

# Accesso vascolare ecoguidato

*Christian Butcher*

## INTRODUZIONE

In Medicina Critica è molto diffusa la pratica dell'incannulamento dei vasi, come il cateterismo venoso centrale e il cateterismo arterioso. Si calcola che negli Stati Uniti vengano utilizzati annualmente 5 milioni di cateteri venosi centrali nelle Terapie Intensive (TI), nei Dipartimenti di Emergenza, nelle sale operatorie e in ambienti extraospedalieri [1]. Le indicazioni all'inserimento di cateteri venosi centrali (CVC) comprendono il monitoraggio emodinamico, l'alimentazione parenterale totale (TPN), la somministrazione di farmaci endovenosi e altre sostanze potenzialmente irritanti, il prelievo di campioni di sangue. L'uso di sonde centrali per ossimetria, soprattutto nel paziente settico, in futuro potrà aumentare l'impiego di CVC.

I cateteri arteriosi sono un importante strumento di monitoraggio in TI e vengono usati nello shock, nell'ipertensione grave e in tutte le circostanze in cui si ritiene che il monitoraggio della pressione arteriosa sia importante. Per molteplici ragioni, anche l'incannulamento arterioso sembra sempre più impiegato nelle TI. Con l'introduzione delle tecniche mini-invasive per la valutazione della portata cardiaca, l'inserimento di cateteri arteriosi diventa sempre più importante nel trattamento di pazienti selezionati affetti da scompenso cardiaco. Il cateterismo arterioso viene anche usato per verificare la risposta dei pazienti con ipertensione polmonare alla terapia. Infine, particolare attenzione è stata rivolta di recente alle variazioni respiratorie della pressione arteriosa di picco come indice di sensibilità all'espansione volêmica nelle condizioni di shock [2].

I cateteri venosi centrali inseriti per via periferica (PICC) e altri tipi di cateteri inseriti in una vena periferica hanno ricevuto notevole attenzione come alternativa ai CVC nella terapia di pazienti selezionati, grazie alla facilità con cui possono essere introdotti in vena e alla bassa frequenza delle complicazioni. Essi rappresentano, dunque, un importante elemento dell'insieme di strumenti per il cateterismo venoso centrale.

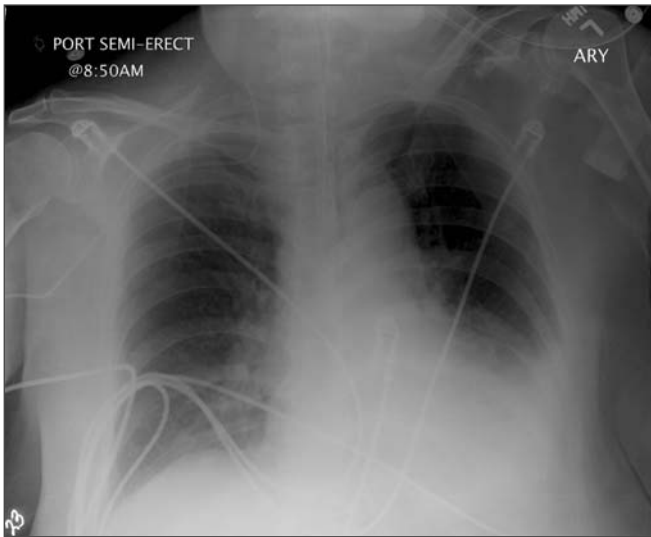
L'incannulamento venoso ha una frequenza di complicazioni alquanto bassa [1]. Se con l'impiego degli ultrasuoni è possibile conoscere meglio le complicazioni e spiegarne i meccanismi, si può pensare di abbattere ulteriormente il rischio di tali manovre. Le complicazioni dell'incannulamento venoso sono note [1] e possono essere distinte in due tipi: dipendenti, rispettivamente, dal paziente e dall'operatore (Tab. 30.1). I fattori paziente-dipendenti sono: le caratteristiche somatiche, le varianti anatomiche e la presenza di coagulopatia. I fattori operatore-dipendenti, invece, sono: livello di esperienza di chi esegue il cateterismo, il tempo concesso per portare a termine la procedura e altri fattori quali la stanchezza e la mancanza di una guida ecografica [3-5]. Le complicazioni più frequenti del CVC sono: puntura arteriosa, fallimento della procedura, malposizione della punta del catetere, ematoma, pneumotorace ed emotorace. La frequenza di queste diverse complicazioni dipende dalla sede di inserimento del catetere (Tab. 30.2). L'introduzione di cateteri arteriosi si complica con: puntura venosa, puntura arteriosa multipla, ematoma, fallimento della procedura. Anche i PICC sono associati a ematoma e puntura arteriosa accidentale. Una complicazione comune dei PICC è il malposizionamento della punta del catetere nella giugulare ipsilaterale, oppure l'attorcigliamento

**Tabella 30.1** Complicazioni del cateterismo venoso centrale: fattori di rischio dipendenti dal paziente e dall'operatore

| Fattori paziente-dipendenti  | Fattori operatore-dipendenti                    |
|--|---|
| Habitus corporeo   | Esperienza                                      |
| Coagulopatia   | Tempo concesso per l'esecuzione della procedura |
| Variazioni anatomiche dei vasi   | Stanchezza                                      |
| Distorsione dei rapporti anatomici per pregresso intervento chirurgico | Mancato impiego degli ultrasuoni                |

**Tabella 30.2** Complicazioni più frequenti del cateterismo venoso centrale, suddivise in base alla sede di puntura

|                   | Vena giugulare interna | Vena succlavia | Vena femorale interna |
|-------------------|------------------------|----------------|-----------------------|
| Pneumotorace      | 0-1%                   | 2-3%           | –                     |
| Emotorace         | 0                      | < 1%           | –                     |
| Puntura arteriosa | 5-10%                  | 3-5%           | 5-15%                 |
| Fallimento        | 15-20%                 | 5-15%          | 15-40%                |

**Fig. 30.1** Malposizione della punta di un PICC. La punta del catetere si trova nella vena giugulare interna ispiilaterale.

in succlavia o in un suo ramo toracico, come la vena toracodorsale (Fig. 30.1).

Le complicazioni del cateterismo venoso e arterioso implicano costi diretti maggiori per la più lunga durata della degenza in TI e in ospedale, e per la necessità di avviare ulteriori procedure per trattare le complicazioni stesse (es., drenaggio toracico per pneumotorace o emotorace). Ad esempio, un singolo episodio di pneumotorace iatrogeno allunga la degenza ospedaliera di 3-4 giorni [6]. Anche i costi indiretti aumentano, come il maggior tempo richiesto per l'assistenza e le sofferenze imposte al paziente.

### IMPIEGO DEGLI ULTRASUONI NELL'INCANNULAMENTO DEI VASI

Numerose ricerche hanno studiato l'impatto degli ultrasuoni nel determinare il successo delle procedure di incannulamento dei vasi. Nel 1984 Legler e coll. hanno pubblicato un breve resoconto sull'impiego del Doppler per localizzare la vena giugulare interna, a fini di cateterismo [7]. Da allora, sono state pubblicate due metanalisi sull'uso degli ultrasuoni nell'incannulamento venoso centrale [8, 9] e numerose rassegne

della letteratura; sono state redatti protocolli standardizzati e linee guida [10, 11] e sono stati pubblicati i risultati dello studio SOAP-3 [12]. Tutti questi studi, e altri più recenti, concludono che l'impiego dell'ecografia bidimensionale (2D) nel cateterismo venoso centrale riduce la frequenza di complicazioni, il numero di tentativi a vuoto, i tempi di esecuzione e il numero di fallimenti. Pertanto l'Agency for Healthcare Research and Quality (AHRQ) e il British National Institute of Clinical Excellence (NICE) hanno dichiarato che è opportuno ricorrere agli ultrasuoni per l'inserimento di CVC [13, 14].

Nonostante tali dichiarazioni basate sulle prove di evidenza, i medici continuano a opporre resistenza e usare gli ultrasuoni soltanto nei pazienti "potenzialmente difficili" da incannulare, quali i grandi obesi, o in caso di fallimento dell'incannulamento con tecnica tradizionale [15]. Sfortunatamente, non è così semplice stabilire a priori se un paziente presenterà una difficoltà di incannulamento, e il fallimento viene in genere riconosciuto dopo che esso si è verificato e il paziente ha già subito le eventuali conseguenze [16]. Alcune complicazioni del cateterismo venoso centrale si considerano errori medici prevedibili (PME) (ossia errori o esiti infausti che avrebbero potuto essere evitati) oppure condizioni acquisite in ospedale (HAC) che rappresentano un problema medico non presente al momento del ricovero in ospedale [17]. Gli ultrasuoni rappresentano uno strumento non invasivo in grado di prevenire tali complicazioni e di offrire all'operatore un mezzo per trattare al meglio i propri pazienti, ossia con minori disagi e rischi. Perciò, se si vogliono migliorare le proprie prestazioni, non si può che raccomandare l'impiego degli ultrasuoni nella pratica del cateterismo venoso centrale.

## BREVE RASSEGNA SUGLI ULTRASUONI

### Scelta della sonda

Com'è stato discusso nel Capitolo 2, le sonde ecografiche possiedono valori differenti di frequenza, ciascuna con proprietà e applicazioni cliniche diverse. Nel cateterismo venoso centrale sono importanti due concetti. Il primo è rappresentato dalla correlazione esistente tra frequenza degli ultrasuoni e capacità di penetrazione nei tessuti: si tratta di una correlazione inversa, per cui ultrasuoni a bassa frequenza (1-3 MHz) hanno una penetrazione maggiore di quelli a elevata frequenza (7-10 MHz). Il secondo è costituito dal rapporto tra frequenza e qualità dell'immagine, o risoluzione, che è di tipo *proporzionale*. Ciò significa che gli ultrasuoni a bassa frequenza hanno un potere risolutivo più basso di quelli a elevata frequenza. Pertanto, le sonde a elevata frequenza forniscono immagini molto dettagliate delle strutture superficiali (fino a 5 cm di profondità), ma non penetrano a grandi profondità. Viceversa, le sonde a bassa frequenza

penetrano a grande profondità, ma forniscono immagini poco dettagliate. Questi concetti sono alla base della scelta del tipo di sonda da utilizzare. Per l'accesso transcutaneo ai vasi, che si trovano in superficie, sono preferibili le sonde a elevata frequenza.

### Tecnica

Gli ultrasuoni A-mode hanno scarse applicazioni cliniche e non verranno perciò presi in ulteriore considerazione. Gli ultrasuoni B-mode, invece, forniscono immagini 2D riconoscibili. La tecnica B-mode è quella oggi più usata nella diagnostica medica. La tecnica M-mode utilizza le informazioni ricavate con gli ultrasuoni B-mode per creare un'immagine che mostra il movimento delle strutture rispetto al tempo (Fig. 30.2). L'applicazione più comune della tecnica M-mode è lo studio (dei lembi) delle valvole cardiache e del movimento delle pareti cardiache.

Anche la tecnica Doppler viene usata in modi diversi. La forma più semplice non produce immagini: esiste solo un segnale udibile che cambia di intensità in base alla velocità della struttura studiata (es., sangue) (Fig. 30.3). Il Doppler, combinato con la tecnica B-mode, fornisce immagini e informazioni sulla velocità (Fig. 30.4). Il color Doppler conferisce alle immagini di velocità calcolate in base allo spostamento Doppler un'opportuna colorazione. Il Doppler viene, quindi, sovrapposto alle immagini B-mode (Fig. 30.5). La tecnica del color Doppler è molto diffusa nelle applicazioni vascolari e nell'incannulamento dei vasi. L'intensità del segnale Doppler dipende dalla velocità dell'oggetto esaminato (es., sangue) e dall'angolo di incidenza della sonda rispetto al vaso. La stima migliore della velocità si ottiene quando l'angolo di incidenza del raggio ultrasonoro con il vaso si avvicina allo zero (Fig. 30.6). Tuttavia, se il medesimo vaso viene

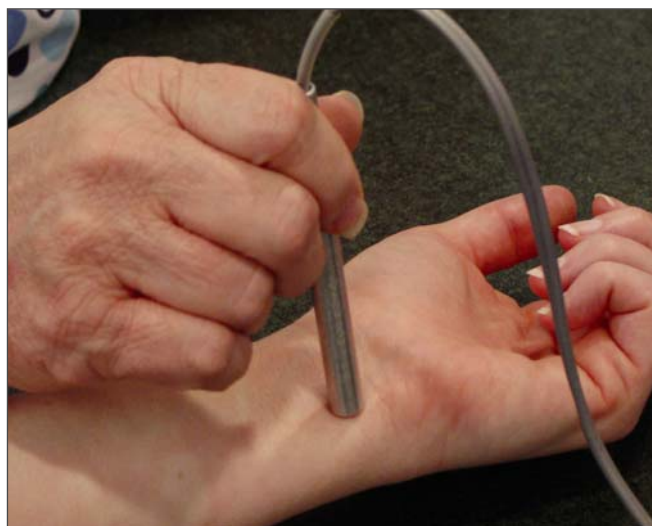


Fig. 30.3 "Bacchetta" per Doppler continuo per l'esame dell'arteria ulnare.

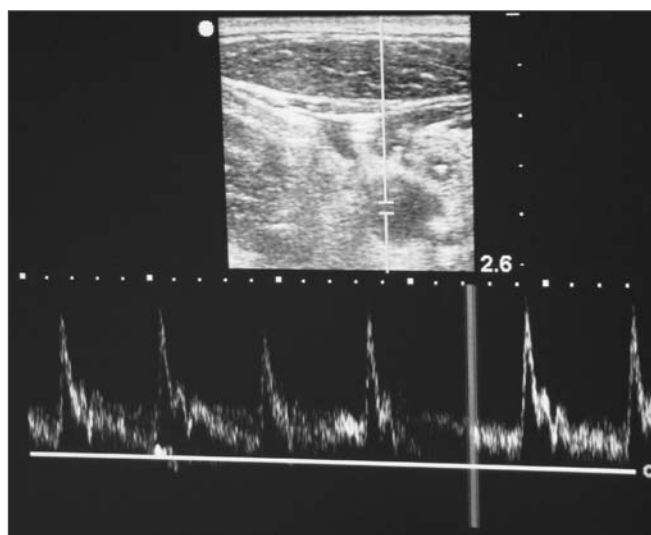


Fig. 30.4 Tecnica Doppler che mostra l'arteria carotide comune. L'immagine in basso mostra una tipica onda arteriosa.

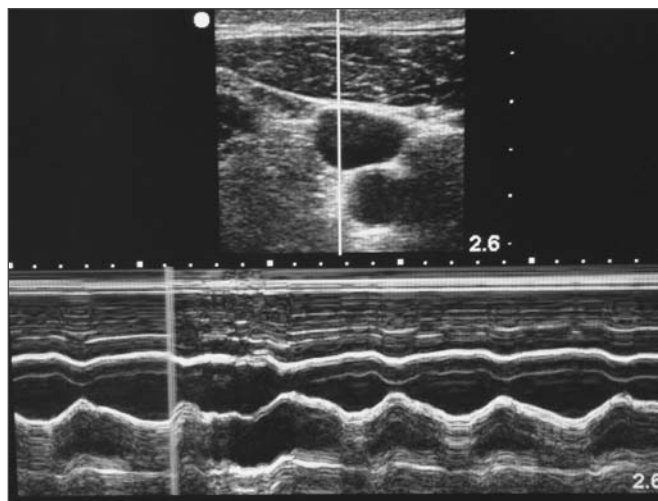


Fig. 30.2 Immagine 2D (in alto) della vena giugulare interna in sezione trasversale (in basso e a destra si vede l'arteria carotide comune). Immagine M-mode (in basso) della vena giugulare interna (si noti la linea verticale nell'immagine 2D) che mostra i cambiamenti del diametro del vaso con il respiro (in basso).



Fig. 30.5 Finestra trasversale sulla vena giugulare interna e l'arteria carotide comune, con immagine color Doppler. La vena si trova sopra l'arteria ed è colorata in blu.

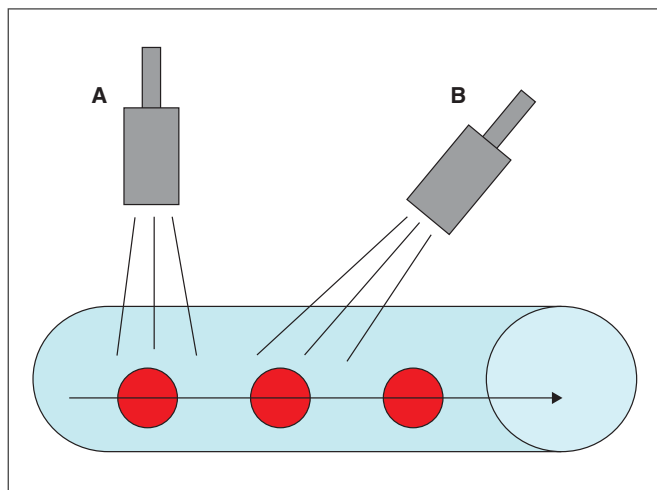


Fig. 30.6 Rapporto tra angolo di incidenza del fascio ultrasonoro e intensità del segnale Doppler. Quando l'angolo diviene zero, l'intensità del segnale è massima; man mano che l'angolo raggiunge 90°, l'intensità diminuisce.

“interrogato” a 90°, non si rileva alcun movimento di sangue da e verso la sonda, e il segnale Doppler scompare. Quando l'angolo di incidenza cambia, passando dal lato del marker a 90° al lato opposto, il colore del sangue nel vaso esaminato cambia (dal rosso al blu). Tale aspetto è importante e può rappresentare una possibile fonte di errore per il principiante, sia nell'orientare la sonda sia nel scegliere il vaso da incannulare.

### Tecniche ecoguidate

Gli ultrasuoni non sostituiscono i normali riferimenti anatomici utilizzati dall'operatore per eseguire l'incannulamento dei vasi venosi centrali. Il principiante tende a concentrare la propria attenzione sull'immagine che compare sullo schermo dell'ecografo, dimenticando la posizione fatta assumere all'ago e i consueti riferimenti anatomici di superficie (Fig. 30.7).

Le procedure ecoguidate si possono distinguere in statiche e dinamiche. Le statiche si riferiscono a procedure che si limitano a localizzare l'obiettivo e a segnare un riferimento sulla cute per facilitare la procedura percutanea successiva, come qualsiasi altra procedura basata su riferimenti di superficie. Le tecniche B-mode e Doppler consentono di localizzare la vena giugulare interna, valutarne il diametro e la pervietà, e di segnare sulla cute un riferimento utile per l'incannulamento. L'incannulamento, di per sé, non viene eseguito con gli ultrasuoni. La procedura dinamica, invece, viene eseguita in tempo reale, ossia il percorso dell'ago viene costantemente seguito e guidato dagli ultrasuoni verso la sede prestabilita sfruttando le immagini visibili sullo schermo dell'ecografo. Per l'accesso vascolare, la tecnica statica è inferiore a quella dinamica, ma tuttavia migliore di quella usuale basata su riferimenti anatomici di superficie [12]. Ciò è dovuto all'intervallo di tempo che passa tra la marcatura della cute sotto controllo ultrasonoro statico e l'esecuzione della puntura: in questo intervallo



Fig. 30.7 La combinazione tra tecnica a ultrasuoni e tecnica basata sui riferimenti anatomici di superficie è ottimale. Prestare troppa attenzione alle immagini sullo schermo, e ignorare il paziente, può avere conseguenze molto negative.

Tabella 30.3 Cateterismo venoso centrale: differenze tra ecoguida statica ed ecoguida dinamica

| Guida dinamica   | Guida statica   |
|--|---|
| Localizzazione del punto di ingresso e incannulamento guidato su immagine ecografica<br>Più precisa e in tempo reale | Localizzazione del punto di ingresso e corrispondente marcatura sulla cute<br>L'incannulamento non è guidato dall'immagine ecografica |
| Più difficile garantire la sterilità   | Intervallo di tempo tra marcatura della cute e incannulamento   |
| Richiede notevole coordinazione occhio-mano  | Più facile garantire la sterilità<br>Meno impegnativa dal punto di vista tecnico  |

di tempo il paziente può muoversi o la marcatura cutanea perdersi per effetto della disinfezione cutanea. La Tabella 30.3 confronta la tecnica statica con quella dinamica. La tecnica dinamica richiede maggiore esperienza, perché esige una perfetta coordinazione occhio-mano.

### Piani e finestre

Per i nostri scopi importa esaminare la posizione della sonda rispetto al vaso, considerando il piano trasversale e quello longitudinale. Il piano trasversale corrisponde alla sezione del vaso e fornisce informazioni sulle strutture immediatamente adiacenti a esso. Ad esempio, la sezione trasversale della vena giugulare interna permette di visualizzare l'arteria carotide che decorre nelle vicinanze, nonché il nervo vago, la ghiandola tiroide e la trachea (Fig. 30.8).

La finestra longitudinale mostra le strutture situate al davanti e al di dietro della vena, e consente di visualizzare l'intero ago durante l'incannulamento; mentre le

strutture laterali non possono essere viste (Fig. 30.9). Tutte le sedi di incannulamento venoso e arterioso possono essere viste su ambedue i piani. Per l'operatore inesperto, la finestra trasversale è sicuramente più semplice per eseguire un incannulamento ecoguidato.

### Metodi di orientamento

L'orientamento è la tappa principale di tutta la manovra di incannulamento. Tutte le sonde portano su un lato un marker (incavo). Esso corrisponde a un marker mostrato su un angolo dello schermo (dove appare l'immagine) e

permette l'orientamento laterale o destra-sinistra (Fig. 30.10). In circostanze rare, quando l'orientamento è incerto, si strofina il dito su un lato della sonda per produrre un'immagine e confermare l'orientamento (Fig. 30.11).

I problemi di orientamento si possono risolvere disponendo opportunamente ecografo, paziente e operatore che devono trovarsi su una linea retta, uno vicino all'altro (Fig. 30.12). In questo modo, il vaso che deve essere incannulato e l'immagine sullo schermo si trovano ambedue nel campo visivo dell'operatore, che li può controllare direttamente. Quando si incannula la vena giugulare interna, la consolle dell'apparecchio deve stare dalla parte del vaso da incannulare, allo stesso livello del

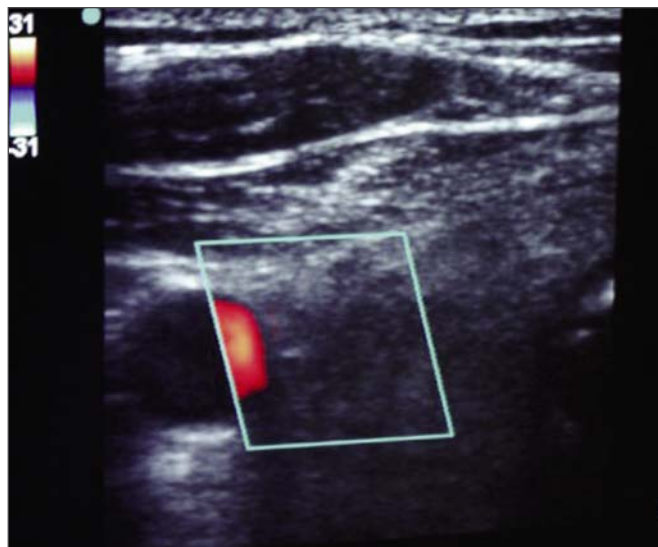


Fig. 30.8 Finestra trasversale (asse corto) sulla vena giugulare interna (alla sinistra dell'arteria carotide, non mostrata). È possibile vedere il lobo destro della tiroide e l'arteria carotide destra. All'estremo destro dell'immagine si vede la parete laterale della trachea.



Fig. 30.10 Per favorire l'orientamento, la tacca posta sulla sonda (proprio all'estremità del dito) viene fatta coincidere con il "punto" sullo schermo (cerchietto blu, in alto a sinistra).

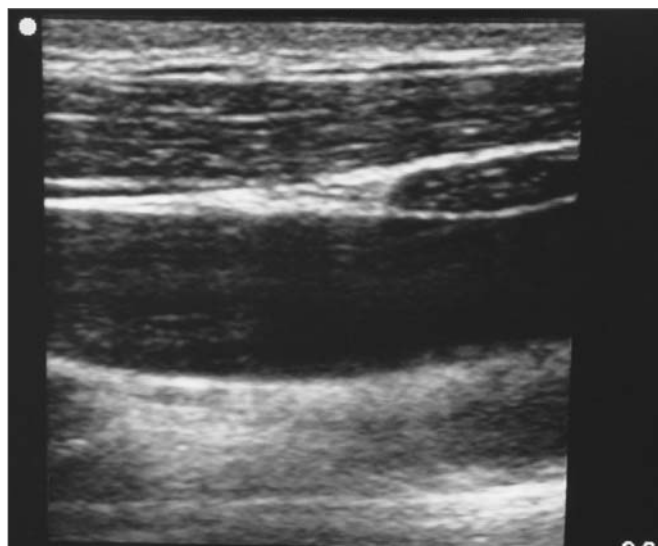


Fig. 30.9 Finestra longitudinale sulla vena giugulare interna. L'informazione sulla posizione delle strutture circostanti è meno chiara che non nella finestra trasversale.

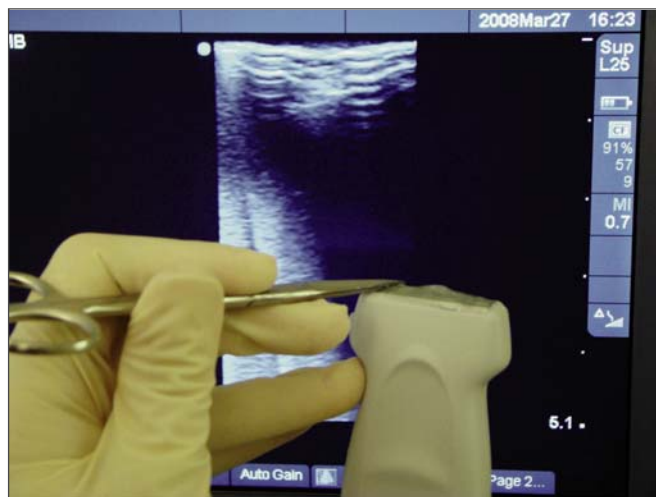


Fig. 30.11 Nel corso della procedura si può strofinare la sonda con un dito o con uno strumento chirurgico per verificare l'orientamento. In questo caso le forbici sono poste sul margine sinistro della sonda, creando sull'immagine un artefatto proprio sul lato sinistro. Lo stesso si può effettuare facilmente quando la sonda poggia sul corpo del paziente.



Fig. 30.12 Per ottimizzare la manovra il paziente, il vaso da incannulare, la sonda e lo schermo dell'ecografo devono essere in vista dell'operatore, che in questo modo riduce allo stretto necessario i propri movimenti.

paziente, in modo che i lati di destra di sonda, paziente e immagine siano tutti dalla stessa parte. Quando si incannula la vena succlavia o la vena ascellare, la consolle dell'apparecchio deve stare dalla parte opposta a quella dove si incannula il vaso, esattamente davanti all'operatore, sulla medesima linea. In questo caso, la parte destra della sonda corrisponde alla parte inferiore del corpo del paziente: per il resto, tutto è uguale.

Una volta assicurato il corretto orientamento, l'area viene sottoposta a scansione per distinguere la vena dall'arteria. Questo si può fare in diversi modi. Il metodo più semplice consiste nel verificare la compressibilità del vaso applicando una leggera pressione con la sonda mentre si osserva il monitor. Le vene collabiscono per pressioni minori rispetto alle arterie, a meno che non sia presente nella vena un trombo (Fig. 30.13). Il secon-

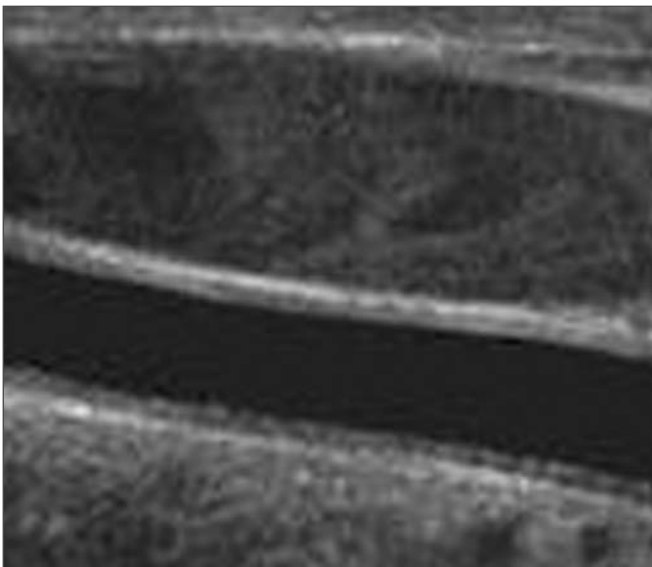


Fig. 30.13 Finestra longitudinale sulla vena giugulare interna (in alto) e l'arteria carotide (in basso): all'interno della vena è presente un trombo.

do metodo consiste nel valutare l'influenza del respiro sul diametro del vaso: ovviamente, le vene mostrano variazioni sensibilmente maggiori delle arterie. Il terzo metodo consiste nell'esaminare il vaso con la tecnica Doppler o color Doppler e ascoltare la pulsazione oppure osservare le variazioni di colore nei vasi: ambedue danno un'idea della velocità di flusso all'interno del vaso. Come riportato poco sopra, il colore (rosso o blu) del sangue nei vasi dipende anche dalla posizione del trasduttore. È bene confrontare il colore di tutti i vasi presenti nella zona esplorata, osservando bene l'angolo di incidenza (interrogazione) della sonda. Con la pratica è facile distinguere il flusso arterioso da quello venoso. Ampie variazioni di pressione all'interno della cavità toracica possono accelerare sensibilmente il flusso venoso rendendolo simile a quello arterioso; in questo caso si devono utilizzare gli altri due sistemi descritti sopra per distinguere se il vaso è una vena o un'arteria.

## COME ESEGUIRE UN INCANNELAMENTO ECOGUIDATO

### Vena giugulare interna

Per incannulare la vena giugulare interna il paziente deve, innanzitutto, assumere una posizione corretta. Il capo deve essere ruotato dalla parte opposta a quella della puntura e il collo lievemente esteso: torsioni o estensioni esagerate del collo sono da evitare perché alterano l'anatomia locale, comportando una sovrapposizione della giugulare e della carotide. Il letto viene sistemato in lieve Trendelenburg. L'ecografo è posto dal lato del vaso da incannulare, all'altezza della vita.

La scelta del punto di inserzione dell'ago viene eseguita inizialmente ricorrendo ai consueti riferimenti anatomici di superficie; solo successivamente la scelta viene confermata con gli ultrasuoni. Questo per due motivi: per confermare la correttezza della scelta operata sulla base dei riferimenti anatomici e per insegnare all'allievo a eseguire l'incannulamento con ambedue le tecniche. Per l'orientamento si usano le finestre trasversale e longitudinale. Si deve identificare il vaso e la sua pervietà, nonché le strutture vicine.

La procedura di incannulamento deve rispettare tutti i criteri usuali di sterilità, per ridurre al minimo il rischio di infezione [18]. Sul campo deve essere presente anche una guaina sterile per la sonda ecografica, che sarà utilizzata da un assistente quando l'operatore dovrà procedere all'incannulamento.

Sistemato il paziente, si prepara il catetere e si saggia la pervietà di tutte le vie e raccordi: tutto deve essere sistemato sul tavolo in modo ordinato (ago, sonda metallica, dilatatore, catetere, bisturi). L'assistente tiene la sonda in modo tale che l'operatore possa prenderla e introdurla nella guaina sterile (Fig. 30.14). La sonda può essere inserita nella guaina direttamente dall'operatore; la guaina sterile ricopre la sonda per tutta la sua lunghezza, fissata da un elastico.

Viene confermata ancora una volta la sede di inserimento del catetere, prestando attenzione che ogniqualvolta si appoggia la sonda sul paziente bisogna mantenere lo stesso orientamento, perché il cateterismo abbia successo.

Quando si incannula il vaso si mantiene il punto di inserzione e la direzione che si userebbero con la tecnica dei riferimenti anatomici di superficie. Quando si usa una finestra ecografica trasversale, quella più semplice per chi sta imparando la tecnica, bisogna fare in modo che il vaso si trovi al centro dello schermo: in questo modo il vaso si trova proprio al di sotto della testa della sonda. Per confermare la corretta posizione dell'ago rispetto al vaso si usa, talvolta, un "finto colpo di punta" (cioè viene simulata l'introduzione dell'ago in vena) (Fig. 30.15). Si sistema l'ago sulla cute e, sopra di esso, la sonda ecografica. L'ombra acustica provocata dall'ago dovrebbe apparire sovrapposta al vaso (Fig. 30.15). La puntura della cute deve avvenire 1 cm prossimalmente alla sonda, e ciò fa sì che nella maggior parte dei casi si possa vedere l'ago penetrare nel vaso senza che vi sia bisogno di muovere la sonda. Se non si riesce a vedere la punta dell'ago quando si affondano i tessuti sottocutanei sopra il vaso, è necessario muovere la sonda lungo l'asse del vaso per spostarlo, in modo che ago e punta si possano vedere meglio. La punta della "V" provocata dalla pressione della cute che sovrasta il vaso e la punta del catetere si dovrebbero vedere proprio al di sopra della vena (Fig. 30.16). La punta dell'ago deve essere sempre sotto il controllo dell'operatore; non bisogna scambiare – com'è facile – il corpo dell'ago con la punta. Se la manovra è ben condotta, si dovrebbe vedere la punta dell'ago penetrare nel lume del vaso nel momento stesso in cui compare reflusso di sangue nel cono della siringa.



Fig. 30.15 Tecnica di esecuzione del "finto colpo di punta". L'ago viene appoggiato sulla cute e, quindi, visualizzato con gli ultrasuoni (in alto). L'ago crea un'ombra acustica sulle strutture sottostanti. Se l'ago è posto proprio sopra la vena, l'ombra acustica divide a metà la stessa.



Fig. 30.14 Recupero della sonda usando una sola mano per mantenere la sterilità. Una volta coperta, la sonda viene sistemata sul campo sterile.



Fig. 30.16 Finestra trasversale sulla vena giugulare interna durante incannulamento. Si vede la punta dell'ago (bianco brillante) mentre penetra all'interno della vena alle ore 11. La sonda è collocata 1-2 cm distalmente rispetto all'ago, in modo che la punta di questo rimanga sempre all'interno dell'immagine ecografica. La sonda viene mossa prossimalmente o distalmente, secondo le necessità, in modo da tenere la punta dell'ago sempre bene in vista.

Una volta incannulato il vaso, la sonda viene messa da parte e tutto procede come in un normale cateterismo. Gli ultrasuoni verranno utilizzati per confermare la corretta posizione della sonda metallica all'interno del vaso, registrando un'immagine che sarà archiviata in cartella clinica. La sonda metallica viene avanzata lentamente all'interno del vaso; non si dovrebbe avvertire nessuna resistenza. La distanza tra punto di inserzione e vena cava superiore è di circa 17-18 cm, per cui non si dovrebbe procedere oltre con la sonda metallica. Inserita la sonda metallica si estrae l'ago e si esegue una piccola incisione nel punto in cui la sonda esce dalla cute, e si introduce (sulla guida di questa) il dilatatore; eseguita la dilatazione del tramite sottocutaneo fino alla vena, si introduce il catetere e si sfilia il dilatatore. Il catetere, com'è stato ricordato, non deve essere spinto oltre i 17-18 cm. Fissato il catetere, eseguiti i collegamenti e finita la medicazione viene eseguito un esame ecografico del torace per escludere la presenza di uno pneumotorace (v. Capp. 21 e 22) [19].

L'impiego degli ultrasuoni per il cateterismo venoso centrale e il successivo controllo di un eventuale pneumotorace vanno documentati in cartella clinica.

### Vena succlavia

Per la sua posizione al di sotto della clavicola, che richiede maggiori manipolazioni della sonda per acquisire immagini utili, la vena succlavia è più difficile da visualizzare che non la giugulare, la femorale e l'ascellare (Fig. 30.17). Nei soggetti obesi la visualizzazione della succlavia da una finestra sottoclavicolare è particolarmente impegnativa; inoltre, risulta difficile la compressione della vena dall'esterno per accertare l'eventuale presenza di un trombo.

Nella nostra esperienza è più facile visualizzare la vena succlavia con finestra longitudinale sopraclavicolare, perché una visualizzazione sul piano trasversale è tecnicamente complicata. Vista la facilità di incannulamento delle vene giugulare e ascellare, gli Autori hanno da tempo abbandonato il cateterismo della succlavia, tranne in situazioni specifiche, quali la TPN di lunga durata e l'accesso venoso centrale in emergenza.

La Figura 30.17 mostra come deve essere sistemata la sonda per visualizzare la vena succlavia; la Figura 30.18 mostra l'immagine prodotta sullo schermo dell'ecografo. Si noti che il paziente non è particolarmente robusto e, quindi, si è deciso di usare una finestra sottoclavicolare. A parte le difficoltà di incannulare la vena sotto ecoguida dinamica e la lunga "curva di apprendimento" della manovra, questa è del tutto simile a quella descritta per la vena giugulare, tranne per il fatto che si usa una finestra longitudinale.

### Vena ascellare

La vena ascellare ha, sulle altre, specifici vantaggi [20-23]. La frequenza di infezioni da catetere è senza dubbio minore di quella associata al cateterismo della succlavia,



Fig. 30.17 Posizione della sonda per aprire una finestra longitudinale sulla vena succlavia. Si noti l'angolazione in direzione cefalica della sonda per ottenere un'immagine di buona qualità. Tale manovra è difficoltosa durante ecoguida dinamica.



Fig. 30.18 Finestra longitudinale sulla vena succlavia (struttura scura e rotonda, subito a sinistra del centro del foto) e sull'arteria succlavia (in basso, verso destra).





Fig. 30.19 Posizione della sonda per visualizzare la vena ascellare.

e anche le complicazioni quali pneumotorace, emotorace e chilotorace sono minori. La vena ascellare si comprime facilmente e quindi permette un più facile riconoscimento dell'esistenza di trombi. Esiste, tuttavia, il rischio di provocare un danno del plesso brachiale, soprattutto quando si usa un accesso molto laterale [24]. L'identificazione e l'incannulamento della vena ascellare dipendono esclusivamente dall'impiego di ultrasuoni; non esistono, infatti, chiari riferimenti anatomici di superficie e ciò rappresenta uno svantaggio tipico dell'incannulamento ascellare. La Figura 30.19 mostra l'esatta posizione della sonda per visualizzare su una finestra trasversale la vena ascellare. Dopo la manovra si deve eseguire un controllo ecografico per escludere la presenza di pneumotorace.

### Vena femorale

Grazie alle complicazioni rare e poco pericolose per la vita, l'incannulamento della vena femorale è molto utilizzato. Tuttavia, l'approccio femorale presenta alcuni problemi specifici che non vanno sottovalutati. La puntura accidentale (o intenzionale) dell'arteria femorale, soprattutto nei pazienti coagulopatici, può essere responsabile di una grave emorragia retroperitoneale e di ematoma. La stimolazione del nervo femorale può provocare un dolore molto intenso. Quando la puntura è molto prossimale, è possibile la perforazione di un organo addominale. Naturalmente, gli ultrasuoni contribuiscono a ridurre sensibilmente la frequenza di tali complicazioni.

Come per l'incannulamento delle altre vene, la prima tappa consiste nell'ottenere un esatto orientamento. L'ecografo viene posto dalla parte opposta a quella della vena da incannulare, esattamente al davanti

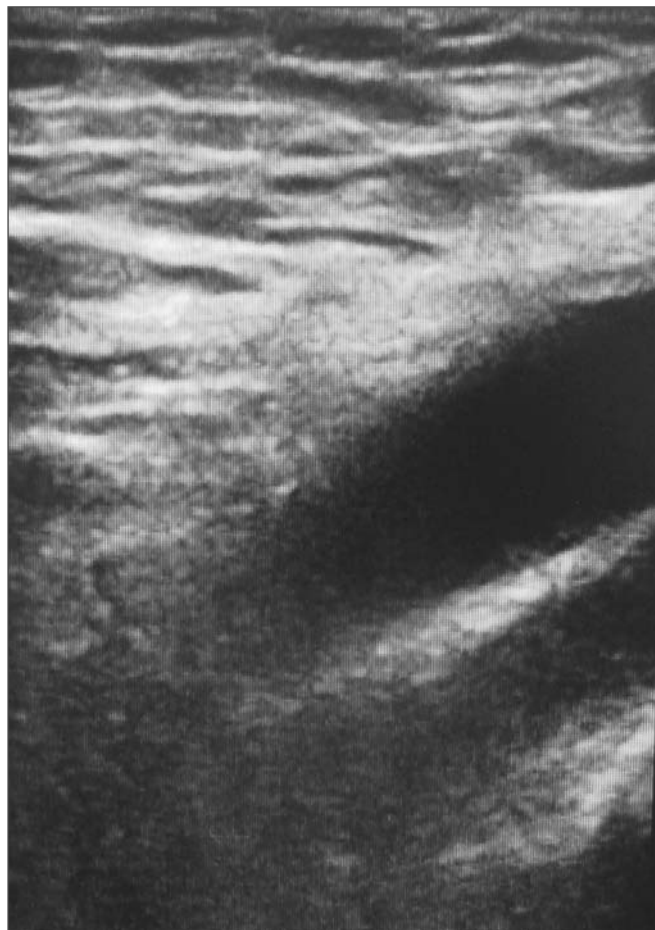


Fig. 30.20 Finestra longitudinale che mostra la vena femorale che passa al di sotto del legamento inguinale. In questa immagine l'arteria è sopra la vena. Il legamento inguinale appare come una zona luminosa sulla sinistra.

dell'operatore. Tutta l'area viene sottoposta a scansione e bisogna identificare l'arteria femorale, la vena femorale comune e la safena. Identificata la vena femorale, bisogna verificarne la pervietà. È bene aprire anche una finestra longitudinale, là dove la vena passa al di sotto del legamento inguinale: questo deve essere disegnato sulla cute (Fig. 30.20), in modo da evitare il rischio di una puntura intraperitoneale.

### CATERISMO ARTERIOSO ECOGUIDATO

I principi e le tecniche descritte per l'incannulamento dei vasi venosi si possono applicare anche al cateterismo arterioso. Le procedure sono molto simili, ma vi sono alcune differenze che vanno discusse.

Le arterie scelte con maggiore frequenza per il cateterismo sono la radiale, l'ascellare e la femorale. La tecnica più diffusa è il cateterismo dell'arteria radiale. Le ragioni sono molte: facile accessibilità al polso, duplice circolazione della mano e relativa "pulizia" della zona. Ma anche il cateterismo radiale non è del tutto privo di rischi.

Nel 1929, il Dr. Edgar van Nuys Allen descrisse una manovra che consentiva di valutare la doppia circolazione della mano, consistente nell'ostruire ambedue le arterie, radiale e ulnare, e nel rilasciare in seguito la compressione sull'una o sull'altra arteria per verificare la ripresa della circolazione palmare. La manovra veniva ripetuta su ambedue le mani. Anche se non tutti ritengono che il test di Allen sia in grado di prevedere il rischio di ischemia della mano, il test continua a essere applicato nella pratica clinica della coronarografia. L'impiego degli ultrasuoni, nel 1973, ha consentito di migliorare l'accuratezza del test di Allen [24]. È indispensabile identificare le arterie palmari e, quindi, occludere l'arteria radiale. Se la circolazione palmare rimane intatta, si può procedere all'incannulamento dell'arteria (Fig. 30.21).

L'insuccesso del cateterismo radiale è associato a ematoma locale, che non ha gravi conseguenze se non quella di impedire ulteriori tentativi di incannulamento, perché ostacola la corretta palpazione del vaso. I tempi di incannulamento si prolungano, aumenta il dolore e la procedura fallisce. Il numero di tentativi a vuoto si può ridurre con l'impiego statico o dinamico degli ultrasuoni (Fig. 30.22) [25-27]: gli ultrasuoni, anche in presenza di ematoma, permettono di visualizzare con tecnica Doppler e color Doppler il flusso di sangue nell'arteria, facilitando l'incannulamento del vaso.

Yokoyama e coll. hanno dimostrato la presenza di 11 varianti anatomiche (2,6%) su 115 pazienti candidati a coronarografia percutanea per via radiale. Di questi 11 pazienti, soltanto in 3 l'incannulamento non è stato possibile. Tali dati confermano che anche in presenza di varianti anatomiche l'impiego degli ultrasuoni consente di prevedere in anticipo questi problemi [28].

### CATETERI CENTRALI E “MIDLINE” INTRODOTTI PER VIA PERIFERICA

I PICC hanno di recente acquistato notevole popolarità, probabilmente per la molto ridotta frequenza di complicazioni associate all'inserimento, per il benessere che deriva al paziente, per la facilità e la sicurezza della gestione anche in ambiente extraospedaliero e per la minima incidenza di infezioni [29, 30]. Intesi come alternativa al cateterismo centrale, questi cateteri vengono inseriti in una vena del braccio e spinti nel sistema venoso centrale, alla giunzione tra cava superiore e atrio destro (Fig. 30.23).

La letteratura che descrive le complicazioni a lungo termine di tali cateteri è discretamente ampia. Le complicazioni segnalate sono la trombosi, l'infezione da catetere, il malposizionamento della punta o la sua migrazione, la perforazione di vasi o camere cardiache, la trombosi venosa profonda e il malfunzionamento [29-31]. Il rischio di trombosi aumenta quando coesistono: un catetere di largo diametro, l'introduzione del catete-

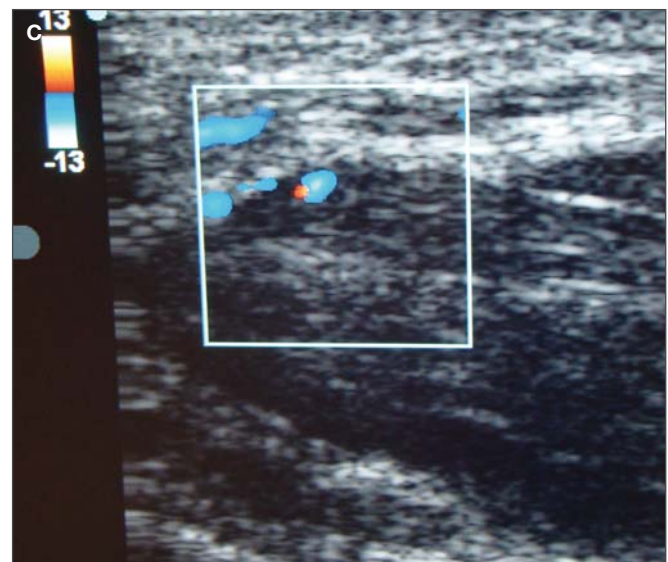
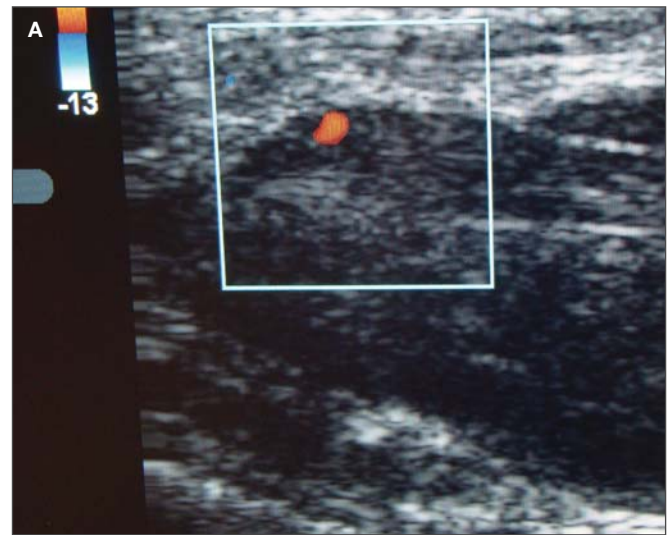


Fig. 30.21 (A) Immagine color Doppler dell'arco palmare. (B) Occlusione dell'arteria radiale mentre si visualizza l'arco palmare. (C) Dopo occlusione si osserva inversione del flusso nell'arco palmare, che dimostra come il flusso venga mantenuto attraverso l'arteria ulnare.



Fig. 30.22 Incannulamento dell'arteria radiale sotto ecoguida dinamica.



Fig. 30.23 Kit per inserimento di PICC, posto in basso al centro della foto. Si tratta di un sistema che viene introdotto mediante guida metallica. L'introduttore a strappo è illustrato in basso, a destra.

re nel sistema venoso cefalico, l'inserimento del catetere nel sistema "periferico" (al di fuori della vena cava), la durata del cateterismo, la presenza di tumori solidi e le condizioni di ipercoagulazione. La punta del catetere deve trovarsi, idealmente, nel terzo distale della vena cava superiore, alla giunzione tra la vena cava superiore e l'atrio destro. Questa posizione fa sì che la punta del catetere "galleggi" nel lume, riducendo la frequenza di formazione del trombo [31]. Inoltre, la vena cava superiore ha flussi di sangue superiori a quelli esistenti in ascellare, succlavia o brachiocefalica, il che influisce sul rischio di trombosi e sulla possibilità di irritazione venosa da parte di sostanze irritanti [31].

Il rischio di infezione da catetere è minore con i PICC rispetto ai CVC, ma si tratta pur sempre di un problema non trascurabile [27]. Tra i fattori che contribuiscono alla maggiore frequenza di infezione vi sono: la disinfezione della cute con sostanze diverse dalla clorexidina al 2%, la violazione delle norme di sterilità, l'uso di cateteri multilume. L'impiego di PICC medicati riduce il rischio, ma i risultati sono controversi.

In commercio vi sono diversi kit di PICC: la scelta del catetere (tipo, numero di lumi, ecc.) si basa sulle caratteristiche del paziente e sull'uso che se ne deve fare (es., se si deve iniettare a pressione un mezzo di contrasto, si sceglierà un catetere tipo "power PICC", in grado di sopportare pressioni elevate).

Esistono sostanzialmente due modi per inserire un PICC. La tecnica di Seldinger (più volte descritta), o la tecnica combinata ago-catetere, nella quale la vena viene incannulata tramite un ago-cannula tipo *Angiocath*, tramite il quale il catetere viene poi introdotto e fatto risalire fino alla cava. L'ago cannula viene quindi strappato via: il metodo è più complicato rispetto al Seldinger.

La Figura 30.24 presenta un algoritmo clinico per l'uso appropriato dei PICC, che tenga conto delle indicazioni, delle caratteristiche del paziente e delle possibili alternative.

Per l'inserimento di un PICC si può ricorrere all'ECO-2D e color Doppler per la "mappatura" dell'arto interessato. Si esamina tutta la rete vascolare dell'arto, distinguendo bene tra arterie e vene, e verificando la pervietà dei vasi: l'anatomia venosa dell'arto superiore è ben illustrata nella Figura 30.25. Si sceglie, quindi, il vaso da incannulare, verificandone la pervietà con la manovra di compressione e studiandone il flusso.

Quando tutto il materiale è stato predisposto, il paziente viene sistemato nella posizione corretta (Fig. 30.26) e si prepara il campo sterile. Si preferisce incannulare il braccio destro, nel quale la frequenza dei malposizionamenti è sensibilmente inferiore. Il braccio è leggermente abdotto, ruotato esternamente e tenuto fermo in questa posizione: ciò garantisce un buon accesso alla vena basilica e riduce le possibilità di malposizionamento, in quanto pone sulla medesima linea retta il punto di inserimento del catetere e la vena cava. Se il braccio venisse tenuto lungo il corpo, il catetere dovrebbe compiere una curva per entrare in succlavia: ciò aumenta il rischio che il catetere risalga lungo la vena giugulare interna ipsilaterale o che si attorcigli all'interno della succlavia. Non esistono informazioni sulla frequenza di embolia gassosa durante inserimento di PICC e *Midline*: si può pensare che sia trascurabile e paragonabile a quello dei normali cateteri venosi periferici. Non è perciò indispensabile far assumere al paziente la posizione di Trendelenburg.

Si apre il kit contenente il PICC e si predispongono la linea. Questi cateteri possiedono di solito un otturatore metallico, che ha lo scopo di irrigidire il catetere; l'otturatore deve essere parzialmente estratto, in modo da evitare possibili danni nel corso dell'inserimento. Per conoscere la profondità cui inserire il catetere, si calcola la distanza tra punto di inserimento e articolazione gleno-omerale, aggiungendo a questa la distanza tra articolazione gleno-omerale e incisura sternale e ulteriori 6 cm, in modo da assicurare che il catetere raggiunga una posi-

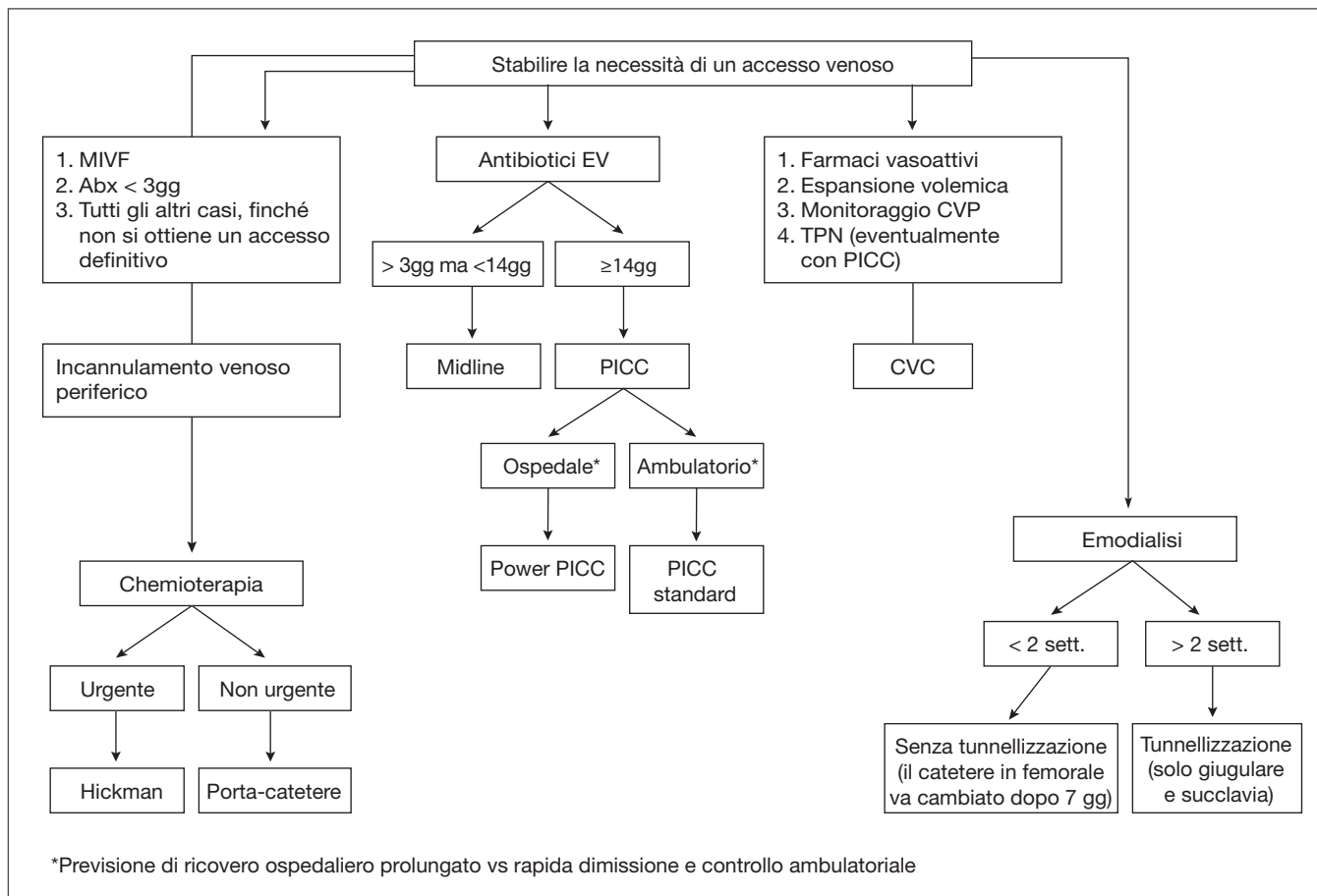


Fig. 30.24 Algoritmo di scelta del tipo di accesso venoso. Abx, antibiotici; EV, endovenoso; MIVF, liquidi endovenosi di mantenimento. (Da: Carilion Clinic.)

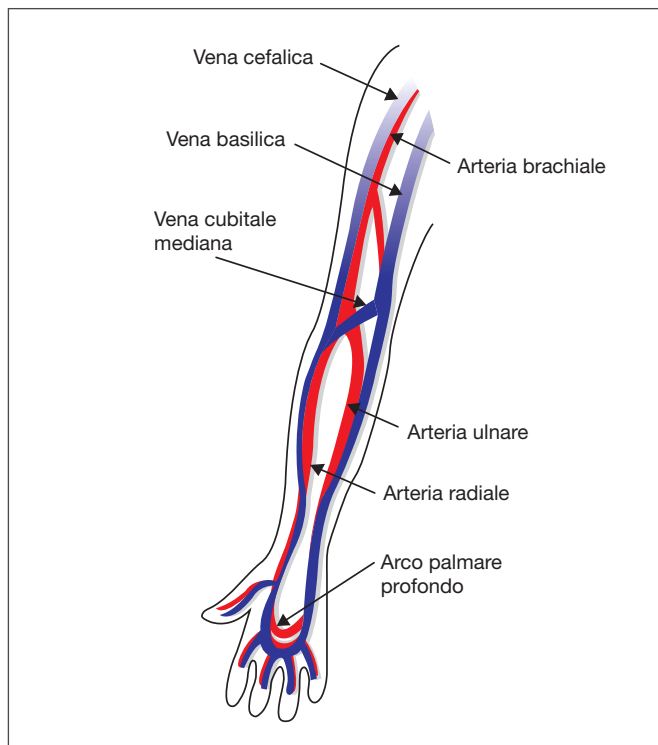


Fig. 30.25 Anatomia venosa tipica dell'arto superiore.



Fig. 30.26 Posizione del braccio per l'inserimento di un PICC. La spalla è abdotta e ruotata verso l'esterno; il braccio è flessa a 90°. Questa posizione permette di esporre bene la vena basilica.

zione distale in vena cava superiore. Calcolata la lunghezza, il catetere viene tagliato. Non si deve tagliare l'otturatore, perché l'estremità distale potrebbe diventare tagliente e provocare danni.

Quindi, si riesamina con gli ultrasuoni la zona per confermare la posizione dei vasi. La vena viene incannulata con ecoguida dinamica, come descritto a proposito dell'inserimento di un CVC. Entrati in vena, si spinge *lentamente* il catetere nella vena, in modo da consentire che la punta venga "guidata dal flusso" di sangue e trascinata nella posizione corretta. Inserito il catetere per tutta la sua lunghezza, l'otturatore viene rimosso: si collega una siringa e si aspira il sangue, a conferma della corretta posizione del catetere. Si possono usare anche gli ultrasuoni per verificare la corretta posizione della punta del catetere, eseguendo una scansione della vena giugulare interna ipsilaterale e della vena succlavia controlaterale. Il catetere viene quindi fissato alla cute e coperto da una medicazione sterile. Si esegue un controllo radiografico, a conferma dell'avvenuto cateterismo.

### Accesso venoso periferico

Una delle ragioni che spinge all'impiego dei PICC e *Midline* è la difficoltà di ottenere un accesso periferico adeguato. A questo si può, in parte, ovviare fornendo

assistenza infermieristica e supporto di personale per l'incannulamento ecoguidato di una vena periferica.

### CONCLUSIONI

L'accesso ai vasi può essere più sicuro e più semplice con l'ausilio degli ultrasuoni. La tecnica di base è la stessa, indipendentemente dal tipo di accesso periferico. Una volta acquisita la tecnica della guida ecografica dinamica, essa può essere applicata alle più diverse procedure di incannulamento. Gli ultrasuoni non intendono sostituire la consueta tecnica di incannulamento che sfrutta i riferimenti anatomici di superficie; essi vengono usati per approfondire le conoscenze sul sistema venoso e le procedure di incannulamento. Da ricordare, sempre, di documentare in cartella clinica l'impiego degli ultrasuoni.

*Midline* è di fatto un catetere periferico, in quanto la punta si ferma nella vena ascellare o nella vena succlavia, e comunque non raggiunge mai una posizione "centrale". Un catetere *Midline* non consente gli impieghi tipici dei cateteri venosi centrali "classici" (es., misura della pressione venosa centrale, iniezione di sostanze iperosmolarità). Può essere utilizzato per terapie farmacologiche e nutrizionali compatibili con la via periferica (osmolarità < 800 mOsm/L, pH tra 5 e 9, farmaci non irritanti per l'endotelio) (N.d.T.).

### BIBLIOGRAFIA

- McGee DC, Gould MK. Preventing complications of central venous catheterization. *N Engl J Med.* 2003;348:1123-1133.
- Brennan JM, Blair JE, Hampole C, et al. Radial artery pulse pressure variation correlates with brachial artery peak velocity variation in ventilated subjects when measured by internal medicine residents using handcarried ultrasound devices. *Chest.* 2007;131:1301-1307.
- Polderman KH, Girbes AJ. Central venous catheter use. Part 1: mechanical complications. *Intensive Care Med.* 2002;28:1-17.
- Merrer J, De Jonghe B, Golliot F, et al. Complications of femoral and subclavian venous catheterization in critically ill patients: a randomized controlled trial. *JAMA.* 2001;286:700-707.
- Mansfield PF, Hohn DC, Fornage BD. Complications and failures of subclavian vein catheterization. *New Engl J Med.* 1994;331:1735-1738.
- Light RW. *Pleural Diseases.* 5th ed. Philadelphia, Pa: Lippincott Williams & Wilkins; 2007.
- Legler D, Nugent M. Doppler localization of the internal jugular vein facilitates central venous cannulation. *Anesthesiology.* 1984;60:481-482.
- Randolph AG, Cook DJ, Gonzales CA, et al. Ultrasound guidance for placement of central venous catheters: a meta-analysis of the literature. *Crit Care Med.* 1996;24:2053-2058.
- Hind D, Calvert N, McWilliams SR, et al. Ultrasonic locating devices for central venous cannulation: meta-analysis. *BMJ.* 2003;327:361.
- Feller-Kopman D. Ultrasound-guided internal jugular access. *Chest.* 2007;132:302-309.
- Maecken T, Grau T. Ultrasound imaging in vascular access. *Crit Care Med.* 2007;35:s178-s185.
- Milling TJ Jr, Rose J, Briggs WM, et al. Randomized, controlled clinical trial of point-of-care limited ultrasonography assistance of central venous cannulation: the third sonography outcomes assessment program (SOAP-3) trial. *Crit Care Med.* 2005;33:1764-1769.
- NICE Guidelines. Disponibile sul sito: [http://www.nice.org.uk/nice-media/pdf/Ultrasound\\_49\\_GUIDANCE.pdf](http://www.nice.org.uk/nice-media/pdf/Ultrasound_49_GUIDANCE.pdf). Ultimo accesso 3 marzo 2009.
- Rothschild J. AHRQ Evidence based practice. Disponibile sul sito: <http://www.ahrq.gov/clinic/ptsafety/pdf/chap21.pdf>. Ultimo accesso 3 marzo 2009.
- Muhm M. Ultrasound guided central venous access (letter). *BMJ.* 2002;325:1374-1375.
- Forauer A, Glockner J. Importance of US findings in access planning during jugular vein hemodialysis catheter placements. *J Vasc Interv Radiol.* 2000;11:233-238.
- Disponibile sul sito: <http://www.cms.hhs.gov/HospitalAcqCond/Downloads/HAC-POA-Listening12-17-2007.pdf>. Ultimo accesso 3 luglio 2008.
- Mermel LA. Prevention of intravascular catheter-related infections. *Ann Intern Med.* 2000;132:391-402.
- Mayo PH, Doelken P. Pleural Ultrasonography. *Clin Chest Med.* 2006;27:215-227.
- Sandhu NS. Transpector ultrasound-guided catheterization of the axillary vein: an alternative to standard catheterization of the subclavian vein. *Anesth Analg.* 2004;99:183-187.



21. Mackey SP, Sinha S, Pusey J. Ultrasound imaging of the axillary vein-anatomical basis for central access (Letter). *Br J Anaesth.* 2003;93:598-599.
22. Galloway S, Bodenham A. Ultrasound imaging of the axillary vein-anatomical basis for central venous access. *Br J Anaesth.* 2003;90:589-595.
23. Sharma S, Bodenham AR, Mallick A. Ultrasound-guided infraclavicular axillary vein cannulation for central venous access. *Br J Anaesth.* 2004;93:188-192.
24. Mozersky DJ, Buckley CJ, Hagood CO Jr, et al. Ultrasonic evaluation of the palmar circulation. A useful adjunct to radial artery cannulation. *Am J Surg.* 1973;126:810-812.
25. Maher JJ, Dougherty JM. Radial artery cannulation guided by Doppler ultrasound. *Am J Emerg Med.* 1989;7:260-262.
26. Levin PD, Sheinin O, Gozal Y. Use of ultrasound guidance in the insertion of radial artery catheters. *Crit Care Med.* 2003;31:481-484.
27. Shiver S, Blaivas M, Lyon M. A prospective comparison of ultrasound-guided and blindly placed radial artery catheters. *Acad Emerg Med.* 2006;13:1275-1279.
28. Yokoyama N, Takeshita S, Ochiai M, et al. Anatomic variations of the radial artery in patients undergoing transradial coronary intervention. *Catheter Cardiovasc Interu.* 2000;49:357-362.
29. Schmid MW. Risks and complications of peripherally and centrally inserted intravenous catheters. *Critical Care Nursing Clinics of North America.* 2000;12:165-174.
30. Maki DG, Kluger DM, Crnich CJ. The risk of bloodstream infection in adults with different intravascular access devices: a systematic review of 200 published prospective studies. *Mayo Clin Proc.* 2006;81:1159-1171.
31. National Association of Vascular Access Networks (NAVAN). Tip Location of Peripherally Inserted Central Catheters. NAVAN Position Statement. *JVAD.* 1998;3:9-10.

