È evidente che la TC è penalizzata dal maggior costo iniziale dell'apparecchiatura: i costi del personale e i costi dei materiali incidono in maniera meno significativa.

La scelta tra le due metodiche dipende principalmente dall'esperienza degli operatori della sezione ecografica in cui si svolgono gli esami. L'iter diagnostico attuale per una lesione incidentale epatica di sospetta natura benigna prevede l'esecuzione di una ecografia e quindi di un eventuale studio TC. La CEUS si può collocare a seguito della ecografia basale, risparmiando l'eventuale successivo esame TC. Il nostro studio considera i casi in cui la CEUS, espletata a completamento dell'esame ecografico basale, ha condotto alla diagnosi definitiva risparmiando così il ricorso a un esame TC e quindi il costo differenziale relativo. Questa distinzione viene meno per le lesioni maligne per le quali, in seguito alla loro identificazione, si ricorre obbligatoriamente alla TC per esigenze di stadiazione oncologica; per questo motivo esse non sono state considerate nel nostro studio.

Non vi è dubbio inoltre che, per quanto riguarda i costi biologici, la CEUS offre chiari vantaggi rispetto alla TC per l'assenza di radiazioni ionizzanti, nonché per l'utilizzo di un mezzo di contrasto a microbolle con un profilo di tollerabilità migliore rispetto a un prodotto organo-iodato. Questi elementi hanno giustificato nella nostra realtà operativa una

doubtedly offers clear advantages over CT, as it uses no ionising radiation and the microbubble contrast agent has an improved tolerability profile compared with organic iodinated products. These factors prompted us to replace CT with CEUS as a second-line diagnostic procedure in the study of suspected benign lesions on US, despite the fact that CEUS does not offer the same panoramic view as CT and is burdened by a small proportion of technical failures related to meteorism or obesity (approximately 4%).

The use of CEUS for the diagnosis of BFLL over 4 years increased by 217% per year, and in 2005, CEUS was carried out in all patients with suspected benign lesions on US, reserving CT for only 17% (7/41) of them. The CEUS examination, performed as a complement to baseline US during the same session, simplifies the diagnostic process, especially in terms of management. Use of CEUS as a complement to baseline US only slightly increases the length of the examination. However, the radiologist needs to be perfectly aware of focal liver lesion semiotics during dynamic imaging, and a remote risk of anaphylactic reactions to US contrast material has been reported.

The limitations of this study are related to the inclusion criteria: we arbitrarily decided to exclude malignant or suspicious lesions, which always require a second examination for confirmation or staging. The reason for this choice was that if malignant lesions had been included, the CEUS study would have necessarily represented an additional cost in the diagnostic workup, and no other study would have been avoided.

Conclusions

This cost-analysis study shows that CEUS is the most economical second-line modality after baseline US in the diagnosis of BFLL, and, if used routinely in patients not at risk of oncological progression, may lead to economic savings in the management of a radiology department's resources.

sostituzione della TC con la CEUS come diagnostica di secondo livello nello studio delle lesioni ecograficamente sospette, anche se quest'ultima metodica non garantisce la stessa panoramicità di esame ed è gravata da una piccola percentuale di incompetenza tecnica, da meteorismo, o da obesità (4% circa).

L'incremento di utilizzo diagnostico della CEUS nella diagnosi di LFEB nel nostro Istituto nell'arco di 4 anni è stato infatti del 217% annuo; inoltre, nel 2005 la CEUS è stata effettuata in tutti i pazienti con lesioni sospette benigne all'US, riservando la TC solo al 17% (7/41) di essi. L'esame CEUS eseguito successivamente all'ecografia basale nella stessa seduta come completamento diagnostico garantisce una semplificazione dei percorsi diagnostici, in particolare sotto il profilo gestionale. Il ricorso a tale metodica come completamento di un esame ecografico basale comporta solo un modesto allungamento della durata dello stesso, necessita tuttavia della perfetta conoscenza della semeiotica delle lesioni focali epatiche in corso di imaging dinamico da parte del medico; è inoltre documentato solo un remoto rischio di reazioni anafilattoidi ai mezzi di contrasto ecografici.

I limiti di questo studio riguardano i criteri di inclusione: abbiamo arbitrariamente deciso di escludere le lesioni maligne o sospette per le quali si affronta sempre un secondo esame, o per conferma o per stadiazione; il motivo di tale scelta è da ricercarsi nel fatto che se avessimo incluso le lesioni maligne lo studio CEUS avrebbe necessariamente rappresentato un costo aggiunto nell'iter diagnostico, non risparmiando altre indagini.

Conclusioni

Questo studio di analisi dei costi dimostra come la CEUS sia la più conveniente metodica di secondo livello dopo l'ecografia basale per la diagnosi di lesioni epatiche focali benigne, e, utilizzata routinariamente in pazienti non a rischio di progressione oncologica, possa portare a un risparmio economico nella gestione risorse interne all'Istituto di Radiologia.

References/Bibliografia

- Lencioni R (2005) European Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology (EFSUMB) Guidelines for the use of contrast agents in liver ultrasound: what is the impact in clinical practice? *Eur Radiol Suppl* 15:98–103
- D'Onofrio M, Rozzanigo U, Masinielli BM et al (2005) Hypoechoic focal liver lesions: characterization with contrast-enhanced ultrasonography. *J Clin Ultrasound* 33:164–172
- D'Onofrio M, Martone E, Faccioli N et al (2006) Focal liver lesions: sinusoidal phase of CEUS. *Abdom Imaging* 31:529–536
- Quaia E, Calliada F, Bertolotto M et al (2004) Characterization of focal liver lesions with contrast specific US modes and a sulfur hexafluoride-filled microbubble contrast agent: diagnostic performance and confidence. *Radiology* 232:420–430
- Nicolau C, Brú C (2004) Focal liver lesions: evaluation with contrast-enhanced ultrasonography. *Abdom Imaging* 29:348–359
- Drummond M, O'Brien B, Stoddart G et al (1997) Cost-utility analysis. In: *Methods for the economic evaluation of health care programmes*, 2nd edn. Oxford University Press, Oxford, pp 129–204
- Stacul F, Pozzi-Mucelli F, Lubin E et al (2006) MR angiography versus intra-arterial digital subtraction angiography of the lower extremities: activity-based cost analysis. *Radiol Med* 111:73–84
- Gruppo di lavoro misto SIRM-SNR (2006) IMS; Sago S.p.A. Metodologia di determinazione dei volumi di attività e della produttività dei medici radiologi. *Nomenclature SIRM-SNR delle prestazioni radiologiche*, p 15, Tav III
- Mecozzi B, Pancione L, De Intinis G et al (2003) Analysis of production factors, costs, and process efficacy in the radiology department of a local health agency in Italy. *Radiol Med* 105:215–229

10. Cohen MD, Hawes DR, Hutchins GD et al (2000) Activity-based cost analysis: a method of analyzing the financial and operating performance of academic radiology departments. *Radiology* 215:708–716
11. Koopmanschap MA, Rutten FFH (1996) A practical guide for calculating indirect costs of disease. *Pharmacoeconomics* 10:460–466
12. Carlos R (2004) Introduction to cost-effectiveness analysis in radiology: principles and practical application critical thinking skills symposium. *Acad Radiol* 11:141–148
13. Blackmore CC, Magid DJ (1997) Methodologic evaluation of the radiology cost-effectiveness literature. *Radiology* 203:87–91
14. Blackmore CC, Smith WJ (1998) Economic analyses of radiological procedures: a methodological evaluation of the medical literature. *Eur J Radiol* 27:123–130
15. Singer ME, Applegate KE (2001) Cost-effectiveness analyses in radiology. *Radiology* 219:611–620
16. Chen VK, Arguedas MR, Kilgore ML et al (2004) A cost-minimization analysis of alternative strategies in diagnosing pancreatic cancer. *Am J Gastroenterol* 99:2223–2234