- Copyright - Il Pensiero Scientifico Editore downloaded by IP 216.73.216.2 Thu, 10 Jul 2025, 05:50:10

I tecnici di ecocardiografia: una realtà dei soli paesi anglosassoni? L'esperienza di un laboratorio italiano in cui sono attivi dal 1984

Lorenzo del Mestre, Rossana Compassi, Luigi P. Badano, Maria Luisa Monti, Rosanna Ciani, Simonetta Buiese, Pasquale Gianfagna, Paolo M. Fioretti

Laboratorio di Ecocardiografia, Dipartimento di Scienze Cardiopolmonari, Azienda Ospedaliero-Universitaria, Udine

Key words:
Cardiac sonographers; Cost-effectiveness; Echocardiography; Management; Quality.

Cardiac sonographers play a key role in the management of echo-laboratories in anglo-saxon countries. In Italy, and generally in "latin" countries nearly all echocardiographic studies are performed by cardiologists. However, because of the increasing demand for echocardiography, this practice will no longer be feasible (medical schools do not graduate enough cardiologists!), and cost-effective (the cost of echocardiography performed by cardiologists only is becoming too high!).

Introduction of cardiac sonographers in Italian echolaboratories may represent a feasible and cost-effective solution to the ever increasing demand for echocardiography. In order to contribute to the debate, we report the experience of our echo-laboratory that employs cardiac sonographers since 1984.

(G Ital Cardiol 2006; 7 (12): 798-808)

© 2006 CEPI Srl

Ricevuto il 20 marzo 2006; nuova stesura il 4 luglio 2006; accettato il 5 luglio 2006.

Per la corrispondenza:

Dr. Luigi P. Badano

Laboratorio di Ecocardiografia Dipartimento di Scienze Cardiopolmonari Azienda Ospedaliero-Universitaria di Udine Piazzale S. Maria della Misericordia, 15 33100 Udine
E-mail: badano.luigi@aoud.sanita.fvg.it

La figura del tecnico o *sonographer* è una realtà clinica fondamentale per la gestione del laboratorio di ecocardiografia nei paesi anglosassoni e negli Stati Uniti[1,2]. In questi paesi i tecnici sono riuniti in associazioni molto organizzate (la maggiore delle quali è l'ARDMS, American Registry of Diagnostic Medical Sonographers, www.ardms.org), eseguono la quasi totalità degli esami ecocardiografici e, in alcuni casi, rilasciano anche referti preliminari (il cardiologo ecocardiografista dedica solo alcune ore la settimana ad interpretare il cumulo di esami che i tecnici hanno registrato con una latenza media tra esecuzione dell'esame e refertazione dello stesso di circa 72 h)[3,4]. In questi paesi la figura del *sonographer* è talmente considerata che l'American Society of Echocardiography (www.asecho.org) ha dei council gestiti dai *sonographer*, i congressi di ecocardiografia hanno molte sessioni dedicate ai *sonographers*, vi sono vari siti web ad essi dedicati, e sono previsti finanziamenti per progetti di ricerca proposti e gestiti da *sonographers*[5]. Di fatto, la certificazione di competenza in ecocardiografia gestita dall'European Association of Echocardiography (sia essa transtoracica, transesofagea, o pediatrica) non fa alcuna distinzione tra medici e tecnici nel processo che porta all'accreditamento, lasciando poi alla legislazione/regolamenti del paese in cui opera il professionista certificato di definirne gli ambiti dell'operatività. Alcuni *sonographers* sono figure di primo piano nell'ecocardiografia mondiale (basti pensare a nomi come Mark Monaghan, direttore del laboratorio di ecocardiografia del King's College Hospital di Londra, o Alan Waggoner), eseguono ecocardiografia transesofagea ed eco-stress, dirigono prestigiosi laboratori di ecocardiografia e pubblicano lavori come primo nome sulle più importanti riviste cardiologiche internazionali.

In Italia, solo recentemente la figura del tecnico di fisiopatologia cardiovascolare (personale non infermieristico addestrato per eseguire esami strumentali diagnostici) è stata riconosciuta a livello nazionale accorpandola ai tecnici perfusionisti, ma, ad oggi, bastano le dita di due mani per poter contare i tecnici di ecocardiografia operanti sul territorio nazionale. Anche se pochi, tuttavia essi cominciano ad affermare la loro professionalità e a mostrare vivacità intellettuale[6-10]. In questo desolante panorama nazionale, il Friuli Venezia Giulia, e l'Azienda Ospedaliero-Universitaria di Udine, in particolare, fanno eccezione.

Il laboratorio di ecocardiografia del Dipartimento di Scienze Cardiopolmonari

- Copyright - Il Pensiero Scientifico Editore downloaded by IP 216.73.216.2 Thu, 10 Jul 2025, 05:50:10

dell'Azienda Ospedaliero-Universitaria di Udine è un laboratorio completamente digitale di alta professionalità accreditato dalla Società Italiana di Ecografia Cardiovascolare per ecocardiografia generale, transesofagea, stress ed ecocontrastografia (Figura 1). Nel 2005 sono stati eseguiti 7638 ecocardiogrammi. Il laboratorio si avvale di tre ecografi (due Vivid 7 Dimension, un Megas) più quattro ecografi miniaturizzati Vivid *i* per esami nei reparti internistici, cardiochirurgia, unità di terapia intensiva coronarica e urgenze. Il personale comprende due medici (che prestano anche servizio di guardia attiva in unità di terapia intensiva coronarica e consulenza ai reparti), tre tecnici di ecocardiografia (LDM, RC, MLM) e una segretaria (SB). Due dei tre tecnici hanno ottenuto la certificazione della loro competenza professionale da parte della Società Italiana di Ecografia Cardiovascolare. L'attività amministrativa, di prenotazione esami e accettazione pazienti viene svolta dalla segretaria (SB), la quale si interfaccia con il medico responsabile in caso di dubbi sulla priorità clinica da assegnare ad un certo esame o la modalità di esame da effettuare (ad esempio, prenotare un esame transtoracico o transesofageo in un paziente con recente ictus cerebrale). I tecnici acquisiscono le immagini degli esami ecocardiografici ed eseguono le misure che ritengono necessarie. Se alla fine dell'esame il tecnico ritiene di non avere risposto al quesito clinico, o che l'esame sia incompleto o la qualità delle immagini insufficiente, coinvolge il medico responsabile per una valutazione immediata dell'esame, altrimenti chiude l'esame inviando le immagini e le misure al server e fa entrare il paziente successivo. Nel frattempo il medico referta l'esame che viene consegnato al paziente pochi minuti dopo. In caso di necessità di assistenza infermieristica (incannulazione di vene periferiche, somministrazione di farmaci, assistenza a pazienti critici), il laboratorio si avvale dell'aiuto di uno dei due infermieri dell'ambulatorio esterni.

In questa rassegna cercheremo di sostanziare la nostra opinione secondo cui è tempo che anche in Italia si pensi a questa figura di operatore sanitario per rendere più efficienti i laboratori di ecocardiografia e supportarla con i dati dell'esperienza del nostro laboratorio.

Formazione dei tecnici di fisiopatologia cardiovascolare a Udine

A Udine la figura del tecnico di fisiopatologia cardiocircolatoria è nata, alla fine degli anni '70, dall'esigenza di disporre di personale qualificato, con specifica e approfondita conoscenza della strumentazione biomedicale, come collaboratore del cardiologo nell'esecuzione degli esami strumentali e delle procedure diagnostico-terapeutiche. Tale personale doveva collaborare con il cardiologo nell'esecuzione, registrazione ed archiviazione delle indagini strumentali e occuparsi della manutenzione ordinaria delle apparecchiature elettromedicali. Tali figure nacquero per costituire l'elemento di connessione paziente → strumentazione elettromedicale → medico.

A tutt'oggi nella maggior parte dei laboratori diagnostici cardiologici italiani tale figura è ricoperta da un infermiere professionale addestrato in alcune metodiche diagnostiche che però, possedendo una preparazione prevalentemente clinica e assistenziale, non garantisce sempre le conoscenze tecniche e tecnologiche necessarie a svolgere questo compito in maniera efficace.

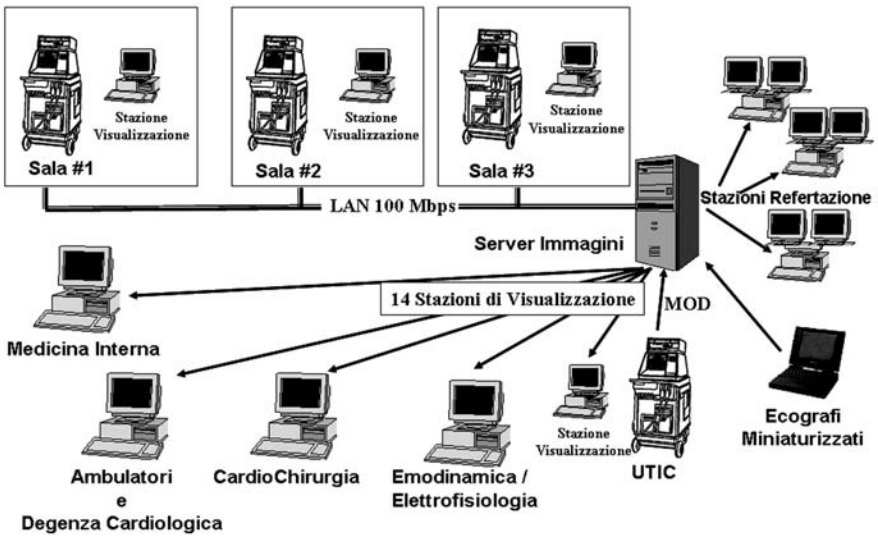

Figura 1. *Configurazione del laboratorio di ecocardiografia (componenti del sistema e loro interconnessione) del Dipartimento di Scienze Cardiopolmonari dell'Azienda Ospedaliero-Universitaria di Udine. Le sale 1-3 rappresentano le stanze di acquisizione immagini del laboratorio di ecocardiografia. Le stazioni di refertazione sono personal computer a doppio schermo (uno per la visualizzazione delle immagini e uno per la refertazione) utilizzate nella sala refertazione adiacente alle sale 1-3. Le immagini arrivano al server anche dall'ecografo in unità di terapia intensiva coronarica (via disco magneto-ottico) e dagli ecografi miniaturizzati (via LAN). Le immagini archiviate nel server sono poi distribuite (via LAN) ad altre 14 stazioni di visualizzazione distribuite all'interno del dipartimento. UTIC = unità di terapia intensiva coronarica.*

- Copyright - Il Pensiero Scientifico Editore downloaded by IP 216.73.216.2 Thu, 10 Jul 2025, 05:50:10

Partendo da tali considerazioni, l'Istituto di Cardiologia dell'allora Ospedale Civile di Udine istituì nel 1981 il primo corso di formazione ospedaliera per tecnici di fisiopatologia cardiovascolare. Tale corso, istituito con criteri pionieristici a livello regionale, con autorizzazione ministeriale, era caratterizzato da un insegnamento teorico-pratico delle principali materie di interesse cardiologico per una durata di 3 anni. Il corso è stato in seguito ripetuto per 3 volte formando il personale necessario alle Cardiologie degli Ospedali di Udine, Trieste e Pordenone.

Le materie di insegnamento erano le seguenti: I anno, anatomia, fisiologia, elettrocardiografia, strumentazione elettromedicale, matematica, fisica, chimica, inglese, informatica, legislazione sanitaria; II anno, patologia cardiovascolare, elettrocardiografia, elettrocardiografia dinamica, ergometria, elettrostimolazione, esami vascolari, strumentazione elettromedicale, inglese, informatica; III anno, patologia cardiovascolare, emodinamica, ecocardiografia, elettrofisiologia, strumentazione elettromedicale, inglese, statistica.

Particolare attenzione veniva dedicata alla pratica nei vari settori della cardiologia, con un monte ore di tirocinio pratico che andava progressivamente aumentando dal primo all'ultimo anno del corso, al fine di correlare l'apprendimento teorico all'immediata applicazione clinico-strumentale. La finalità era quella di formare personale tecnico già esperto e immediatamente operativo alla conclusione del corso. I tecnici così formati sono stati immediatamente assunti ed attualmente sono amministrativamente inquadrati all'interno dell'Azienda come collaboratori professionali sanitari, tecnici di fisiopatologia cardiocircolatoria, categoria D, fascia 1.

I settori in cui i tecnici di fisiopatologia cardiovascolare hanno trovato la loro prevalente collocazione sono stati i laboratori di ecocardiografia, elettrocardiografia dinamica, ergometria, l'ambulatorio pacemaker, le sale di emodinamica ed elettrofisiologia, oltre all'elettrocardiografia computerizzata.

L'American Society of Echocardiography[11-13] e l'European Association of Echocardiography[14] hanno sviluppato dettagliati syllabus che elencano gli argomenti tecnici e clinici che devono far parte del percorso formativo dei tecnici di ecocardiografia. Non è obiettivamente possibile fare un confronto tra i corsi di formazione dei tecnici tenuti ad Udine nei primi anni '80 e i corsi di formazione dei *sonographers* anglosassoni dei giorni nostri. Quando a Udine si tenevano i corsi di formazione dei tecnici di cardiologia, l'ecocardiografia Doppler e transesofagea erano agli inizi, non esistevano modalità ecocardiografiche quali il Doppler tissutale, l'ecocontrastografia, la seconda armonica, l'ecocardiografia tridimensionale, né l'ecocardiografia digitale e i personal computer erano pressoché sconosciuti negli ospedali.

Il tecnico di fisiopatologia cardiovascolare nel laboratorio di ecocardiografia

I tecnici che lavorano nel nostro laboratorio di ecocardiografia sono quindi a conoscenza dell'anatomia e fisiologia cardiaca normale e della fisiopatologia delle malattie cardiovascolari, nonché dei presupposti teorici e tecnologici che sono alla base della metodica ultrasonografica in tutti i suoi aspetti. Questa preparazione permette loro di eseguire gli esami, non solo provvedendo alla registrazione delle varie sezioni ecocardiografiche standardizzate, ma anche adattandoli in modo mirato alla specifica patologia, utilizzando sezioni particolari o acquisendo dati aggiuntivi in relazione alla cardiopatia eventualmente riscontrata.

I compiti del tecnico nel laboratorio di ecocardiografia sono molteplici (Figura 2) e sono in continua evoluzione in relazione ai cambiamenti tecnologici e organizzativi del laboratorio.

Schematicamente possiamo dividerli in tre grossi capitoli: 1) monitoraggio e approvvigionamento del materiale di consumo del laboratorio; 2) manutenzione ordinaria delle apparecchiature, pulizia sonde e filtri, sterilizzazione e conservazione sonde per ecografia transesofagea, settaggio delle macchine, approvvigionamento ricambi, gestione degli interventi in assistenza tecnica sulle macchine; 3) collaborazione nell'esecuzione tecnica dell'esame.

Quest'ultimo è il compito peculiare che caratterizza il tecnico di ecocardiografia. Nel nostro laboratorio il tecnico accoglie il paziente, ne accerta l'indicazione ad un determinato esame ecocardiografico (in caso di dubbi riferisce al medico responsabile di turno), recupera eventuali esami precedentemente eseguiti dal paziente (referti cartacei e/o immagini) e acquisisce le immagini dell'esame ecocardiografico archiviando una se-

Figura 2. *Schema delle attività del tecnico nel laboratorio di ecocardiografia.*

- Copyright - Il Pensiero Scientifico Editore downloaded by IP 216.73.216.2 Thu, 10 Jul 2025, 05:50:10

quenza predefinita di immagini fisse e di filmati in tutti i pazienti in cui queste siano tecnicamente possibili (Tabella 1). Esegue le misure routinarie per l'eventuale cardiopatia riscontrata e, se non riscontra particolari difficoltà tecniche o problematiche interpretative, conclude l'esame archiviando le immagini e le misure su un server dedicato. A questo punto avvisa il medico che un esame è pronto per la refertazione consegnandogli la documentazione clinica in modo che il medico veda le immagini prima che il paziente lasci il laboratorio. Nel contempo, il tecnico accoglie il paziente successivo e inizia un nuovo esame. In genere meno del 3% dei pazienti studiati routinariamente presso il nostro laboratorio (circa 7500 all'anno) richiede un intervento medico per acquisire immagini addizionali. Eventuali misure addizionali o ripetizioni di misure dubbie effettuate dal tecnico, vengono ripetute dal medico refertatore direttamente sui monitor dei computer della stanza di refertazione. Durante eco-transesofageo, compito del tecnico è la preparazione del materiale per l'esame, la verifica dell'esistenza di controindicazioni all'esecuzione dell'esame e della firma del consenso informato allo studio, e assistenza al paziente con monitoraggio delle funzioni vitali. Le immagini sono acquisite dal medico. Durante eco-stress o valutazione della riserva coronarica, oltre ai compiti analoghi all'eco-transesofageo, al tecnico viene richiesto di acquisire le immagini ai vari stadi della prova poiché non può incannulare vene o somministrare farmaci in quanto figura non sanitaria. Nel nostro laboratorio, in cui non ci sono infermieri, questi compiti sono espletati dai medici e dagli infermieri dell'ambulatorio esterni.

Con l'avvento del laboratorio digitale di ecocardiografia i compiti del tecnico si sono ampliati e specializzati.

Tabella 1. Protocollo di acquisizione digitale delle immagini ecocardiografiche nel laboratorio di ecocardiografia dell'Azienda Ospedaliero-Universitaria di Udine, valido per tutti i pazienti indipendentemente dalla cardiopatia presente.

Cine-loops (2 cicli cardiaci se il paziente in ritmo sinusale, almeno 5 cicli cardiaci in presenza di aritmie significative)
Sezioni parasternali
Asse lungo
Asse corto a livello della mitrale
Asse corto a livello dei papillari
Asse corto dell'apice
Sezioni apicali
4 camere
4 camere focalizzata sui ventricoli
2 camere focalizzata sul ventricolo sinistro
Asse lungo
Sezione sottocostale
4 camere
Color Doppler delle 4 valvole (polmonare opzionale)
Fotogrammi
Tracciati M-mode
Aorta/atrio sinistro
Ventricolo sinistro
Escursione respiratoria vena cava inferiore
Tracciati Doppler
Efflusso ventricolare sinistro
Riempimento ventricolare sinistro
Rigurgito tricuspidale
Ogni altro cineloop o tracciato (M-mode o Doppler spettrale) necessario a definire la cardiopatia riscontrata o ad escludere la cardiopatia ipotizzata nella richiesta dell'esame

Il ruolo del tecnico di ecocardiografia nel laboratorio digitale

Il laboratorio di ecocardiografia del nostro Dipartimento ha subito, negli ultimi anni, una notevole trasformazione tecnologica e organizzativa (Tabella 2). Attualmente, il laboratorio è completamente digitale e dotato di ecografi prodotti da aziende diverse (GE Healthcare, Philips, EsaOte). Nel laboratorio sono presenti due sistemi digitali per l'analisi delle immagini, ECHOPAC (GE Healthcare, Horten, Norvegia) per l'analisi a posteriori degli esami eseguiti sugli ecografi Vivid e archiviati come dati sorgente, utilizzato prevalentemente per l'attività di ricerca clinica e COMPACS (Medimatic, Genova, Italia) per la visualizzazione e l'analisi quantitativa delle immagini in formato DICOM 3.0, utilizzato per la routine clinica[15]. A questi si affianca il database clinico CardioNet (INSIEL, Trieste, Italia) per la refertazione e l'archiviazione dei dati clinici, e l'agenda elettronica G2 Sportello (INSIEL).

I benefici gestionali (in termini di miglioramento della qualità della prestazione ecocardiografica) ed economici (in termini di incremento della produttività e riduzione dei costi) che si realizzano con il laboratorio digitale di ecocardiografia si amplificano molto con

Tabella 2. Le tappe principali dell'evoluzione tecnologico-organizzativa del laboratorio di ecocardiografia del dipartimento di scienze cardiopolmonari.

Anno	Tappe raggiunte
2000	Archiviazione esami su dischi magneto-ottici e definizione primo protocollo di acquisizione esami in formato digitale
2001	Refertazione esami con G8-Cardio ANMCO
2002	Addestramento tecnici ed implementazione acquisizione digitale delle immagini nel laboratorio
2003	Implementazione database cardiologico dipartimentale (CardioNet) con verticali di refertazione degli ecocardiogrammi
2004	Nuova localizzazione del laboratorio con aggiunta della stanza di refertazione e differenziazione dell'acquisizione delle immagini rispetto alla refertazione
2004	Acquisto ecografi digitali, software di elaborazione *a posteriori* delle immagini in *raw-data* e del PACS
2005	Segretaria dedicata al laboratorio, agenda di prenotazione elettronica e *worklist*
2006	Importazione delle misure dagli ecocardiografi ed acquisto ecocardiografi miniaturizzati

PACS = sorveglianza dell'intero sistema digitale integrato.

- Copyright - Il Pensiero Scientifico Editore downloaded by IP 216.73.216.2 Thu, 10 Jul 2025, 05:50:10

l'inserimento nel laboratorio della figura del tecnico di ecocardiografia, o di analoga figura non medica, in modo da disgiungere i due processi di acquisizione delle immagini e della refertazione dell'esame.

Durante la gestione analogica del laboratorio, le attività del tecnico comprendevano una parte a contatto con il paziente e una di gestione degli archivi cartacei (referti) e di immagini (videocassette) (Figura 3). Molto tempo era dedicato alla gestione degli appuntamenti su agenda cartacea e a gestire i rapporti telefonici con gli altri reparti e i pazienti, alla preparazione delle immagini (posizionamento videotape sulle immagini del paziente di interesse per mostrarlo al medico, riproduzione di videocassette), al reperimento del medico per la refertazione una volta terminata l'acquisizione dell'esame, all'archiviazione e alla ricerca delle videocassette e dei referti di esami pregressi. L'attività del tecnico di ecocardiografia era quindi in larga parte di tipo amministrativo e meno "propriamente tecnica".

A seguito della riorganizzazione del laboratorio e all'introduzione della segretaria, l'attività del tecnico si è modificata in maniera consensuale (Figura 4). Nel laboratorio digitale di ecocardiografia il tecnico mantiene la molteplicità delle attività svolte, ma il suo ruolo si gioca tra paziente e l'utilizzo sempre maggiore della tecnologia digitale.

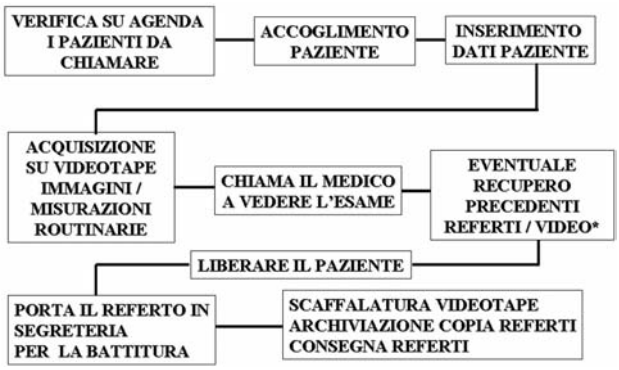

Figura 3. *Flusso di lavoro del tecnico di ecocardiografica nel nostro laboratorio di ecocardiografia durante la gestione di tipo analogico.* posizionamento videotape su pazienti di interesse.*

Figura 4. *Principali variazioni del flusso di lavoro del tecnico di ecocardiografia nel laboratorio di tipo digitale.*

La preparazione del paziente è critica poiché una buona traccia elettrocardiografica è fondamentale per la corretta acquisizione delle videoclip che costituiranno l'iconografia dell'esame. L'acquisizione avviene secondo protocolli che stabiliscono sia la sequenza che il formato (singoli fotogrammi o cicli continui) delle immagini ed è cura del tecnico che la qualità e il contenuto diagnostico delle immagini acquisite siano ottimizzate anche dal punto di vista della completezza e dell'accuratezza in relazione alla cardiopatia riscontrata. Sul tecnico grava anche la responsabilità delle misure effettuate sulle immagini, poiché queste vengono acquisite direttamente nel software di refertazione (anche se poi devono essere confermate dal medico refertatore!), e anche la sorveglianza dell'intero sistema digitale integrato (PACS) che governa il laboratorio (verifica della completezza dell'invio delle immagini e dei dati al server) assieme all'approvvigionamento del materiale sono compiti primari del tecnico. È inoltre fondamentale che il tecnico sia in grado di richiamare a video nella stanza di acquisizione o nella sala di refertazione le immagini dell'esame eseguito, i referti e le immagini di eventuali esami precedenti.

Oltre ai compiti primari, i tecnici svolgono anche una serie di compiti ancillari di supporto. I tecnici preparano eventuali CD contenenti l'intero esame ecocardiografico con relativo viewer installato che ne permette la visione su qualsiasi personal computer, per quei pazienti che ne necessitano. Il tecnico è inoltre responsabile dell'archiviazione su server degli esami effettuati fuori dal laboratorio e registrati su dischi magneto-ottici, che periodicamente vengono "scaricati" sul server mediante un apposito lettore. Tutte queste attività richiedono un aggiornamento continuo sul funzionamento dei computer e dei relativi software professionali presenti nel laboratorio.

Poiché è il tecnico il principale responsabile della qualità delle immagini e della completezza e accuratezza degli esami, egli è coinvolto attivamente nella definizione delle procedure di esami per ogni metodica (ecobasale, stress, riserva coronarica, ecocardiogramma transesofageo, contrasto, ecc.) in modo di mantenere uno standard costante di laboratorio. Coerentemente, il tecnico di ecografia è coinvolto direttamente (allertando il medico responsabile) anche nella decisione di infondere o meno contrasto per migliorare la visualizzazione dell'endocardio nei pazienti con ridotta finestra acustica e in cui il quesito clinico principale sia la valutazione della funzione ventricolare sinistra[16-18].

Di fatto, nel laboratorio digitale di ecocardiografia il tecnico esegue giornalmente un numero maggiore di esami rispetto al laboratorio analogico, tuttavia il fatto di poter lavorare tranquilli (non interrotti continuamente dal telefono, o dalla richiesta di ricercare e visualizzare videocassette e referti, o interrompere l'esame per far vedere al cardiochirurgo o al clinico l'esame regi-

- Copyright - Il Pensiero Scientifico Editore downloaded by IP 216.73.216.2 Thu, 10 Jul 2025, 05:50:10

strato sulla videocassetta che si sta utilizzando in quel momento) fa sì che la maggior produttività si associ anche a minore stress, ad un minore senso di stanchezza alla fine della giornata. La domanda se questa maggiore produttività, che comporta un maggior numero di ore seduti ad acquisire immagini, possa comportare un maggior rischio di patologie professionali osteo-muscolari (dolenzia a spalle, schiena, ecc.) non ha al momento una risposta, vista la giovane storia dei laboratori digitali di ecocardiografia.

Riassumendo, l'avvento del laboratorio digitale di ecocardiografia ha ridotto le attività di tipo amministrativo o di "portantinaggio" del tecnico lasciandogli molto più tempo da dedicare all'esecuzione degli esami e all'aggiornamento. Tuttavia, sono anche aumentate le sue responsabilità sulla qualità delle immagini, completezza dell'esame e accuratezza delle misure, e conseguentemente diventa fondamentale un aggiornamento continuo in termini di tecnica ecocardiografica. Infine, per poter lavorare in un laboratorio di ecocardiografica digitale sono richieste competenze aggiuntive (informatica, gestione di basi di dati) e capacità gestionali che non erano strettamente necessarie nel laboratorio analogico.

Sviluppo del modello organizzativo del nostro laboratorio di ecocardiografia

Lo sviluppo del laboratorio di ecocardiografia nel nostro Dipartimento è stato progressivo e il suo completamento allo *status quo* attuale ha richiesto anni e la collaborazione di moltissime persone (direttore della cardiologia, medici, tecnici di ecocardiografia, industria elettromedicale, softwarehouse) (Tabella 2).

Nel 1999 ci siamo resi conto dei limiti gestionali dell'organizzazione analogica del laboratorio. Gli stessi dati (anagrafica del paziente) vengono riscritti almeno 3 volte (agenda, ecocardiografo, referto più eventuali registri) con perdita di tempo e consistente possibilità di errori di trascrizione. Sono necessari ampi spazi fisici e personale per l'archiviazione delle videocassette e dei referti, con un rischio non trascurabile di perdere precedenti referti e/o videocassette (o sovrascrivere esami precedentemente registrati sul videotape una volta che questi è stato riavvolto per rivedere le immagini di un paziente e non correttamente riposizionato alla fine della revisione). Risulta indaginoso (e a volte richiede moltissimo tempo) ritrovare videocassette e/o referti fuori posto sugli scaffali o nei classificatori. La ricerca di un esame in una videocassetta che contiene 2-3 h di registrazioni eseguite su molti pazienti è laboriosa (e in alcuni casi frustrante) ed è quasi impossibile ritrovare l'esame di un paziente se il numero della cassetta su cui è stato registrato non è riportato o è riportato in maniera erronea sui registri. Cercare appuntamenti dimenticati sull'agenda cartacea richiede tempo e pazienza. Infine, manca qualunque strumento utilizzabile per il controllo di qualità amministrativa e clinica del laboratorio (anche la semplice conta del numero di pazienti esterni e interni risulta difficoltosa e *time-consuming*).

Gli svantaggi clinici di questa gestione sono altrettanto numerosi e vanno dal decadimento della qualità delle immagini (smagnetizzazione e ossidazione progressiva nel tempo del videotape, anche in relazione al numero di volte che il videotape viene utilizzato), all'impossibilità di confrontare in contemporanea (*side-by-side*) due o più esami seriali (modalità estremamente utile nella valutazione dell'evoluzione temporale della cinetica regionale del ventricolo sinistro, o di una vegetazione endocarditica, o di un rigurgito, o per l'interpretazione dell'eco-stress), alla difficoltà (fermo-immagine non sempre ottimale) e impiego di tempo (necessità di ricalibrazione per ogni nuova modalità di misurazione) a ripetere delle misurazioni sulle immagini registrate su videotape.

Infine, il maggiore limite clinico è rappresentato dal fatto che il laboratorio analogico di ecocardiografia rappresenta una barriera fisica all'utilizzo delle immagini ecocardiografiche nella decisione clinica. Infatti, in genere gli esami ecocardiografici sono registrati l'uno di seguito all'altro su una videocassetta fino a che questa è completa, e la videocassetta rimane dentro all'ecocardiografo che risiede nel laboratorio per la maggior parte della giornata rendendo difficile l'accesso alle immagini sia al medico che referta gli esami (che deve interrompere gli esami in corso per poter vedere le immagini) sia al medico che gestisce clinicamente il paziente (che deve lasciare il reparto, scendere in laboratorio e chiedere di interromperne il lavoro) per poter vedere le immagini. Di fatto, le immagini degli esami ecocardiografici su videocassetta vengono raramente riviste dagli stessi ecocardiografisti e quasi mai dai clinici.

Nel 2000 iniziammo a sperimentare la registrazione delle immagini digitali su dischi magneto-ottici e l'utilizzo di un protocollo di acquisizione delle immagini in formato digitale (formato DSR, Agilent, Andover, MA, USA)[19]. Nel 2001 abbiamo implementato il software G8-Cardio e iniziato la migrazione culturale dei medici dalla refertazione manuale su supporto cartaceo alla refertazione ed archiviazione computerizzata dei referti[20].

Nel 2003 veniva implementato CardioNet (INSIEL), il database di raccolta dati del Dipartimento di Cardiologia per utilizzare i verticali ecocardiografia a riposo ed eco-stress per la refertazione degli esami ecocardiografici.

Nel 2004 sono stati acquistati due ecografi digitali con uscita LAN (Vivid 7 Dimension, GE Healthcare), il server e i personal computer con doppio schermo per la refertazione. Nello stesso anno è stato implementato il PACS del laboratorio di ecocardiografia e il software gestionale ComPACS (Medimatic) a livello dipartimentale.

Nel 2005 abbiamo acquisito una segretaria dedicata al laboratorio di ecocardiografia (SB) e implementato l'agenda di prenotazione elettronica e la *worklist* per gli ecografi (G2 Sportello, INSIEL).

- Copyright - Il Pensiero Scientifico Editore downloaded by IP 216.73.216.2 Thu, 10 Jul 2025, 05:50:10

Nel 2006 abbiamo finalmente realizzato l'importazione automatica delle misure eseguite sugli ecocardiografi nel referto e sono arrivati i 4 ecocardiografi miniaturizzati (Vivid *i*, GE Healthcare). Nel maggio 2006 il laboratorio è finalmente diventato il *full digital echolab* che avevamo immaginato nel 1999.

Per verificare se questa evoluzione tecnologica e organizzativa si sia tradotta in maggior produttività abbiamo analizzato alcuni indicatori[21]. La produttività del nostro laboratorio è costantemente aumentata durante gli anni di riorganizzazione del laboratorio (Figure 5 e 6) anche se è difficile assegnare al digitale tutto il merito di questo fatto poiché è cambiata nel contempo la logistica e l'organizzazione del laboratorio e sono arrivate nuove macchine sicuramente più performanti. Nello stesso tempo gli esami sono diventati tecnicamente più complessi (Figura 6) e questo dovrebbe aver compensato molti dei benefici di avere macchine più performanti.

Con l'agenda elettronica, la segretaria riesce a modificare un appuntamento o a cercare l'appuntamento per i pazienti e/o i reparti che lo hanno perso in circa 3 ± 1 s a confronto dei 70 ± 60 s necessari utilizzando l'agenda cartacea. Tenendo conto che questo tipo di richieste sono, in un laboratorio ad alto volume come il nostro (inserito in un'Azienda Ospedaliera Policlinico Universitario di III livello), circa 4-5 al giorno, il tempo risparmiato dalla segretaria è circa 24 h lavorative/anno. Oltre al tempo le vengono risparmiate la fatica e la frustrazione di cercare un nome e una data (che molte volte non ci sono!) su un'agenda cartacea scritta e riscritta più volte. Inoltre, con l'utilizzo dell'agenda elettronica e l'attivazione della funzione *work-list*, i tecnici non devono più digitare i dati anagrafici del paziente sull'ecografo prima di iniziare ad acquisire le immagini (attività che richiede in media 31 ± 8 s), ma si limitano a digitare il cognome del paziente e a scegliere il paziente giusto in un elenco di pazienti con lo stesso cognome con un semplice click. In questo modo il popolamento dei vari dati sull'ecocardiografo richiede circa 7 ± 3 s (riduzione del 77%), con un risparmio annuo di tempo tecnico di 51 h di lavoro rispetto all'inserimento manuale dei dati sull'ecocardiografo. Ore che vengono tradotte in altre attività (aggiornamento) ed esecuzione di altri esami isorisorse.

Il tempo impiegato dai medici per refertare gli esami si è ridotto dai 600 ± 300 s per esame, necessari per le registrazione su videocassetta, ai 440 ± 300 s (nonostante i frequenti confronti con esami precedenti) impiegati per rivedere gli esami in formato digitale sul personal computer della stanza refertazione. Questo si è tradotto nel 2005 in un risparmio di tempo medico equivalente a 62 giornate lavorative, senza contare il presumibile incremento di qualità dei referti e della prestazione ecocardiografica in generale. Giornate che possono essere investite in altre attività (aggiornamento, pianificazione dell'attività, controlli di qualità, ecc.) o per incrementare la produttività.

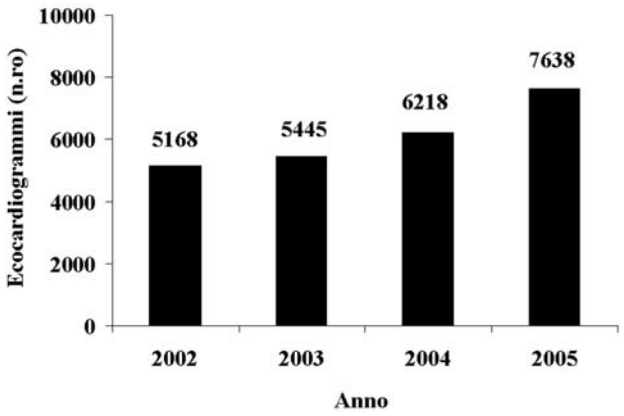

Figura 5. *Evoluzione dell'attività del laboratorio di ecocardiografia di Udine negli ultimi 5 anni.*

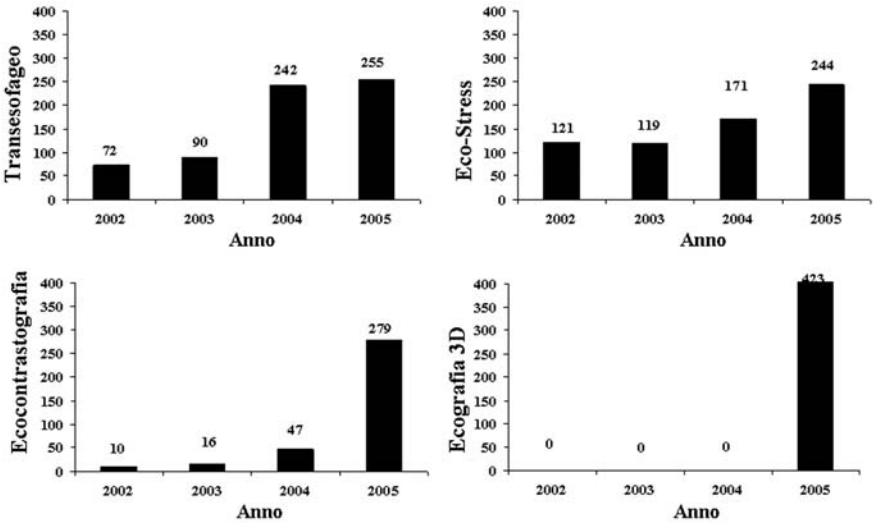

Figura 6. *Evoluzione qualitativa dell'attività del laboratorio di ecocardiografia di Udine negli ultimi 5 anni.*

- Copyright - Il Pensiero Scientifico Editore downloaded by IP 216.73.216.2 Thu, 10 Jul 2025, 05:50:10

Inoltre, mentre il medico rivede e referta l'esame, il tecnico e l'ecografo continuano a lavorare (acquisendo le immagini di un nuovo paziente), mentre nella gestione analogica sia il tecnico sia l'ecografo rimanevano fermi aspettando che il medico finisse di rivedere la videocassetta che risiedeva nell'ecografo.

Ovviamente, i risultati raggiunti sono un punto di partenza per ulteriori implementazioni e miglioramenti. Progetti immediatamente futuri sono l'adozione della firma digitale per poter inviare i referti in formato elettronico ai vari reparti dell'ospedale e ai medici esterni richiedenti e quello di estendere l'accesso all'agenda elettronica ai vari reparti dell'ospedale in modo da rendere autonoma la prenotazione degli esami ecocardiografici.

Aggiornamento dei tecnici di ecocardiografia

L'aggiornamento dei nostri tecnici è prevalentemente *in loco*. Ciascuno di loro esegue circa 2500 esami l'anno in un'azienda ospedaliera di alta specialità e di rilievo nazionale in cui opera una cardiochirurgia che ha un intenso programma trapianti. Pertanto essi affrontano nell'arco dell'anno un'ampia varietà di patologie con riscontro operatorio o con altre metodiche di imaging (angiografia, risonanza magnetica, tomografia computerizzata, ecc.) dei loro rilievi.

Inoltre i casi dubbi e gli eventuali errori di acquisizione o di interpretazione vengono discussi direttamente con il medico responsabile. Infine, l'organizzazione del nostro laboratorio dedica le 2 h del giovedì pomeriggio alla discussione collegiale di tematiche organizzative e di ecocardiografia clinica ed alla revisione collegiale di esami scelti a caso per valutarne la completezza, l'accuratezza e qualità tecnica.

Negli ultimi anni sono iniziati a comparire i primi convegni cardiologici in cui sono presenti sessioni per tecnici di ecocardiografia, per cui i nostri tecnici hanno potuto iniziare a confrontarsi con altre realtà organizzative. Infine, la comparsa dei laboratori centralizzati per la lettura degli esami ecocardiografici di pazienti inseriti in trial clinici ha consentito la partecipazione diretta dei tecnici a studi clinici in cui era prevista l'acquisizione di un esame ecocardiografico standard da inviare ad un *core-lab* per la lettura centralizzata. Queste due ultime opzioni hanno rappresentato per i nostri tecnici potenti occasioni di motivazione e approfondimento tecnico-culturale.

Il tecnico di ecocardiografia o l'infermiere professionale dedicato al laboratorio di ecocardiografia?

Il tecnico di ecocardiografia è un "non sanitario" e gli sono pertanto precluse attività quali l'incannulazione di vie venose e la somministrazione di farmaci (compresi gli agenti di contrasto per ecocardiografia) che sono tutte attività sempre più frequenti e necessarie in un laboratorio di ecocardiografia. Infine, il tecnico di ecocardiografia non ha la preparazione di un infermiere professionale per gestire i rapporti e assistere i pazienti sempre più anziani e compromessi dal punto di vista sanitario (pazienti con capacità funzionale limitata, diabetici, con insufficienza respiratoria, ecc., che richiedono assistenza specifica durante l'esame ecocardiografico) che afferiscono al laboratorio di ecocardiografia. Una domanda che viene posta spesso è: ma allora perché non addestrare un infermiere professionale ad acquisire immagini ecocardiografiche e concentrare due competenze in un'unica figura? Le risposte a questa giustificata domanda sono diverse: 1) gli infermieri professionali sono pochi e preziosi per l'assistenza sanitaria; 2) è poco produttivo preparare personale all'assistenza sanitaria e utilizzarlo per la sola attività di acquisire immagini ecocardiografiche (per cui dovrebbe fare ulteriori corsi e pratica aggiuntiva!); 3) un tecnico di ecocardiografia attualmente "costa" meno di un infermiere professionale; 4) in caso di critica mancanza di personale infermieristico nei reparti un infermiere, anche se dedicato al laboratorio, può venire trasferito al reparto in cui si è verificata la carenza compromettendo la funzionalità del laboratorio e vanificando l'addestramento ecocardiografico.

Vista la scarsità di infermieri professionali riteniamo che questa figura possa essere condivisa con altri servizi/ambulatori della cardiologia e prontamente reperibile in caso di necessità. È altresì importante che, vista la complessità odierna del laboratorio di ecocardiografia, l'infermiere professionale, anche se non esclusivo del laboratorio, sia a questo dedicato e abbia ricevuto training specifico ai compiti che deve svolgere all'interno di esso[22].

Nella Tabella 3 sono riassunti i compiti dei vari operatori in un teorico laboratorio di ecocardiografia in cui queste figure siano tutte presenti. Come si vede dalla Tabella molte delle funzioni del tecnico possono essere svolte dall'infermiere professionale addestrato e viceversa.

Perché impiegare i tecnici di ecocardiografia?

Nell'ultimo decennio l'ecocardiografia è andata incontro ad un'accelerazione esponenziale della sua evoluzione tecnologica. Ciò ha determinato la produzione di ecografi dotati di un numero crescente di modalità di esame (armonica tissutale, contrasto, imaging tri- e quadridimensionale, Doppler tissutale, caratterizzazione tissutale, analisi della deformazione miocardica, ecc.), ma anche sempre più complessi da utilizzare. Nel contempo anche il laboratorio di ecocardiografia è profondamente cambiato. Da un laboratorio tipicamente "non invasivo" in cui un medico utilizzava un ecografo per esami transtoracici atti a valutare la morfolo-

- Copyright - Il Pensiero Scientifico Editore downloaded by IP 216.73.216.2 Thu, 10 Jul 2025, 05:50:10

Tabella 3. Ruolo di tecnico di ecocardiografia, infermiere professionale e personale amministrativo (segretaria) nelle varie fasi che portano all'erogazione di un esame ecocardiografico in un ipotetico laboratorio dove siano tutte presenti.

Prenotazione	
	Valutazione richiesta*^°
	Definizione data esame (prioritarizzazione della richiesta)*^°
	Finestra acustica^
	Agenda elettronica*^°
	Informazione al paziente^°
Accoglimento	
	Stabilire un rapporto umano^°
	Verifica appuntamento/documentazione^°
	Verifica controindicazioni/interferenze farmacologiche°
	Verifica consenso^°
	Disponibilità referti/immagini precedenti^
	Eventuale informazione al paziente^°
Preparazione del paziente	
	Preparazione farmaci°
	Monitoraggio (pressione arteriosa, ECG, O_2)^°
	Accesso venoso°
Assistenza durante l'esame	
	Acquisizione immagini^
	Quantizzazione parametri morfo-funzionali^
	Monitoraggio pressorio/ECG^°
	Conforto al paziente (ETE!)^°
	Somministrazione farmaci/contrasto°
	Archiviazione immagini^
Dimissione	
	Verifica stato clinico°
	Scannulazione°
	Verifica documentazione^°
	Attivazione portantini^°

ECG = elettrocardiogramma; ETE = ecocardiografia transesofagea. * ruolo del personale amministrativo; ^ ruolo del tecnico di ecocardiografia; ° ruolo dell'infermiere professionale. I simboli affiancati significano ruoli intercambiabili tra le tre figure: il primo simbolo indica la figura più appropriata.

gia e la funzione delle strutture cardiache a riposo, si è passati prima ad un esame "seminvasivo" (transesofageo) e poi ad un esame funzionale per cui è diventato possibile valutare la funzione cardiocircolatoria, non solo in condizioni di base, ma anche durante stress fisico (eco da sforzo) o farmacologico (dipiridamolo, dobutamina, adenosina, ecc.). Inoltre, spesso nel laboratorio sono presenti più ecografi di diversa tipologia e caratteristiche più o meno adatte alle varie modalità di esame con ultrasuoni, ognuno dei quali ha specifiche modalità di funzionamento. Tutte queste variabili rendono ragione del fatto che, per avere esami accurati, nel laboratorio di ecocardiografia deve essere impiegato personale esperto dedicato.

A queste variazioni delle caratteristiche del laboratorio di ecocardiografia si associano diverse altre componenti organizzative quali il costante aumento del carico di lavoro quali-quantitativo del laboratorio di ecocardiografia, la progressiva riduzione delle risorse economiche che rende improponibile l'espansione del numero di cardiologi che ne fanno parte associato alla scarsità del personale infermieristico, la crescente domanda di qualità dell'esame ecocardiografico (non solo qualità delle immagini, ma anche governo dei processi che portano alla produzione del referto ecocardiografico, verifica dell'accuratezza diagnostica, governo delle liste di attesa e dell'appropriatezza delle prestazioni) con tutto il carico di lavoro connesso.

Esaurita la pletora di cardiologi che ha caratterizzato gli anni '80 e '90, non è più sostenibile né dal punto di vista della fattibilità (le scuole di specialità non formano tutti i cardiologi che sarebbero necessari!), né da quello economico, il concetto che tutti gli esami di ecocardiografia debbano necessariamente essere eseguiti da specialisti cardiologi. Tale modello organizzativo, a cui siamo sempre stati abituati, implica impiegare personale che ha seguito un corso di laurea di 6 anni, integrato da altri 4 anni di specializzazione, alla limitata, e limitativa, funzione ripetitiva di acquisire immagini ed effettuare misurazioni. Questo modello organizzativo associato alla pressante necessità di comprimere i tempi di esecuzione degli esami comporta la progressiva riduzione del tempo dedicato alle funzioni tipicamente mediche della refertazione e dell'integrazione della diagnostica ad ultrasuoni nella gestione clinica del paziente (discussione delle immagini con i clinici e i cardiochirurghi, confronto delle immagini attuali con quelle acquisite in precedenza nello stesso paziente, miglioramento della qualità). Infatti, il tempo di acquisizione delle immagini e della misurazione dei parametri di geometria e funzione non è comprimibile più di tanto. Occorre, pertanto, pensare a modelli organizzativi diversi più aderenti alla modificata realtà sanitaria che impieghi figure sanitarie diverse come i tecnici di ecocardiografia.

I tecnici di ecocardiografia (*sonographers*) sono figure sanitarie distinte dal personale infermieristico (*nurses*). I *sonographers* hanno seguito un iter formativo focalizzato alla diagnostica cardiovascolare ad ultrasuoni[10], il cui percorso comprende anche un esame di certificazione della competenza che è volontario, ma nei paesi anglosassoni è diventato uno standard *de facto*, nel senso che *sonographers* non certificati difficilmente trovano impiego presso i laboratori di ecocardiografia americani o inglesi. La missione del tecnico di ecocardiografia è quella di acquisire tutte le immagini necessarie per definire la cardiopatia sospetta o accertata in quel paziente con la migliore qualità possibile e pertanto assicura la completezza dell'esame, sia in termini di immagini acquisite sia di misure effettuate, e la qualità delle immagini.

Utilizzare i tecnici di ecocardiografia e un'organizzazione del laboratorio in cui l'acquisizione delle immagini sia distinta dalla refertazione (come nel laboratorio digitale di ecocardiografia) aumenta l'efficienza del laboratorio, in quanto mentre il cardiologo referta, il tecnico continua ad acquisire immagini ed effettuare le misure riducendo i tempi di inattività degli ecocardiografi. Inoltre, un cardiologo riesce a mantenere la re-

- Copyright - Il Pensiero Scientifico Editore downloaded by IP 216.73.216.2 Thu, 10 Jul 2025, 05:50:10

fertazione dell'attività di almeno due tecnici con significativo aumento del tempo da dedicare alla refertazione (con prevedibile incremento della qualità dei referti) e all'integrazione clinica delle immagini ecocardiografiche nella gestione dei pazienti. Da ciò deriva che il costo unitario degli esami ecocardiografici viene significativamente ridotto e la qualità dei referti aumentata rispetto al modello del medico cardiologo che esegue l'esame e lo referta in successione[23].

Inoltre, la presenza di un laboratorio digitale di ecocardiografia (e quindi la possibilità di trasmettere le immagini da qualsiasi reparto dell'ospedale al laboratorio), di ecocardiografi miniaturizzati ad elevate prestazioni diagnostiche e di tecnici addestrati consente di elaborare soluzioni organizzative innovative come l'ecocardiografia al letto dei pazienti degenti o nei reparti di degenza con significativa riduzione dei costi ospedalieri (-29% nella nostra esperienza) e ovvio miglioramento della qualità dell'assistenza percepita dai pazienti[24,25].

La principale obiezione all'utilizzo dei tecnici per l'esecuzione degli ecocardiogrammi è che l'ecocardiografia, diversamente dall'elettrocardiogramma o la radiografia del torace, è un esame non standardizzabile che va adattato al singolo paziente e la sua esecuzione implica la comprensione del quesito clinico e l'identificazione dei parametri più idonei a rispondervi. A questa obiezione fondamentale si può rispondere in due modi, uno pragmatico e uno più articolato. La risposta pragmatica è che è difficile pensare che sistemi sanitari avanzati come quello dei paesi anglosassoni basino una metodica diagnostica importante come l'ecocardiografia su personale inaffidabile, tanto più che la refertazione medica dell'esame avviene di solito ore, o più spesso giorni, dopo l'esecuzione dell'esame stesso. La risposta articolata è che in realtà con la gestione digitale delle immagini e la refertazione computerizzata ci siamo resi conto che anche l'esame ecocardiografico può essere in gran parte standardizzato sia nell'acquisizione delle immagini (Tabella 1) sia nelle misurazioni da effettuare[26,27]. Le necessità di immagini o misure non convenzionali sono relativamente poche e procedendo alla refertazione prima che il paziente lasci il laboratorio si possono identificare i pochi casi (meno del 3% nell'esperienza di Udine) in cui sono necessarie ulteriori acquisizioni rispetto a quelle effettuate da tecnici addestrati e con sufficiente esperienza.

Conclusioni

L'esperienza di quasi 20 anni di collaborazione fra medici cardiologi e tecnici di cardiologia nella nostra istituzione ha dato risultati estremamente soddisfacenti. In particolare la figura del tecnico di ecocardiografia, modellata in parte su quella del *sonographer* dei paesi anglosassoni, si è rivelata preziosa e insostituibile per ottimizzare la produttività del nostro laboratorio, grazie alla sincronizzazione fra registrazione degli esami da parte del tecnico e loro refertazione da parte del medico, ma ha anche liberato il medico dall'acquisizione delle immagini consentendogli di dedicare più tempo alla discussione dei casi, alla refertazione, agli aspetti organizzativi, culturali e didattici del settore. Inoltre, l'utilizzazione del tecnico non ha mai comportato un calo dello standard qualitativo degli esami ecocardiografici, grazie alla preparazione teorico-pratica dei tecnici e alla loro esperienza, né si è verificato il rischio di errori interpretativi da errata o insufficiente acquisizione di dati poiché ogni esame viene refertato, non appena completato e prima che il paziente venga congedato, dal medico, che quindi può rilevare eventuali problemi e provvedere di persona ad ottimizzare l'esecuzione dell'esame.

Riassunto

La figura del tecnico o *sonographer* è una realtà clinica fondamentale per la gestione del laboratorio di ecocardiografia nei paesi anglosassoni. In Italia, e in genere nei paesi latini, gli esami ecocardiografici sono eseguiti quasi esclusivamente da specialisti cardiologi. Tuttavia, soprattutto in relazione alla crescente necessità di ecocardiogrammi, questo modello organizzativo non è più sostenibile né dal punto di vista della fattibilità (le scuole di specialità non formano tutti i cardiologi che sarebbero necessari), né da quello economico (i costi degli esami eseguiti dai soli cardiologi sono molto elevati). L'impiego, anche nel nostro paese, di tecnici di ecocardiografia potrebbe rappresentare una soluzione organizzativa alla richiesta di ecocardiogrammi. Per fornire un contributo e iniziare a pensare a questa soluzione, riportiamo in questa rassegna, l'esperienza di un laboratorio italiano di ecocardiografia che li impiega da oltre 20 anni.

Parole chiave: Costo-efficacia; Ecocardiografia; Management; Qualità; Tecnico di ecocardiografia.

Bibliografia

1. Waggoner AD. The profession of cardiac sonography and the status of professionalization of cardiac sonographers. J Am Soc Echocardiogr 1999; 12: 335-42.
2. St Vrain JA, Skelly AC, Waggoner AD, et al. Multiskilling and multicredentialing of the health professional: role of the cardiac sonographer. Sonographer Council of the American Society of Echocardiography. J Am Soc Echocardiogr 1998; 11: 1090-2.
3. Kisslo J, Millman DS, Adams DB, Weiss JL. Interpretation of echocardiographic data: are physicians and sonographers violating the law? J Am Soc Echocardiogr 1988; 1: 95-9.
4. McDonald RW, Rice MJ, Reller MD et al. Academic physicians' opinions on preliminary reporting of echocardiographic data. J Am Soc Echocardiogr 1993; 6: 77-82.
5. Bierig SM, Coon P, Korcarz CE, Waggoner AD. The research grant process: a reference guide for cardiovascular sonographers. J Am Soc Echocardiogr 2005; 18: 264-7.
6. Coletta C, De Marchis E, Lenoli M, et al. Reliability of cardiac dimensions and valvular regurgitation assessment by sonographers using hand-carried ultrasound devices. Eur J Echocardiogr 2006; 7: 275-83.
7. Del Mestre L, Compassi R, Monti ML, et al. Ruolo del tec-

- Copyright - Il Pensiero Scientifico Editore downloaded by IP 216.73.216.2 Thu, 10 Jul 2025, 05:50:10

nico di ecocardiografo nel laboratorio digitale di ecocardiografia. Atti Cardionursing 2005 www.anmco.it/aree/elenco/nursing/presentazioni/presentazione.html?ID=133
8. Compassi R, Bianchi K, Macor S, et al. Agenda di prenotazione elettronica: un componente fondamentale per il laboratorio digitale di ecocardiografia ed un modo per rendere trasparenti le liste di attesa. In: Atti Cardionursing 2005. www.anmco.it/aree/elenco/nursing/presentazioni/presentazione.html?ID=181
9. Del Mestre L. Il ruolo del tecnico di ecocardiografia in un laboratorio italiano che li utilizza dal 1984. In: Atti Cardionursing 2005. www.anmco.it/aree/elenco/nursing/presentazioni/presentazione.html?ID=59
10. Martini L. L'addestramento e le prospettive di impegno in un laboratorio ospedaliero. In: Atti Cardionursing 2005. www.anmco.it/aree/elenco/nursing/presentazioni/presentazione.html?ID=60
11. Ehler D, Carney DK, Dempsey AL, et al. Guidelines for cardiac sonographer education: recommendations of the American Society of Echocardiography Sonographer Training and Education Committee. J Am Soc Echocardiogr 2001; 14: 77-84.
12. Bierig SM, Ehler D, Knoll ML, Waggoner AD, for the American Society of Echocardiography. American Society of Echocardiography minimum standards for the cardiac sonographer: a position paper. J Am Soc Echocardiogr 2006; 19: 471-4.
13. Goldstein S, Harry M, Carney DK et al. Outline of sonographer core curriculum in echocardiography. American Society of echocardiography sonographer education & training committee. www.asecho.org/freepdf/sonographercorecurriculum.pdf
14. Accreditation Committee of the European Association of Echocardiography. Suggested reading list and syllabus. www.escardio.org/NR/rdonlyres/F6BB2284-3962-4F8E-B3EC-EB20A6653A4F/0/TTEreading_listV6.pdf
15. Badano LP, Piaggio M, Cattaneo F, et al. Laboratorio digitale di ecocardiografia: importanza del software di analisi delle immagini. (abstr) G Ital Cardiol 2006; 7 (Suppl): 116S.
16. Waggoner AD, Ehler D, Adams D, et al. Guidelines for the cardiac sonographer in the performance of contrast echocardiography: recommendations of the American Society of Echocardiography Council on Cardiac Sonography. J Am Soc Echocardiogr 2001; 14: 417-20.
17. Castello R, Bella JN, Rovner A, Swan J, Smith J, Shaw L. Efficacy and time-efficiency of a "sonographer-driven" contrast echocardiography protocol in a high volume echocardiography laboratory. Am Heart J 2003; 145: 535-41.
18. Witt S. Implementing microbubble contrast in the echocardiography laboratory: a sonographer's perspective. Am J Cardiol 2002; 90: 15J-16J.
19. Badano LP, Dall'Armellina E, Bordin P, et al. Feasibility and clinical value of "intelligent" compression and digital storage of transthoracic echocardiograms in day-to-day practice. Ital Heart J 2001; 2: 782-8.
20. Badano LP, Marchesini A, Pizzuti A, et al. Refertazione dell'esame ecocardiografico con software G8-Cardio ANMCO. Ital Heart J Suppl 2001; 2: 258-67.
21. Badano LP, Buiese S, Tosoratti E, et al. Measuring the benefits of the digital laboratory of echocardiography. (abstr) G Ital Cardiol 2006; 7 (Suppl): 115S.
22. Gullace G, Carerj S. Requisiti minimi di accreditamento e gestione per la qualità dei laboratori di ecografia cardiovascolare. Giornale Italiano di Ecografia Cardiovascolare 2004; 13: 20-45.
23. Badano LP, Piaggio M. Il laboratorio digitale di ecocardiografia. In: Nicolosi GL, ed. Manuale di ecocardiografia clinica. Padova: Piccin, 2006 (in stampa).
24. Badano LP. Le tecnologie miniaturizzate ed il laboratorio digitale di ecocardiografia: come migliorare il livello del servizio ecocardiografico al cliente. In: Badano LP, ed. Il laboratorio digitale di ecocardiografia. Realtà operativa o gadget tecnologico? Padova: Piccin, 2006 (in stampa).
25. Badano LP, Buiese S, Tosoratti E, et al. Miniaturized systems and certified sonographers allow efficient delivery of echocardiography within the admission departments instead of moving patients to the echo-lab. (abstr) G Ital Cardiol 2006; 7 (Suppl): 115S.
26. Posteraro A, Salustri A, Annicchiarico M, et al. Minimal data set ecocardiografico per patologia. Giornale Italiano di Ecografia Cardiovascolare 2005; 14: 7-43.
27. Gardin JM, Adams DB, Douglas PS, for the American Society of Echocardiography. Recommendations for a standardized report for adult transthoracic echocardiography: a report from the American Society of Echocardiography's Nomenclature and Standards Committee and Task Force for a Standardized Echocardiography Report. J Am Soc Echocardiogr 2002; 15: 275-90.