

## Cateterismo arterioso

Per cateterismo arterioso s'intende l'introduzione di una cannula o di un catetere all'interno di un'arteria palpabile (a eccezione dell'arteria carotide). Il cateterismo arterioso permette di misurare in modo continuo la pressione arteriosa (sistolica, media e diastolica) e di prelevare rapidamente campioni di sangue per fare un'emogasanalisi.

Questa procedura viene eseguita nei soggetti ricoverati in reparti intensivi, sub intensivi e nei pazienti in sala operatoria.

Le principali indicazioni sono:

- il controllo emogasanalitico nei soggetti con insufficienza respiratoria sottoposti a ventilazione artificiale;<sup>1,2,3</sup>
- il controllo emodinamico nei pazienti sottoposti a terapia farmacologica cardiovascolare, per valutarne rapidamente gli effetti;<sup>1,2,3</sup>
- il controllo emodinamico invasivo durante e/o dopo l'esecuzione di interventi chirurgici complessi, lunghi e con rischio di emorragia (per esempio chirurgia toracica), o in soggetti emodinamicamente instabili;<sup>1,2,3</sup>
- determinazione della gittata cardiaca (analisi dell'onda pressoria, sistema PiCCO).<sup>1</sup>

## Accesso arterioso

In genere i cateteri arteriosi sono inseriti in arteria radiale anche se è possibile inserirli in arteria femorale, ulnare, pedidia dorsale, brachiale, ascellare e tibiale posteriore e arteria temporale.<sup>2,5,6</sup> Negli adulti l'incannulamento di siti alle estremità inferiori è associato a un rischio infettivo più alto rispetto all'incannulamento delle estremità superiori che quindi sono da preferire.<sup>2</sup> Uno studio osservazionale prospettico su 2.018 soggetti ha analizzato l'incidenza di infezioni locali ed ematiche associate all'uso del catetere arterioso in caso di accesso radiale, brachiale, dorsale del piede e femorale. Lo studio ha trovato che l'inserimento del catetere in arteria femorale aumentava in modo significativo il rischio di infezioni rispetto all'inserimento in arteria radiale (infezioni locali: accesso femorale 3,02/1.000 giorni catetere, accesso radiale 0,75/1.000 giorni catetere, odds ratio 1,5, limiti di confidenza al 95% da 1,10 a 2,13, P=0,01; infezioni ematiche: accesso femorale 1,92/1.000 giorni catetere, accesso radiale 0,25/1.000 giorni catetere, odds ratio 1,9, limiti di confidenza al 95% da 1,15 a 3,41, P=0,009).<sup>9</sup>

Il sito di accesso deve essere scelto valutando: il comfort, la sicurezza, la gestione dell'antisepsi, la presenza di altri cateteri, la presenza di eventuali deformazioni anatomiche e il rischio di complicanze meccaniche come per esempio il sanguinamento.<sup>2</sup>

Uno studio condotto su 50 soggetti ha trovato che il tasso di successo di inserimento di un catetere arterioso in sede ulnare o radiale è equiparabile, purché l'onda sfigmica ulnare sia ben

percepibile.<sup>7</sup> Il catetere veniva inserito in arteria ulnare (25 soggetti) o in arteria radiale (25 soggetti). I criteri di scelta sono stati:

- la presenza e la pienezza degli impulsi arteriosi (forti, deboli o assenti);
  - la facilità di inserimento della cannula (tenendo presente quanti tentativi sono stati fatti per poter raggiungere l'obiettivo);
  - il tasso di successo di inserimento della cannula e le complicanze (precoci o tardive).<sup>7</sup>
- In Tabella 1 sono riportati i vantaggi e gli svantaggi degli accessi arteriosi più utilizzati.

**Tabella 1. Accessi arteriosi a confronto<sup>10</sup>**

Sede	Vantaggi	Svantaggi
Arteria radiale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• superficiale, facile da riconoscere e incannulare</li> <li>• sito accessibile durante molti tipi di interventi chirurgici</li> <li>• l'efficacia della circolazione arteriosa collaterale della mano può essere verificata facilmente</li> <li>• basso rischio di insufficienza vascolare distale</li> <li>• sito confortevole per il paziente e facile da fissare</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• possibile, formazione di trombi dopo posizionamento prolungato</li> <li>• durante l'inserimento della cannula o del catetere si può andare incontro a trauma da ematoma o da puntura sul nervo radiale adiacente</li> <li>• il diametro dell'arteria richiede un catetere di dimensioni ridotte, è più predisposto a fenomeni trombotici o di occlusione e a sovrattenuamento dell'onda pressoria</li> </ul>
Arteria femorale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• indicata per un uso più prolungato</li> <li>• palpabile anche in un quadro di shock, quando le altre arterie periferiche non sono individuabili</li> <li>• può essere usato un catetere di diametro maggiore, con una risposta in frequenza più alta, che minimizza gli artefatti da sovra-attenuamento</li> <li>• infezioni e trombosi sono molto rare</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• presenza di placca aterosclerotica, che rende difficile il passaggio o il posizionamento del catetere</li> <li>• possibilità di ematoma retroperitoneale, frequente alla rimozione</li> <li>• difficile da fissare, soprattutto in pazienti agitati</li> <li>• controindicata nella chirurgia vascolare aorto-femorale</li> </ul>
Arteria dorsale del piede	<ul style="list-style-type: none"> <li>• è un'utile opzione, quando le arterie delle estremità superiori non sono accessibili, per trauma o pregressa cateterizzazione</li> <li>• ha un buon circolo collaterale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• valutazione emodinamica poco accurata: la pressione arteriosa media può essere errata in soggetti con flusso regionale deficitario; risente dei picchi pressori sistolici</li> <li>• il diametro dell'arteria richiede un catetere di dimensioni ridotte è quindi più predisposto a fenomeni trombotici o di occlusione e a sovrattenuamento dell'onda pressoria</li> <li>• difficoltà a fissare il catetere</li> </ul>
Arteria ascellare	<ul style="list-style-type: none"> <li>• utile in pazienti con patologia a carico dei vasi periferici, come per esempio in caso di sindrome di Raynaud</li> <li>• ha un esteso circolo collaterale</li> <li>• reperibile in pazienti in shock, quando le altre arterie periferiche non sono palpabili</li> <li>• il diametro grande riduce il rischio di complicanze in caso di incannulamento prolungato</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pericolo di embolia cerebrale (dall'arteria ascellare destra) di aria, coaguli o particolati durante il lavaggio del catetere o i prelievi ematici</li> <li>• lesione diretta o con ematoma dei fasci del plesso brachiale durante le manovre di incannulamento</li> <li>• incannulamento difficile, che richiede il braccio esteso, iperaddotto e ruotato esternamente di oltre 90°</li> </ul>

Prima di procedere al cateterismo in arteria radiale è raccomandato eseguire il test di Allen per valutare se, in caso di occlusione dell'arteria radiale, il circolo collaterale fornisca un flusso sufficiente a perfondere la mano.<sup>1,4,6</sup> Il Test di Allen consiste nella compressione manuale delle 2 arterie del polso. Si deve chiedere al paziente di aprire e chiudere la mano, in modo da far defluire il sangue, finché la mano non diventa esangue (pallida perché non irrorata). Rilasciando la compressione sull'ulnare se la mano riprende rapidamente colore (tempo inferiore ai 7 secondi) il circolo collaterale fornisce un flusso sufficiente a perfondere la mano si può pungere la radiale perché, se si dovesse occludere, non viene compromessa la circolazione della mano. La pervietà è dubbia, se la mano riprende colore in 8-14 secondi ed è anormale se si superano i 14 secondi. Alcuni studi hanno dimostrato che il test di Allen è meno attendibile per la rilevazione del circolo collaterale rispetto al controllo ecografico.<sup>1,4,8</sup> In uno studio in particolare sono state confrontate le 2 tecniche su 69 soggetti per valutarne l'utilità pratica immediata: in 34 è stato utilizzato l'ecografo e in 35 il test di Allen. I parametri di confronto erano il tempo impiegato dal momento della puntura della cute all'inserimento del catetere in arteria, il tempo impiegato per ogni tentativo di inserimento, il numero dei tentativi e il numero di cannule usate.<sup>8</sup> L'utilizzo degli ultrasuoni aumentava il tasso di successo con riduzione del tempo di inserimento del catetere.<sup>8</sup>

## Tipi di catetere

Il catetere arterioso è costituito da materiale biocompatibile. In genere il materiale utilizzato sono il teflon o il poliuretano quest'ultimo sembra meno associato a complicanze infettive rispetto ai cateteri in polivinile cloruro o in polietilene.<sup>2</sup> Il diametro interno è espresso in Gauge, per esempio in arteria radiale si utilizza un catetere da 20-22 G equivalenti a 0,812-0,644 millimetri di diametro.

La misura del catetere varia in funzione dell'età del paziente (adulto o bambino) e del sito di inserimento scelto.

### Classificazione raccomandazioni CDC/HIPCAP<sup>2</sup>

#### Categoria IA

prove fortemente raccomandate sostenute da studi sperimentali ben disegnati, studi clinici o studi epidemiologici.

#### Categoria IB

prove fortemente raccomandate sostenute da studi sperimentali ben disegnati, studi clinici o studi epidemiologici e da un forte razionale teorico

#### Categoria IC

prove richieste da standard, regole, leggi statali o federali

#### Categoria II

prove sostenute da studi clinici o epidemiologici suggestivi o da un razionale teorico

#### Problema irrisolto

prove insufficienti, non esiste alcun consenso riguardo all'efficacia.

## Gestione del catetere arterioso

### Igiene delle mani

Quando si deve inserire un catetere in arteria è importante osservare le procedure per l'igiene delle mani lavandosi con saponi antisettici e acqua o con creme o gel a base di alcol senza utilizzare l'acqua. Bisogna rispettare le procedure di igiene delle mani prima e dopo aver palpato il sito d'inserimento, inserito il catetere, cambiato la medicazione o dopo aver fatto qualunque altra manovra sul catetere. La palpazione del sito d'inserimento non deve essere eseguita dopo l'applicazione di un antisettico, a meno che venga mantenuta la tecnica asettica (categoria IA).<sup>2</sup>

### Antisepsi cutanea

Prima dell'inserimento del catetere e durante i cambi delle medicazioni disinfettare la cute con un antisettico dopo averla pulita. Va preferita una soluzione a base di clorexidina al 2%; può essere usata tintura di iodio, uno iodoforo o alcol al 70% (categoria IA).<sup>2</sup>

Prima di inserire il catetere occorre far asciugare l'antisettico e in particolare se si usa lo iodopovidone bisogna aspettare almeno 2 minuti prima di procedere con l'inserimento (categoria IB).<sup>2</sup>

Non applicare solventi organici (etere) prima dell'inserimento o durante il cambio delle medicazioni (categoria IA).<sup>2</sup>

### Anestesia locale

In uno studio sull'inserimento della cannula arteriosa è stato confrontato l'uso di un gel anestetico a base di ametocaina (teracaina) al 4% rispetto all'infiltrazione di lidocaina al 2%. Su 100 soggetti svegli è stato confrontato il tempo di inserimento, il tasso di successo e l'analgesia (valutata utilizzando una scala analogico visiva e un sistema di punteggio verbale a 4 punti). Non sono state trovate differenze significative tra i 2 metodi di analgesia.<sup>11</sup>

Uno studio precedente ha confrontato l'utilizzo della crema EMLA (lidocaina e prilocaina) rispetto all'infiltrazione di lidocaina al 2% e ha trovato una riduzione del dolore, del tempo d'inserimento della cannula e un aumento del tasso di successo con l'utilizzo della crema EMLA.<sup>11</sup>

Se non si vuole utilizzare l'infiltrazione di anestetico locale eseguibile anche con lidocaina 1%, occorre applicare circa 20 minuti prima la pomata anestetica indipendentemente dallo stato del paziente sveglio o sedato.<sup>11</sup> La crema va rimossa almeno 10 minuti prima di pungere il paziente.

### Tecnica di incannulamento

Per l'inserimento e la gestione dei cateteri intravascolari occorre utilizzare la tecnica asettica e indossare guanti sterili (categoria IA).<sup>2</sup>

I metodi per l'inserimento della cannula arteriosa sono 2:

- tecnica diretta: cannula su ago guida (catetere corto);

- tecnica *seldinger*: cannula su guida (catetere lungo da 6 a 10 cm)

In uno studio condotto su 100 soggetti adulti sono state utilizzate in modo casuale le 2 tecniche per incannulare l'arteria radiale. Lo studio non ha trovato differenze significative in termini di successo e tempi di incannulamento. Fra gli operatori sanitari meno esperti, il tempo di incannulamento era più breve utilizzando la tecnica *seldinger*.<sup>12</sup>

Durante il posizionamento del catetere in arteria radiale, il braccio deve essere fissato con la mano in estensione, possibilmente con il pollice non aperto ma verso l'interno del palmo della mano. Si raccomanda di fissare in modo da mantenere ben stabile il catetere arterioso.

## Lavaggio del catetere e medicazione

Il sistema di lavaggio a pressione positiva garantisce la pervietà della via.

Una metanalisi ha dimostrato che l'uso dell'eparina nelle soluzioni di lavaggio dei cateteri arteriosi prolunga il tempo di permanenza del catetere e riduce il rischio di formazione di coaguli. La dose ottimale non è stata stabilita.<sup>13</sup>

Un secondo studio non ha trovato differenze significative nella durata del catetere aumentando l'eparina da 0,25 unità/ml a 1 unità/ml,<sup>14</sup> mentre un altro studio ha riportato un aumento significativo della durata del catetere nei bambini modificando la concentrazione di eparina da 1 unità/ml a 5 unità/ml.<sup>15</sup>

Per la medicazione del sito del catetere bisogna rispettare le precauzioni standard; per ulteriori dettagli si rimanda al *Dossier InFAD Gestione del catetere venoso centrale 2007;2:4-5*.

## Cambio del set

Il set è costituito da:

- un rubinetto a 3 vie o una siringa e un diaframma;
- un trasduttore;
- un sistema di lavaggio;
- un pressurizzatore (spremisacca).

I tubi di pressione sono trasparenti e rigidi per non deformare l'onda pressoria. In genere i rubinetti a 3 vie sono situati nel punto di connessione tra il trasduttore e i tubi di pressione: consentono la chiusura o l'apertura temporanea della via ed eventuali prelievi di sangue. In alcuni set il rubinetto a 3 vie è sostituito da una siringa e un diaframma. Il sistema di lavaggio, consente le manovre per la pervietà della via. Quando si cambia il set bisogna ricordarsi di:

- selezionare i sistemi di controllo della pressione con trasduttori monouso (categoria IB);<sup>2</sup>
- cambiare i trasduttori a intervalli di 96 ore e contemporaneamente cambiare gli altri componenti del sistema come i dispositivi per il *flush* continuo, le soluzioni per il *flush* e i tubi di connessione (categoria IB);<sup>2</sup>
- mantenere sterili tutti i componenti di controllo della pressione (categoria IA);<sup>2</sup>
- ridurre al minimo il numero di manipolazioni e degli accessi nel sistema di monitoraggio della pressione. Per mantenere la pervietà dei cateteri preferire un sistema *flush* chiuso a quello aperto perché richiede tutte le volte l'utilizzo di una siringa (categoria II);<sup>2</sup>
- disinfettare il diaframma con un antisettico prima di accedere al sistema quando si accede al sistema di controllo della pressione attraverso un diaframma (categoria IA);<sup>2</sup>
- non somministrare soluzioni contenenti destrosio o liquidi per nutrizione parenterale attraverso il sistema di controllo della pressione (categoria IA).<sup>2</sup>

## Rimozione del catetere

Il catetere viene rimosso:

- quando non è più possibile avere una traccia arteriosa adeguata o eseguire i prelievi ematici (ingincchiamenti o strozzamenti del catetere, coaguli non più rimovibili con i lavaggi);
- quando c'è la fuoriuscita del catetere dalla sede d'inserimento;
- quando ci sono segni chiari di infezione cutanea (edema, arrossamento) nel punto di inserzione.

E' importante tenere presente di:

- rimuovere immediatamente qualsiasi catetere intravascolare che non sia più necessario (categoria IA);<sup>2</sup>
- non cambiare di routine i cateteri arteriosi per ridurre l'incidenza d'infezione (categoria IB);<sup>2</sup>

- riposizionare appena possibile e non più tardi di 48 ore tutti i cateteri quando non può essere assicurato il rispetto delle tecniche asettiche per esempio in caso di cateteri inseriti in urgenza (categoria II).<sup>2</sup>

Durante l'esecuzione del prelievo è importante rispettare le precauzioni standard per proteggere l'operatore e l'ambiente (per maggiori dettagli sulle precauzioni standard si rimanda al *Dossier InFAD Prevenzione del rischio biologico 2007;2:2-6*).

Quando si rimuove il catetere è importante esercitare una compressione sulla sede di inserzione per qualche minuto, per evitare la formazione di ematomi. Il tempo varia in base ai tempi di coagulazione del paziente.

## Controlli

Dopo aver inserito un catetere arterioso è necessario tenere sotto controllo il paziente. In particolare occorre:

- guardare e palpare anche attraverso la medicazione la sede di inserzione del catetere. Se il paziente riferisce dolenzia al sito d'inserimento, febbre senza altre cause o altre manifestazioni che suggeriscono infezione locale, bisogna rimuovere la medicazione per permettere un esame completo (categoria IB);<sup>2</sup>
- chiedere ai pazienti di riferire qualunque anomalia del sito d'inserzione (categoria II);<sup>2</sup>
- registrare su un modulo standardizzato il nome dell'operatore, la data, il tempo d'inserimento, di rimozione del catetere e i cambi di medicazione (categoria II);<sup>2</sup>
- non effettuare abitualmente le colture delle punte del catetere (categoria IA).<sup>2</sup>

## Controindicazioni

Il posizionamento di una linea arteriosa non dovrebbe compromettere la circolazione distale rispetto al punto d'inserimento del catetere.<sup>1</sup>

Le controindicazioni all'inserimento di una linea arteriosa sono poche ma specifiche.<sup>1</sup> È controindicato l'inserimento del catetere arterioso radiale nei soggetti con sindrome di Raynaud, tromboflebiti o fenomeni obliteranti perché può inficiare il circolo collaterale che in caso di problemi all'arteria (per esempio occlusioni o lesioni) non è più sufficiente a garantire la circolazione.<sup>1</sup> Altre controindicazioni sono la presenza di infezioni nel luogo d'inserimento o di ferite traumatiche all'arto.<sup>1</sup>

## Fattori di rischio e complicanze

I fattori di rischio per le complicanze associate all'incannulamento arterioso radiale sono:

- precedenti interventi chirurgici o traumi alle estremità;
- anomalie congenite delle estremità superiori;
- malattia vascolare periferica;
- diabete;
- collagenopatie;
- malattie ematologiche;
- infezioni in atto alle estremità superiori;
- assunzione di farmaci anticoagulanti e vasopressori.<sup>4</sup>

Il rischio di complicanze gravi conseguenti a un incannulamento arterioso radiale è inferiore allo 0,2%.<sup>4</sup> Tuttavia, le complicanze possibili sono:

- formazione di ematomi;
- lesione alle terminazioni nervose (a causa del trauma dell'inserimento);
- trombosi arteriosa;
- ischemia con necrosi dei tessuti e in particolare delle dita (pollice) e delle estremità;
- infezione della cute e del tessuto sottocutaneo;
- formazione di aneurismi;
- sindrome acuta del tunnel carpale;
- sindrome compartimentale.<sup>4,5</sup>

Un evento avverso frequente è l'emorragia a causa della deconnessione della linea arteriosa.

## Formazione degli operatori sanitari

In uno studio condotto in Australia sul controllo degli incidenti in terapia intensiva (AIMS - ICU) sono stati riportati 376 incidenti relativi all'incannulamento arterioso. Di questi il 15% sono legati all'inserimento dei cateteri, il 66% all'utilizzo delle linee e alla manutenzione e il 19% alle lesioni. Il 49% dei pazienti coinvolti non ha subito alcun effetto, il 28% ha riportato complicanze minori e il 15% ha subito gravi effetti avversi.

Questo studio ha messo in luce la necessità di utilizzare la tecnica corretta in modo meticoloso, rispettando i criteri di sicurezza e valutando la necessità di una rapida rimozione quando non sussistano più le indicazioni.

L'istruzione del personale e lo sviluppo di protocolli sono importanti per l'utilizzo sicuro della linea arteriosa.<sup>16</sup> E' quindi indispensabile:

- educare gli operatori sanitari sull'uso del catetere arterioso, sull'inserimento e la gestione e la prevenzione delle infezioni (categoria IA);<sup>2</sup>
- controllare periodicamente le conoscenze riguardo alle linee guida e il grado di applicazione delle linee guida stesse (categoria IA);<sup>2</sup>
- assicurare la presenza di sufficiente personale infermieristico nelle terapie intensive per ridurre al minimo l'incidenza delle infezioni (categoria IA).<sup>2</sup>

## Appendice 1

### Curva di pressione arteriosa

Le informazioni che si possono ottenere dalla curva di pressione arteriosa riguardano la contrattilità miocardica, la frequenza cardiaca, la volemia e le conseguenze di aritmie.

L'onda è riprodotta grazie all'energia meccanica che dalla punta del catetere si trasmette a un trasduttore dove viene convertita in un segnale elettrico convertito a sua volta da un analizzatore in onda. Per meglio comprendere il dato rilevato occorre aver presente la genesi dell'onda pressoria che appare come in figura 1:

Figura 1. Curva di pressione in aorta ascendente



- A: apertura della valvola aortica e inizio della sistole espulsiva
- B: incisura anacrotica, corrisponde all'impedenza all'eiezione del ventricolo sinistro all'inizio della sistole espulsiva
- C: aumento della pressione con il flusso di sangue in aorta
- D: pressione massima, cioè pressione sistolica;
- E: incisura dicrota, rappresenta la chiusura della valvola aortica e l'inizio della diastole (la sua posizione sulla curva della pressione arteriosa è stata usata come indicatore delle resistenze vascolari sistemiche. Non è stata comunque trovata una correlazione significativa);
- F: riduzione della pressione in diastole, con riduzione del flusso di sangue in aorta;
- G: pressione minima, cioè pressione diastolica.

## Variazione della curva arteriosa in funzione della ventilazione meccanica

Un respiro a pressione positiva in genere modifica la curva di pressione arteriosa in maniera bifasica. La pressione arteriosa aumenta durante l'inspirazione precoce per poi diminuire durante il resto dell'inspirazione e nella fase precoce di espirazione.

Clinicamente è riconosciuto che la diminuzione della pressione arteriosa sistolica dopo un atto di ventilazione meccanica è molto più pronunciato nell'ipovolemia.

### Azzeramento o calibrazione<sup>10</sup>

In caso di rilevazione in continuo della pressione arteriosa centrale il trasduttore va posizionato a livello dell'atrio destro (IV spazio intercostale, sulla linea ascellare media), si chiude momentaneamente la linea ruotando il rubinetto in modo da isolare l'arteria, mettendo contemporaneamente il sistema di controllo in comunicazione con l'aria ambiente. Premere poi il tasto di azzeramento sul monitor che avvia il procedimento automatico. Ripristinare il collegamento trasduttore-paziente-kit di monitoraggio.

L'azzeramento va eseguito appena terminato di posizionare il catetere arterioso. Si raccomanda di verificare la qualità di risposta del sistema effettuando il test dell'onda quadra oltre a ricontrollare l'azzeramento a ogni inizio turno.<sup>10</sup>

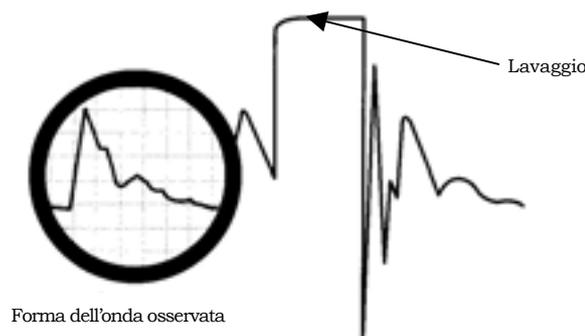
In alcune situazioni dove è necessario mantenere il paziente in posizione seduta, (interventi di neurochirurgia) la calibrazione va eseguita a livello del poligono di Willis (zona orecchie), per verificare la perfusione cerebrale.

### Test dell'onda quadra<sup>10</sup>

Durante il controllo della pressione cruenta occorre eseguire un lavaggio del circuito. Questo comporta un innalzamento della pressione sul sistema e la comparsa, sul monitor, di una linea continua che provoca la scomparsa dell'onda sfingica. Il successivo rilascio del dispositivo di lavaggio provoca un'oscillazione dell'onda stessa. Occorre verificare:

- la risposta dinamica del trasduttore;
- la frequenza naturale;
- il coefficiente di attenuazione.

Figura 2. Test dell'onda quadra positivo, valori pressori attendibili



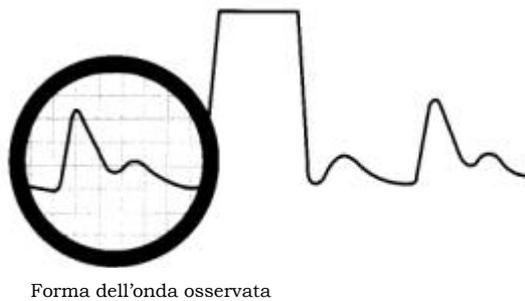
La risposta dinamica del trasduttore: consiste nella frequenza naturale, ovvero nella velocità con la quale il sistema risponde a una sollecitazione pressoria e dal coefficiente di attenuazione, cioè quanto velocemente il sistema torna a uno stato di riposo dopo un'oscillazione pressoria. Dalle caratteristiche di risposta dinamica, il sistema può essere considerato:

- ottimale;
- adeguato (*damping* riflette la velocità di dissipazione dell'energia dell'onda di pressione);
- sottoattenuato (*under dampened*);
- sovrattenuato (*over dampened*);
- inaccettabile.

La frequenza naturale: è la distanza fra la prima e la seconda onda di rimbalzo. La frequenza è espressa in Hertz (Hz-cicli al secondo); più la frequenza è alta (>10 Hz) maggiori sono le oscillazioni con trasmissione fedele delle variazioni sfingiche in tempo reale.

Il coefficiente di attenuazione: indica il rapporto tra l'ampiezza della prima onda di rimbalzo e la seconda. Il coefficiente di attenuazione misura la capacità del trasduttore di non riprodurre echi del segnale con effetti sommatori. Un buon sistema di attenuazione si ha quando l'onda di rimbalzo è già la metà della prima (rapporto 0,5), ogni trasduttore ha un sistema di attenuazione: se eccessivo, il segnale apparirà più piatto e sottostimato rispetto ai valori reali (*over dampened*; figura 3). Alcune cause di possibili interpretazioni errate sono le bolle d'aria, i raccordi non serrati a fondo e i coaguli.

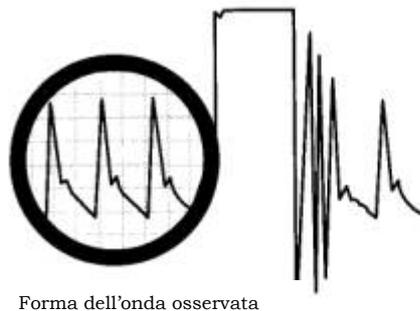
**Figura 3. Test dell'onda quadra, fenomeno del sovrattenuamento, *over dampening* sottostima la sistolica e sovrastima la diastolica**



Se invece è poco attenuato, il segnale apparirà alto e appuntito, con valori sovrastimati rispetto a quelli reali (*under dampened*; figura 4).

Figura 4. Test dell'onda quadra: fenomeno del sottattenuamento o *under damping* sovrastima la sistolica e sottostima la diastolica.

**Figura 4. Test dell'onda quadra: fenomeno del sottattenuamento o *under damping* sovrastima la sistolica e sottostima la diastolica.**



## Variazioni del picco sistolico dell'onda arteriosa

*Delta down* e *delta up* sono i componenti principali della variazione di pressione sistolica (systolic pressure variation). Per eliminare le interazioni cuore polmone si utilizza la curva dopo una breve fase di apnea.

*Delta down* indica la differenza tra la pressione arteriosa sistolica durante l'apnea e il valore più basso di pressione sistolica.

*Delta up* è la differenza tra pressione sistolica massima e il valore della pressione sistolica durante l'apnea.

Nei pazienti in ventilazione meccanica, normotesi e normovolemici, il *delta down* e *delta up* il sono ognuno di 5 mmHg e la variazione di pressione sistolica è circa 10 mmHg.

Il riempimento del ventricolo sinistro è inversamente proporzionale al *delta down*

La risposta iniziale alla ventilazione meccanica fa sì che il sangue polmonare vada nel cuore sinistro. Ne segue un aumento del precarico del ventricolo sinistro con aumento del volume di eiezione per 2-3 contrazioni con conseguente breve aumento della pressione arteriosa (*delta up*).

Mentre aumenta durante la fase precoce dell'inspirazione il precarico del ventricolo sinistro, aumenta anche la pressione intratoracica che diminuisce il ritorno venoso e quindi il precarico al

ventricolo destro. Questo porta ad un ridotto rendimento destro e a un minore precarico sinistro, con conseguente diminuzione di pressione arteriosa dopo qualche battito (*delta down*).

Nel soggetto con ipovolemia la variazione della pressione sistolica e il *delta down* aumentano, riflettendo la riduzione del precarico e dell'output cardiaco. Altre cause di aumento sono i volumi respiratori troppo elevati, l'intrappolamento di aria (*air trapping*), la diminuzione della compliance della parete cardiaca e le aritmie.

Nel paziente con insufficienza cardiaca congestizia la variazione della pressione sistolica diminuisce e il *delta down* quasi non esiste. Il *delta up* diventa prominente, riflettendo l'aumento della gittata cardiaca (*cardiac output*) in relazione alla ventilazione meccanica.

**Figura 5. Variazione della pressione arteriosa sistolica durante la ventilazione meccanica a pressione positiva**



Per un corretto utilizzo del controllo invasivo della pressione arteriosa è importante:

- mantenere costantemente lo spremisacche a una pressione di 300 mmHg per garantire un flusso continuo di 3-5 ml/h, utilizzando come sistema di risciacquo soluzione di NaCl allo 0,9%. Alcuni esperti non consigliano l'utilizzo di eparina se il cateterismo ha una durata inferiore alle 24 ore;
- verificare che le connessioni e i tappi siano chiusi correttamente;
- assicurarsi che non vi siano bolle d'aria all'interno del circuito;
- eseguire l'azzeramento ogni 8 ore, e ogni volta che il paziente cambia posizione;
- eseguire periodicamente il test dell'onda quadra per escludere artefatti di registrazione con conseguenti errori di interpretazione;
- eseguire una misurazione della pressione non invasiva, normalmente inferiore di 5-20 mmHg per valutare in maniera più approfondita l'attendibilità del valore registrato, discrepanze tra 20-30 mmHg sono indicative di grave vasocostrizione, superiori ai 30 mmHg sono spesso dovute a problemi tecnici;
- eseguire lavaggi periodici del sistema per rimuovere i coaguli che si formano nella linea o nel catetere dopo ogni prelievo.

Se i valori pressori sono più bassi del reale occorre controllare la presenza di:

- bolle d'aria nel sistema;
- pieghe nei tubi;
- sangue o coaguli nel sistema (condizione frequente dopo un prelievo ematico effettuato dalla linea di controllo e non seguito da un lavaggio efficace).

Inoltre bisognerebbe sospettare la possibile occlusione della punta del catetere (per esempio la presenza di trombi) oppure una condizione in cui la punta del catetere si trovi contro la parete del vaso.

Se i valori pressori sono più alti del reale, occorre rimuovere tutte le bolle d'aria (in particolare quelle molto piccole) e utilizzare:

- tubi o cateteri di diametro maggiore;
  - un sistema di tubi più corto (la lunghezza ideale è di 120 cm);
- un sistema di smorzamento.

## Bibliografia

1. Tegtmeyer K, Brady G, Lai S et al. Placement of an arterial Line. The New England Journal of Medicine 2006;354:15-3.
2. Centres for Disease and Control. Linee guida per la prevenzione delle infezioni associate a catetere intravascolari. Giornale italiano delle infezioni ospedaliere 2002;9:110-37.
3. Nesci M, Lucchini A, Iacobelli I et al. Posizionamento e mantenimento del catetere vascolare. Minerva Anestesiologica 2002;68:492-8.
4. Wallach S. Cannulation injury of the radial artery: diagnosis and treatment algorithm. American Journal of Critical Care 2004;13:315-9.
5. Bersten DA, Soni N. Oh: manuale di terapia intensiva. Edizione italiana a cura di Giorgio Conti. Elsevier Italia 2006;5:81.
6. Torre R, Lucani C, Sodo S. Paziente critico nelle patologie cardiovascolari. Manuali di scienze infermieristiche. Poletto Editore 2005:241-58.
7. Karacalar S, Ture H, Baris S et al. Ulnar artery versus radial artery approach for arterial cannulation: a prospective, comparative study. Journal of Clinical Anesthesia 2007;19:209-13.
8. Levin PD, Sheinin O, Gozal Y. Use of ultrasound guidance in the insertion of radial artery catheters. Critical Care Medicine 2003;31:481-4.
9. Lorente L, Santacreu R, Martin MM et al. Arterial catheter-related infection of 2.949 catheters. Critical Care 2006;10:R83.
10. Cousins TR, O' Donnell JM. Arterial cannulation: a critical review. Journal of the American Association of Nurse Anesthetists 2004;72:267-71.
11. Olday SJ, Walpole R, Wang JY. Radial artery cannulation: topical amethocaine gel versus lidocaine infiltration. British Journal of Anaesthesia 2002;88:580-2.
12. Ohara Y, Nakayama S, Furukawa H et al. Use of a wire-guided cannula for radial arterial cannulation. Journal Anesthesiology 2007;21:83-5.
13. Randolph AG, Cook DJ, Gonzales CA et al. Benefit of heparin in peripheral venous and arterial catheters: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. British Medical Journal 1998;316:969-75.
14. Bolgiano CS, Subramaniam PT, Montanari JM et al. The effect of two concentrations of heparin on arterial catheter patency. Critical Care Nurse 1990;10:47-57.
15. Butt W, Shann F, McDonnell G et al. Effect of heparin concentration and infusion rate on the patency of arterial catheters. Critical Care Medicine 1987;15:230-2.
16. Durie M, Beckmann U, Gillies DM. Incidents relating to arterial cannulation as identified in 7.525 reports submitted to the Australian incident monitoring study (AIMS-ICU). Anaesthesia and Intensive Care. 2002;30:60-5.

### **Dossier InFad – anno 3, n. 37, marzo 2008**

©Editore Zadig via Calzecchi 10, 20133 Milano

www.zadig.it

e-mail: segreteria@zadig.it

tel.: 02 7526131 fax: 02 76113040

Direttore: Pietro Dri

Redazione: Nicoletta Scarpa

Autore dossier: Roberta Vacchelli e Roberto Penso Infermieri di rianimazione Azienda sanitaria ospedaliera San Luigi Orbassano