

Dipartimento di Medicina e Chirurgia

Dottorato di Ricerca in Sanità Pubblica Ciclo XXXIII

Curriculum in Fisiopatologia Clinica e Prevenzione delle Malattie

---

**INTRODUZIONE DELLA FIGURA DEL  
SONOGRAPHER E DI ECOGRAFI ULTRA-  
MOBILI IN UN LABORATORIO DI  
ECOCARDIOGRAFIA: DAI RISVOLTI  
CLINICI A QUELLI ORGANIZZATIVI**

---

De Chiara Benedetta Carla

Matricola 835097

Tutore: Prof.ssa Cristina Giannattasio

Cotutore: Dr.ssa Antonella Moreo

Coordinatore: Prof. Guido Grassi

**ANNO ACCADEMICO 2019/2020**

## Indice

<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
<b>CAPITOLO 1. - BACKGROUND.....</b>	<b>4</b>
1.1 LA LOGISTICA DELL'OSPEDALE E DEL LABORATORIO DI ECOCARDIOGRAFIA .....	4
1.2 LA FIGURA DEL SONOGRAPHER .....	5
1.3 LE CONSULENZE CARDIOLOGICHE.....	6
1.4 GLI ECOGRAFI ULTRA-MOBILI .....	7
<b>CAPITOLO 2. - SCOPI DELLO STUDIO.....</b>	<b>8</b>
<b>CAPITOLO 3. - MATERIALI E METODI.....</b>	<b>9</b>
3.1 ANALISI STORICA DEL TRASPORTO DEI PAZIENTI RICOVERATI PRESSO IL LABORATORIO DI ECOCARDIOGRAFIA .....	9
3.2 ESECUZIONE DEGLI ESAMI ECOCARDIOGRAFICI DA PARTE DEL SONOGRAPHER.....	9
3.3 MODALITA' DI ESPLETAMENTO DELLE CONSULENZE CARDIOLOGICHE .....	10
3.4 ANALISI STATISTICA .....	10
<b>CAPITOLO 4. - RISULTATI .....</b>	<b>11</b>
4.1 MODELLO ORGANIZZATIVO CON SONOGRAPHER.....	11
4.1.1 ANALISI STORICA DEL TRASPORTO DEI PAZIENTI RICOVERATI PRESSO IL LABORATORIO DI ECOCARDIOGRAFIA .....	11
4.1.2 INTRODUZIONE DEL SONOGRAPHER.....	12
4.1.3 IMPATTO SUI TRASPORTI DEI PAZIENTI .....	16
4.1.4 IMPATTO SULL'ATTIVITÀ DEL LABORATORIO DI ECOCARDIOGRAFIA .....	17
4.1.5 ANALISI ECONOMICA .....	17
4.2 CONSULENZE CARDIOLOGICHE CON ECOGRAFI ULTRA-MOBILI.....	18
4.2.1 ANALISI PROSPETTICA DELLA GESTIONE ATTUALE .....	18
4.2.2 ADOZIONE DI ECOGRAFI ULTRA-MOBILI DA PARTE DEI CONSULENTI CARDIOLOGI...	20
4.2.3 ANALISI ECONOMICA .....	20
<b>CAPITOLO 5. - DISCUSSIONE E CONCLUSIONI .....</b>	<b>21</b>
<b>CAPITOLO 6. - BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>23</b>

## INTRODUZIONE

L'ecocardiografia ha assunto un ruolo sempre più rilevante nella diagnostica cardiologica ed è diventata uno strumento indispensabile nella pratica clinica. Infatti, l'ecocardiogramma è, dopo l'elettrocardiogramma, l'esame diagnostico più utilizzato in cardiologia e l'ecocardiografia è la tecnica di imaging più frequentemente prescritta nei pazienti con cardiopatia sospetta o accertata. Lo scopo è quello di ottenere informazioni morfologiche, funzionali, emodinamiche e flussimetriche delle strutture cardiache esplorate.

I modelli organizzativi "storici" prevedono che l'esame ecocardiografico venga eseguito e refertato in un Laboratorio di Ecocardiografia dedicato, da medici cardiologi con skills in ambito ecocardiografico.

Vi sono però esperienze sul territorio nazionale in cui sono proposti modelli organizzativi<sup>1</sup> che utilizzano i tecnici di ecocardiografia (o sonographer) ed un flusso di lavoro in cui l'acquisizione delle immagini, che è a carico del sonographer, è distinta dalla refertazione, che è effettuata dal medico specialista in un secondo momento. In alcuni ospedali il sonographer è fisicamente in Laboratorio e provvede all'esecuzione degli esami diagnostici in uno degli ambulatori al posto del medico specialista; in altri ospedali, soprattutto quelli con più ampia superficie di distribuzione, il sonographer è esclusivamente dedicato all'esecuzione di esami al letto del paziente che non viene quindi più trasportato dal reparto dove è ricoverato presso il Laboratorio.

Un'altra "rivoluzione" in ambito ecografico è stata l'avvento di ecografi miniaturizzati<sup>2</sup> della grandezza di uno smartphone, inizialmente utilizzati da rianimatori e medici d'urgenza che avevano il compito di rispondere a quesiti clinici ben precisi talora nei contesti ambientali più disparati. Ormai anche nell'ambiente cardiologico sono state introdotte valutazioni al letto del paziente con tali dispositivi per pazienti che non necessitano di un esame ecocardiografico completo.

Questi due concetti, da un lato l'esecuzione dell'esame ecocardiografico completo, poiché richiesto dalla situazione clinica, al letto del paziente da parte di una figura non medica (sonographer) e dall'altro lato l'implementazione durante consulenze cardiologiche di una valutazione ecografica mirata al quesito clinico, sono i campi di sviluppo di questa tesi.

## CAPITOLO 1. - BACKGROUND

### 1.1 LA LOGISTICA DELL'OSPEDALE E DEL LABORATORIO DI ECOCARDIOGRAFIA

La ricerca è stata effettuata presso l'ASST Grande Ospedale Metropolitano Niguarda che è una struttura che sorge su un'area di 322.000 m<sup>2</sup> e che è dotata di circa 70 reparti e 1200 posti letto dove vengono effettuati circa 50.000 ricoveri all'anno.

I reparti di degenza sono distribuiti nei diversi padiglioni, come illustrato nella Figura 1.



Figura 1 - Mappa ASST GOM Niguarda

Il modello di ospedale “a padiglioni” riconosce similitudini in altri grandi ospedali italiani tra i quali l’Azienda Ospedaliera San Camillo-Forlanini di Roma, l’Azienda Ospedaliero-Universitaria Careggi di Firenze, l’Ospedale Policlinico San Martino di Genova e l’Azienda Ospedaliero-Universitaria Santa Maria della Misericordia di Udine.

In uno dei padiglioni dell'ospedale (Blocco Sud) è ubicato il Centro di Ecocardiografia Clinica che è un Laboratorio di alta professionalità, accreditato come Laboratorio di Alta Specialità dalla Società Italiana di Ecocardiografia e CardioVascular Imaging dal 2005.<sup>3</sup> Nel 2012 ha ottenuto anche l'accreditamento dell'European Association of Cardiovascular Imaging.

I pazienti ricoverati vengono trasportati qui per l'esecuzione di un esame ecocardiografico secondo due modalità: all'interno dello stesso padiglione da operatori socio-sanitari (OSS) e da un padiglione all'altro da un servizio di autoambulanze e lettighieri.

La struttura a padiglioni e le grosse distanze da coprire influenzano non solo l'esecuzione di esami diagnostici, ma anche la modalità di svolgimento delle richieste di consulenza cardiologica presso i diversi reparti; il cardiologo si trova spesso fisicamente lontano dal Laboratorio di Ecocardiografia, qualora necessitasse dell'informazione ecocardiografica per concludere la sua visita.

## 1.2 LA FIGURA DEL SONOGRAPHER

Il sonographer è il tecnico sanitario che si occupa dell'esecuzione e dell'archiviazione dell'esame ecocardiografico. La formazione dei sonographer è basata su corsi di laurea e Master universitari con partecipazione aperta a laureati in diverse discipline Sanitarie. Questa figura è presente all'estero dal 1990 (USA e UK) e si è progressivamente diffusa in tutto il mondo.<sup>4-8</sup> Lo scoglio iniziale, in breve superato, dell'introduzione della figura del sonographer è stato quello di avere elevati standard di accuratezza e riproducibilità, in gran parte dipendenti dalla capacità dell'operatore di acquisire immagini di buona qualità che fossero in grado di fornire risposte nel percorso diagnostico-terapeutico delle principali cardiopatie.

Anche in Italia sono ormai numerose le Strutture Ospedaliere e Ambulatoriali che organizzano il lavoro con l'ausilio di tali figure; un recente censimento della SIECVI ha contato circa 450 sonographer sul territorio nazionale che in maniera continuativa effettuano esami ecocardiografici poi rivisti da specialisti cardiologi. Le strutture dove essi lavorano sono principalmente strutture private accreditate presso il Sistema Sanitario Nazionale. Lo scopo delle strutture che assumono sonographer è quello di avere ecocardiogrammi standardizzati ed iconograficamente completi in quanto il sonographer registra immagini fisse e filmati secondo un preciso protocollo di acquisizione e le archivia su un server per consentire la revisione ed interpretazione offline da parte dello specialista cardiologo; questa gestione ha costi teoricamente inferiori rispetto al modello che prevede l'impiego di personale esclusivamente medico, anche se non vi sono studi di ampio respiro che trattino non solo del risvolto economico ma clinico (es. accuratezza dell'esame e tasso di ripetizione per incongruenze).

Nella maggior parte degli ospedali i sonographer lavorano in una stanza del Laboratorio di Ecocardiografia dove è collocato un ecografo "fisso", non portatile, e dove eseguono la lista di lavoro di pazienti esterni o interni al posto del medico cardiologo. E' meno frequente invece che i sonographer siano destinati esclusivamente all'esecuzione di esami al letto tramite ecografi portatili (Figura 2), circostanza che si è verificata particolarmente favorevole presso Niguarda in virtù della distribuzione a padiglioni dell'ospedale. Il principale vantaggio in questo contesto è quello di diminuire la quota di pazienti, spesso non deambulanti, che vengono trasportati presso il Laboratorio e i costi relativi a tale trasporto e di riallocare il tempo di occupazione dell'ecocardiografo fisso, che può essere destinato a pazienti aggiuntivi.



*Figura 2 - Ecocardiografi portatili*

### 1.3 LE CONSULENZE CARDIOLOGICHE

La prevalenza delle malattie cardiovascolari ed il sempre più frequente ricovero di pazienti con problematiche cardiologiche in reparti internistico-geriatrici o polispecialistici alimentano in maniera crescente la richiesta di consulenze cardiologiche sia per la gestione clinica dei pazienti sia per la stratificazione preoperatoria di pazienti candidati a chirurgia non cardiaca non elettiva.

In generale, la consulenza cardiologica clinica può essere classificata come:

1. Emergente: criticità cardiologica acuta, in atto, specialmente se con compromissione dei parametri vitali (infarto miocardico acuto con sopraslivellamento del tratto ST, bradiaritmia sintomatica, tachiaritmia sostenuta, sospetta dissezione aortica, embolia polmonare massiva, sospetto tamponamento cardiaco).
2. Urgente: instabilizzazione cardiologica senza compromissione dei parametri vitali né sintomi in atto: a. ischemica (sindrome coronarica acuta nelle ultime 12h, senza dolore toracico in atto), b.

aritmica (bradiaritmie o tachiaritmie non sostenute, risolte), c. emodinamica (scompenso cardiaco congestizio, primo episodio o caso cronico riacutizzato non controllato in terapia).

3. Non urgente: inquadramento diagnostico-terapeutico in paziente ricoverato, stabile, con cardiopatia sospetta o accertata, con sospetto peggioramento clinico.

Non è infrequente che per rispondere in modo accurato al quesito clinico, in particolare se in emergenza o urgenza, sia necessaria l'informazione morfo-funzionale derivata dall'ecocardiogramma. E' prerogativa del cardiologo che effettua la consulenza decidere il "livello" di tale informazione, quindi se richiedere un ecocardiogramma completo o un ecocardiogramma "focused" rispetto al quesito clinico. Considerato il numero elevato di reparti in un ospedale e la peculiarità di questi reparti è probabile che solo pochi siano dotati di ecografi polispecialistici in sede, provvisti di software e sonda cardiologica tali da garantire una prestazione contemporanea alla visita. Pertanto, se il consulente cardiologo per concludere la valutazione richiesta avrà bisogno di un ecocardiogramma, l'esame verrà richiesto al Laboratorio di Ecocardiografia ed espletato presso il Laboratorio o al letto dal sonographer ma spesso non simultaneamente alla visita.

#### 1.4 GLI ECOGRAFI ULTRA-MOBILI

Da una decina di anni l'industria degli ultrasuoni ha sviluppato e commercializzato ecocardiografi hand-held (o ultra-mobili) di dimensioni e costi ridotti, disponibili per un crescente numero di operatori, all'interno ed al di fuori delle strutture ospedaliere.<sup>9-17</sup> L'estrema miniaturizzazione è evoluta fino ad arrivare alla grandezza di uno smartphone capace di ottenere in tempo reale brevi video clip bidimensionali (con possibilità di misure) e di flussi ematici in codice di colore (senza Doppler pulsato e continuo), di conservarle in memoria, richiamarle e trasferirle a PC o USB tramite un'unità di supporto o in presenza di una rete condivisa. Quando utilizzato da operatori esperti, ha dimostrato una buona accuratezza diagnostica nei confronti dell'imaging ottenibile con ecocardiografi standard.

Le informazioni più frequentemente richieste a questi ecografi sono: funzione e dimensioni delle cavità cardiache, ipertrofia ventricolare, calcificazioni valvolari, versamento pericardico, versamento pleurico, dilatazione e ridotta collassabilità della vena cava inferiore e alterazioni flussimetriche valvolari. La differenza tra questi ecografi e i portatili utilizzati dal sonographer o gli ecografi fissi presso il Laboratorio è che i primi non possiedono il Doppler pulsato, continuo e tissutale; non è quindi possibile rispondere a quesiti sulla funzione diastolica e sui gradienti pressori, siano essi di stenosi valvolare o relativi alla misurazione indiretta delle pressioni polmonari.

Nella Figura 3 sono riportati due ecografi ultra-mobili di ultima generazione, uno dei quali è stato utilizzato in questo lavoro. L'utilizzo di questi apparecchi richiede solo un minimo training, in quanto non hanno funzionalità proprie di un ecografo "top di gamma" (es. 3D e strain); inoltre, negli ultimi vent'anni il percorso strutturato presso i Laboratori di Ecocardiografia da parte le Scuole di Specializzazione in Malattie dell'Apparato Cardiovascolare ha consentito a tutti i cardiologi di saper eseguire un esame ecocardiografico di primo livello.



*Figura 3 - Ecografi ultra-mobili*

## CAPITOLO 2. - SCOPI DELLO STUDIO

- 1) Analizzare retrospettivamente l'impatto organizzativo, economico e clinico dell'esecuzione degli esami ecocardiografici in reparto di degenza al letto del paziente utilizzando un ecocardiografo portatile e un sonographer certificato con lettura centralizzata degli esami da parte di medici ecocardiografisti esperti rispetto al modello organizzativo che prevede il trasporto dei pazienti (via OSS o via autoambulanze) presso il Laboratorio di Ecocardiografia per l'esecuzione dell'esame ecocardiografico secondo le modalità standard.
- 2) Valutare prospettivamente l'impatto organizzativo di ecografi ultra-mobili di ultima generazione che sono stati adottati da parte di cardiologi nell'ambito delle visite di consulenza a pazienti degenti.



## CAPITOLO 3. - MATERIALI E METODI

### 3.1 ANALISI STORICA DEL TRASPORTO DEI PAZIENTI RICOVERATI PRESSO IL LABORATORIO DI ECOCARDIOGRAFIA

L'esecuzione degli esami ecocardiografici presso il Laboratorio di Ecocardiografia di Niguarda per tutti i pazienti ricoverati doveva prevedere un servizio di trasporto di pazienti dal proprio reparto di degenza al Laboratorio e viceversa. I trasporti avvenivano tramite OSS, per distanze brevi intra-padiglione, o tramite lettighieri per mezzo di autoambulanze, se inter-padiglione. Questo tipo di organizzazione comportava un disagio per i pazienti che dovevano essere trasportati, attendere il loro turno nella sala d'attesa dedicata per eseguire l'esame e, alla fine dell'esame, attendere che i lettighieri venissero a riprenderli per ricondurli al reparto di provenienza, con un tempo anche rilevante in cui il paziente rimaneva fuori dal proprio reparto di degenza e non poteva assumere terapie né essere sottoposto ad altri esami diagnostici. Non da ultimo, gli OSS e i lettighieri erano costi per la Struttura ed erano personale sottratto, ad esempio, ai trasporti dal Pronto Soccorso.

I dati storici sono stati ottenuti dal 23/11/2009 al 19/03/2010, periodo in cui è stata effettuata a scopo speculativo in collaborazione con la S.C. Direzione Infermieristica Tecnica Riabilitativa Aziendale (DITRA) di Niguarda una rilevazione sulla modalità e sui tempi di trasporto dei pazienti al Laboratorio di Ecocardiografia. I dati registrati sono stati: l'ora di partenza dal reparto, l'ora di arrivo al laboratorio, l'ora di termine dell'esame ecocardiografico e l'ora di rientro in reparto.

### 3.2 ESECUZIONE DEGLI ESAMI ECOCARDIOGRAFICI DA PARTE DEL SONOGRAPHER

Per valutare l'impatto organizzativo ed economico del modello di attività con sonographer abbiamo analizzato retrospettivamente l'attività del Laboratorio di Ecocardiografia di Niguarda nel periodo 1/1/2018-31/12/2018. Il sonographer era in tale periodo assunto con un contratto a tempo determinato. In dettaglio, per i pazienti (in particolare quelli non deambulanti e in cui non vi fossero quesiti diagnostici estremamente complessi) ricoverati in padiglioni diversi da quello del Laboratorio l'esame veniva eseguito dal sonographer in reparto di degenza al letto del paziente utilizzando ecocardiografi portatili (Vivid Q-GE Healthcare, CX 50-Philips; Figura 2) che montano sonde multifrequenza phased-array cardiologiche e sono dotati di software completi di analisi quantitativa delle immagini. Tutte le immagini acquisite venivano archiviate sull'hard disk dell'ecografo e, al rientro in Laboratorio, gli esami venivano trasmessi al server in modo che potessero essere richiamati da parte del cardiologo sui monitor dei PC della sala refertazione.

In caso di esami incompleti o di immagini di insufficiente qualità, l'esame veniva riprogrammato presso il Laboratorio per la ripetizione e/o l'eventuale completamento con contrasto o approccio transesofageo se indicato.

E' stato quindi registrato il numero di esami eseguiti dal sonographer e sono state raccolte informazioni quali i dati demografici dei pazienti, la motivazione dell'esame, il reparto di degenza, la necessità di ripetizione e/o di completamento presso il Laboratorio registrando le eventuali discordanze o il valore aggiunto dell'esame ripetuto. È stata fatta inoltre una valutazione anche sugli esami ripetuti per qualsiasi motivo nel follow-up e sono stati confrontati i referti dell'esame eseguito

dal sonographer con quello del controllo presso il Laboratorio, valutando la completezza e le eventuali discrepanze tra l'esame eseguito dal sonographer e refertato da un medico esperto di ecocardiografia e l'esame effettuato e refertato dal medico esperto di ecocardiografia.

Per calcolare il risparmio in termini di tempi di trasporto abbiamo utilizzato la rilevazione storica citata nel punto 3.1..

Abbiamo poi analizzato il tempo medico risparmiato per l'acquisizione dell'esame calcolando in 35 minuti il tempo necessario per l'esecuzione di un esame standard facendo riferimento al documento dell'European Association of Cardiovascular Imaging.

### 3.3 MODALITA' DI ESPLETAMENTO DELLE CONSULENZE CARDIOLOGICHE

Dal 15/05/2019 al 15/07/2019 sono state registrate prospettivamente tutte le consulenze cardiologiche diurne in carico al S.C. Cardiologia 4. Qualora il cardiologo valutante richiedesse per completare la visita l'informazione ecocardiografica, si è registrato il quesito clinico, la modalità e la tempistica di espletamento dell'esecuzione dell'ecocardiogramma e, di conseguenza, di una nuova consulenza cardiologica. Qualora l'ecocardiogramma fosse stato invece eseguito prima della visita cardiologica, ne è stata valutata l'appropriatezza secondo consensus nazionali ed europee.<sup>18-19</sup>

All'inizio di marzo 2020 i cardiologi della S.C. Cardiologia 4 che espletavano le consulenze cardiologiche sono stati dotati di un ecografo ultra-mobile di ultima generazione (Lumify; Philips). Dal 19/03/2020 al 16/08/2020 ne è stata registrata la modalità di utilizzo, la ricaduta nella gestione del paziente e quali fossero le condizioni cliniche che invece necessitavano comunque l'esecuzione di un ecocardiogramma completo da parte del sonographer o presso il Laboratorio.

Si è infine stimato il risparmio teorico in termini di giornate di degenza, in quanto la consulenza cardiologica poteva essere finalizzata sul momento. Dai dati ricavati dal controllo di gestione dell'ASST Niguarda, si è ricavato il costo medio di una giornata di degenza in un reparto internistico.

### 3.4 ANALISI STATISTICA

I dati sono espressi come media e deviazione standard (DS) o mediana e range interquartile (I-III), quando appropriato, oppure percentuale (%). La correlazione tra variabili continue è stata condotta con il test non parametrico di Spearman. Una  $P < 0.05$  è stata considerata statisticamente significativa. L'analisi statistica è stata condotta usando l'applicativo Statistical Package for the Social Sciences (SPSS Inc., Chicago, IL, USA, versione 13.0).

## CAPITOLO 4. - RISULTATI

### 4.1 MODELLO ORGANIZZATIVO CON SONOGRAPHER

#### 4.1.1 ANALISI STORICA DEL TRASPORTO DEI PAZIENTI RICOVERATI PRESSO IL LABORATORIO DI ECOCARDIOGRAFIA

Dai dati di tale rilevazione, riportati nella tabella 1, è emerso che la durata media dei trasporti da parte di OSS di pazienti degenti nello stesso padiglione del Laboratorio è stata pari a  $26 \pm 8$  minuti. Per quanto riguarda invece i trasporti in autoambulanza la durata media dei trasporti da parte dei lettighieri di pazienti degenti in altri padiglioni rispetto al Laboratorio è stata pari a  $50 \pm 11$  minuti, con una assenza media del paziente dal reparto pari a  $178 \pm 77$  minuti (Tabella 2).

Il tempo di assenza media dal reparto ha compreso tutte le fasi del trasporto, di attesa prima e dopo l'esame e il tempo di esecuzione dell'esame stesso.

Tabella 1 - Tempi di trasporto da parte di OSS al Laboratorio di Ecocardiografia

Reparto intra-padiglione (Blocco Sud)	Tempo trasporto
Cardiochirurgia	$20 \pm 6$ minuti
Cardiologia 3/4	$34 \pm 7$ minuti
Chirurgia generale	$30 \pm 6$ minuti
Ortopedia	$33 \pm 4$ minuti
Epatologia	$17 \pm 2$ minuti
Oncologia e Ematologia	$23 \pm 3$ minuti
Ematologia	$36 \pm 8$ minuti
<b>Tempo medio</b>	<b><math>26 \pm 8</math> minuti</b>

Tabella 2 - Tempi di trasporto dei pazienti in autoambulanza

Padiglione	Tempo trasporto	Tempo totale di assenza dal reparto
<b>Blocco DEA</b> - Medicina d'Urgenza - Neurologia - Stroke Unit	60 ± 6 minuti	246 ± 65 minuti
<b>Padiglione 10</b> - Medicina Gatti Est - Medicina Gatti Ovest - Medicina Bizzozero - Medicina Brera - Medicina Rizzi - Medicina Vergani - Pneumologia - Endocrinologia	33 ± 14 minuti	134±50 minuti
<b>Padiglione 11</b> - Nefrologia - Malattie infettive	40 ± 16 minuti	90±33 minuti
<b>Padiglione 16</b> - Oculistica - Otorinolaringoiatria - Ostetricia	59 ± 6 minuti	243±65 minuti
<b>Padiglione 17</b>	50 ± 16 minuti	132±65 minuti
<b>Unità spinale</b>	60 ± 1 minuti	206±136minuti
<b>Tempo medio</b>	<b>50 ± 11 minuti</b>	<b>178±77 minuti</b>

#### 4.1.2 INTRODUZIONE DEL SONOGRAPHER

Nel corso dell'anno di rilevazione dell'attività del sonographer, dei 4.986 esami transtoracici eseguiti per i pazienti degenti 1.611 (32%) sono stati eseguiti dal sonographer al letto del paziente con una media giornaliera di esami eseguiti pari a 7,6 esami.

L'età media dei pazienti in cui è stato effettuato l'esame ecocardiografico dal sonographer al letto era significativamente più alta rispetto ai pazienti ricoverati che hanno effettuato l'esame presso il Laboratorio di Ecocardiografia (69±16 anni vs 63±15 anni, p<0.001).

Nella tabella 3 è riportata la distribuzione degli esami eseguiti dal sonographer per padiglione e reparto di degenza.

Tabella 3 - Distribuzione per padiglione e reparto di degenza dei 1.611 esami eseguiti dal sonographer

Padiglione	N. esami (%)
<b>Blocco DEA</b>	<b>258 (16,0%)</b>
- Medicina d'urgenza	82
- Neurologia e Stroke Unit	114
- Traumatologia	13
- Chirurgia d'urgenza	5
- Neurochirurgia	16
- Anestesia e Rianimazione 1	14
- Subintensiva e Grandi Ustionati	14
<b>Padiglione 10</b>	<b>1.049 (65,2%)</b>
- Medicina 1 Gatti Est	104
- Medicina 1 Gatti Ovest	120
- Medicina 1 Rizzi	162
- Medicina 2 Bizzozero	148
- Medicina 2 Brera	190
- Medicina 2 Vergani	164
- Specialistiche:	
▪ Allergologia degenza	14
▪ Endocrinologia degenza	44
▪ Reumatologia degenza	12
▪ Pneumologia	72
▪ Riabilitazione neurologica e gen. geriatrica	19
<b>Padiglione 11</b>	<b>163 (10,1%)</b>
- Malattie Infettive degenza	93
- Nefrologia degenza	66
- Dietetica e Nutrizione	4
<b>Padiglione 16</b>	<b>11 (0,7%)</b>
- Otorinolaringoiatria e Oculistica	8
- Ostetricia	3
<b>Padiglione 7</b>	<b>5 (0,3%)</b>
- Psichiatria degenza	1

Padiglione	N. esami (%)
- Centro Nemo	4
<b>Unità spinale</b>	<b>4 (0,2%)</b>
<b>Blocco Sud</b>	<b>121 (7,5%)</b>
- Cardiologia 3 e 4	37
- Chirurgia generale	14
- Ortopedia	4
- Cardiochirurgia, chirurgia vascolare e toracica	7
- Epatologia	6
- Oncologia	23
- Ematologia	30

Le Unità Operative più frequentemente coinvolte sono state le divisioni di Medicina interna, Neurologia, Malattie Infettive, Medicina d'Urgenza. In Blocco Sud sono stati effettuati 121 esami in pazienti che, per le loro condizioni cliniche, non erano trasportabili in Laboratorio.

Le patologie più frequenti per cui è stato richiesto l'esame sono state la cardiopatia ischemica cronica, lo scompenso cardiaco, la dispnea, il sospetto di endocardite infettiva, la fibrillazione atriale, l'ipertensione arteriosa e le valvulopatie, che hanno rappresentato il 61% delle richieste.

In 26 dei 1.611 esami eseguiti (1,6%, Tabella 4) è stata necessaria la ripetizione in Laboratorio con ecografo top di gamma per incompletezza o insufficiente qualità delle immagini acquisite dal sonographer; per tale motivo gli esami eseguiti dal sonographer e considerati completi sono stati 1.585. Di questi ultimi, è stato necessario un approfondimento diagnostico presso il Laboratorio di Ecocardiografia con un esame di secondo livello (transesofageo, contrasto, 3D, ecocardiografia da stress) in 28 casi. Vi sono poi 38 pazienti che hanno ripetuto l'esame per motivi clinici, e, infine 48 casi in cui l'esame è stato ripetuto durante un nuovo ricovero o in successivo controllo ambulatoriale.

Tabella 4 - Motivo della ripetizione dell'esame presso il Laboratorio di Ecocardiografia

Motivo ripetizione esame	N. esami (%)
Esame di insufficiente qualità o incompleto	26 (1,6%)
Necessità di completamento con esame di secondo livello	28 (1,7%)
- Transesofageo	23
- Contrasto	3
- 3D	1
- Ecocardiografia da stress	1
Rivalutazione durante il ricovero per motivi clinici	38 (2,4%)
Nuovo ricovero o successivo controllo ambulatoriale	48 (3%)

Sono stati poi analizzati tutti i referti degli esami ripetuti presso il Laboratorio ed è stata valutata la presenza di eventuali discrepanze rispetto all'esame eseguito dal sonographer.

In 111 l'esame eseguito dal medico presso il Laboratorio era concordante, mentre in 29 sono state evidenziate discordanze (Tabella 5). Tra le discordanze abbiamo considerato anche tre casi in cui l'esame è stato eseguito in occasione di nuovo ricovero con variazione delle condizioni cliniche per cui non è stato possibile escludere che le discrepanze sulla cinesi e sulla funzione sistolica evidenziate al secondo controllo fossero correlate al diverso quadro clinico.

Va sottolineato che in tutti i casi in cui si sono osservate discrepanze l'esame era tecnicamente limitato per finestra acustica subottimale e in 3 casi l'esame è stato ritenuto di qualità non sufficiente anche con ecocardiografo "top di gamma" in Laboratorio ed è stato completato in 2 casi con transesofageo e in 1 caso con contrasto che hanno permesso di evidenziare reperti aggiuntivi.

Tabella 5 - Discrepanze evidenziate nei 140 esami ripetuti presso il Laboratorio

Pazienti	
Concordanze	111
Discordanze	29
- dubbia vegetazione non confermata	
- discordanza su cinesi e stima frazione eiezione	
- discordanza su valutazione funzione ventricolo destro	
- piccolo difetto interventricolare non evidenziato	
- pervietà forame ovale non segnalata	
- non segnalato setto sigmoide e aumento spessore parietale	
- piccolo distacco protesi mitralica non segnalato	
- dubbio SAM non confermato	

In nessun caso le discordanze hanno impattato negativamente sul decorso clinico del paziente o, se segnalate, avrebbero determinato modifiche nelle successive scelte diagnostiche o terapeutiche. In 5 casi l'esame eseguito dal sonographer ha rilevato reperti patologici che hanno significativamente modificato il decorso clinico del paziente con la diagnosi precoce di alterazioni che ha permesso di iniziare tempestivamente il trattamento più adeguato: in 2 casi il paziente è stato avviato all'intervento cardiocirurgico d'urgenza senza necessità di ripetizione dell'esame ecocardiografico e il chirurgo ha confermato i reperti segnalati; in altri 2 casi i pazienti sono stati trasferiti in cardiocirurgia, monitorati con controlli ecocardiografici per definire il timing dell'intervento e in entrambi i casi i dati erano concordanti con l'esame effettuato dal sonographer.

#### 4.1.3 IMPATTO SUI TRASPORTI DEI PAZIENTI

L'analisi dei dati relativi ai trasporti evitati è stata effettuata prendendo in considerazione gli esami eseguiti al letto dal sonographer escludendo gli esami di insufficiente qualità o incompleti (26 esami), che hanno dovuto essere ripetuti presso il Laboratorio di Ecocardiografia. È risultato pertanto che sono stati evitati 1.585 trasporti di cui 1.466 trasporti dai diversi padiglioni dell'ospedale al Blocco Sud a carico dei lettighieri e 119 trasporti interni in Blocco Sud a carico degli OSS.

Nella tabella 6 sono riportati il numero di trasporti evitati per singolo padiglione con il relativo risparmio in tempo di trasporto grazie al confronto con l'analisi storica. Dall'analisi dei dati emerge un significativo risparmio sui trasporti effettuati dal servizio lettighe. Il tempo di trasporto risparmiato infatti è pari a 56.828 minuti che, considerando che per ogni trasporto sono coinvolte due unità, risulta di 113.656 minuti con un risparmio nell'anno di 1.894 ore e 16 minuti.

Per i trasporti a carico del personale OSS il risparmio in tempo di trasporti è stato invece di 3.094 minuti, pari a 51 ore e 34 minuti.



Tabella 6 - Impatto del modello organizzativo sul risparmio di tempo trasporti all'interno dell'ospedale

Padiglione	N. trasporti evitati	Tempo trasporto	Tempo risparmiato
Blocco DEA	254	60 ± 6 min	15.240 min
Padiglione 10	1033	33 ± 14 min	34.089 min
Padiglione 11	159	40 ± 16 min	6.360 min
Padiglione 16	11	59 ± 6 min	649 min
Padiglione 17	5	50 ± 16 min	250 min
Unità spinale	4	60 ± 1 min	240 min
Totale			56.828 min
Blocco Sud	119	26 ± 8 min	3.094 min

#### 4.1.4 IMPATTO SULL'ATTIVITÀ DEL LABORATORIO DI ECOCARDIOGRAFIA

L'esecuzione dell'esame da parte del sonographer comporta anche un risparmio del tempo medico che sarebbe stato richiesto dall'esecuzione dell'esame presso il Laboratorio di Ecocardiografia.

Facendo riferimento al documento dell'European Association of Cardiovascular Imaging che riporta un tempo medio per l'acquisizione dell'esame ecocardiografico standard pari a 35 minuti, per effettuare i 1.585 esami che sono stati eseguiti dal sonographer sarebbe stato necessario un tempo medico di 55.475 minuti che risulta pari a 924 ore e 35 min.

Questo modello organizzativo comporta inoltre un miglior utilizzo delle risorse permettendo di dare più spazio in Laboratorio ad esami di secondo livello e all'utilizzo di tecnologie avanzate in pazienti con quesiti diagnostici complessi o che richiedano valutazioni più approfondite.

#### 4.1.5 ANALISI ECONOMICA

Per analizzare l'impatto economico di questo modello organizzativo abbiamo considerato i costi del personale al lordo degli oneri su una media aziendale che sono risultati pari a € 38.444 per gli OSS, € 38.929 per i lettighieri, € 118.449 per i medici. Lo stipendio del sonographer è stato pari a € 38.611,73.

Calcolando che le ore lavorative, sottraendo 32 giorni di ferie, sono per il comparto 1.584 e per la dirigenza 1.666, abbiamo calcolato il costo orario delle diverse figure professionali (€ 24,27 per OSS, € 24,58 per lettighieri, € 71,13 per medici). Moltiplicando il costo orario per le ore di attività evitate per le diverse figure professionali abbiamo stimato quale sarebbe stato il costo dell'esecuzione degli esami senza il modello organizzativo del sonographer (Tabella 7).

Tabella 7 - Prospetto riassuntivo dell'impatto economico

Figura professionale	costo orario	ore risparmiate	risparmio annuo
OSS	€ 24,27	51	€ 1.237,77
Lettighiere	€ 24,58	1894	€ 46.554,52
Medico	€ 71,13	924	€ 65.724,12

Infine, abbiamo considerato il costo degli esami di insufficiente qualità/incompleti (26 esami) e di quelli discordanti (29 esami). Calcolando il costo del sonographer (€ 38.612,00 annui) e il numero di esami eseguiti nell'anno (1.611) si ricava un costo per eseguire l'esame di € 23,97. Aggiungendo a questo, il costo del tempo impiegato dal medico per la lettura, che si può stimare in una media di 15 min ad esame, si ricava un costo per la lettura di € 17,78. Pertanto, il costo totale dei 55 esami di insufficiente qualità/incompleti e di quelli discordanti è stato pari a € 2.279,75.

Come si evince dalla tabella 8, l'esecuzione degli esami in reparto di degenza da parte del sonographer ha un impatto economico favorevole con un significativo risparmio. Il risparmio "unitario" per sonographer può anche essere preso in considerazione qualora si ipotizzi un modello con più figure professionali di questo tipo.

Tabella 8 - Costi

	Impatto economico
Costo tempo risparmiato	€ 113.516,41
Costo sonographer	€ 38.612,00
Costo esami incompleti/discordanti	€ 2.279,75
<b>Totale risparmio</b>	<b>€ 72.624,46</b>

## 4.2 CONSULENZE CARDIOLOGICHE CON ECOGRAFI ULTRA-MOBILI

### 4.2.1 ANALISI PROSPETTICA DELLA GESTIONE ATTUALE

Nella rilevazione della durata di 2 mesi sono state richieste 205 consulenze cardiologiche in reparti internistici, polispecialistici o chirurgici con indicazione o meno dell'esame ecocardiografico come riportato in Tabella 9.

Tabella 9 Necessità dell'informazione ecocardiografica

	Pazienti (%)
Non indicazione all'eco	60 (29%)
Referto eco già presente	95 (46%)
Eco richiesto durante la visita	50 (25%)
- Eseguito al momento della visita per quesito urgente	15
- Inviata richiesta al Laboratorio	35

In 29% dei casi il quesito era svincolato dall'informazione morfo-funzionale data dall'ecocardiografia. In questo caso i quesiti più frequenti erano: gestione della terapia antitrombotica e anticoagulante e modifiche della terapia anti-ipertensiva e anti-ischemica.

Nei restanti casi è stata registrata l'informazione ecocardiografica prima, durante o dopo la consulenza: in 95 casi l'ecocardiogramma era già stato eseguito nei giorni precedenti (richiesto autonomamente dal medico che aveva in carico il paziente) e il referto era disponibile al momento della consulenza; in 50 casi la visita poteva essere conclusa solo dopo l'informazione ecocardiografica. I quesiti clinici più frequenti che hanno richiesto quest'ultimo approccio sono annoverati non solo tra le consulenze emergenti o urgenti, ma anche elettive con un'urgenza "organizzativa". Tra i quesiti più frequenti riportiamo: dolore toracico, sincope, ipotensione, bradi- o tachiaritmie di nuova insorgenza, alterazioni elettrocardiografiche post-intervento, indicazione a coronarografia, scompenso cardiaco con necessità di modifica terapeutica in particolare quella diuretica, valutazione pre-chirurgia non cardiaca urgente.

L'ecocardiogramma eseguito al momento per quesito urgente (15 pazienti) ha comportato il reperimento dell'ecocardiografo che poteva essere all'interno del Padiglione dove è stata espletata la visita o quello portatile del Laboratorio, portato in un secondo momento con il cardiologo rimasto in attesa al letto del paziente.

In 35 pazienti la consulenza non è stata chiusa in quanto il quesito non aveva carattere di urgenza e la sua chiusura veniva subordinata all'esecuzione dell'ecocardiogramma con richiesta al Laboratorio, che a sua volta avrebbe programmato l'esecuzione presso il Laboratorio stesso (11% di casi in oggetto) o al letto con sonographer (89% di casi in oggetto). E' in questi pazienti in cui il flusso di lavoro è stato analizzato in dettaglio poiché i seguenti passaggi temporali hanno dimostrato una scarsa efficienza del sistema:

- TEMPO 0: richiesta di consulenza cardiologica
- TEMPO 1: esecuzione della visita, non conclusa poiché subordinata all'ecocardiogramma
- TEMPO 2: richiesta di valutazione ecocardiografica
- TEMPO 3: esecuzione dell'ecocardiogramma
  - o TEMPO 3a: se eseguito dal sonographer, è necessaria la finalizzazione del referto da parte dell'ecocardiografista. Se eseguito presso il Laboratorio, la finalizzazione è contemporanea all'esecuzione.
- TEMPO 4: richiesta di aggiornamento della consulenza cardiologica

- TEMPO 5: conclusione della consulenza cardiologica

La mediana di giorni tra TEMPO 0 e TEMPO 5 è stata di 4 giorni (2;4,35), con casi che hanno raggiunto anche i 7 giorni, in caso di week-end o di periodi di particolare intensificazione di richieste presso il Laboratorio.

A posteriori, sulla base del quesito clinico e dell'anamnesi del paziente, sul campione dei 50 pazienti che necessitavano dell'informazione ecocardiografica 36 pazienti (72%) avrebbero potuto beneficiare di un "livello" di valutazione bedside con ecografi ultra-mobili.

Non è stato invece possibile analizzare correttamente nei 95 pazienti con ecocardiogramma già disponibile al momento della visita il significato della latenza tra esecuzione di ecocardiogramma e la visita stessa, in quanto il medico di reparto talora subito all'ammissione del paziente richiedeva l'esame e si riservava di richiedere la consulenza anche in pre-dimissione. L'unico dato valutabile in questa parte di pazienti è l'appropriatezza dell'esame che è risultata sufficiente (AUC=A) nell'85% dei casi. Ne consegue che 15 esami sarebbero stati "risparmiati" se fosse stato il cardiologo durante la visita a dare o meno l'indicazione all'informazione ecocardiografica.

#### 4.2.2 ADOZIONE DI ECOGRAFI ULTRA-MOBILI DA PARTE DEI CONSULENTI CARDIOLOGI

Nell'arco di 5 mesi sono state richieste 187 consulenze cardiologiche con la necessità dell'informazione ecocardiografica. La differenza di consulenze/mese tra il gruppo di controllo (145 consulenze in 2 mesi) e il gruppo di studio (187 in 5 mesi) è attribuita all'evento pandemia di COVID-19 che ha inevitabilmente modificato i flussi di pazienti, non prevedibili durante la stesura del progetto. In particolare, la chiusura pressoché totale in periodo di pandemia dei reparti cardiologici a Niguarda che ha fatto sì che venissero ricoverati pazienti COVID-free puramente cardiologici in Medicina Interna, in numero comunque ridotto rispetto a periodi di normalità. L'adozione di questi ecografi è stata riservata a questi reparti poiché garantivano comunque una portabilità e una disinfezione rapida, in considerazione delle dimensioni estremamente ridotte degli apparecchi.

Delle 187 consulenze cardiologiche richieste comprensive di informazione ecografica, 66 (35%) sono state evase sul momento utilizzando l'ecografo ultra-mobile e 121 (65%) hanno richiesto l'informazione di un'ecocardiografia standard di cui 75 già presente al momento della consulenza e 46 richieste dopo la consulenza al Laboratorio/sonographer.

I quesiti più frequenti degli esami evasi con l'ecografo ultra-mobile sono stati: scompenso cardiaco con necessità di modifica terapeutica in particolare quella diuretica, versamento pleuro-pericardico in polmoniti definite non-COVID, fibrillazione atriale di nuova insorgenza, ipotensione, sospetta endocardite infettiva. La risposta immediata al quesito cardiologico ha indubbiamente permesso di intraprendere più precocemente modificazioni terapeutiche o proseguire in altri accertamenti diagnostici. I quesiti che hanno necessitato di una valutazione completa al Laboratorio/sonographer sono stati: valutazioni di protesi cardiache, stenosi aortica o mitralica, ipertensione polmonare.

#### 4.2.3 ANALISI ECONOMICA

L'analisi eseguita dal controllo di gestione dell'Ospedale ha determinato un costo medio di giornata di degenza in un reparto di Medicina Interna pari a € 574,96. Avere una latenza di circa 4 giorni stimata sul gruppo di controllo per la risposta ad un quesito clinico comporterebbe l'allungamento della degenza, se vincolata unicamente alla risoluzione del quesito cardiologico, pari a un costo evitabile di circa € 2300.

## CAPITOLO 5. - DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

La nostra esperienza evidenzia che il modello organizzativo che preveda l'esecuzione degli esami ecocardiografici nei soggetti non deambulanti in reparto di degenza al letto del paziente utilizzando un ecocardiografo portatile e un sonographer certificato con la lettura centralizzata degli esami da parte di medici ecocardiografisti esperti è fattibile con una significativa riduzione dei trasporti all'interno dell'Ospedale e un impatto positivo sui costi. L'elemento in realtà più significativo di questo modello è l'evitare al paziente più fragile il disagio del trasporto al di fuori dal proprio reparto, l'attesa sul lettino all'esterno del Laboratorio del proprio turno per eseguire l'esame e, alla fine dell'esame, l'attesa che i lettighieri o l'OSS lo riconduca nel reparto di degenza al proprio posto letto. Nella nostra esperienza i pazienti che hanno eseguito l'ecocardiogramma al letto erano significativamente più anziani, e nel paziente anziano il trasporto al di fuori del reparto ha un impatto ancora maggiore.

Va inoltre rilevato che il tempo durante il quale il paziente è assente dal proprio reparto di degenza non è utilizzato per terapie o altri esami. Sempre maggiore attenzione viene posta alla continuità assistenziale definita come capacità di assicurare e migliorare le cure per la durata dell'intero arco giornaliero.

La media degli esami effettuati dal sonographer è stata di 7,6 al giorno. Questo numero è adeguato considerando i tempi di trasferimento tra i padiglioni e i reparti ed è stato possibile con una adeguata programmazione che prevede di accorpate ogni giorno l'esecuzione di esami in reparti che siano vicini per ridurre i tempi tra un esame e il successivo, anche se questo a volte si scontra con le necessità cliniche di urgenza nell'esecuzione dell'esame.

Il modello ha anche un impatto economico positivo in quanto l'azienda deve sostenere i costi per il personale (lettighieri o OSS) e per le autoambulanze che effettuano il servizio trasporto, che non possono essere utilizzate per altri trasporti (con ripercussione sui ricoveri nei reparti dei pazienti dal pronto soccorso, sui trasferimenti dei pazienti in altri reparti, sui trasporti dai reparti alle altre diagnostiche). Vi è poi il risparmio nel tempo medico e l'impatto positivo sull'organizzazione del lavoro in Laboratorio in cui può essere dato più spazio ad esami di secondo livello e ad esami complessi o che richiedano l'utilizzo di tecnologie avanzate (strain imaging, 3D etc). Inoltre, l'efficacia dell'erogazione della prestazione ecocardiografica è testimoniata dall'esiguo numero (<2%) degli esami ripetuti poiché non completi o di qualità insufficiente. Nella valutazione fatta sugli esami ripetuti le discordanze rilevate sono state contenute e in nessun caso hanno determinato un impatto sfavorevole sul decorso del paziente. Al contrario in 5 casi, l'esecuzione dell'esame al letto del paziente ha permesso di evidenziare tempestivamente alterazioni che hanno comportato una modifica sostanziale dell'iter diagnostico e terapeutico.

L'adozione da parte del cardiologo consulente di ecografi ultra-mobili ha permesso una migliore razionalizzazione nella gestione del paziente. Il quesito ecocardiografico, se di semplice risoluzione, veniva affrontato in molti casi simultaneamente alla visita permettendo così una risposta efficace e una diminuzione del carico di lavoro del sonographer e del Laboratorio di Ecocardiografia. Questa seconda parte dello studio è stata effettuata in piena pandemia di COVID-19 e si è scelto, per uniformità con il gruppo di controllo, di non riservare l'ecografo ai pazienti COVID. Infatti ogni reparto COVID è stato dotato di ecografo fisso e le consulenze cardiologiche in questi pazienti erano ridotte al minimo, con quesiti posti non confrontabili con il gruppo di rilevazione. Abbiamo quindi impiegato più tempo per analizzare pazienti con consulenze internistiche, ma che meglio si adattavano all'uso pensato per l'ecografo ultra-mobile. Tale ecografo si è rivelato estremamente semplice nella disinfezione e ha permesso che una sola persona (il cardiologo consulente) venisse a

contatto con il paziente, pur COVID-free, invece di far eseguire l'esame al sonographer o, in alcuni casi, organizzare il trasporto presso il Laboratorio.<sup>17</sup>

In conclusione, dalla nostra esperienza emerge che un modello organizzativo basato su esami eseguiti al letto dal sonographer e consulenze cardiologiche espletate con il supporto di ecografi ultra-mobili sia efficace dal punto di vista clinico ed economico.

## CAPITOLO 6. - BIBLIOGRAFIA

1. Nicastro I, Barletta V, Conte L, et al. Professional education, training and role of cardiac sonographer in different countries. *J Cardiovascular Echography* 2013;23:18-23.
2. Cardim N, Dalen H, Voigt JU, et al. The use of handheld ultrasound devices: a position statement of the European Association of Cardiovascular Imaging (2018 update). *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2019;20:245-52.
3. Monte IP, De Chiara B, Demicheli G, et al. Update on the Organizational Aspects of Echocardiography in Italy (From Operator Training to the Report: 2007-2019): A Consensus Document by the "Società Italiana di Ecocardiografia e CardioVascular Imaging" Accreditation Area and Board 2017-2019. *J Cardiovasc Echogr* 2019;29:133-8.
4. Waggoner AD, Skelly AC. The profession of cardiac sonography and the status of professionalization of cardiac sonographers. *J Am Soc Echocardiogr* 1999;12:335-42.
5. St Vrain JA, Skelly AC, Waggoner AD, et al. Multiskilling and multicrodentialing 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.
6. [www.ardms.org](http://www.ardms.org)
7. Occupational Outlook Handbook, 2010-11 Edition, USA Dept. of Labor, Bureau of Labor Statistics.
8. Bremer ML. Relationship of sonographer credentialing to intersocietal accreditation commission echocardiography case study image quality. *J Am Soc Echocardiogr* 2016;29:43-8.
9. Gianstefani S, Catibog N, Whittaker AR, et al. Pocket-size imaging device: effectiveness for ward-based transthoracic studies. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2013;14:1132-9.
10. Goudelin M, Evrard B, Dalmay F, et al. Diagnostic capability of a next-generation, ultra-miniaturized ultrasound system in patients with cardiopulmonary compromise assessed using basic critical care echocardiography. *Intensive Care Med* 2018;449:1579-81.
11. Chamsi-Pasha MA, Sengupta PP, Zoghbi WA. Handheld echocardiography: current state and future perspectives. *Circulation* 2017;136:2178-88.
12. Haji K, Wong C, Neil C, et al. Handheld ultrasound to reduce requests for inappropriate echocardiogram (HURRIE). *Echo Res Pract* 2019;6:91-6.
13. Seraphim A, Paschou SA, Grapsa J, Nihoyannopoulos P. Pocket-sized echocardiography devices: one stop shop service? *J Cardiovasc Ultrasound* 2016;24:1-6.
14. Galderisi M, Santoro A, Versiero M, et al. Improved cardiovascular accuracy by pocket size imaging device in non-cardiologic outpatients: the NaUSiCa (Naples Ultrasound Stethoscope in Cardiology) study. *Cardiovasc Ultrasound* 2010;8:51.
15. Kitada R, Fukuda S, Watanabe H, et al. Diagnostic accuracy and cost-effectiveness of a pocket-sized transthoracic echocardiographic imaging device. *Clin Cardiol* 2013;36:603-10

16. Hall DP, Jordan H, Alam S et al. The impact of focused echocardiography using the Focused Intensive Care Echo protocol on the management of critically ill patients, and comparison with full echocardiographic studies by BSE-accredited sonographers. *J Intensive Care Soc* 2017;18:206-211.
17. Haji K, Wong C, Neil C, et al. Handheld ultrasound to reduce requests for inappropriate echocardiogram (HURRIE). *Echo Res Pract* 2019;6:91-96.
18. Nardi F, Pino PG, Gabrielli D. Documento di consenso ANMCO/SICI-GISE/SIC/SIECVI/SIRM: Appropriately dell'imaging multimodale nelle patologie cardiovascolari. *G Ital Cardiol* 2020;21:34-88.
19. Steeds RP, Garbi M, Cardim N, et al. EACVI appropriateness criteria for the use of transthoracic echocardiography in adults: a report of literature and current practice review. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2017;18:1191-1204.