



Analisi costo-efficacia del neuromonitoraggio nella chirurgia della tiroide

Alessandro Matarese^{1,2} · Pier Giorgio Calò³ · Gabriele Materazzi⁴ · Viola Villardita^{1,2} · Maurizio Iacobone⁵ · Antonella Pino^{1,2} · Paolo Carcoforo⁶ · Francesco Frattini^{1,2} · Andrea Casaril⁷ · Paolo Del Rio⁸ · Marco Raffaelli⁹ · Celestino Pio Lombardi⁹ · Giovanni Docimo¹⁰ · Gianlorenzo Dionigi^{1,2}

Accettato: 21 gennaio 2022 / Pubblicato online: 20 giugno 2022
© The Author(s) 2022

Sommario

Vi sono prove sempre più rilevanti circa l'importanza di una più dettagliata valutazione dei costi delle nuove tecnologie usate in chirurgia. L'impatto innovativo della tecnologia ha il potenziale per ottenere miglioramenti clinici rivoluzionari. Tuttavia, esistono informazioni limitate sul tema costo-efficacia delle nuove strategie chirurgiche usate in chirurgia tiroidea. In questo studio descriviamo le recenti evidenze relative ai metodi di valutazione costo-efficacia delle strutture e delle funzioni per il neuromonitoraggio intraoperatorio (IONM) in chirurgia tiroidea. I nostri risultati suggeriscono che il modello di economia sanitaria, nell'elaborazione della struttura degli studi costo-efficacia relativi al neuromonitoraggio intraoperatorio, si è dimostrata realizzabile come metodo per migliorare l'efficacia della ricerca.

Parole chiave Chirurgia tiroidea · Neuromonitoraggio · Analisi costi-efficacia

Proposto da G. Dionigi.

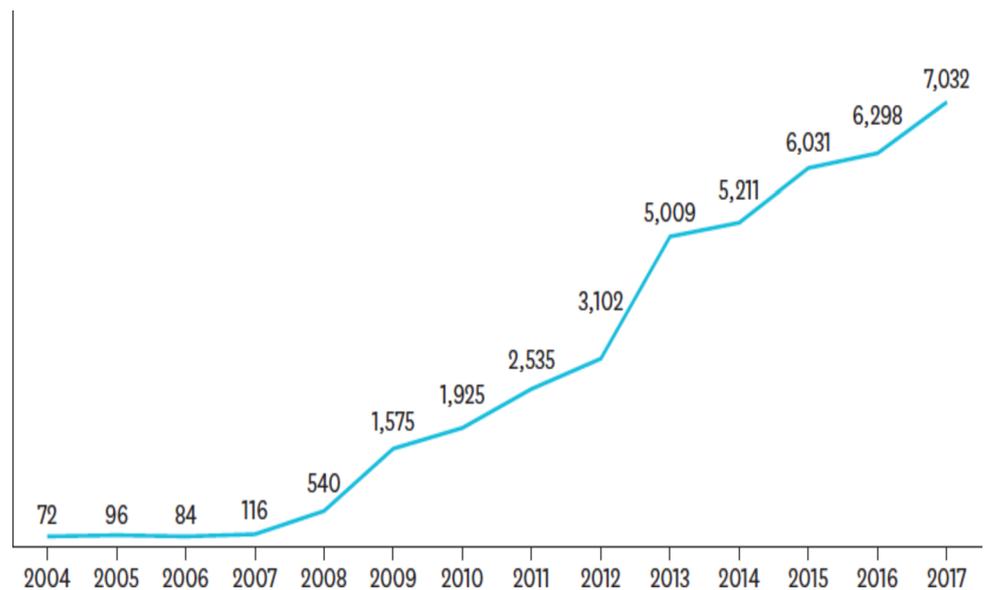
✉ G. Dionigi
gianlorenzo.dionigi@unimi.it

- ¹ Divisione di Chirurgia, Laboratorio di Ricerca in Endocrinochirurgia, Ospedale Capitanio, Istituto Auxologico Italiano IRCCS, Milano, Italia
- ² Dipartimento di Fisiopatologia medico-chirurgica e dei trapianti, Università degli Studi di Milano, Milano, Italia
- ³ Dipartimento di Chirurgia, Università di Cagliari, Monserrato, Cagliari, Italia
- ⁴ Divisione di Chirurgia, Università di Pisa, Pisa, Italia
- ⁵ Divisione di Endocrinochirurgia, Dipartimento di Chirurgia, Università di Padova, Padova, Italia
- ⁶ Dipartimento di Chirurgia, Università di Ferrara, Ferrara, Italia
- ⁷ Unità di Endocrinochirurgia, Ospedale Pederzoli, Peschiera del Garda, Italia
- ⁸ Dipartimento di Chirurgia, Università di Parma, Parma, Italia
- ⁹ Università Cattolica del Sacro Cuore, Roma, Italia
- ¹⁰ Dipartimento di Scienze Cardiotoraciche e Respiratorie, Università della Campania Luigi Vanvitelli, Caserta, Italia

Introduzione

Il neuromonitoraggio intraoperatorio (IONM) è un dispositivo per l'analisi funzionale del nervo laringeo ricorrente (NLR) nella chirurgia della tiroide e delle paratiroidi [1, 2]. L'interesse nell'utilizzo di questa tecnologia è cresciuto negli ultimi anni e l'impiego dello IONM è in costante ascesa (Fig. 1) [3, 4]. A contribuire alla diffusione di questa nuova tecnologia sono stati: lo sviluppo di dispositivi IONM non invasivi e di sistemi user friendly, la realizzazione di linee guida per la definizione degli standard e di raccomandazioni delle società, supervisione, ricerca, e manovre commerciali [2, 5–9]. Le amministrazioni ospedaliere investono nella tecnologia del neuromonitoraggio nel tentativo di aumentare i volumi degli interventi chirurgici, e forse anche per ottenere qualche forma di protezione medico-legale, tramite l'utilizzo dello IONM. L'incremento dell'utilizzo dello IONM impone una valutazione economica per un'utile informazione a chirurghi, operatori sanitari, pazienti, collettività in toto e all'industria dei dispositivi medici. La spesa aggiuntiva connessa all'utilizzo della tecnica IONM è preoccupante. Pochi sono i dati sull'impatto economico dello IONM nella chirurgia della tiroide, mentre nessun dato è disponibile per interventi alle paratiroidi [10–16]. Tuttavia, i chirurghi coinvolti nelle procedure tiroidee, specialmente in ambienti

Fig. 1 Prevalenza di IONM in Italia. Dati sul consumo italiano di tubi endotracheali per elettromiogramma. In Italia vengono eseguite dalle 38 alle 40.000 tiroideomie l'anno, ovvero circa il 16% viene monitorato. IONM, neuromonitoraggio intraoperatorio



in cui c'è un alto volume chirurgico, conoscono i vantaggi dell'utilizzo della tecnologia. Lo scopo di questo documento è esaminare criticamente le attuali evidenze sulla spesa e sull'analisi costo-efficacia dello IONM.

Costi ospedalieri e chirurgici dello IONM

Le nuove tecnologie in chirurgia possono comportare un aumento della spesa sanitaria, in primis perché sono più costose dei trattamenti precedenti, e anche perché con queste ultime vengono trattati più pazienti.

Inoltre, sono state proposte e utilizzate molte tipologie differenti di neuromonitoraggio: la palpazione laringea, l'osservazione della glottide, il monitoraggio della pressione glottidea, elettrodi posizionati endoscopicamente sulla corda vocale, elettrodi intramuscolari posizionati attraverso la membrana cricotiroidea, elettrodi superficiali posizionati sul tubo endotracheale, (elettrodi di superficie su tubo endotracheale) ed elettrodi ad ago (elettrodi di superficie sull'area postcricotiroidea) [8]. Per diverse ragioni, incluse la sicurezza e la semplicità d'utilizzo, i sistemi basati su elettrodi di superficie posizionati sul tubo endotracheale rappresentano attualmente l'apparecchiatura di monitoraggio più diffusa [8]. Sono necessari ulteriori studi per analizzare e confrontare i costi associati a questi sistemi.

Elettrodi di superficie su tubo endotracheale

Attraverso un approccio di micro-costing, il processo di cura del paziente in tiroideomia (con o senza IONM) è stato analizzato in uno studio italiano utilizzando i costi diretti (tempo del personale, materiali di consumo, attrezzatura,

farmaci, sala operatoria e spese generali) [16]. I dati venuti fuori sono specifici e di interesse esclusivo per il sistema italiano e, quindi, non direttamente proiettabili altrove, ad esempio negli Stati Uniti, ma sicuramente interessanti per un confronto tra il sistema italiano e gli altri sistemi sanitari. Il confronto tra i costi e la spesa dei DRG ha mostrato un deficit dei costi totali di ospedalizzazione per tutte le tiroideomie indipendentemente dall'uso dello IONM [16]. La spesa principale deriva dai materiali di consumo e dalle tecnologie (25%), dalla sala operatoria (16%) e dal personale (14%). I costi di ricovero per una tiroideomia con utilizzo dello IONM variano da 3.713 € a 3770 €, il 5–7% in più rispetto ai costi per una tiroideomia tradizionale (senza utilizzo dello IONM). Le stime sul costo netto per procedura d'utilizzo dello IONM variano in relazione al volume d'uso della tecnica. Questi costi rispondono al volume dell'attività, nel senso che all'aumentare del volume diminuiscono i costi complessivi. Queste differenze nei costi totali si riscontrano perché i costi relativi all'investimento iniziale per la tecnologia IONM sono ripartiti e ammortizzati su un gran numero di procedure.

In più, le altre tecnologie utilizzate nella chirurgia tiroidea hanno un impatto maggiore sui costi rispetto allo IONM. Differenze economiche ancor più grandi emergono quando si utilizza un energy-device (3.969 €). Gli autori hanno concluso che la tariffa regionale dei DRG per la chirurgia tiroidea è appena sufficiente a coprire i costi della chirurgia convenzionale. Sanguinetti e collaboratori [17] sono stati i primi a fare una revisione retrospettiva dell'analisi dei tempi e dei costi operatori con o senza IONM. In accordo con gli autori, secondo la nostra esperienza l'utilizzo dello IONM non ha ridotto i tempi operatori durante le tiroideomie totali. L'uso dello IONM ha incrementato il costo dell'intervento chirurgico di 450 €.

Palpazione laringea

Echeverri e Flexon [18] hanno descritto e analizzato una semplice tecnica di palpazione laringea per identificare il NLR con uno stimolatore nervoso. È stata eseguita una revisione retrospettiva di 70 tiroidectomie. La tecnica è stata un'alternativa meno costosa e meno dispendiosa in termini di tempo rispetto al monitoraggio intraoperatorio dell'NLR [18]. Jeannon e collaboratori [19] in una recente meta-analisi di più di 25.000 pazienti hanno riscontrato un tasso di PCV del 9,8%. Francis e colleghi [20] hanno analizzato la PCV in oltre 5.000 beneficiari di Assistenza Sanitaria Statale e hanno riscontrato un tasso di PCV del 9%.

I tassi di PCV bilaterale sono in una certa misura tanto difficili da ottenere quanto i tassi di PCV unilaterale, data la variabilità dei sintomi associati a tale condizione, l'impossibilità di eseguire un esame laringeo postoperatorio e data la variabilità nella necessità di proteggere chirurgicamente le vie aeree. Nella letteratura inglese esistente che riporta la PCV, il tasso medio di PCV bilaterale permanente è del 45% [21]. Il rischio di tracheotomia con PCV bilaterale è in media del 30%, con un rischio ulteriore del 21% di diverso intervento chirurgico urgente sulle vie aeree; pertanto, complessivamente il 50% dei pazienti con PCV bilaterale richiede un intervento urgente sulle vie aeree.

La PCV unilaterale provoca disfonia, aspirazione e disfagia ed è associata a tosse inefficace e difficoltà nelle manovre che richiedono la chiusura della glottide [19, 21]. I cambiamenti nel tono della voce possono essere abbastanza significativi da provocare un cambiamento della capacità vocale [19, 21]. Un recente e ampio database inglese che racchiude oltre 43.000 pazienti ha provato che la PCV che si verifica durante la tiroidectomia è predittiva in misura indipendente di: nuovo ricovero ospedaliero, ospedalizzazione per infezioni delle vie aeree inferiori e di aumento del rischio di gastrostomia e tracheostomia [21]. In un'ulteriore analisi su un gruppo di pazienti con PCV ($n = 67$) vs gruppo di controllo ($n = 238$), la PCV è stata associata a un aumento significativo ($p > 0,050$) delle spese ospedaliere, della probabilità di ricovero, di ricovero in terapia intensiva, di intubazione non pianificata, di interventi chirurgici aggiuntivi, di insufficienza respiratoria e di morte [21].

I disturbi della voce sono associati a un impatto negativo sulla qualità della vita. Più a lungo un paziente soffre di un disturbo della voce, peggiore è la sua qualità di vita [22–26]. I costi sanitari diretti, secondo le stime, si avvicinano a 5 miliardi di dollari all'anno negli Stati Uniti con un costo medio per persona \$ 577,18–953,21 [22–26]. I disturbi della laringe determinano disabilità correlate al lavoro e perdite di produttività rappresentando, pertanto, un onere sociale significativo. Per di più, costi indiretti da assenteismo lavorativo correlato ai disturbi della voce, disabilità a breve termine (perdita di produttività) significano 39,2 giorni di giornate lavorative di assenza (intervallo di confidenza 95% [CI],

31,9–46,5) [22–26]. I costi diretti annuali totali per la disfonia in generale negli Stati Uniti variavano tra \$ 178.524.552 e \$ 294.827.671, con costi medi per persona tra \$ 577,18 e \$ 953,21. Le richieste di farmaci rappresentavano dal 20,1 al 33,3% dei costi diretti complessivi, le richieste di procedure dal 50,4 al 69,9% e le richieste di assistenza medica dal 16,3 all'8,6%. I farmaci antireflusso rappresentano circa il 10% e gli antibiotici il 6% dei costi diretti annuali [22–26].

L'impatto della gestione delle lesioni NLR dopo intervento chirurgico alla tiroide sembra essere rilevante per i pazienti, per il Sistema Sanitario Nazionale e per la società. Ferrari e collaboratori [27] hanno studiato il consumo di risorse nella gestione dei pazienti con lesioni al NLR rispetto ai pazienti senza lesioni, studiando 3 punti di vista (pazienti, Sistema sanitario nazionale e società) in 5 percorsi clinici [27]. Le spese mediche dirette sostenute dal SSN vanno da un minimo di € 79,46 a un massimo di € 3.261,95. Dal punto di vista del paziente, le spese mediche dirette, sostenute dal paziente, sono aumentate da un minimo di € 3,60 a un massimo di € 499,45. Le perdite di produttività sono state stimate in € 156 al giorno per paziente. Dal punto di vista del SSN, l'aumento percentuale variava dal 43,25 al 98,14%. Dal punto di vista del paziente, variava dal 51,52 all'80,60% [27]. L'analisi mostra un impatto economico significativo della gestione delle lesioni del NLR, che varia a seconda del tipo di danno, della durata e della gravità (Fig. 2).

Costi per esami laringei

È interessante notare che in letteratura sono presenti lavori che hanno analizzato i costi delle analisi laringoscopiche.

Sebbene la laringoscopia di routine (RL) dopo la tiroidectomia possa costare più dell'esame occasionale (OL), esso consente una diagnosi e un trattamento più precoci della PCV e quindi può determinare un risparmio sui costi a lungo termine. Uno studio costo-efficacia ha comparato 2 anni tra RL, OL con RL eseguita a 2 settimane (RL-2w), 1 mese (RL-1m) e 3 mesi (RL-3m) dopo tiroidectomia, secondo la prospettiva di un istituto [28]. Il caso era un'ipotetica donna di 50 anni sottoposta a tiroidectomia totale elettiva per un gozzo multinodulare benigno. È stato costruito un modello analitico decisionale per confrontare il rapporto costo-efficacia stimato tra RL, OL-2w, OL-1m e OL-3m dopo un periodo di 2 anni. Probabilità di riuscita, utilità e costi sono stati stimati dalla letteratura. La soglia per il rapporto costo-efficacia è stata fissata a \$ 50.000/quality-adjusted life year (QALY). Le analisi di sensibilità e soglia sono state utilizzate per esaminare l'incertezza del modello. Secondo questo studio, l'RL non era conveniente, perché il suo rapporto incrementale di costo-efficacia rispetto a OL-2w, OL-1m e OL-3m era rispettivamente di \$ 302.755, \$ 227.883 e \$ 247.105. L'RL era conveniente solo quando il tasso di

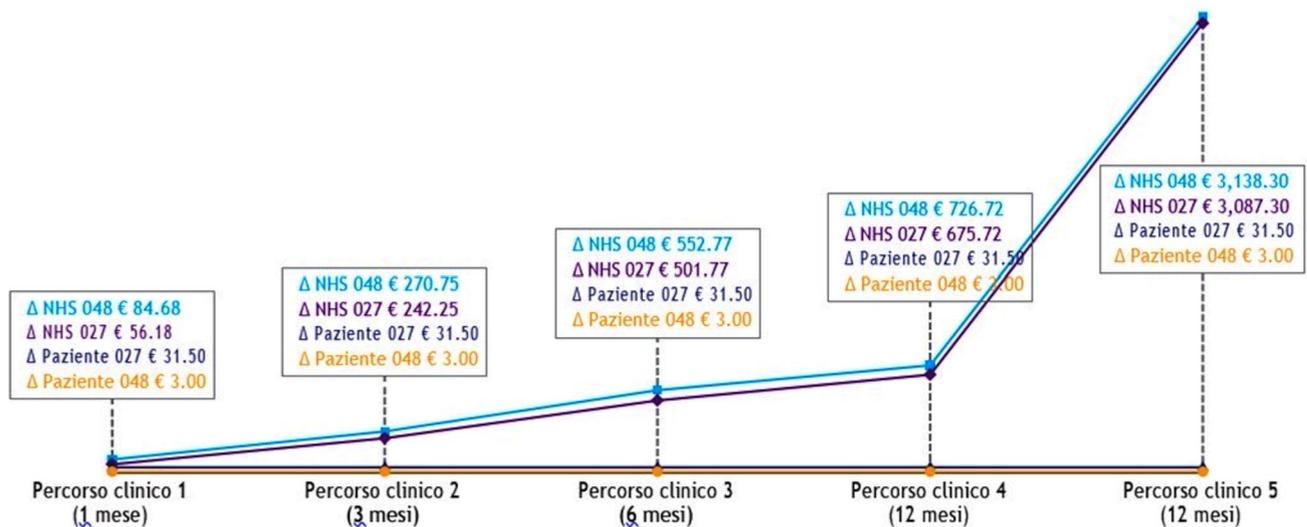


Fig. 2 Costo per lesione del RLN. Le spese sono sensibili al recupero nel tempo (cioè alla gravità) della lesione RLN. Le cifre sono più alte per le malattie maligne della tiroide rispetto alla chirurgia benigna. Le spese in caso di chirurgia delle corde vocali sono superiori a qualsiasi farmaco. Entrambi i costi sostenuti dal paziente e dal sistema sanitario nazionale sono significativi [27]. Ciascun percorso clinico indica:

percorso clinico 1, recupero della funzione RLN < 1 mese; percorso clinico 2, recupero della funzione RLN ≥ 1 mese e < 3 mesi; percorso clinico 3, recupero della funzione RLN ≥ 3 mesi e < 6 mesi; percorso clinico 4, recupero della funzione RLN ≥ 6 mesi e < 12 mesi; percorso clinico 5, recupero della funzione RLN ≥ 12 mesi, con fonochirurgia. *RLN*, nervo laringeo ricorrente; *NHS*, Sistema Sanitario Nazionale

PCV temporaneo aumentava > 42,7% o quando il costo dell'RL era pari a zero. Allo stesso modo, OL-2w era conveniente solo per OL-3m quando la disfonia per PCV temporanea a 3 mesi aumentava > 39,13%, quando la disfonia per PCV permanente a 3 mesi aumentava > 50,29% o quando la disfonia senza PCV a 3 mesi aumentava > 42,69%. Tuttavia, nessuno di questi scenari è apparso clinicamente probabile. Dal punto di vista dell'istituzione, la RL non era conveniente rispetto alle altre 3 strategie di OL. Per quanto riguarda la tempistica ottimale di OL, OL-3m sembra essere una strategia ragionevole e accettabile a causa del suo costo complessivo relativamente basso [28].

Modelli di spesa

Uno dei principali ostacoli all'approvazione dello IONM è il rapporto costo-efficacia. Con vincoli più severi sulla spesa sanitaria, molti riconoscono la necessità di identificare e limitare gli interventi clinici che non sono convenienti. Di conseguenza, l'analisi costo-efficacia viene sempre più utilizzata per valutare il valore relativo degli interventi chirurgici. La percezione della chirurgia come costosa e complessa potrebbe essere un ostacolo alla sua diffusa approvazione per la salute globale.

Loch Wilson e collaboratori [29] hanno riportato che la tecnica di neuromonitoraggio intraoperatorio non potrà mai essere economicamente conveniente se misurata come costo reale per ogni lesione evitata del nervo. In questo contesto, l'analisi comparativa dell'efficacia gioca un ruolo cruciale.

La quantificazione del valore economico della chirurgia con lo IONM determina grande discussione per l'espansione del ruolo del monitoraggio nella chirurgia tiroidea. L'analisi costo-efficacia è un approccio sistematico per valutare il valore relativo degli interventi sanitari (Fig. 3). La tecnica IONM viene sempre più utilizzata per determinare la linea di condotta per le decisioni cliniche in chirurgia.

Per questo motivo, i chirurghi devono comprendere l'analisi del rapporto costo-efficacia ed essere preparati a esaminare questi studi in modo critico. Tuttavia, il valore economico non dovrebbe essere l'unico argomento per l'allocation delle risorse: si possono anche addurre altre motivazioni, sia organizzative, sia etiche e politiche per la sua inclusione. Alcune funzionalità intraoperatorie dello IONM e le possibili conseguenze delle lesioni del nervo non possono essere valutate all'interno dei costi totali (Tabella 1).

Schema per lesioni permanenti del NLR

Uno studio ha utilizzato una simulazione di *economic modeling* per valutare l'utilità clinica e il rapporto costo-efficacia dell'implementazione dello IONM nel sistema sanitario italiano. Wang e colleghi [30] hanno stimato il costo e le conseguenze di un diverso decorso della lesione del nervo: 1) nessuna lesione del NLR; 2) recupero dalla PCV entro 1 mese; 3) 2 mesi; 4) 6 mesi; e 5) dopo 12 mesi. Nel modello applicato, la coorte simulata in media era costituita da una giovane paziente di sesso femminile, 40 anni, impiegata, utilizzatrice quotidiana della voce, sottoposta a tiroidectomia totale elettiva convenzionale tramite incisione cervicale utilizzando la

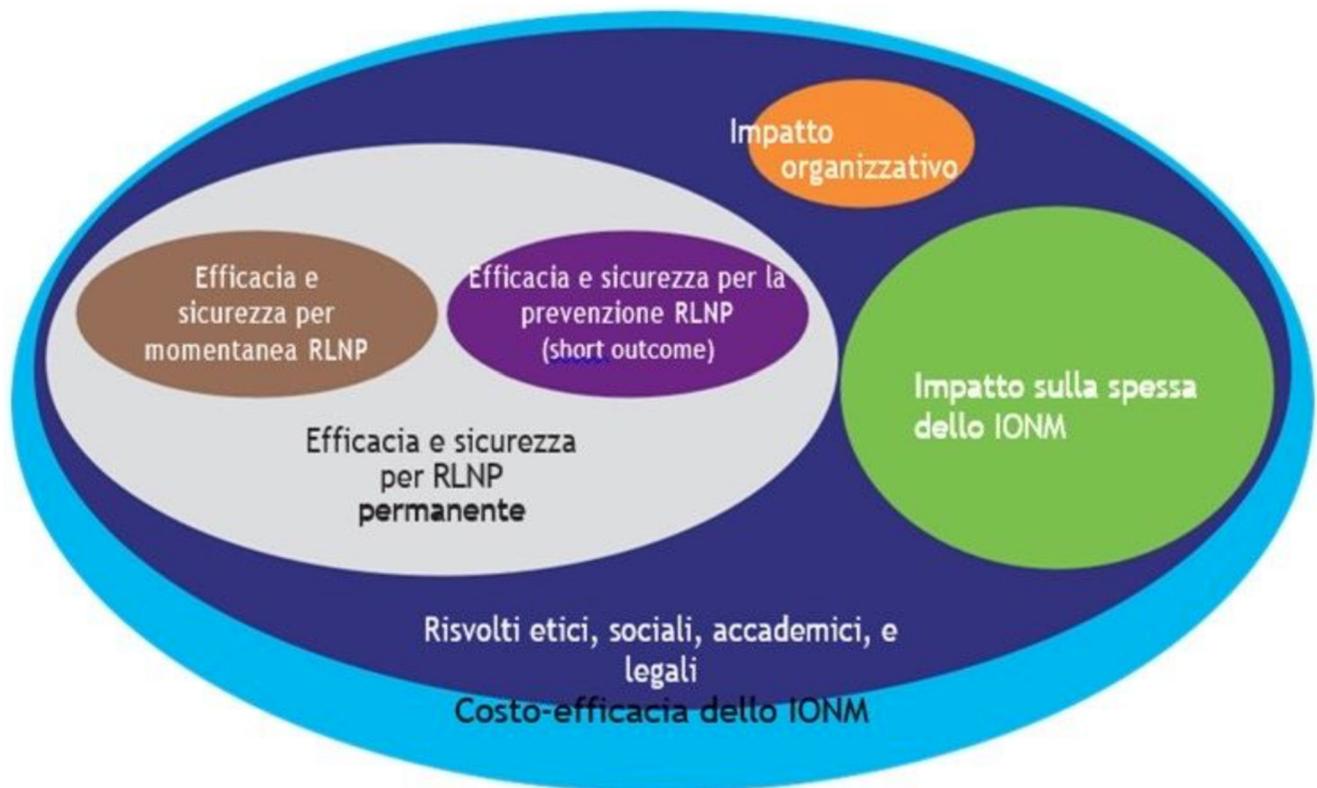


Fig. 3 Sfide di IONM in termini di rapporto costo-efficacia. *IONM*, neuromonitoraggio intraoperatorio; *RLNP*, paralisi del nervo laringeo ricorrente

Tabella 1 Contenuti non considerati negli studi di costo-efficacia dello IONM, *IONM*, neuromonitoraggio intraoperatorio; *EBSLN*, branca esterna del nervo laringeo superiore

- Identificazione precoce e definitiva del nervo
- Aiuto alla dissezione del nervo
- Continua valutazione della funzionalità del nervo
- Catalogazione della variabilità anatomica
- Cambiamento della strategia intraoperatoria
 - Sincronizzazione delle manovre chirurgiche
 - Mappatura delle lesioni
- Costo della risposta a un avviso dello IONM (segnale falso vs vero)
- Identificazione e monitoraggio EBSLN
- Strumento didattico
- Uso dello IONM da parte di chirurghi con minore esperienza
- Usi legali
- Curva di apprendimento dello IONM
- Uso per fini di ricerca

tecnica IONM intermittente standardizzata, per un intervento chirurgico benigno, bilaterale, di gozzo multinodulare diffuso non tossico, non retrosternale. L'utilizzo dello IONM era sconveniente in termini di costi quando parametri come i tassi di PCV transitori raggiungevano il 38,5%. Lo IONM era conveniente se il tasso di PCV era del 33,6% a 1 mese,

del 22,9% a 2 mesi, del 9,8% a 6 mesi e del 3,8% a 12 mesi, indipendentemente dalla fonochirurgia. Lo scenario descritto è conveniente solo in un ambiente ad alto volume. Alla luce dei limiti di uno studio basato sulla simulazione, gli autori hanno assunto in modo conclusivo che lo IONM è conveniente per le lesioni permanenti del NLR.

Rappresentazione della chirurgia tiroidea bilaterale

In un'ulteriore analisi, è stato studiato il rapporto costo-efficacia dello IONM nella prevenzione del danno bilaterale del NLR. È stato costruito un modello a catena di Markov basato sull'uso dello IONM. Il paziente di base è stato definito come una donna di 40 anni che si presentava con un cancro della tiroide papillare sinistro di 4,1 cm che ha sviluppato una lesione del NLR con perdita di segnale di monitoraggio durante la tiroidectomia bilaterale pianificata. È stato ipotizzato che, se il chirurgo avesse utilizzato lo IONM, la lesione del NLR sarebbe stata rilevata e l'operazione si sarebbe conclusa come lobectomia tiroidea per evitare il rischio di lesione del NLR controlaterale. Il costo in dollari USA è stato convertito in euro; probabilità e punteggi di utilità sono stati identificati dalla letteratura e dalle risorse stabilite dal governo. La durata del follow-up è stata fissata a 20 anni e la disponibilità a pagare (WTP) a € 38.000 (\$ 50.000) per QALY. Alla fine

dell'anno, la strategia senza utilizzo dello IONM ha accumulato € 163.995,40 (\$ 215.783,43) e un'efficacia di 14,15 QALYs, mentre la strategia che prevedeva l'uso dello IONM ha accumulato € 170.283,68 (\$ 224.057,48) e un'efficacia di 14,33 QALYs. Il rapporto incrementale costo-efficacia, confrontando l'uso dello IONM al non-uso dello IONM, era di € 35.285,26 (\$ 46.427,97) per QALY, che è inferiore al WTP proposto, indicando che l'uso dello IONM è il piano di gestione preferito e anche il più economico. Un test di simulazione Monte Carlo che ha considerato la variabilità dei principali fattori di studio in un ipotetico campione di 10.000 pazienti ha mostrato che lo IONM è la strategia preferita nell'85,8% della popolazione.

Preventivi per l'uso dello IONM "selettivo" in casi ad alto rischio

Nonostante l'utilità del neuromonitoraggio intraoperatorio nella mappatura dei nervi, nell'identificazione precoce e nella dissezione degli stessi, nella prognosi e nella riduzione del rischio di lesioni nervose iatrogene durante la chirurgia tiroidea, il suo uso di routine durante la chirurgia primaria o di revisione rimane controverso. Una domanda importante nell'attuale situazione nell'economia della medicina è determinare quali interventi chirurgici alla tiroide dovrebbero essere monitorati. Una risposta a questa domanda potrebbe essere che ogni caso dovrebbe essere monitorato perché anche se c'è una sola possibilità che un paziente possa trarne beneficio, vari pazienti potrebbero avere buoni risultati. Al fine di identificare i pazienti che trarrebbero maggior beneficio dagli approcci chirurgici tradizionali o dall'approccio con lo IONM, sono necessarie prove cliniche da studi multicentrici su larga scala o valutazioni non randomizzate altrettanto rigorose. Allo stesso tempo, è probabile che l'uso dello IONM diventi di routine solo con successivi aumenti dei finanziamenti.

Conclusioni

Ci sono stati progressi straordinari negli ultimi 25 anni in chirurgia generale. Alcuni eventi entreranno sicuramente nella storia della chirurgia e, tra questi, la chirurgia conservativa nel trattamento dei tumori della mammella, la chirurgia mininvasiva laparoscopica o toracosopia e la notevole diffusione della chirurgia dei trapianti d'organo. Nel campo della chirurgia oncologica maggiore, la letteratura internazionale indica una significativa riduzione della mortalità e morbilità dopo interventi di resezione di tumori esofagei, epatici e pancreatici.

Certamente l'esperienza, la competenza dell'équipe chirurgica, l'ambiente in cui opera il chirurgo e la presenza

nella struttura ospedaliera di altre competenze specialistiche con cui interagire sono i presupposti per ottenere questi risultati, che testimoniano un lungo e intenso percorso di base e di ricerca traslazionale, tecnologica e clinica. Anche la storia recente della chirurgia tiroidea è caratterizzata dall'evoluzione di progressive acquisizioni in diversi settori: anatomia, fisiologia, fisiopatologia, genetica, diagnostica di laboratorio e radiologica, e innovazione tecnologica con un continuo miglioramento dell'approccio diagnostico e terapeutico delle patologie tiroidee.

In chirurgia tiroidea, negli ultimi anni sono state proposte e applicate nuove e interessanti tecnologie. Queste includono la chirurgia mininvasiva, video-assistita o endoscopica, il sistema di monitoraggio intraoperatorio dei nervi laringei, il dosaggio perioperatorio precoce del paratormone per la prevenzione dell'ipocalcemia sintomatica post-tiroidectomia, gli strumenti chirurgici per l'emostasi, la dissezione e, infine, i test genetici per l'individuazione di pazienti portatori della mutazione del gene RET.

Le nuove tecniche vengono proposte e applicate immediatamente, a volte senza consentirne la misurazione dell'efficacia e prevederne le conseguenze, positive o negative che siano. Si ritiene comunque che la loro applicazione debba essere guidata dal buon senso, garantita da una scrupolosa formazione e, quando possibile, secondo i principi della medicina basata sull'evidenza.

Informazioni Supplementari La versione online contiene materiale supplementare disponibile su <https://doi.org/10.1007/s40619-022-01085-6>.

Funding Note Open access funding provided by Università degli Studi di Milano within the CRUI-CARE Agreement.

Dichiarazioni etiche

Conflitto di interesse Gli autori Alessandro Matarese, Pier Giorgio Calò, Gabriele Materazzi, Viola Villardita, Maurizio Iacobone, Antonella Pino, Paolo Carcoforo, Francesco Frattini, Andrea Casaril, Paolo Del Rio, Marco Raffaelli, Celestino Pio Lombardi, Giovanni Docimo e Gianlorenzo Dionigi dichiarano di non avere conflitti di interesse.

Consenso informato Lo studio presentato in questo articolo non ha richiesto sperimentazione umana.

Studi sugli animali Gli autori di questo articolo non hanno eseguito studi sugli animali.

Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

Bibliografia

1. Dralle H, Sekulla C, Lorenz K et al (for the German IONM Study Group) (2008) Intraoperative monitoring of the recurrent laryngeal nerve in thyroid surgery. *World J Surg* 32:1358–1366
2. Barczyński M, Konturek A, Cichoń S (2009) Randomized clinical trial of visualization versus neuromonitoring of recurrent laryngeal nerves during thyroidectomy. *Br J Surg* 96:240–246
3. Horne SK, Gal TJ, Brennan JA (2007) Prevalence and patterns of intraoperative nerve monitoring for thyroidectomy. *Otolaryngol Head Neck Surg* 136:952–956
4. Sturgeon C, Sturgeon T, Angelos P (2009) Neuromonitoring in thyroid surgery: attitudes, usage patterns, and predictors of use among endocrine surgeons. *World J Surg* 33:417–425
5. Lamade W, Fogel W, Rieke K et al (1996) Intraoperative monitoring of the recurrent laryngeal nerve. A new method. *Chirurg* 67:451–454
6. Thomusch O, Sekulla C, Walls G et al (2002) Intraoperative neuromonitoring of surgery for benign goiter. *Am J Surg* 183:673–678
7. Chiang FY, Lee KW, Chen HC et al (2010) Standardization of intraoperative neuromonitoring of recurrent laryngeal nerve in thyroid operation. *World J Surg* 34:223–229
8. Randolph GW, Dralle H, Abdullah H et al (2011) Electrophysiologic recurrent laryngeal nerve monitoring during thyroid and parathyroid surgery: international standards guideline statement. *Laryngoscope* 121(Suppl 1):S1–16
9. Loch-Wilkinson TJ, Stalberg PL, Sidhu SB et al (2007) Nerve stimulation in thyroid surgery: is it really useful? *ANZ J Surg* 77:377–380
10. Frick KD (2009) Microcosting quantity data collection methods. *Med Care* 47:S76–81
11. Heerey A, McGowan B, Ryan M, Barry M (2002) Microcosting versus DRGs in the provision of cost estimates for use in pharmacoeconomic evaluation. *Expert Rev Pharmacoecon Outcomes Res* 2:29–33
12. Dionigi G, Bacuzzi A, Boni L et al (2008) What is the learning curve for intraoperative neuromonitoring in thyroid surgery? *Int J Surg* 6(Suppl 1):S7–12
13. Antos J, Elwell D (1998) Using activity-based management to control costs & achieve organization goals. *Caring* 17:34–38
14. Regione Lombardia (IT) (2008) Delibera di Giunta Regionale n. 8501. Regione Lombardia, Milano; 2008 Nov 26 [cited year month day]. Available from: <http://www.regione.lombardia.it>. Accessed on 13/12/2021
15. Sosa JA, Bowman HM, Tielsch JM et al (1998) The importance of surgeon experience for clinical and economic outcomes from thyroidectomy. *Ann Surg* 228:320–330
16. Dionigi G, Bacuzzi A, Boni L et al (2012) Visualization versus neuromonitoring of recurrent laryngeal nerves during thyroidectomy: what about the costs? *World J Surg* 36:748–754
17. Sanguinetti A, Parmeggiani D, Lucchini R et al (2014) Intraoperative recurrent laryngeal nerve monitoring in thyroid surgery evaluation of its use in terms of “spending review”. *Ann Ital Chir* 85:418–421
18. Echeverri A, Flexon PB (1998) Electrophysiologic nerve stimulation for identifying the recurrent laryngeal nerve in thyroid surgery: review of 70 consecutive thyroid surgeries. *Am Surg* 64:328–333
19. Jeannon JP, Orabi AA, Bruch GA et al (2009) Diagnosis of recurrent laryngeal nerve palsy after thyroidectomy: a systematic review. *Int J Clin Pract* 63:624–629
20. Francis DO, Randolph G, Davies L (2017) Nationwide variation in rates of thyroidectomy among US medicare beneficiaries. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg* 143:1122–1125
21. Nouraei SA, Allen J, Kaddour H et al (2017) Vocal palsy increases the risk of lower respiratory tract infection in low-risk, low-morbidity patients undergoing thyroidectomy for benign disease: a big data analysis. *Clin Otolaryngol* 42:1259–1266
22. Cohen SM, Dupont WD, Courey MS (2006) Quality-of-life impact of non-neoplastic voice disorders: a meta-analysis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 115:128–134
23. Cohen SM, Lee HJ, Roy N, Misono S (2018) Pharmacologic management of voice disorders by general medicine providers and otolaryngologists. *Laryngoscope* 128(3):682–689
24. Cohen SM, Kim J, Roy N et al (2012) The impact of laryngeal disorders on work-related dysfunction. *Laryngoscope* 122:1589–1594
25. Cohen SM, Kim J, Roy N et al (2012) Direct health care costs of laryngeal diseases and disorders. *Laryngoscope* 122:1582–1588
26. Cohen SM, Kim J, Roy N et al (2012) Prevalence and causes of dysphonia in a large treatment-seeking population. *Laryngoscope* 122:343–348
27. Ferrari CC, Rausei S, Amico F et al (2016) Recurrent laryngeal nerve injury in thyroid surgery: clinical pathways and resources consumption. *Head Neck* 38:1657–1665
28. Lang BH, Wong CK, Tsang RK et al (2014) Evaluating the cost-effectiveness of laryngeal examination after elective total thyroidectomy. *Ann Surg Oncol* 21:3548–3556
29. Wilson L, Lin E, Lalwani A (2003) Cost-effectiveness of intraoperative facial nerve monitoring in middle ear or mastoid surgery. *Laryngoscope* 113:1736–1745
30. Rocke DJ, Goldstein DP, de Almeida JR (2016) A cost-utility analysis of recurrent laryngeal nerve monitoring in the setting of total thyroidectomy. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg* 142:1199–1205

Nota della casa editrice Springer Nature rimane neutrale in riguardo alle rivendicazioni giurisdizionali nelle mappe pubblicate e nelle affiliazioni istituzionali.