

# Il metodo ECG intracavitario nel posizionamento di cateteri venosi centrali PICC in un reparto di Terapia Intensiva Coronarica

## *The Intracavitary ECG method for positioning of central venous catheters PICC in an Intensive Coronary Unit*

■ **ALESSANDRO MITIDIERI<sup>1</sup>, MAURO PITTIRUTI<sup>2</sup>, SANDRA ISABEL SILVA SANTOS<sup>1</sup>, LUCIANA MATTU<sup>3</sup>, CARMEN NUZZO<sup>4</sup>, CINZIA SECHI<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Infermiere, Terapia Intensiva Coronarica, Dipartimento di Medicina Cardiovascolare Policlinico Universitario "A. Gemelli" Università Cattolica Sacro Cuore, Roma

<sup>2</sup> Medico Chirurgo, Dipartimento di Chirurgia, Policlinico Universitario "A. Gemelli" Università Cattolica Sacro Cuore, Roma

<sup>3</sup> Coordinatore infermieristico, Terapia Intensiva Coronarica, Dipartimento di Medicina Cardiovascolare Policlinico Universitario "A. Gemelli" Università Cattolica Sacro Cuore, Roma

<sup>4</sup> Dirigente infermieristico, Policlinico Universitario "A. Gemelli" Università Cattolica Sacro Cuore, Roma

### RIASSUNTO



**Introduzione:** si è studiato la fattibilità e l'accuratezza del metodo dell'ECG intracavitario per il posizionamento della punta degli accessi venosi centrali tipo PICC (Percutaneous intravenous central catheter) in 46 pazienti adulti ricoverati in una Terapia Intensiva Coronarica.

**Materiali e metodi:** sono stati selezionati soltanto pazienti in cui il metodo fosse applicabile, cioè pazienti con un'onda P ben identificabile nel tracciato ECG di superficie. La fattibilità è stata definita come la possibilità di identificare un picco dell'onda P nel tracciato intracavitario. L'accuratezza è stata definita usando come termine di confronto il controllo radiografico del torace dopo la procedura.

**Risultati:** tutti i PICC sono stati inseriti con successo, senza complicanze degne di nota e in particolare senza complicanze potenzialmente correlate con il metodo dell'ECG intracavitario. Il metodo è risultato fattibile in 44 casi su 46. La posizione finale alla giunzione atrio-cavale stimata, secondo il metodo dell'ECG, è stata confermata dal controllo postoperatorio della radiografia del torace in tutti i 44 pazienti. Nei 2 casi in cui non è stato possibile rilevare il tipico picco dell'onda P, la causa è imputabile ad artefatti che rendevano difficile l'interpretazione del tracciato dell'ECG intracavitario.

**Conclusioni:** in questo nostro studio condotto su cateteri a inserzione periferica tipo PICC nei pazienti in Terapia Intensiva Coronarica, il metodo dell'ECG intracavitario è risultato essere ottimo in termini di fattibilità (96%), accuratezza (100%) e sicurezza (100%).

**Parole chiave:** PICC, Metodo ECG, Catetere venoso centrale, Posizione della punta.

### ABSTRACT



**Introduction:** we have evaluated the feasibility and the accuracy of the intracavitary ECG method for verifying the position of the tip of peripherally inserted central catheters PICC (Percutaneous intravenous central catheter) in 46 adult patients admitted to a Coronary Care Unit.

**Materials and methods:** we selected only patients in whom the intracavitary ECG method is applicable, i.e. patients with a P wave clearly identifiable on the surface ECG. Feasibility was defined as the possibility of identifying a peak of the P wave in the intracavitary ECG. Accuracy was evaluated using as a reference the verification of tip position by post-procedural chest x-ray.

**Results:** all PICCs were inserted successfully, without significant complications and more specifically without any of the complications potentially related to the intracavitary ECG method. The method was feasible in 44 patients out of 46. The final position of the tip at the caval-atrial junction, estimated by the intracavitary ECG method, was confirmed by a post-procedural chest x-ray in all 44 patients. In 2 cases where the peak of the P wave could not be detected, this was due to artifacts that made the interpretation of the intracavitary ECG difficult.

**Conclusions:** in this study on PICCs in the Coronary Care Unit, the intracavitary ECG method was optimal in terms of feasibility (96%), accuracy (100%) and safety (100%).

**Key words:** PICC, ECG method, Central venous catheter, Tip position.

**Articolo originale**

PERVENUTO IL 15/05/2014  
ACCETTATO IL 19/06/2014

**Corrispondenza per richieste:**

Alessandro Mitidieri,  
[alessandromitidieri@fiscali.it](mailto:alessandromitidieri@fiscali.it)

Gli autori dichiarano di non aver conflitto di interesse.

**Introduzione**

La posizione ottimale della punta di un catetere venoso centrale, sia esso un centrale tradizionale o ad inserzione periferica (PICC-Percutaneous intravenous central catheter) è di grande importanza, poiché un errato posizionamento della punta si associa notoriamente ad un alto rischio di malfunzionamenti, trombosi venosa, aritmie, danni vasali e altro.<sup>1</sup> La definizione di catetere venoso centrale è in effetti strettamente correlata alla posizione della punta del catetere, indipendentemente dal suo punto di inserzione.<sup>2</sup> La posizione ottimale della punta è a livello della giunzione cavo-atriale e più generalmente nella zona tra il terzo inferiore della vena cava superiore e la prima porzione dell'atrio destro, come da raccomandazioni ESPEN – European Society of Parenteral Nutrition<sup>3</sup> e del Royal College of Nurses.<sup>4</sup> Differiscono di poco le raccomandazioni della National Association of Vascular Access Network (NAVAN, oggi AVA) che suggeriscono come corretta la posizione della punta nella terza porzione inferiore della vena cava superiore.<sup>5</sup>

L'incidenza complessiva di malposizionamenti primari varia dal 2 al 30%, secondo le diverse tecniche di impianto utilizzate ed è più frequente durante l'impianto di PICC piuttosto che di cateeri venosi centrali (CVC). Si stima che la incidenza di malposizionamenti dei PICC, in assenza di tecniche intra-procedurali per la verifica della punta, possa aggirarsi tra

il 15 e il 20%, con rischio maggiore per i cateteri inseriti dal braccio sinistro. Tipica malposizione è quella di un PICC troppo corto che si blocca, ad esempio, nel terzo superiore della vena cava superiore o addirittura in vena anonima, che sarà soggetto a diverse complicanze: malfunzionamento, trombosi venosa in prossimità della punta, formazione del cosiddetto "fibrin sleeve" (in realtà una guaina fibroblastica), migrazione della punta (ad es. dopo un aumento improvviso della pressione intratoracica, come nel caso di forte tosse o vomito).<sup>6</sup>

Il metodo più comunemente usato per la verifica della posizione degli accessi centrali è la radiografia del torace eseguita dopo l'impianto: è ovviamente una metodica meno costosa e più sicura rispetto alla fluoroscopia ed ha una buona accuratezza, pur avendo il grosso limite di essere un metodo post-procedurale e quindi costringendo ad una nuova manovra di riposizionamento. La valutazione intra-procedurale della posizione della punta (ovviamente preferibile, almeno in teoria, poiché consente di correggersi in corso d'opera), può essere realizzata con tecniche diverse, quali la fluoroscopia, la ecocardiografia trans-toracica, la ecocardiografia trans-esofagea, o la elettrocardiografia intracavitaria. Quest'ultima costituisce senz'altro l'opzione più sicura, più accurata e più efficace rispetto al costo.

Il metodo dell'ECG intracavitario è stato descritto per la prima volta nel lon-

tano 1949 e dopo le prime esperienze nel 1960, è stato diffuso nella pratica clinica in Europa negli anni '80 e '90, soprattutto per i CVC tradizionali e per i sistemi venosi centrali totalmente impiantabili.<sup>8</sup> Pochi anni or sono, in seguito ad esperienze condotte proprio in Italia<sup>9</sup>, il metodo è stato anche applicato al posizionamento dei PICC.

**Materiali e metodi**

Il nostro studio è stato effettuato in modo da valutare la fattibilità e l'accuratezza del metodo ECG per il posizionamento della punta di accessi venosi centrali tipo PICC in pazienti adulti ricoverati in una Terapia Intensiva Coronarica (UTIC). La pratica di posizionare PICC per via ecoguidata e ECG-guidata è stata inserita recentemente nella nostra UTIC (Policlinico Universitario "A. Gemelli", Roma).

Abbiamo arruolato 46 pazienti ricoverati e tutti candidati al posizionamento di un accesso venoso centrale ad inserzione periferica tipo PICC. Criteri di inclusione erano la necessità terapeutica di posizionare un PICC secondo i protocolli clinici di indicazione all'accesso venoso vigenti nella nostra UTIC e la presenza di un'onda P ben riconoscibile al tracciato ECG di base (il che corrisponde al criterio di applicabilità del metodo dell'ECG intracavitario). I criteri di esclusione sono stati: l'età < 18 anni, il mancato consenso del paziente alla manovra e l'impossibilità di identifi-

care un'onda P atriale all'ECG basale di superficie (per fibrillazione atriale o altre aritmie sopra-ventricolari e la presenza di un pace-maker). Abbiamo utilizzato esclusivamente cateteri a punta aperta in poliuretano, 4Fr monolume o 5Fr bilume. La tecnica di impianto utilizzata per tutti i cateteri è stata eseguita secondo il protocollo ISP (Impianto sicuro dei PICC) messo a punto dal GAVeCeLT (Gli Accessi Venosi Centrali a Lungo Termine)<sup>10</sup> e approvato dalle nostre procedure aziendali. I cateteri sono stati inseriti previa puntura eco-guidata di una vena profonda del braccio (basilica o brachiale). Come posizione ideale della punta è stata scelta la giunzione tra atrio destro e vena cava superiore. La lunghezza desiderata del catetere è stata stimata per mezzo di parametri antropometrici prima della procedura, usando il metodo tradizionale (distanza in cm tra sito di venipuntura e punto emiclaveare più distanza in cm tra punto emiclaveare e terzo spazio intercostale sulla linea parasternale destra) e il metodo di Ocado (distanza in cm tra il sito di venipuntura e l'articolazione sternoclavicolocostale omolaterale più 10 cm se si è a destra oppure 15 cm se si è a sinistra). Il metodo dell'ECG intracavitario è stato attuato utilizzando dispositivi già in commercio che fungono da conduttori tra il catetere, riempito con soluzione standard fisiologica 0,9%, e l'elettrodo connesso con il monitor ECG. Posto che il metodo dell'ECG intracavitario utilizza il catetere stesso come elettrodo viaggiante nel settore intravascolare, si possono teoricamente applicare due tecniche differenti: la cosiddetta "tecnica della guida

metallica" (quando l'elettrodo intracavitario è la guida metallica inserita all'interno del catetere) e la cosiddetta "tecnica della soluzione salina" (quando l'elettrodo intracavitario è la colonna di liquido – cioè la normale soluzione salina – contenuta nel catetere).<sup>10</sup> In questo studio abbiamo utilizzato esclusivamente la tecnica con soluzione salina utilizzando trasduttori presenti sul mercato.

Come monitor ECG abbiamo preferenzialmente usato uno strumento disponibile sul mercato specificamente dedicato al metodo dell'ECG intracavitario.

Il metodo si basa sul principio secondo il quale, avanzando il catetere lungo la vena cava superiore verso l'atrio destro e utilizzando il catetere stesso come elettrodo "rosso" della derivazione II di Einthoven, si osservano variazioni prevedibili nell'ampiezza dell'onda P: l'onda P aumenta progressivamente allorché il catetere entra nella parte inferiore della vena cava superiore e raggiunge l'altezza massima quando il catetere è al passaggio tra vena cava superiore e atrio destro ovvero alla giunzione cavo-atriale (che corrisponde alla posizione ottimale della punta del catetere venoso centrale).<sup>3</sup> Appena il catetere oltrepassa questo punto verso l'atrio destro o verso la vena cava inferiore, l'onda P diminuisce e/o diventa bifasica (negativa-positiva) e infine negativa.

L'inserzione ecoguidata del PICC in una vena profonda a metà braccio è stata eseguita secondo il protocollo ISP: esame ecografico accurato delle vene delle braccia, selezione di una vena di calibro proporzionato al catetere, identificazione ecografica dell'arteria brachiale e

del nervo mediano, venipuntura ecoguidata nel terzo medio del braccio, incanalamento della vena con tecnica di Seldinger modificata (ovvero con microintroduttore-dilatatore).<sup>11</sup> Seguendo le raccomandazioni del protocollo ISP, al momento del passaggio del *carrefour* giugulare/succlavia/anonima, si controllava ecograficamente l'assenza del catetere nella vena giugulare interna omolaterale. Durante il passaggio intratoracico del catetere, si osservavano le variazioni morfologiche dell'ECG intracavitario in derivazione II. Quando l'onda P raggiungeva l'ampiezza massima, corrispondente alla giunzione atrio-cavale, il catetere veniva fissato in tale posizione.

Tutti i PICC erano fissati alla cute con sistemi *sutureless*, come previsto dalle linee guida del CDC<sup>6</sup> e dal protocollo ISP<sup>10</sup>. Tutti i pazienti venivano poi sottoposti a radiografia del torace post-impianto in modo da valutare l'accuratezza del metodo ECG nel posizionamento della punta. Le radiografie toraciche sono state valutate secondo un criterio ben definito e riproducibile, ampiamente accettato e già utilizzato nello studio multicentrico italiano<sup>11</sup>, ovvero il criterio della distanza della punta del catetere dal piano della carena tracheale in cui si considera che la giunzione cavo-atriale sia mediamente posizionata 3 cm sotto il piano della carena. Vengono accettati come ben posizionati quegli accessi venosi la cui punta si proietta almeno 1 cm e non più di 5 cm sotto la carena.<sup>11</sup> Tutte le radiografie sono state eseguite in posizione supina (trattandosi di pazienti allettati), ovvero nella stessa posizione in cui era stata eseguita la procedura (**Figura 1 e 2**).

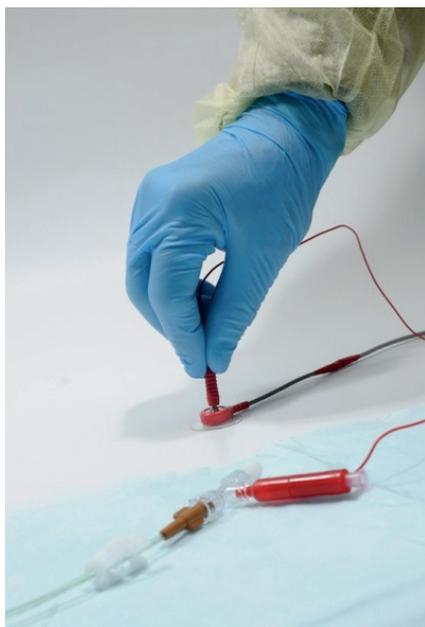


Figura 1 – Derivazione ECG Vyocard® – Vygon®

### Risultati

Tutti i cateteri sono stati inseriti con successo, senza complicanze degne di nota, mediante venipuntura ecoguidata della vena basilica (35 casi) o della vena brachiale (11 casi). Nella maggior parte dei casi (30 su 46), è stata preferita una inserzione dal braccio destro. Non ci sono state complicanze aritmiche né altre complicanze direttamente o indirettamente correlate con il metodo ECG. In 29 casi è stato usato un monitor ECG "dedicato", nei restanti casi si è usato il monitor ECG standard cui il paziente era già connesso.

Il metodo dell'ECG intracavitario è risultato fattibile in 44 casi su 46, ovvero l'elevazione dell'onda P – corrispondente alla giunzione atrio-cavale – è stata identificata in 44 pazienti. In 2 casi non è stato possibile rilevare la tipica onda P atriale per artefatti che hanno reso difficile la interpretazione del tracciato dell'ECG in-

tracavitario; la posizione finale della punta, definita solo sulla base delle misure antropometriche, appariva alla radiografia del torace oltre la giunzione atrio-cavale in atrio destro profondo (più di 5 cm sotto la carena tracheale). Dopo la esecuzione della radiografia, i due PICC sono stati sfilati rispettivamente di 2 e 4 cm e poi rifissati. È interessante notare che in entrambi i pazienti non si era utilizzato un monitor ECG "dedicato" al metodo intracavitario (Nautilus®, Romedex), ma un monitor ECG standard. La posizione finale alla giunzione atrio-cavale è stata invece confermata dal metodo intracavitario ECG e dal controllo postoperatorio della radiografia del torace in tutti i 44 pazienti. In 3 casi si è rilevato che la lunghezza stimata sulla base delle misure antropometriche era significativamente maggiore (> 2 cm) della lunghezza misurata secondo l'onda P alla giunzione atrio-cavale; la posizione finale della punta è stata comunque scelta in base alla misurazione ECG e la radiografia del torace ha confermato la correttezza della scelta.



Figura 2 – Easy PICC® – Vygon®

### Discussione

In questo nostro studio su pazienti in UTIC, il metodo dell'ECG intracavitario è risultato fattibile nel 96% dei PICC. Ciò corrisponde alla fattibilità del 99%. I fattori cruciali che influenzano la possibilità di identificare l'elevazione dell'onda P nel tracciato intracavitario sono: l'esperienza dell'operatore, l'adozione di un trasduttore adeguato e di un monitor ECG "dedicato", la presenza di interferenze elettriche ed elettromagnetiche (sicuramente più frequenti in una Terapia Intensiva rispetto ad un reparto normale) che possono indurre artefatti.<sup>9</sup>

Nei 44 casi in cui il metodo è stato portato a termine, l'accuratezza (definita come congruità tra il metodo ECG e la radiografia del torace quanto a determinazione della posizione della punta) è stata del 100%. Simili risultati sono stati già descritti da altri lavori che hanno paragonato i due metodi.<sup>2,10,8,1</sup>

Un fattore importante nella congruità tra i due metodi sembra essere la posizione in cui viene effettuata la radiografia del torace. Infatti, se viene eseguita a paziente in piedi, la punta appare più in alto di quanto stimato dall'ECG a paziente supino: tale differenza è legata non a discrepanza tra i metodi, ma al fenomeno fisiologico per cui in posizione eretta il diaframma si abbassa e con esso le cavità cardiache, con l'effetto di proiettare la punta del catetere 1-2 cm più in alto. Il nostro studio conferma anche un reperto già più volte descritto per i PICC, ovvero che le misure antropometriche tendono a sovrastimare la lunghezza tra il punto di inserzione e la giunzione cavo-atriale.

La caratteristica più importante del



**Figura 3** – Nautilus<sup>®</sup>, Romedex<sup>®</sup>

metodo è però quella che consente la verifica della posizione della punta in tempo reale, evitando il ricorso a manovre di riposizionamento post-procedurali (complicate, costose e potenzialmente rischiose). La verifica intra-procedurale potrebbe essere ottenuta anche con altre metodologie (fluoroscopia, ecc.), che sono però sicuramente più costose e logisticamente più difficili rispetto al metodo ECG. Inoltre in molti casi (CVC a breve termine, cateteri per dialisi, PICC), il metodo ECG può essere applicato non solo durante l'inserimento, ma anche dopo giorni, settimane o mesi dopo l'inserimento, ad esempio per verificare che la punta non sia migrata ma ancora in posizione corretta. La corretta posizione della punta può essere facilmente documentata in cartella clinica attraverso una stampa del tracciato intracavitario ECG.

Il metodo ha anche altri vantaggi: può essere applicato in situazioni cliniche in cui la verifica radiologica è controindicata (gravidanza) o logisticamente difficile (posizionamento di PICC a domicilio o in hospice); è sicuro, poco costoso poiché richiede soltanto un cavo-trasduttore e la

disponibilità di un monitor ECG, può essere effettuato facilmente da infermieri adeguatamente addestrati (**Figura 3**).

### Conclusioni

In questo studio condotto su cateteri ad inserzione periferica tipo PICC nei pazienti in UTIC, il metodo dell'ECG intracavitario è risultato essere ottimo in termini di fattibilità (96%), accuratezza (100%) e sicurezza (100%). Unico importante limite del metodo è la sua limitata applicabilità nel paziente cardiologico, poiché non può prescindere dalla possibilità di identificare l'onda P nel tracciato ECG di superficie. Nei pazienti in cui può essere applicato, il metodo ECG permette in tempo reale la verifica della posizione della punta durante la procedura, evitando il ricorso a manovre di riposizionamento post-procedurali, consente di evitare la radiografia di controllo<sup>3</sup> e di utilizzare immediatamente l'accesso venoso centrale. Sulla base della nostra esperienza e della letteratura, per ottenere un risultato ottimale si raccomanda l'adozione di un protocollo di inserzione sicuro e ben definito quale il protocollo ISP<sup>10</sup>, un adeguato addestramento degli operatori, l'utilizzo della tecnica della "soluzione salina" e l'utilizzo preferenziale di un monitor ECG "dedicato".

### Bibliografia

1. CAPOZZOLI G, ACCINELLI G, FABBRO L et al. *Intra-cavitary ECG is an effective method for correct positioning of the tip of tunneled Groshong catheters*. J Vasc Access. 2012; 13(3): 393-96.
2. GEBHARD RE. *Can electrocardiogram-controlled central line placement decrease the need for routine chest radiographs after central venous cannulation?* Anesth Analg. 2007; 104:1614.
3. PITTIRUTI M, HAMILTON H, BIFFI R et al. *ESPEN Guidelines on parenteral nutrition: central venous catheters (access, care, diagnosis and therapy of complications)*. Clin Nutr. 2009; 28:365-77.
4. RCN. *Standards for infusion therapy*. 3<sup>a</sup> ed. Jan 2010.
5. NAVAN – National Association of Vascular Access Networks. *NAVAN position statement on terminal tip placement*. J Vascular Access Dev. 1998; 3:8-10.
6. O'GRADY NP, ALEXANDER M, BURNS LA et al. (Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee). *Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections*. Am J Infect Control. 2011; 39:S1-34.
7. PITTIRUTI M, SCOPPETTUOLO G, LA GRECA A et al. *The EKG method for positioning the tip of PICCs: results from two preliminary studies*. JAVA 2008; 13: 112-9.
8. PELAGATTI C, VILLA G, CASINI A et al. *Endovascular electrocardiography to guide placement of totally implantable central venous catheters in oncologic patients*. J Vasc Access. 2011; 12(4): 348-353.
9. SCOPPETTUOLO G, PITTIRUTI M. *Ultrasound guided placement of peripherally inserted central venous catheters*. In 'Critical Care Ultrasound'. eds Lumb P, Karakitsos D, Elsevier-Saunders. 2014; 89-94.
10. PITTIRUTI M, BERTOLLO D, BRIGLIA E et al. *The intracavitary ECG method for positioning the tip of central venous catheters: results of an Italian multicenter study*. J Vasc Access. 2012; 13(3): 357-365.
11. PITTIRUTI M, LA GRECA A, SCOPPETTUOLO G. *The electrocardiographic method for positioning the tip of central venous catheters*. J Vasc Access. 2011; 12(4): 280-291.