

PHILIPS

General care

Approfondimenti



Il ruolo dei sistemi EWS:

miglioramento dell'outcome,
riduzione dei costi dell'assistenza
e migliore esperienza per il
personale, il paziente e i familiari

Esigenze non soddisfatte e soluzioni: la risposta al problema del deterioramento clinico dei pazienti

La dimensione del problema del deterioramento clinico dei pazienti

Il deterioramento delle condizioni del paziente costituisce un problema oneroso in termini sia clinici che finanziari per pazienti, operatori sanitari, ospedali e per il sistema sanitario in generale² (Figura 1). I medici si trovano sempre più spesso ad assistere una popolazione di pazienti più anziana e affetta da più patologie, a rischio di complicanze e di eventi avversi intraospedalieri.³ Con la continua crescita del numero dei ricoveri per questi pazienti, gli operatori sanitari e gli ospedali sono chiamati a gestire una popolazione di pazienti in condizioni di salute più critiche, che richiedono cure ad alta intensità di risorse, in un ambiente in cui le risorse sono invece limitate.³

Questi fattori, uniti alla scarsità di letti in reparti a criticità più elevata, fanno sì che le condizioni di salute dei pazienti possano venire sottostimate e che questi possano essere ricoverati o trasferiti in reparti a minore criticità anche se sono ancora a rischio di aggravamento, finendo per sviluppare gravi eventi avversi.

Questa situazione è attribuibile a una relativa carenza di risorse in contesti di minore criticità, a una riduzione significativa del rapporto fra numero di infermieri e numero di pazienti e/o alla mancanza di un coordinamento centrale dell'assistenza. Tuttavia, l'evidenza dei segni di deterioramento clinico del paziente può essere presente già dalle 6 alle 24 ore prima che si verifichi un evento.⁵ Ad esempio, il 66% dei pazienti che subiscono un arresto cardiaco mostra segni e sintomi già fino a 6 ore prima dell'evento, ma i medici ne vengono informati soltanto nel 25% dei casi.⁶ Inoltre il personale infermieristico nei reparti di degenza (a minore criticità) non è al corrente di anomalie dei parametri vitali per quasi il 50%

dei pazienti⁷, essendo soggetto a grande pressione a livello di tempistiche e a interruzioni del lavoro durante l'intero turno.⁸

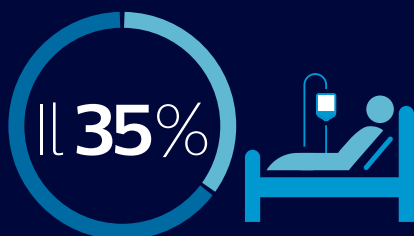
Il deterioramento clinico dei pazienti può inoltre costituire un notevole onere finanziario diretto per le strutture sanitarie. I pazienti che incorrono in eventi avversi comportano infatti maggiori costi sanitari diretti.⁹

Leggendo le pubblicazioni, questo trend risulta evidente, soprattutto se si parla di condizioni che è possibile prevenire:

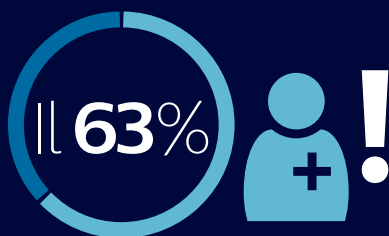
- Le complicanze chirurgiche sono risultate associate a un **aumento di circa 20.000 dollari dei costi ospedalieri** e a una marcata riduzione del margine di contribuzione¹⁰
- **I costi mediani per singolo caso risultano marcatamente più elevati per i pazienti settici** rispetto a quelli non settici (10.000 dollari nel Regno Unito, 23.000 dollari in Germania)¹¹
- Un ricovero **costa in media 3580 dollari al giorno** per i pazienti sottoposti a rianimazione cardiopolmonare¹²

Oltretutto i costi legati al deterioramento clinico del paziente non si limitano a quelli del trattamento diretto. Il deterioramento delle condizioni del paziente può comportare un aumento anche dei costi operativi (spese generali, capitale, avvicendamento degli infermieri) e di quelli legati alle opportunità generate dalla produttività (riduzione della capacità dei reparti, mancati guadagni, margine di contribuzione).

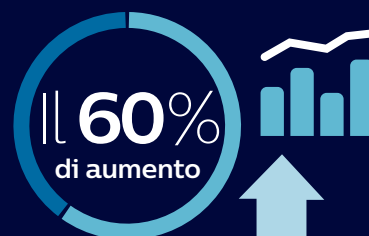
Figura 1 - Il problema in cifre



dei pazienti a rischio dimessi dalle unità di terapia intensiva **muore in reparti ordinari di degenza.**¹



dei decessi prevenibili può essere attribuito all'**insuccesso del soccorso da parte di un infermiere professionale o di un medico.**⁴



dei costi ospedalieri deriva da ritardi nel trasferimento in terapia intensiva a causa di una **individuazione tardiva dell'aggravamento.**⁵



Le complicanze chirurgiche sono risultate associate a un **aumento di circa 20.000 dollari**

dei costi ospedalieri e a una marcata riduzione del margine di contribuzione.¹⁰

I costi mediani per singolo caso risultano **marcatamente più elevati per i pazienti settici** rispetto a quelli non settici

(10.000 dollari nel Regno Unito, 23.000 dollari in Germania).¹¹

Un ricovero costa in media **3580 dollari al giorno**

per i pazienti sottoposti a rianimazione cardiopolmonare.¹²

L'evoluzione dei sistemi EWS

L'onere clinico, economico e operativo del deterioramento delle condizioni dei pazienti ha portato le strutture sanitarie, le assicurazioni sanitarie e i governi a cercare soluzioni per identificare precocemente i pazienti a rischio e intervenire proattivamente. Questo white paper si prefigge di esplorare, nel prosieguo, i sistemi EWS come approccio consolidato al problema del deterioramento clinico del paziente.

Prima della definizione dei sistemi EWS (Early Warning Score, punteggio per la valutazione precoce), per stabilire quali pazienti erano a rischio e attivare l'intervento si utilizzavano le variazioni delle misurazioni dei principali singoli parametri fisiologici.¹³ In oltre il 40% dei casi tuttavia, le chiamate ai team di emergenza (RRT, Rapid Response Team) avvenivano sulla base di una

sensazione generica che nel paziente "qualcosa non va".¹³ I sistemi EWS standardizzati sono nati per poter adottare un approccio multiparametrico all'identificazione dei piccoli segnali di deterioramento clinico che precedono il verificarsi di un evento.¹³

È stata sviluppata una serie di sistemi EWS costituita da strumenti utilizzabili dalle équipe mediche per riconoscere i primi segnali di deterioramento clinico al fine di intervenire precocemente e gestire il paziente, ad esempio incrementando la sorveglianza da parte degli infermieri, informando il medico o attivando il team di emergenza.¹⁴ Per valutare le probabilità di un paziente di essere a rischio di aggravamento, i sistemi EWS utilizzano una combinazione di parametri fisiologici e priorità ponderate.¹⁴

Diffusione dei sistemi EWS e linee guida per la loro adozione

La diffusione e l'adozione dei sistemi EWS varia in base alla zona geografica (Figura 2). Il Regno Unito è in prima linea nel loro sviluppo e implementazione. Nel 2012, il Royal College of Physicians ha rilasciato il National Early Warning Score (NEWS, aggiornato in seguito nel 2017), che è stato avallato dal servizio sanitario inglese (NHS England e NHS Improvement).¹⁵ L'Irlanda ha immediatamente fatto seguito elaborando il proprio National Early Warning Score nel 2013.¹⁶

Da allora, il National Early Warning Score o sistemi analoghi impiegati a livello di organizzazione per individuare e riconoscere il deterioramento delle condizioni fisiologiche in fase acuta sono stati adottati e adattati in varia misura dalle autorità sanitarie di diversi paesi, sia a livello nazionale (ad es., in Norvegia) che locale/regionale (Canada, Stati Uniti, Australia e India). Sebbene si

tratti ancora di una pratica emergente in molti paesi, i benefici dei sistemi EWS sono sempre più ampiamente riconosciuti:

- Inclusione nell'iniziativa 5.000.000 Lives Campaign dell'Institute of Healthcare Improvement (Stati Uniti)^{13,17}
- Sviluppo dell'Hamilton Early Warning Score (Canada)¹⁸
- Progetto pilota per un sistema EWS (Satarkataank) in India¹⁹

Nella sezione di seguito verranno esaminati i diversi sistemi EWS e verranno illustrati i fattori essenziali per implementarli con successo.

Figura 2 - Diffusione dei sistemi EWS



Implementazione dei sistemi EWS: metodiche, flusso di lavoro e condizioni per ottenere buoni risultati

Valutazione dei tipi di sistemi EWS

I sistemi EWS sono stati realizzati per individuare e gestire il deterioramento delle condizioni dei pazienti²¹ e sono costituiti da due elementi: il sistema EWS per riconoscere il deterioramento e un team di emergenza (MET) e/o di risposta rapida (RRT) per gestirlo adeguatamente. "I sistemi di risposta rapida sono iniziati con team specializzati nell'arresto cardiaco ("in emergenza") e si sono evoluti nei modelli dei team MET e RRT che intervengono con cure intensive in presenza di un deterioramento imprevisto dei parametri fisiologici".²²

Esistono più di 100 sistemi di punteggio EWS pubblicati che possono essere suddivisi in sistemi di "tracciamento e attivazione" a parametro singolo e sistemi a più parametri.²³ Tutti utilizzano tabelle per assegnare un punteggio di rischio predefinito a ogni misurazione dei parametri vitali.

Altri sistemi più recenti impiegano invece punteggi del rischio basati su modelli statistici o consistono in implementazioni

totalmente automatizzate dei sistemi EWS, come verrà spiegato in seguito. I sistemi di punteggio aggregato più diffusi sono:

- MEWS (Modified Early Warning Score, punteggio per la valutazione precoce modificato), composto da 5 parametri²⁴
- NEWS (National Early Warning Score, punteggio per la valutazione precoce nazionale), composto da 7 parametri²⁵
- eCART (Electronic Cardiac Arrest Risk Triage, punteggio per la valutazione precoce cardiaca in triage), composto da 30 parametri²⁶

NEWS2 è la versione più recente del punteggio NEWS, adottato dal sistema sanitario nazionale (NHS) del Regno Unito, che raccomanda una procedura standardizzata per la valutazione e la risposta alla malattia acuta.

Le tabelle qui riportate illustrano la composizione di base del sistema di punteggio (Tabella 1) e le risposte cliniche che ne derivano (Tabella 2).

Tabella 1 - Il sistema di punteggio NEWS²⁰

Parametro fisiologico	Punteggio						
	3	2	1	0	1	2	3
Frequenza respiratoria (al minuto)	≤8		9–11	12–20		21–24	≥25
SpO2 scala 1 (%)	≤91	92–93	94–95	≥96			
SpO2 scala 2 (%)	≤83	84–85	86–87	88–92 ≥93 con aria	93–94 con ossigeno	95–96 con ossigeno	≥97 con ossigeno
Aria o ossigeno?		Ossigeno		Aria			
Pressione sistolica (mmHg)	≤90	91–100	101–110	111–219			≥220
Pulsazioni (al minuto)	≤40		41–50	51–90	91–110	111–130	≥131
Livello di coscienza				Vigile			CVPU
Temperatura (°C)	≤35,0		35,1–36,0	36,1–38,0	38,1–39,0	≥39,1	

Tabella 2 - Risposta clinica alle soglie di trigger del punteggio NEWS²⁰

Punteggio NEWS	Frequenza del monitoraggio	Risposta clinica
0	Ogni 12 ore (minimo)	• Continuare il monitoraggio NEWS di routine.
Totale 1–4	Ogni 4–6 ore (minimo)	• Viene informato l'infermiere, che deve valutare il paziente. • L'infermiere decide se aumentare la frequenza di monitoraggio e/o se ricorrere a una intensificazione delle cure.
3 in singolo parametro	Ogni ora (minimo)	• L'infermiere informa l'équipe medica che ha in cura il paziente; sarà l'équipe a decidere, sulla base delle informazioni disponibili, se è necessario ricorrere a un'intensificazione delle cure.
5 o più in totale Soglia di risposta urgente	Ogni ora (minimo)	• L'infermiere informa immediatamente l'équipe medica che ha in cura il paziente. • L'infermiere richiede una valutazione urgente a un medico o a un team con competenze specifiche sui pazienti acuti. • Sono necessarie cure cliniche in un ambiente attrezzato con strutture di monitoraggio.
7 o più in totale Soglia di risposta di emergenza	Monitoraggio continuo dei parametri vitali	• L'infermiere informa immediatamente l'équipe medica che ha in cura il paziente (si deve necessariamente trattare di specialisti). • Valutazione dell'emergenza da parte di un'équipe con competenze intensiviste, inclusi medici con competenze avanzate di gestione delle vie aeree. • Prendere in considerazione il trasferimento in un reparto di cura di livello 2 o 3, ovvero un'unità di terapia sub-intensiva o intensiva. • Cure cliniche in un ambiente attrezzato con strutture di monitoraggio.

Estratto da: Royal College of Physicians. National Early Warning Score (NEWS) 2: Standardising the assessment of acute-illness severity in the NHS. Updated report of a working party. London: RCP, 2017.

Alcuni dei punteggi per la valutazione precoce esistenti (MEWS, NEWS e VIEWS [VitalPAC™ Early Warning Score]) sono stati realizzati seguendo l'opinione degli esperti.²⁷ Altri, come eCART, che è un punteggio multicomponente ponderato e aggregato, e l'indice Rothman (RI) derivano dalla modellazione statistica.

Il punteggio NEWS è uno dei più accreditati.²⁸ I sondaggi condotti tra il personale sanitario hanno evidenziato che è facile da utilizzare, non appesantisce il carico di lavoro e migliora la capacità degli operatori sanitari di identificare i pazienti che presentano un deterioramento clinico.²⁹ Uno studio pubblicato nel 2018 ha dimostrato che i punteggi NEWS e MEWS sono più precisi di un sistema a parametro singolo nel prevedere l'arresto cardiaco intraospedaliero, la mortalità e il trasferimento in unità di terapia intensiva entro 24 ore per pazienti adulti ricoverati in reparti di degenza.²¹ In questo studio retrospettivo, lo strumento di stratificazione del rischio eCART si è rivelato più preciso nel prevedere gli esiti infausti rispetto ai punteggi NEWS e MEWS.²¹ eCART può inoltre ridurre le chiamate superflue ai team RRT. Per quanto riguarda l'indice Rothman (RI) invece, si ritiene che fornisca un numero significativamente inferiore di falsi positivi rispetto ai punteggi MEWS e NEWS.³⁰ In aggiunta, si stanno facendo strada punteggi più recenti e sofisticati come EDI (Early Deterioration Indicator)³¹ e il modello AAM (Advanced

Alert Monitor)²⁷ che inizialmente si sono dimostrati promettenti ma che necessitano di ulteriore convalida. La Figura 3 fornisce una panoramica dei sistemi già utilizzati ed emergenti per la generazione di punteggi per la valutazione precoce.

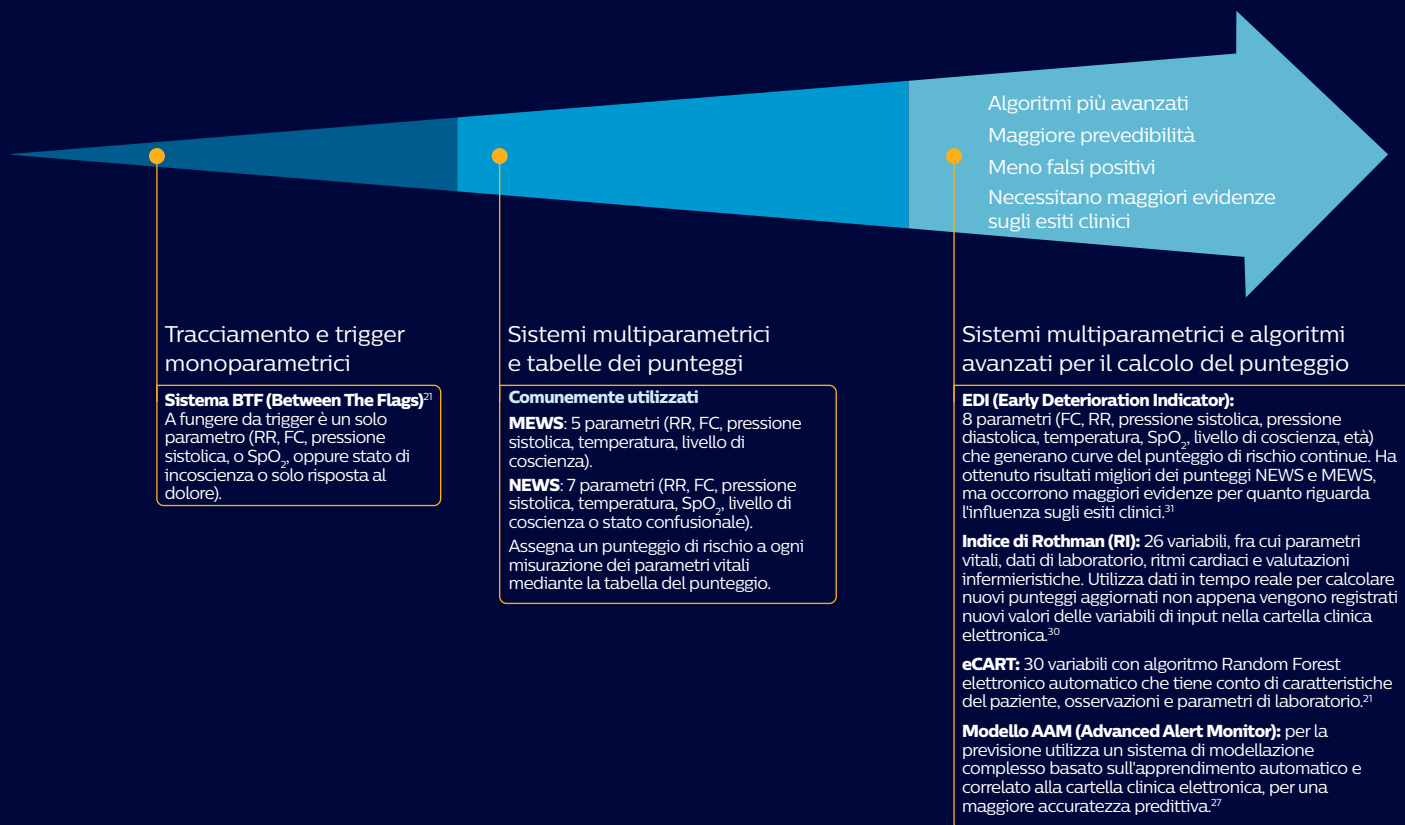
Analisi dell'implementazione dei sistemi EWS e dell'integrazione nel flusso di lavoro

L'individuazione e l'adeguata gestione dei pazienti in aggravamento sono fattori essenziali per migliorare gli esiti clinici. La relazione tra punteggio EWS e team MET o RRT e l'integrazione del sistema EWS nella routine giornaliera degli operatori sanitari sono di importanza cruciale. In molti casi, l'unione fra il monitoraggio eseguito dagli infermieri e un protocollo di chiamata al team RRT correttamente eseguito costituisce il primo passo.

In uno studio retrospettivo di revisione delle registrazioni olandese è stata effettuata un'analisi delle cause profonde dei trasferimenti in terapia intensiva non pianificati.³² Nell'anno precedente allo studio era stato introdotto il punteggio MEWS, ma senza un protocollo chiaro e disposizioni precise riguardo alla frequenza con cui rilevarlo e quando.

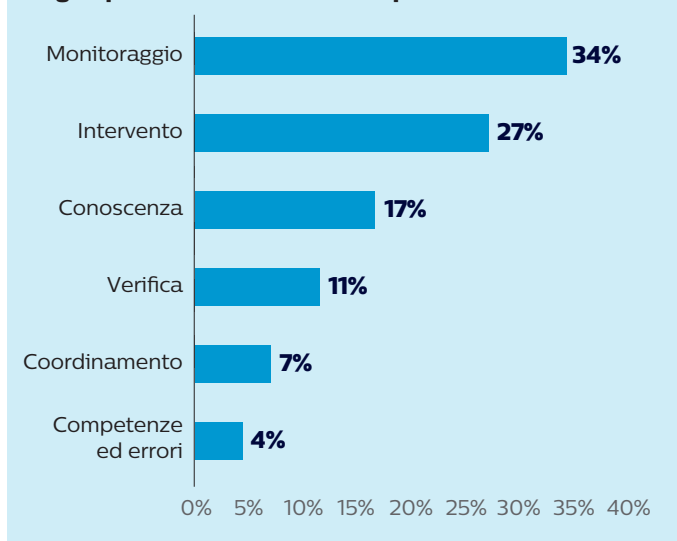
Lo studio ha evidenziato che, per quasi la metà dei trasferimenti in terapia intensiva non pianificati di pazienti provenienti da reparti ordinari di degenza, sussistevano cause di fondo legate alle azioni degli operatori sanitari.

Figura 3 - Panoramica dei sistemi EWS



Di queste cause legate agli operatori sanitari, il 34% era dovuto a errori di monitoraggio dei pazienti le cui condizioni cliniche si stavano aggravando (Figura 4). Come soluzione, lo studio consigliava di migliorare il monitoraggio dei pazienti.³²

Figura 4 - Principali cause dell'ammissione non pianificata in terapia intensiva legate alle azioni degli operatori sanitari in un ospedale olandese³²

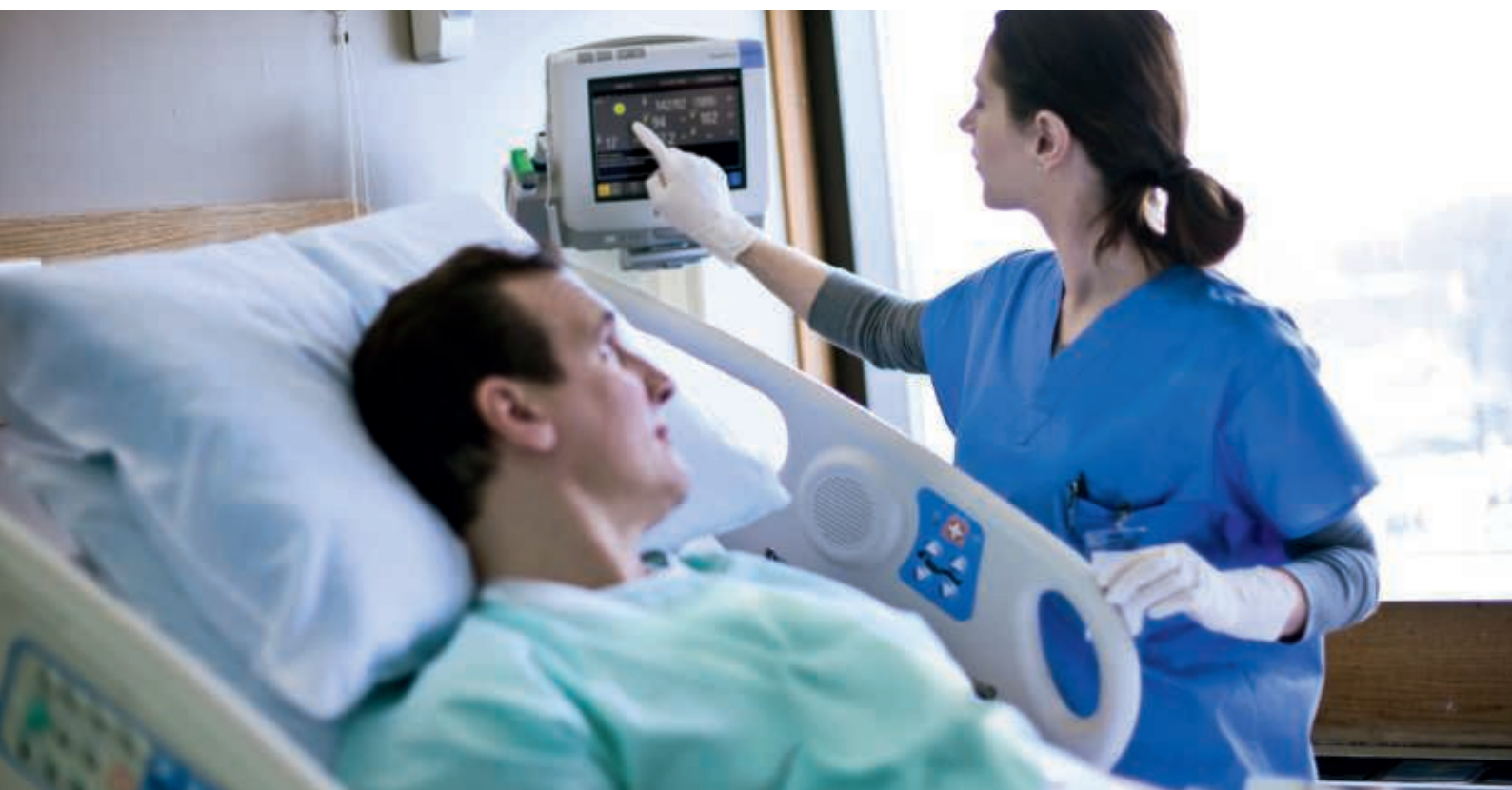


I problemi dovuti all'intervento umano sono stati ritenuti essere alla base di un terzo (27%) delle cause di trasferimento non pianificato in terapia intensiva legate alle azioni degli operatori sanitari; essi consistevano in errori derivanti da un'errata esecuzione o pianificazione delle attività, ad esempio il mancato avvio di un intervento dopo che gli infermieri avevano

ripetutamente segnalato il peggioramento dei parametri vitali del paziente. La riduzione al minimo degli interventi umani, ove possibile, può contribuire al miglioramento ed è provato che le segnalazioni al team RRT possono essere ottimizzate con una dashboard elettronica in tempo reale.³³

Tuttavia, il tema delle cause profonde di tipo sanitario inizia con il monitoraggio dei parametri. Infatti, la variabilità interosservatore può dare luogo a registrazioni imprecise ed errori da parte dell'utente. In un sistema basato sul punteggio NEWS per 168.000 pazienti,³⁶ i punteggi per la valutazione precoce erano spesso incompleti^{34,35} e nel 10% dei casi mancavano una o più variabili. In particolare, in base a uno studio osservazionale prospettico, per la misurazione della frequenza respiratoria, che è uno dei più significativi fattori di previsione del deterioramento clinico, le misurazioni elettroniche si sono rivelate potenzialmente più efficaci.³⁷ È inoltre necessario ottimizzare la progettazione di strategie di implementazione per migliorare il lavoro degli infermieri.³⁸

Anche Burns et al. hanno dimostrato i benefici dei sistemi di allerta precoce per gli infermieri, che includono una maggiore conoscenza delle variazioni nelle condizioni dei pazienti con conseguente riduzione dei tempi di risposta e rivalutazione.³⁹ A livello di organizzazione, questo si traduce in un miglioramento della comunicazione e della collaborazione, oltre che nell'instaurarsi di una cultura di risposta proattiva (anziché reattiva).³⁹ È essenziale definire un'integrazione ottimale nel flusso di lavoro del personale medico e sanitario e comunicarla.



Per migliorare l'efficacia dei sistemi EWS possono essere utili anche programmi di formazione con e-learning interattivi o corsi sul campo, sessioni di formazione interdisciplinari sui sistemi EWS e simulazioni di scenari.⁴⁰ È necessario svolgere ulteriori ricerche per la convalida dei singoli metodi.

Condizioni per la corretta implementazione dei sistemi EWS

L'utilità di un sistema di allerta precoce per far fronte agli obiettivi di previsione e intervento rapido dipende da molti fattori ed è per questo che le prime revisioni sistematiche condotte sui sistemi EWS hanno prodotto risultati incerti (vedere anche la Sezione III).

L'elemento essenziale che determina l'efficacia del sistema è la capacità del braccio afferente (rilevamento del deterioramento) e del braccio efferente (risposta rapida e adeguata al deterioramento) di lavorare in modo concertato.

Questo implica trovare il giusto equilibrio fra facilità d'uso, sensibilità del sistema al deterioramento clinico, basso tasso di falsi positivi³⁰ nel braccio afferente e possibilità di vedere i trend dei parametri vitali, di modificare o sospendere temporaneamente l'applicazione di un criterio per le chiamate di emergenza e semplicità dello strumento utilizzato²¹ nel braccio efferente. L'automazione dei sistemi EWS può contribuire a ridurre al minimo gli errori degli utenti e favorire le comunicazioni tra i membri del dello staff clinico.⁴¹

Il coinvolgimento dello staff clinico⁴¹ è stato identificato come un elemento potenzialmente importante che dev'essere ulteriormente studiato. Sono state ritenute importanti anche le interazioni uno a uno con il paziente per cogliere aspetti più soggettivi sul suo stato di salute, in aggiunta ai sistemi di monitoraggio (continuo).⁴² È stato dimostrato che i sospetti e le intuizioni degli infermieri possono essere più efficaci del solo monitoraggio dei parametri vitali.⁴³

La facilità d'uso è inoltre essenziale per l'adozione clinica e i sistemi di monitoraggio dovrebbero essere semplici e intuitivi per gli utenti.⁵¹ Il monitoraggio non deve aggravare il carico di lavoro a livello ospedaliero ma ridistribuirlo, in modo che un numero più consistente di eventi avversi possa essere gestito dai medici di reparto e non dagli intensivisti.⁵¹

Idealmente, tutti i pazienti dovrebbero essere sottoposti a un monitoraggio continuo come se fossero in terapia intensiva, anziché a un monitoraggio intermittente,⁴¹ soprattutto per quanto riguarda la frequenza cardiaca e la frequenza respiratoria.⁵² È però evidente l'impraticabilità di implementare un monitoraggio continuo nei reparti ordinari di degenza, sia perché i pazienti devono potersi muovere, sia per i costi. Tuttavia, è ora possibile tenere sotto controllo alcuni parametri mediante dispositivi wireless indossabili o sensori contactless.

Infine, un altro fattore essenziale da tenere in considerazione è l'eterogeneità dei pazienti, degli operatori sanitari e degli ospedali.⁵⁰

Ottimizzando l'implementazione si creano le basi per il successo. La sezione seguente verte sugli esiti e i benefici dei sistemi EWS.

Figura 5 - Elementi a sostegno di un'implementazione di successo



Benefici associati ai sistemi EWS

Valutazione degli esiti clinici correlati ai sistemi EWS

I sistemi EWS sono intuitivi, hanno grande validità^{28,53} e sono stati testati in numerosi studi clinici nel corso degli ultimi 20 anni. La loro efficacia è stata esaminata utilizzando diverse misurazioni degli esiti, fra cui la mortalità intraospedaliera, il trasferimento non pianificato in terapia intensiva, l'incidenza dell'arresto cardiopolmonare, la mortalità in terapia intensiva e la durata della degenza sia nell'unità di terapia intensiva che genericamente in ospedale.

Le revisioni sistematiche spesso prendono in considerazione come endpoint la mortalità intraospedaliera e l'arresto cardiopolmonare. La Tabella 3 riassume i risultati di nove revisioni sistematiche. Per quanto le più datate abbiano dimostrato risultati disomogenei, da quelle più recenti emerge la conclusione che i sistemi EWS sono efficaci nel ridurre gli arresti cardio-respiratori e la mortalità.

Singoli studi più recenti condotti su pazienti adulti confermano questi risultati positivi per quanto concerne la mortalità intraospedaliera^{63,64} e l'arresto cardiopolmonare.^{63,64,65} Fra queste ricerche figura anche un grande studio prospettico multicentrico olandese prima/dopo, effettuato con la partecipazione di dodici ospedali con un totale di 166.569 pazienti adulti per 1.031.172 giorni di ricovero.⁶⁴

Alcuni studi hanno indagato anche sulle riammissioni in unità di terapia intensiva. Lo studio multicentrico olandese prima/dopo ha riscontrato un trend discendente dei trasferimenti non pianificati in terapia intensiva mentre per quanto riguarda la gravità della malattia al momento dell'ammissione in terapia intensiva non sono state rilevate differenze da un periodo all'altro.⁶⁴ In uno studio retrospettivo condotto presso un ospedale universitario tedesco si è osservata una significativa riduzione delle riammissioni in unità di terapia intensiva non pianificate.⁶⁵

Questi esiti clinici positivi vanno in genere di pari passo con un maggiore ricorso al team RRT.^{63,65}

I sistemi elettronici (come il monitor paziente IntelliVue MP5SC o IntelliVue GuardianSoftware di Philips) che automatizzano i flussi di lavoro EWS sono in grado di migliorare ulteriormente gli esiti:

- In un grande studio clinico multicentrico controllato prima/dopo (dieci ospedali negli Stati Uniti, in Europa e Australia; una coorte di 18.305 pazienti in totale), Bellomo et al. hanno studiato i benefici dell'impiego di monitor per la rilevazione automatica dei parametri vitali con funzioni di avviso e notifica. L'introduzione di tale soluzione si associava a una riduzione della durata mediana della degenza ospedaliera per tutti i pazienti (p non rettificato $< 0,0001$; p rettificato = $0,09$), soprattutto fra i pazienti statunitensi (da 3,4 a 3,0 giorni; p non rettificato $< 0,0001$; rapporto rettificato⁴⁶ [intervallo di confidenza al 95%] 1,03 [1,00–1,06]; $p = 0,026$).
- Subbe et al. hanno condotto uno studio prospettico prima/dopo prendendo in esame tutti i pazienti ammessi in due reparti di degenza presso un istituto ospedaliero distrettuale nel Regno Unito e verificando gli effetti sugli esiti clinici dell'impiego di un sistema di monitoraggio per la rilevazione automatica dei parametri vitali con funzioni di avviso e di notifica, che trasmetteva i parametri vitali anomali a un team RRT. I ricercatori hanno identificato miglioramenti significativi degli esiti clinici incentrati sul paziente:
 - Durante l'implementazione, il numero di notifiche al team RRT è aumentato, passando da 405 a 524 ($p=0,001$) e più notifiche hanno attivato la somministrazione di fluidoterapia, broncodilatatori e antibiotici.
 - Inoltre, nonostante l'aumento del numero di pazienti con ordine di non rianimare (da 99 a 135, $p=0,047$), la mortalità si è ridotta, passando da 173 a 147 pazienti ($p=0,042$), e gli arresti cardiaci sono scesi a 2 da 14 casi ($p=0,002$).
 - Infine, la gravità dei pazienti ammessi in terapia intensiva si è ridotta (punteggio APACHE II medio: 26 [DS 9] rispetto a 18 [DS 8]), così come la loro mortalità (dal 45% al 24%, $p=0,04$).
 - Il numero totale di eventi avversi gravi si è ridotto da 268 a 185 ($p<0,001$). I casi di sepsi severa sono passati da 21 a 1 ($p<0,001$).⁴⁴

Tabella 3 - Pubblicazioni sui sistemi EWS

	Numero di studi inclusi	Endpoint analizzati	
		Mortalità intraospedaliera	Arresto cardiopolmonare (ACP)
McGaughey et al. 2007 ⁵⁴ (revisione Cochrane)	2 studi controllati randomizzati a cluster: • 1 randomizzato a livello di ospedale (23 ospedali in Australia) • 1 randomizzato a livello di reparto (16 reparti nel Regno Unito)	Studio del Regno Unito: • Riduzione significativa (OR rettificato 0,52; IC al 95% 0,32–0,85)	
		Studio australiano: • Nessuna differenza significativa a livello di endpoint primario (un punteggio composto che comprendeva l'incidenza di arresti cardiaci imprevisti, decessi inattesi e ammissioni non pianificate in unità di terapia intensiva)	
Winters et al. 2007 ⁵⁵	8 studi • 5 con controlli storici • 2 con schema randomizzato a cluster	5 studi osservazionali: • RR 0,87; IC al 95% 0,73–1,04 2 studi randomizzati: • RR 0,76; IC al 95% 0,39–1,48	4 studi osservazionali: • RR 0,70; IC al 95% 0,56–1,92 1 studio randomizzato: • RR 0,94; IC al 95% 0,79–1,13
Ranji et al. 2007 ⁵⁶	13 studi • 1 studio controllato randomizzato a cluster • 1 serie temporale interrotta • 11 studi prima/dopo	7 studi osservazionali: • RR 0,82; IC al 95% 0,74–0,91 1 studio randomizzato: • Intervento: RR 0,65; IC al 95% 0,48–0,88 • Controllo: RR 0,73; IC al 95% 0,53–1,02	7 studi osservazionali: • RR 0,73; IC al 95% 0,65–0,85 1 studio randomizzato: • Intervento: RR 0,81; IC al 95% 0,60–1,10 • Controllo: RR 0,63; IC al 95% 0,48–0,82
Jones et al. 2010 ⁵⁷	6 studi • 5 studi monocentrici prima/dopo • 1 studio multicentrico randomizzato a cluster	• Analisi Intention-to-treat: nessuna variazione • Analisi per protocollo: miglioramento significativo	Riduzione dell'ACP (relazione dose-risposta)
Chan et al. 2010 ⁵⁸	18 studi (circa 1,3 milioni di ricoveri in ospedale)	Adulti: nessuna variazione • RR 0,96; IC al 95% 0,84–1,09 Bambini: riduzione del 21,4% • RR 0,79; IC al 95% 0,63–0,98	Adulti: riduzione del 33,8% nei tassi di ACP • RR 0,66; IC al 95% 0,54–0,80 Bambini: riduzione del 37,7% • RR 0,62; IC al 95% 0,46–0,84
Alam et al. 2014 ⁵⁹	7 studi	Dato utilizzato in 6 studi su 7 • 2/6: nessuna differenza significativa • 2/6: riduzione significativa • 2/6: tendenza al miglioramento della sopravvivenza	Dato utilizzato in 2 studi su 7: • 1/2: riduzione dell'incidenza di ACP e della mortalità nei pazienti che avevano subito ACP • 1/2: aumento dell'incidenza
Smith et al. 2014 ⁶⁰	17 studi	Dato utilizzato in 6 studi su 17: tendenza alla riduzione • 1/6: riduzione significativa • 3/6: riduzione non significativa • 1/6: aumento non significativo	Dato utilizzato in 3 studi su 17: risultati eterogenei • 1/3: riduzione dell'incidenza delle chiamate per ACP • 1/3: risultati eterogenei dipendenti dal punteggio EWS (nessuna differenza, aumento significativo) • 1/3: nessuna differenza
Maharaj et al. 2015 ⁶¹	29 studi • Soprattutto studi prima/dopo senza controllo contemporaneo	Riduzione globale: • Adulti: RR 0,87; IC al 95% 0,81–0,95 • Bambini: RR 0,82; IC al 95% 0,76–0,89	Riduzione globale: • Adulti: RR 0,65; IC al 95% 0,61–0,70 • Bambini: RR 0,64; IC al 95% 0,55–0,74
Winters et al. 2013 ⁶² /2017 ⁵³	• 23 studi su adulti • 7 studi su bambini	Riduzione globale: • Adulti: RR 0,88; IC al 95% 0,82–0,96 • Bambini: RR 0,82; IC al 95% 0,67–1,00	Riduzione globale: • Adulti: RR 0,62; IC al 95% 0,53–0,73 • Bambini: RR 0,55; IC al 95% 0,40–0,75

Valutazione degli esiti operativi correlati ai sistemi EWS

Dal punto di vista operativo, l'adozione di un sistema EWS si associa a miglioramenti della standardizzazione, della gestione della capacità e dell'efficienza ospedaliera. Per quanto vi siano poche pubblicazioni sulla valutazione dei benefici operativi dei sistemi EWS, quelle disponibili si concentrano soprattutto sull'aumento dell'efficienza sia dal punto di vista delle strutture che del sistema in generale.² A livello di struttura, le evidenze raccolte indicano chiaramente un allineamento rispetto all'esigenza di standardizzare gli approcci ai punteggi per la valutazione precoce e alla risposta.

Data la variabilità alta nella pratica clinica, si è osservato che l'esigenza di standardizzare per ottenere esiti clinici uniformi, rendere efficienti i trasferimenti da un reparto all'altro e ottimizzare l'utilizzo delle risorse è rimasta insoddisfatta. Questo vale soprattutto per quanto riguarda le implementazioni negli ospedali più piccoli e durante i turni di guardia.⁶⁶

È inoltre possibile ottenere maggiore efficienza diretta a livello di tempo tramite la standardizzazione e l'acquisizione automatizzata dei parametri vitali. Da una valutazione delle tecnologie sanitarie (Health Technology Assessment, HTA) svolta in Irlanda, che verteva sull'influenza dell'implementazione di un punteggio per la valutazione precoce sui tempi di registrazione dei dati in cartella, è emerso che, utilizzando questi sistemi, i tempi di registrazione dei parametri vitali si riducevano e il processo risultava fino a 1,6 volte più veloce di un sistema cartaceo.⁶⁷ Inoltre, Bellomo et al. hanno osservato che i tempi necessari per portare a termine le misurazioni e registrare una serie di parametri vitali scendeva da $4,1 \pm 1,3$ minuti a $2,5 \pm 0,5$ minuti (differenza [intervallo di confidenza al 95%] $1,6 [1,4-1,8]$; $p < 0,0001$). Questo aumento dell'efficienza può, nel complesso, sollevare gli infermieri da compiti amministrativi, migliorare la precisione delle registrazioni dei parametri vitali e ridurre le attività non a valore aggiunto, aumentando il tempo che gli infermieri dedicano alle attività dirette di cura dei pazienti.

Figura 6 - Riduzione della durata della degenza in base alla criticità⁶⁷



A livello di sistema, i punteggi per la valutazione precoce possono essere utili per ottimizzare i posti letto e incrementare l'efficienza e le risorse. Le valutazioni delle tecnologie sanitarie esistenti e i modelli di influenza sul budget si sono occupati di vagliare l'aumento dell'efficienza associato a una riduzione del periodo di degenza in unità di terapia intensiva. Ad esempio, la Health Information and Quality Authority (Autorità per la qualità e l'informazione sanitaria) irlandese ha stimato che l'implementazione di questi sistemi avrebbe come risultato una riduzione del 28,9% della durata media della degenza in reparti ordinari, che significa oltre 800.000 giornate di occupazione di posti letto all'anno.⁶⁷ Stime analoghe per le unità di terapia intensiva calcolano una riduzione del 40,3% della durata della degenza e circa 30.000 giornate di occupazione di posti letto all'anno (Figura 6).⁶⁷ Fra gli ulteriori benefici a livello di sistema si prevede anche un vantaggio a livello di risorse grazie alla possibilità di evitare terapie per la disabilità nel follow-up. È da notare che questi benefici verrebbero verosimilmente conseguiti in termini di aumento dell'efficienza, dato che i letti non verrebbero dismessi.



Valutazione dei risultati finanziari correlati ai sistemi EWS

Il miglioramento degli indicatori chiave di prestazione (KPI) clinici e operativi può comportare anche vantaggi finanziari sotto forma di risparmio sui costi e/o di ulteriori opportunità di guadagno. Si deve riconoscere sin dall'inizio che sussiste la necessità di una valutazione economica più completa dei sistemi EWS. Serve un corpus di prove più esaustivo, come si evince dalle revisioni sistematiche, che citano la mancanza di valutazioni del rapporto costi/efficacia e dell'influenza sul budget.² Sebbene manchi la valutazione diretta, l'evidenza in realtà suggerisce che in seguito all'adozione di sistemi EWS si possono conseguire vantaggi economici.⁶⁷

Dato che lo scopo clinico primario di un sistema EWS è la capacità di individuare subito i segni di deterioramento delle condizioni del paziente e di intervenire prontamente al fine di evitare l'aggravamento e/o l'insorgenza di eventi avversi, un settore in cui si profilano potenziali risparmi è la riduzione delle complicanze, oltre alle azioni finalizzate a ridurre l'utilizzo delle risorse a valle e i costi incrementali. Ad esempio, in base a un recente studio canadese, nei pazienti sottoposti a interventi chirurgici addominali gli eventi avversi sono comuni e ammontano al 44% dei costi totali dell'assistenza ospedaliera.⁶⁸ Intervenendo precocemente sarebbe possibile evitare i costi associati a gravi complicanze a valle.

L'intervento precoce non è comunque privo di costi, in quanto l'attivazione dei team RRT/MET può essere onerosa e avere come conseguenza il trasferimento in reparti a criticità più elevata. Alcuni studi tuttavia indicano che l'invio precoce di pazienti meno

gravi in questi reparti possa ridurre i costi imprevisi in terapia intensiva.⁶⁹ Simmes et al. hanno eseguito un'analisi dei costi presso un ospedale olandese per valutare se l'attivazione del team RRT e l'abbassamento della soglia di punteggio APACHE II utilizzata per decidere sul trasferimento potessero contribuire alla riduzione dei costi, riscontrando che i costi delle giornate di permanenza non programmata in terapia intensiva sono stati relativamente elevati, ma i costi residui del sistema di risposta rapida (RRS) sono stati relativamente bassi. Lo scenario con un punteggio APACHE II pari a 14 ha confermato l'ipotesi che i costi relativi al numero di giorni di permanenza non programmata in unità di terapia intensiva possano essere ridotti significativamente inviando in questo reparto pazienti meno gravi.⁶⁹

In un'analisi eseguita da Moore e Poyton per la Health Quality and Safety Commission (Commissione sulla sicurezza e la qualità dell'assistenza sanitaria) neozelandese in cui è stato preso in esame il rapporto costi/efficacia dei team RRT nella prevenzione dell'arresto cardiaco intraospedaliero si è ipotizzato che la standardizzazione e il miglioramento del punteggio EWS avessero un costo una tantum di 1,4 milioni di dollari dovuto in gran parte alla formazione degli operatori sanitari.⁶⁶ Osservando che il rapporto costi/efficacia è incerto, Moore e Poyton hanno modellato uno scenario conservativo e ottimistico con un intervallo di rapporti costi/efficacia compreso fra zero benefici e 3900 dollari per ogni arresto cardiaco. Dati i risultati degli studi pre- e post- condotti negli ospedali neozelandesi, i ricercatori hanno ritenuto che fosse più verosimile uno scenario ottimistico. Inoltre il beneficio netto per i pazienti (danno evitato) e i clinici (sistemi e direttive) è stato ritenuto sufficiente a giustificare i moderati costi di implementazione.⁶⁶



Nell'intento di quantificare i costi/benefici dei sistemi EWS, Bonafide et al. hanno eseguito i calcoli su un reparto di chirurgia di un ospedale pediatrico statunitense. Lo studio ha messo in luce che i trasferimenti non pianificati che soddisfano il criterio del deterioramento critico (CD), sfociano in un aumento più consistente dei costi dovuti alla terapia intensiva post-intervento e al prolungamento della degenza rispetto ai trasferimenti non pianificati che non soddisfano i criteri CD.⁷⁰ Inoltre i costi derivanti dalla gestione di un team di emergenza possono verosimilmente essere recuperati con una modesta riduzione degli eventi CD, in base alla composizione del team di risposta e alla riduzione assoluta del numero di eventi CD. Ad esempio, per un team costituito da Infermiere professionale + Terapista respiratorio + Esperto di terapia intensiva (con responsabilità congiunta in unità di terapia intensiva) per raggiungere il punto di pareggio occorrerebbe una riduzione di 3,5 eventi CD all'anno.⁷⁰

Se si esegue la modellazione basandosi su un reparto che effettua 300 trasferimenti non pianificati dal reparto alla terapia intensiva all'anno e una proporzione di CD del 30%, riducendo quest'ultima proporzione al 25% (con una riduzione assoluta di 15 eventi CD all'anno) mediante l'implementazione di un team di emergenza costituito da un infermiere, un terapista respiratorio e un esperto di terapia intensiva con responsabilità cliniche congiunte, si riuscirebbero a eliminare costi aggiuntivi per 1.496.595 dollari all'anno, conseguendo un risparmio netto annuale di 1.145.897 di dollari.⁷⁰

Sono inoltre stati stimati ulteriori risparmi sui costi associati alla riduzione della durata della degenza in unità di terapia intensiva, sia a livello nazionale (per l'Irlanda il risultato è 4,2 milioni di euro in risparmi conseguiti aumentando l'efficienza)² sia a livello di condizione (per il Regno Unito: 4500 euro di risparmio per paziente grazie allo screening per la sepsi basato sul punteggio NEWS).²

Come fa notare Ward⁷¹, dal punto di vista operativo e della qualità, i sistemi EWS possono consentire a un ospedale di ricavare benefici finanziari anche da quanto segue:

- Aumento dei ricavi grazie alla riduzione della durata della degenza
- Maggiore produttività dell'ospedale (aumento dei casi gestiti, procedure ausiliarie, ecc.).
- Minore richiesta di investimenti di capitali e di prestiti

Per quanto siano limitate, le evidenze disponibili indicano che "i sistemi EWS sono potenzialmente convenienti dal punto di vista economico".² Tale potenzialità deriva dalla capacità dei sistemi EWS di abbreviare il periodo di degenza in ospedale e ridurre l'incidenza degli effetti avversi.² In aggiunta, gli effetti secondari dell'implementazione possono determinare ulteriori opportunità di generare ricavi e sortire un effetto positivo globale sul bilancio dell'ospedale. I sistemi EWS sono inoltre posizionati ottimamente per consentire alle strutture sanitarie di adottare approcci basati sul valore⁷⁰ mitigando il rischio e favorendo il successo mediante schemi di pagamento basati sul valore (ad es., pagamenti basati sulle prestazioni assistenziali).

Figura 7 - Fattori di valore economico



Riepilogo e concetti chiave

Il deterioramento clinico costituisce un onere clinico e finanziario significativo per i pazienti, gli operatori sanitari, gli ospedali e il sistema sanitario in generale

Impatto economico:

- Le complicanze chirurgiche sono risultate associate a un **aumento di circa 20.000 dollari dei costi ospedalieri** e a una marcata riduzione del margine di contribuzione¹⁰
- Un ricovero **costa in media 3580 dollari al giorno** per i pazienti sottoposti a rianimazione cardiopolmonare¹²
- Aumento dei costi operativi (spese generali, capitale, avvicendamento degli infermieri)
- Costi delle opportunità associate alla produttività (riduzione della capacità dei reparti, mancati guadagni, margine di contribuzione)

Numerosi sistemi EWS valutano le probabilità che un paziente sia a rischio di deterioramento clinico

- I punteggi NEWS e MEWS sono i sistemi più diffusamente utilizzati
- Le revisioni sistematiche più recenti hanno concluso che i **sistemi EWS sono efficaci nel ridurre gli arresti cardiorespiratori e la mortalità**

Per una corretta implementazione occorre trovare il giusto equilibrio fra facilità d'uso, sensibilità del sistema al deterioramento delle condizioni del paziente e basso tasso di falsi positivi nel braccio afferente.³⁰ Per ottenere buoni risultati sono inoltre di importanza cruciale la possibilità di vedere i trend dei parametri vitali, di modificare o sospendere temporaneamente l'applicazione di un criterio per le chiamate di emergenza e la semplicità dello strumento utilizzato nel braccio efferente.²¹

Le evidenze raccolte indicano che l'adozione dei sistemi EWS può comportare vantaggi economici che si associano a: riduzione della durata della degenza, minore incidenza di eventi avversi, miglior gestione della capacità e ottimizzazione dell'efficienza della struttura sanitaria

Esiti sanitari migliori

- Riducendo le complicanze e intervenendo presto **si riducono l'utilizzo delle risorse a valle e i costi incrementali**.²⁸
- L'attivazione dei team RRT/MET può essere costosa, ma viene controbilanciata dal fatto che il trasferimento precoce di pazienti in condizioni meno gravi aiuta a ridurre i costi non previsti della terapia intensiva.

Aumento dell'efficienza a livello di tempistiche con conseguente potenziale miglioramento dell'esperienza del personale

- La standardizzazione e l'automazione dell'acquisizione dei parametri vitali consente di ottenere una migliore **efficienza diretta in termini di tempo**.
- L'aumento dell'efficienza solleva gli infermieri dai compiti amministrativi, migliora la precisione delle registrazioni dei parametri vitali, riduce le attività non a valore aggiunto e **aumenta la porzione di tempo che gli infermieri dedicano alle attività dirette di cura dei pazienti**.

Riduzione dei costi dell'assistenza

- I sistemi EWS **favoriscono l'ottimizzazione dei posti letto e apportano vantaggi a livello di efficienza e risorse**. Ad esempio l'Autorità per la qualità e l'informazione sanitaria irlandese ha stimato che implementandoli è possibile ottenere una riduzione del 28,9% dei tempi di degenza medi in reparti ordinari (> 800.000 giornate di occupazione di posti letto in reparti ordinari di degenza all'anno)⁶⁷.
- Sono inoltre stati stimati **ulteriori risparmi sui costi associati alla riduzione della durata della degenza in unità di terapia intensiva**, sia a livello nazionale (per l'Irlanda il risultato è 4,2 milioni di euro in risparmi conseguiti aumentando l'efficienza), sia a livello di condizione (per il Regno Unito: 4500 euro di risparmio per paziente grazie allo screening per la sepsi basato sul punteggio NEWS).²

Migliore esperienza percepita per il paziente e i familiari

Si è stimato anche che il miglioramento dell'efficienza a livello di sistema consenta di recuperare risorse **evitando terapie per la disabilità nel follow-up**.

I sistemi EWS sono posizionati ottimamente per permettere alle strutture sanitarie di adottare approcci basati sul valore mitigando il rischio e favorendo il successo mediante schemi di pagamento basati sul valore (ad es., pagamenti basati sulle prestazioni assistenziali).⁷⁰

Bibliografia

- Rowan KM, Kerr JH, Major E, McPherson K, Short A, Vessey MP. Intensive Care Society's APACHE II study in Britain and Ireland - I. Variations in case mix of adult admissions to general intensive care units and impact on outcome. *British Medical Journal* 1993; 307: 972-7.
- Murphy A, Cronin J, Whelan R, Drummond FJ, Savage E, Hegarty J. Economics of Early Warning Scores for identifying clinical deterioration - a systematic review. *Ir J Med Sci*. 2018; 184: 193-205.
- American Hospital Association. Trend Watch Chartbook 2018, disponibile su: https://www.aha.org/system/files/2018-05/2018-AHA-Chartbook_0.pdf.
- HealthGrades, Inc. *Third Annual Patient Safety in American Hospitals Study*. Aprile 2006. <http://www.proctmasspatients.org/docs/PatientSafetyInAmericanHospitalsStudy2006.pdf>
- Young MP, Gooder VJ, McBride K, James B, Fisher ES. Inpatient transfers to the intensive care unit: delays are associated with increased mortality and morbidity. *J Gen Intern Med*. 2003; 18: 77-83.
- Rutherford P, Lee B, Greiner A. *Transforming Care at the Bedside*. IHI Innovation Series white paper. Boston: Institute for Healthcare Improvement; 2004. (Disponibile su: www.IHI.org).
- Fuhrmann L, Lippert A, Perner A, Østergaard D. Incidence, staff awareness and mortality of patients at risk on general wards. *Resuscitation*. 2008; 77(3):325-30.
- Monteiro C, Ferreira Machado Avelar A, da Luz Gonçalves Pedreira M. Interruptions of nurses' activities and patient safety: an integrative literature review. *Rev Lat Am Enfermagem*. 2015; 23(1): 169-179.
- Slawomirski L, Auroaen A, Klazinga N. The economics of patient safety. Report dell'OCSE. 2017. Disponibile su: <https://www.oecd.org/els/health-systems/The-economics-of-patient-safety-March-2017.pdf>.
- Healy MA, Mullard AJ, Campbell DA Jr, Dimick JB. Hospital and Payer Costs Associated With Surgical Complications. *JAMA Surg*. 2016; 151(9):823-830.
- Moerer O, Burchardi H. The Cost of Sepsis. *ICU Management and Practice*. 2004; 4(2). Disponibile su: <https://healthmanagement.org/c/icu/issuearticle/the-cost-of-sepsis>, vedere i dati di base
- Kazure H, Roman S, Sosa J. A. Population-Level Analysis of 5620 Recipients of Multiple In-Hospital Cardiopulmonary Resuscitation Attempts. *Journal of Hospital Medicine*. 2014; 9(1): 29-34.
- IHI. *Early Warning Systems: Scorecards That Save Lives*. Disponibile su: <http://www.ihl.org/resources/Pages/ImprovementStories/EarlyWarningSystemsScorecardsThatSaveLives.aspx>
- Smith MEB, Chiovaro J, O'Neil M, Kansagara D, Quinones A, Freeman M, Motu'apuaka M, Slatore CG. *Early Warning Scoring Systems: A Systematic Review*. VA-ESP Project #05-225; 2013
- Royal College of Physicians. National Early Warning Score (NEWS) 2. Disponibile su: <https://www.rcplondon.ac.uk/projects/outputs/national-early-warning-score-news-2>
- NCEC. Guideline: National Early Warning Score. 2013. <http://hdl.handle.net/10147/317078>.
- IHI. 5 Million Lives Campaign. Disponibile su: <http://www.ihl.org/Engage/Initiatives/Completed/5MillionLivesCampaign/Pages/default.aspx>
- Fernando SM, Fox-Robichaud AE, Rochweg B, Cardinal P, Seely AJE, Perry JJ, McIsaac DI, Tran A, Skitch S, Tam B, Hickey M, Reardon PM, Tanuseputro P, Kyeremanteng K. Prognostic accuracy of the Hamilton Early Warning Score (HEWS) and the National Early Warning Score 2 (NEWS2) among hospitalized patients assessed by a rapid response team. *Crit Care*. 2019; 23(1):60.
- Ravikirti. Early Warning Scoring System for Early Recognition of and Timely Intervention in Deteriorating Patients in the Hospital. *JAPI* 2016; 64.
- Royal College of Physicians. National Early Warning Score (NEWS) 2: Standardising the assessment of acute-illness severity in the NHS. *Updated report of a working party*. London: RCP, 2017.
- Green N, Lander H, Snyder A, Hudson P, Churpek M, Edelson D. Comparison of the Between the Flags calling criteria to the MEWS, NEWS and the electronic Cardiac Arrest Risk Triage (eCART) score for the identification of deteriorating ward patients. *Resuscitation*. 2018; 123:86-91.
- Jones DA, DeVita MA, Bellomo R. Rapid-response teams. *N Engl J Med*. 2011; 365:139-46 [PMID: 21751906].
- Churpek MM, Yuen TC, Edelson DP. Risk stratification of hospitalized patients on the wards. *Chest*. 2013; 143(6):1758-1765.
- Subbe CP, Kruger M, Rutherford P, Gemmel L. MEWS: Validation of a modified Early Warning Score in medical admissions. *QJM*. 2001; 94(10):521-6.
- Smith GB, Prytherch DR, Meredith P, Schmidt PE, Featherstone PI. The ability of the National Early Warning Score (NEWS) to discriminate patients at risk of early cardiac arrest, unanticipated intensive care unit admission, and death. *Resuscitation*. 2013; 84(4):465-70.
- Churpek MM, Yuen TC, Winslow C, Robicsek AA, Meltzer DO, Gibbons RD, Edelson DP. Multicenter development and validation of a risk stratification tool for ward patients. *Am J Respir Crit Care Med*. 2014; 190(6):649-55.
- Kipnis P, Turk BJ, Wulf DA, LaGuardia JC, Liu V, Churpek MM, Romero-Brufau S, Escobar GJ. Development and validation of an electronic medical record-based alert score for detection of inpatient deterioration outside the ICU. *J Biomed Inform*. 2016; 64:10-19.
- Bein B, Seewald S, Gräsner JT. How to avoid catastrophic events on the ward. Best practice & research. *Clinical Anaesthesiology*. 2016; 30(2), 237-245.
- Fox A, Elliott N. Early warning scores: a sign of deterioration in patients and systems. *Nurs Manag (Harrow)*. 2015; 22(1):26-31.
- PeraHealth. Leveraging the Power of EHR Data to Improve Patient Safety, a Comparison of the Rothman Index with MEWS and NEWS. 18 settembre 2017. <https://www.perahealth.com/resources/white-papers/intelligent-early-warning-a-comparison-of-the-rothman-index-with-mews-and-news/>.
- Ghosh E, Eshelman L, Yang L, Carlson E, Lord B. Early deterioration Indication: data-driven approach to detecting deterioration in general ward. *Resuscitation*. 2018; 122:99-105.
- van Galen LS, Struik PW, Driesen BE, Merten H, Ludikhuizen J, van der Spoel JI, Kramer MH, Nanayakkara PW. Delayed Recognition of Deterioration of Patients in General Wards Is Mostly Caused by Human Related Monitoring Failures: A Root Cause Analysis of Unplanned ICU Admissions. *PLoS One*. 2016; 11(8): e0161393.
- Fletcher GS, Aaronson BA, White AA, Julka R. Effect of a Real-Time Electronic Dashboard on a Rapid Response System. *J Med Syst*. 2017; 42: 5.
- Simmes FM, Schoonhoven L, Mintjes J, Fikkers BG, van der Hoeven JG. Incidence of cardiac arrests and unexpected deaths in surgical patients before and after implementation of a rapid response system. *Annals of intensive care*. 2012; 2(1):20
- Ludikhuizen J, Smorenburg SM, de Rooij SE, de Jonge E. Identification of deteriorating patients on general wards; measurement of vital parameters and potential effectiveness of the Modified Early Warning Score. *Journal of Critical Care*. 2012; 27(4):424.e7-13.
- Pedersen NE, Rasmussen LS, Petersen JA, Gerds TA, Østergaard D, Lippert A. A critical assessment of early warning score records in 168,000 patients. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*. 2018; 32(1): 109-16.
- Subbe CP, Duller B. Continuous Monitoring of Respiratory Rate on General Wards What might the implications be for Clinical Practice? *Acute Med*. 2018; 17(1):5-9.
- Jensen JK, Skår R, Tveit B. The impact of Early Warning Score and Rapid Response Systems on nurses' competence: An integrative literature review and synthesis. *J Clin Nurs*. 2018; (7-8):e1256-e1274.
- Burns KA, Reber T, Theodore K, Welch B, Roy D, Siedlecki SL. Enhanced early warning system impact on nursing practice: A phenomenological study. *J Adv Nurs*. 2018; 74(5):1150-1156.
- Saab MM, McCarthy B, Andrews T, Savage E, Drummond FJ, Walshe N, Forde M, Breen D, Henn P, Drennan J, Hegarty J. The effect of adult Early Warning Systems education on nurses' knowledge, confidence and clinical performance: A systematic review. *J Adv Nurs*. 2017; 73(11):2506-2521.
- Downey CL, Tahir W, Randell R, Brown JM, Jayne DG. Strengths and limitations of Early Warning Scores: a systematic review and narrative synthesis. *International Journal of Nursing Studies*. 2017; 76:106-19.
- Prgomet M, Cardona-Morrell M, Nicholson M, Lake 1, Long J, Westbrook J, Braithwaite J, Hillman K. Vital signs monitoring on general wards: clinical staff perceptions of current practices and the planned introduction of continuous monitoring technology. *Int J Qual Health Care*. 2016; 28(4): 515-21.
- Douw G, Huisman-de Waal G, van Zanten ARH, van der Hoeven JG, Schoonhoven L. Capturing early signs of deterioration: the dutch-early-nurse-worry-indicator-score and its value in the Rapid Response System. *J Clin Nurs*. 2017; 26(17-18):2605-2613.
- Subbe CP, Duller B, Bellomo R. Effect of an automated notification system for deteriorating ward patients on clinical outcomes. *Critical Care*. 2017; 21(1):52.
- Michard F, Bellomo R, Taenzer A. The rise of ward monitoring: opportunities and challenges for critical care specialists. *Intensive Care Med*. 2019; 45(5):671-673.
- Bellomo R, Ackerman M, Bailey M, Beale R, Clancy G, Danesh V, Hvarfner A, Jimenez E, Konrad D, Lecardo M, Pattee KS, Ritchie J, Sherman K, Tangkau P. Vital Signs to Identify, Target, and Assess Level of Care Study (VITAL Care Study) Investigators. A controlled trial of automated advisory vital signs monitoring in general hospital wards. *Crit Care Med*. 2012; 40(8).
- Fletcher GS, Aaronson BA, White AA, Julka R. Effect of a Real-Time Electronic Dashboard on a Rapid Response System. *J Med Syst*. 2017; 42: 5.
- Danesh V, Neff D, Jones TL, Aroian K, Unruh L, Andrews D, Guerrier L, Venus SJ, Jimenez E. Can proactive rapid response team rounding improve surveillance and reduce unplanned escalations in care? A controlled before and after study. *Int J Nurs Stud*. 2019; 91:128-133.
- Bein B, Seewald S, Gräsner JT. How to avoid catastrophic events on the ward. Best practice & research. *Clinical Anaesthesiology*. 2016; 30(2): 237-245.
- Capan M, Ivy JS, Wilson JR, Huddleston JM. A stochastic model of acute-care decisions based on patient and provider heterogeneity. *Health Care Management Science*. 2017; 20: 187-206.
- Michard F, Gan T, Bellomo R. Protecting ward patients the case for continuous monitoring. *ICU Management & Practice*. 2019.
- Brown H, Terrence J, Vasquez P, Bates DW, Zimlichman E. Continuous monitoring in an inpatient medical-surgical unit: a controlled clinical trial. *Am J Med*. 2014; 127:226-232.
- Winters BD. Rapid Response Systems. A brief review of the evidence. In: DeVita MA, Hillman K, Bellomo R (Eds). *Textbook of Rapid Response Systems*. 2nd edition. Springer 2017.
- McGaughy J, Alderdice F, Fowler R, Kapila A, Mayhew A, Moutray M. Outreach and Early Warning Systems (EWS) for the prevention of intensive care admission and death of critically ill adult patients on general hospital wards. *Cochrane Database Syst Rev*. 2007; (3):CD005529.
- Winters BD, Pham JC, Hunt EA, Guallar E, Berenholtz S, Pronovost PJ. Rapid response systems: a systematic review. *Crit Care Med*. 2007; 35(5):1238-43.
- Ranji SR, Auerbach AD, Hurd CJ, O'Rourke K, Shojanian KG. Effects of rapid response systems on clinical outcomes: systematic review and meta-analysis. *J Hosp Med*. 2007; 2(6):422-32.
- Jones DA, DeVita MA, Bellomo R. Rapid-response teams. *N Engl J Med*. 2011; 365:139-46.
- Chan PS, Jain R, Nallmothu BK, Berg RA, Sasson C. Rapid response teams: a systematic review and metaanalysis. *Arch Intern Med*. 2010; 170:18-26.
- Alan M, Hobbelenk EL, van Tienhoven AJ, van de Ven PM, Jansma EP, Nanayakkara PW. The impact of the use of the Early Warning Score (EWS) on patient outcomes: A systematic review. *Resuscitation*. 2014; 85(5):587-94.
- Smith ME, Chiovaro JC, O'Neil M, Kansagara D, Quinones AR, Freeman M, Motu'apuaka ML, Slatore CG. Early warning system scores for clinical deterioration in hospitalized patients: a systematic review. *Ann Am Thorac Soc*. 2014; 11(9):1454-65.
- Maharaj R, Raffaele I, Wendon J. Rapid response systems: a systematic review and meta-analysis. *Critical Care*. 2015; 19(1): 254.
- Winters BD, Weaver SJ, Pfoh ER, Yang T, Pham JC, Dy SM. Rapid-response systems as a patient safety strategy: a systematic review. *Ann Intern Med*. 2013; 158(5 Pt 2):417-25.
- Mathukia C, Fan WQ, Vadyak K, Biege C, Krishnamurthy M. Modified Early Warning System improves patient safety and clinical outcomes in an academic community hospital. *Journal of Community Hospital Internal Medicine Perspectives*. 2015; 5:2, 26716.
- Ludikhuizen J, Brunsvelde-Reinders AH, Dijkgraaf MG, Smorenburg SM, de Rooij SE, Adams R, de Maaijer PF, Fikkers BG, Tangkau P, de Jonge E. Cost and Outcomes of Medical Emergency Teams Study Group. Outcomes Associated With the Nationwide Introduction of Rapid Response Systems in The Netherlands. *Crit Care Med*. 2015; 43(12):2544-51.
- Heller AR, Mees ST, Lauterwald B, Reeps C, Koch T, Weitz J. Detection of Deteriorating Patients on Surgical Wards Outside the ICU by an Automated MEWS-Based Early Warning System With Paging Functionality. *Ann Surg*. 2018; Pubblicazione elettronica prima della stampa. DOI: 10.1097/SLA.0000000000002830.
- Moore D, Poynton M. Business case for investing in a quality improvement programme to reduce harm caused by clinical deterioration. Sapere Report 2015; disponibile su: <https://www.hqsc.govt.nz/assets/Deteriorating-Patient/PR/Deteriorating-patient-investment-case-Sapere-report-Oct-2015.pdf>.
- HIQA (Autorità per la qualità e l'informazione sanitaria) (2015) Health technology assessment of the use of information technology for early warning and clinical handover systems. Health Information and Quality Authority, Irlanda
- Bailey JG, Davis PB, Levy AR, Molinari M, Johnson PM. The impact of adverse events on health care costs for older adults undergoing non-elective abdominal surgery. *Canadian Journal of Surgery*. 2016; 59(3), 172-179.
- Simmes F, Schoonhoven L, Mintjes J, Adang E, van der Hoeven JG. Financial consequences of the implementation of a rapid response system on a surgical ward. *J Eval Clin Pract*. 2014; 20(4):342-7.
- Bonafide CP, Localio AR, Song L, Roberts KE, Nadkarni VM, Priestley M, Paine CW, Zander M, Lutts M, Brady PW, Keren R. Cost-Benefit Analysis of a Medical Emergency Team in a Children's Hospital. *Pediatrics*. 2014; 134(2):235-241.
- Ward W. The Business Case for Implementing Rapid Response Teams. Presentation for VHA INC. 2006; disponibile su: <http://www.ihl.org/resources/Pages/Presentations/BusinessCaseforImplementingRRTsPresentation.aspx>

