

Valutazione dell'emolisi agocannula dipendente: comparazione di materiali

D. Giavarina^a, L. Pasquale^b, G. Mezzena^a, G. Soffiati^a

^aLaboratorio di Chimica clinica ed Ematologia e ^bU.O.C. Pronto Soccorso ed Accettazione Medica, Ospedale "San Bortolo", Vicenza

Riassunto

Premesse. E' noto che il prelievo attraverso agocannule è associato a maggior emolisi rispetto al prelievo con ago diretto e che i prelievi da vena, invece che da agocannula, riducono la percentuale di campioni emolizzati. L'uso di agocannule è comunque preferito dai servizi di Pronto Soccorso e di emergenza in genere, per la diminuzione del numero di accessi venosi necessari. Non sono noti studi sui materiali utilizzati e se questi possono spiegare differenze sull'emolisi dei campioni di sangue. Scopo di questo lavoro è verificare la relazione tra tipo di prelievo, materiale utilizzato e percentuale di campioni non idonei per emolisi, presso un servizio di Pronto Soccorso.

Metodi. Sono state osservate le percentuali di rigetto del campione per non idoneità da emolisi in pazienti afferenti al Pronto soccorso, durante un periodo di 78 giorni consecutivi. Sono stati comparati 91 campioni ottenuti con agocannula BD Insyte™ Autoguard™ (gruppo A), 92 con agocannula B Vasofix® Safety (gruppo B), 90 con agocannula Terumo Surflo-w (gruppo C) e 90 con agocannula Neo Delta Ven T (gruppo D), tutti di gauge 18. Come gruppo di controllo sono stati utilizzati 100 prelievi consecutivi diretti ottenuti mediante ago gauge 21 e holder diretto provenienti dall'unità operativa di rianimazione dello stesso ospedale.

Risultati. I pazienti che hanno partecipato allo studio sono stati complessivamente 463.

Nel gruppo A sono risultati emolizzati 19 campioni su un totale di 83 (22,9%); nel gruppo B, 14 campioni su 77 (18,2%); nel gruppo C, 17 campioni su 74 (23,0%); nel gruppo D, 14 campioni su 87 (16,1%). Il sistema Vacutainer diretto, ha provocato un rigetto del 3,0%.

Conclusioni. Tutti i tipi di agocannule presi in esame mostrano elevate percentuali di campioni emolizzati rispetto al prelievo "classico". Si sono riscontrate alcune differenze percentuali di emolisi, tra i diversi agocannule, che non hanno però raggiunto la significatività statistica. Il dispositivo agocannula si conferma non essere idoneo per il prelievo venoso.

Summary

Hemolysis by peripheral intravenous catheters: materials comparison

Background. Previous papers showed an increased percentage of haemolysed samples by using intravenous catheters, compared to venipuncture, and vice versa. Nevertheless, intravenous catheters are preferred by emergency departments and intensive care units, since they reduce the number of punctures needed, with an increment of sample rejection for haemolysis. There are no studies on the catheter materials and the possible differences in the haemolysis percentages. Aim of this study is to verify the correlation between the percentage of not suitable samples for haemolysis and different catheters materials, in an emergency hospital department.

Methods. We compared the rejection percentages for haemolysis of samples come from the Emergency Department, during a period of 78 consecutive days. 91 specimens were obtained by BD Insyte™ Autoguard™ (group A), 92 by intravenous catheter B Vasofix® Safety (group B), 90 by Terumo Surflo-w (group C) and 90 by Neo Delta Ven T (group D). All catheters had a needle of 18 gauge. 100 consecutive samples drawn by a needle 21 gauge directly connected to the holder, coming from the Intensive Care Department, were used as control group.

Results. Enrolled patients were 463 in all. In group A, 19/83 samples (22.9%) were hemolysed; in group B, 14/77 (18.2%); in group C 17/74 (23%); and in group D, 14/87 (16.1%). In the control group there was a 3% of rejected samples.

Conclusions. All the catheters for venipuncture show higher percentages of haemolysis compared to direct venipuncture. Some differences are registered between different materials, without however statistical significance. These data confirm that intravenous catheters are not suitable for a correct venous blood sample collection.

Key-words: blood collection, haemolysis, catheter materials, phlebotomist.

Introduzione

Il prelievo di sangue venoso è una procedura indispensabile per la diagnostica in vitro, poiché rappresenta un passaggio irrinunciabile per ottenere il materiale biologico da analizzare¹. Errori effettuati durante la raccolta del campione possono compromettere o alterare l'integrità di quest'ultimo, fino a rendere il campione inutilizzabile per la determinazione di alcuni analiti. L'emolisi rappresenta uno dei problemi maggiori.

I dispositivi usati per ottenere il campione di sangue rappresentano uno dei punti cruciali della fase preanalitica. Quelli presenti in commercio sono:

- La siringa, presidio quasi esclusivo fino al 1980, oggi quasi completamente sostituita da sistemi in vuoto. Mantiene un certo uso qualora particolari situazioni anatomiche e/o fisiche rendano impossibile o scongiabile utilizzare altri dispositivi.
- L'ago monouso con sistemi di supporto (holder, adattatori o "camicie"). È il sistema maggiormente diffuso nel mondo occidentale. Prevede l'utilizzo di provette sotto vuoto oppure con sistemi di aspirazione diretta.
- Il dispositivo butterfly, o ago a farfalla. Variante dell'ago diretto, nato originariamente per necessità infusive, trova discreto impiego anche per i prelievi, specie se difficoltosi. Un tubo di raccordo rappresenta un volume morto talora critico per il corretto riempimento delle provette.
- L'agocannula. Costituito da un sistema metallico a mandrino, che permette la puntura della cute e della vena, per poi essere ritratto; lascia all'interno del vaso stesso solamente un tubicino flessibile, consentendo qualche movimento al braccio senza il rischio della rottura della vena, minore fastidio al paziente dopo il posizionamento, maggior tempo di permanenza in sede. È uno strumento per la terapia infusiva, atto a garantire un accesso venoso praticabile anche in condizioni di ipotonia pressoria.

La disponibilità di un accesso venoso già posizionato in sede spinge molti operatori ad utilizzare questa via anche per il prelievo. In particolare, quest'ultimo dispositivo è particolarmente preferito dai servizi di Pronto Soccorso e di emergenza in genere. Le proce-

sure standard di questi servizi prevedono, per la quasi totalità dei pazienti, la sicurezza di un accesso venoso, ancor prima dell'esecuzione di prelievi ematici. La disponibilità dell'accesso rende poi logicamente conseguente l'uso dello stesso anche per il prelievo.

È stato dimostrato che il prelievo attraverso agocannula è però associato a maggiore emolisi rispetto al prelievo con ago diretto^{2,3} e che i prelievi da vena invece riducono la percentuale di campioni emolizzati⁴.

È ipotizzato che il fenomeno possa avere incidenza diversa a seconda dei materiali¹, tuttavia non vi sono studi che abbiano verificato questa possibilità.

Gli scopi di questo lavoro sono di confermare che l'emolisi dei campioni è correlata all'uso estensivo dell'agocannula come via di prelievo e individuare se esistono differenze sull'emolisi dei campioni di sangue utilizzando agocannule di materiali diversi.

Materiali, Pazienti e Metodi

Sono stati presi in esame 363 pazienti consecutivi (164 femmine e 199 maschi) con un'età media di anni 64,5 (intervallo 16-99 anni) afferenti al pronto soccorso dell'Ospedale "San Bortolo" di Vicenza che necessitavano di un prelievo venoso per chimica, comprendente la determinazione degli elettroliti, e di un successivo accesso venoso per infusione, con agocannula 18 gauge. I pazienti che accedevano all'unità operativa venivano sottoposti ad un prelievo ematico attraverso l'uso dell'agocannula, qualora tale pratica fosse richiesta dalla loro condizione clinica.

Sono state valutate le seguenti agocannule: BD In-syte™ Autoguard™ (BD Medical, Sandy, U, USA) (gruppo A)⁵, B Vasofix® Safety (B. Braun Melsungen AG, Germania) (gruppo B)⁶, Terumo Surflo-w (Terumo Corporation, Tokyo, Giappone) (gruppo C)⁷ e Neo Delta Ven T (Delta Med, Viadana, MN) (gruppo D)⁸.

La Tabella I sintetizza le caratteristiche principali delle agocannule.

L'indagine è stata condotta in un periodo di undici settimane durante il quale i prelievi sono stati effettuati in turni di 4-5 ore consecutive. Le agocannule sono state impiegate in maniera randomizzata ai 363 pazien-

Tabella I. Caratteristiche principali delle agocannule studiate.

	Materiale	Lunghezza della cannula	Liquido lubrificante	Alette	Tappino infusione	Altro
<i>BD In-syte™ Autoguard™</i>	Biomateriale	Corta	Rivestimento interno	Non presenti	Non presente	
<i>Vasofix® Safety</i>	FEP- Teflon, radiopaco	Lunga	Lucidatura elettrolitica	Presenti	Presente	Clip di sicurezza
<i>Terumo Surflo-w</i>	FEP- Teflon, radiopaco e biocompatibile	Corta	Non presente	Presenti	Presente	
<i>Neo Delta Ven T</i>	Poliuretano, radiopaco	Lunga	Non presente	Non presenti	Non presente	

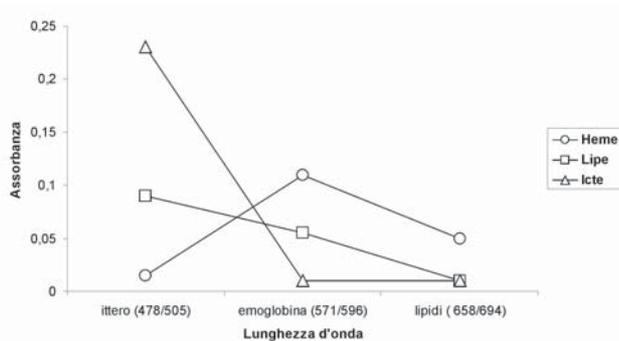


Figura 1. Assorbanza di soluzioni standard di emoglobina, bilirubina e trigliceridi: determinazione degli indici di siero su ADVIA 2400.

ti consecutivi, in modo da assegnare il dispositivo ad ogni paziente senza predeterminazione: sono stati arrolati tutti i pazienti consecutivi, afferenti ad una sala di pronto soccorso, cui era richiesto un prelievo venoso. Le agocannule sono state utilizzate alternativamente cambiando tipo ad ogni prelievo, in maniera sequenziale.

I campioni sono stati raccolti tutti nello stesso tipo di provetta, 13-100 mm, litio eparinata, con gel di separazione (Greiner Bio-One GmbH, Kremsmuenster, Austria).

Come gruppo di controllo sono stati utilizzati 100 prelievi consecutivi diretti ottenuti mediante ago gauge 21 e holder diretto (Greiner, blood collection needle) provenienti dall'unità di rianimazione e terapia intensiva dello stesso ospedale (66 maschi e 34 femmine, età media 58 anni, range 24-83).

I dati anagrafici e sensibili dei pazienti non sono stati in alcun modo registrati, né sono state eseguite procedure aggiuntive rispetto a quelle previste dal servizio di Pronto Soccorso e di rianimazione. Sono state immediatamente eliminate le informazioni relative ai dati sensibili dei pazienti, conservando solamente: età, sesso e codice del prelievo. Lo studio è stato condotto con l'approvazione del direttore dell'Unità Operativa

e del coordinatore dell'equipe infermieristica.

I campioni sono stati esaminati presso il laboratorio dell'ospedale. La misura dell'emolisi è stata effettuata attraverso la determinazione dell'indice di emolisi, su analizzatori automatici per chimica clinica (ADVIA 2400, Siemens, Tarrytown, NY). Lo strumento utilizza per la misura le letture a 36, 42 e 48 secondi a 6 lunghezze d'onda (478/505, 571/596, 658/694 nm). Tali misure sono abbinare in tre coppie per rendere operativa una modalità di lettura bicromatica che prevede come lunghezza d'onda principale quella corrispondente al picco e come secondaria quella con la minima assorbanza misurata (Fig. 1). Per l'emolisi, studi sul livello d'interferenza significativa eseguiti dal Laboratorio di Chimica clinica ed Ematologia dell'Ospedale San Bortolo di Vicenza (dati non pubblicati), hanno definito i livelli di rigetto per un indice di emolisi di 80 per potassio e lattico deidrogenasi, di 300 per aspartato aminotransferasi, fosfatasi alcalina e magnesio.

L'analisi statistica è stata condotta con Microsoft Windows Excel e Med Calc Ver. 9.4.1.0. La significatività delle differenze tra le percentuali è stata valutata con test chi quadrato (χ^2).

Risultati

I partecipanti allo studio sono stati complessivamente 463 pazienti. I gruppi A, B, C e D erano composti rispettivamente da 91, 92, 90 e 90 pazienti. L'età media e il sesso di ciascun gruppo sono riassunti in Tabella II.

Nel gruppo A, su un totale di 91 pazienti, 8 campioni non sono stati portati a termine per difficoltà di accesso venoso. Un totale di 19 (22,9%) campioni su 83 prelievi portati a termine sono risultati emolizzati; 17 (20,5%) con un indice di emolisi ≥ 80 e 2 (2,4%) ≥ 300 .

Nel gruppo B su 92 pazienti 15 sono stati esclusi; un totale di 14 (18,2%) campioni su 77 sono risultati emolizzati; 9 (11,7%) con un indice di emolisi ≥ 80 e 5 (6,5%) ≥ 300 .

Nel gruppo C i pazienti esclusi sono stati 14. Un

Tabella II. Riassunto dei risultati: percentuale di campioni rigettati per emolisi ed emolisi forte; indice di emolisi media su tutti i campioni studiati, divisi per gruppo di agocannula.

	BD Insyte™ Autoguard™	Vasofix® Safety	Terumo Surflo-w	Neo Delta Ven T	Controllo
Campioni	83	77	74	87	100
Maschi	47	45	36	48	66
Femmine	36	32	38	39	34
Età media	63,7	66,9	62,6	65,0	57,8
% di rigetto per emolisi, ogni grado (indice di emolisi > 80)	22,9%	18,2%	23,0%	16,1%	3,0%
% di rigetto per emolisi forte (indice di emolisi > 300)	2,4%	6,5%	9,5%	3,4%	0,0%
Indice di emolisi media, tutti i campioni	63,5	81,7	107,8	61,1	8,2
Indice di emolisi, Dev. Standard	87,5	176,7	220,9	116,2	20,0

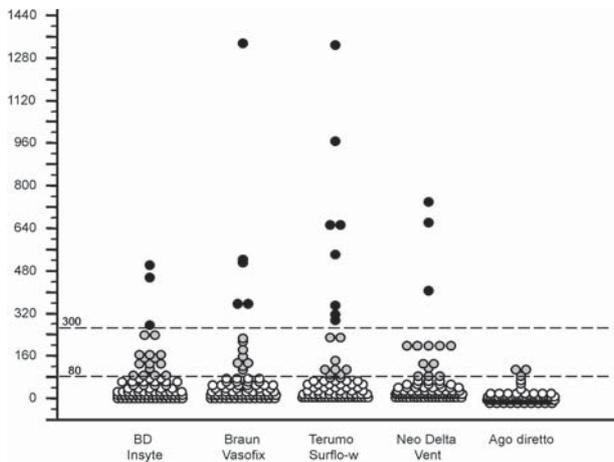


Figura 2. Indici di emolisi per i diversi dispositivi.

totale di 17 (23,0%) campioni su 74 sono risultati emolizzati; 10 (13,5%) con un indice di emolisi ≥ 80 e 7 (9,5%) ≥ 300 .

Nel gruppo D sono stati esclusi 3 pazienti; 14 (16,1%) campioni su 87 sono risultati emolizzati; 11 (12,6%) con un indice di emolisi ≥ 80 e 3 (3,4%) ≥ 300 .

Nel gruppo di controllo, su 100 campioni valutati si è avuta un'emolisi significativa in 3 campioni (3,0%), con indice di emolisi tra 80 e 300.

La Tabella II riassume le percentuali di emolisi, la Figura 2 i valori di indice di emolisi.

Le Tabelle III e IV mostrano l'analisi statistica con chi quadrato e intervalli di confidenza per le differenze tra le percentuali di emolisi.

Discussione

La problematica dell'utilizzo corretto dei dispositivi

rientra negli aspetti professionali degli operatori sanitari che sono coinvolti nella fase preanalitica della medicina di laboratorio. Recenti raccomandazioni italiane consigliano di utilizzare dispositivi che prevedano l'integrazione di aghi monouso, sistemi di supporto (holder, adattatori o "camicie") e provette primarie sottovuoto ("vacuum")¹. Le siringhe rappresentano una possibile alternativa in situazioni d'emergenza ove non sia possibile reperire dispositivi di cui sopra, oppure dove particolari situazioni anatomiche e/o fisiche rendano impossibile o sconsigliabile utilizzare i dispositivi precedentemente citati e sia quindi necessario graduare l'aspirazione. Secondo queste raccomandazioni, l'uso di agocannule, in assenza di una dimostrazione certa che il tipo di agocannula utilizzato non aumenti la percentuale di emolisi, è da considerarsi sconsigliabile per il prelievo venoso, specialmente per la ripetizione di test precedentemente non eseguiti per emolisi eccessiva. Nonostante queste raccomandazioni, l'uso di questo dispositivo per il prelievo venoso è molto diffuso ed interessa molti servizi di laboratorio come problematica preanalitica per la rilevazione oggettiva del fenomeno, la definizione dei livelli di rigetto e l'individuazione degli analiti modificati dalla presenza di emolisi⁹.

Questo studio ha considerato due diverse modalità di prelievo, mediante agocannula e attraverso prelievo diretto. I due tipi di procedura non sono stati sperimentati contemporaneamente negli stessi pazienti, per motivi etici, e quindi non è stato possibile condurre un'analisi per dati appaiati. Come gruppo di controllo, sono stati scelti pazienti dell'unità operativa di Rianimazione e terapia intensiva in quanto presentano caratteristiche di criticità simili o maggiori rispetto a quelle riscontrabili nei pazienti afferenti al Pronto Soccorso, e

Tabella III. Analisi statistica delle differenze tra i diversi dispositivi. Si considerano tutte le emolisi con Indice maggiore di 80 (tutti i campioni emolizzati).

		Braun Vasofix	Terumo Surflo-w	Neo Delta Vent	Ago diretto
BD Insyte	Differenza	4,70%	0,10%	6,80%	19,90%
	C.I. 95%	-7,98% - 17,02%	-12,87% - 13,36%	-5,15% - 18,7%	10,45% - 30,21%
	Chi-quadrato	0,29	0,031	0,858	15,148
		<i>P</i> = 0,5902	<i>P</i> = 0,8609	<i>P</i> = 0,3542	<i>P</i> = 0,0001
Braun Vasofix	Differenza		4,80%	2,10%	15,20%
	C.I. 95%		-8,12% - 17,67%	-9,42% - 13,95%	6,3% - 25,45%
	Chi-quadrato		0,279	0,022	9,885
			<i>P</i> = 0,5973	<i>P</i> = 0,8818	<i>P</i> = 0,0017
Terumo Surflo-w	Differenza			6,90%	20,00%
	C.I. 95%			-5,31% - 19,36%	10,2% - 31%
	Chi-quadrato			0,82	14,801
				<i>P</i> = 0,3651	<i>P</i> = 0,0001
Neo Delta Vent	Differenza				13,10%
	C.I. 95%				4,8% - 22,44%
	Chi-quadrato				8,138
					<i>P</i> = 0,0043

Tabella IV. Analisi statistica delle differenze tra i diversi dispositivi. Si considerano le emolisi “forti”, con indice maggiore di 300.

		Braun Vasofix	Terumo Surflo-w	Neo Delta Vent	Ago diretto
BD Insyte	Differenza	4,10%	7,10%	1,00%	2,40%
	C.I. 95%	-2,9% - 12,12%	-0,56% - 16,08%	-5,36% - 7,43%	-1,69% - 8,35%
	Chi-quadrato	0,775 <i>P = 0,3787</i>	2,448 <i>P = 0,1177</i>	0,005 <i>P = 0,9453</i>	0,709 <i>P = 0,3997</i>
Braun Vasofix	Differenza		3,00%	3,10%	6,50%
	C.I. 95%		-6,19% - 12,55%	-4,1% - 11,24%	1,27% - 14,33%
	Chi-quadrato		0,144 <i>P = 0,7040</i>	0,311 <i>P = 0,5770</i>	4,533 <i>P = 0,0333</i>
Terumo Surflo-w	Differenza			6,10%	9,50%
	C.I. 95%			-1,74% - 15,19%	3,43% - 18,31%
	Chi-quadrato			1,616 <i>P = 0,2036</i>	7,601 <i>P = 0,0058</i>
Neo Delta Vent	Differenza				3,40%
	C.I. 95%				-0,93% - 9,59%
	Chi-quadrato				1,616 <i>P = 0,2037</i>

pur avendo sempre agocannule inserite, non sono utilizzate per il prelievo ematico, che viene eseguito di routine con ago diretto da un diverso accesso venoso.

Nell'esecuzione del prelievo molte sono le variabili che possono intervenire nel determinare un danneggiamento dei globuli rossi e la conseguente emolisi¹⁰. Anche la manualità dell'operatore può essere causa di campione non idoneo e questo studio non ha potuto standardizzare il fattore “operatore”. Tuttavia, la randomizzazione dei dispositivi e dei pazienti ha distribuito in modo casuale questa variabile su tutta la popolazione studiata. La stessa randomizzazione ha ridotto anche gli eventuali bias dovuti alla diversa criticità del paziente. La dimensione dell'ago è stata uguale (18 gauge) per tutti i tipi di agocannula e sufficientemente grande da non comportare di per sé motivo emolisi^{11,12}. L'utilizzo dello stesso tipo di provetta ha annullato le eventuali possibili differenze dovute a questa variabile, descritta da Cox et al. nel 2004¹³.

La possibilità di avere una misura dell'indice di emolisi quantitativo continuo consente di analizzare le variazioni di emolisi anche per campioni che non raggiungono la soglia di rigetto. L'indice di emolisi viene calcolato anche per valori di emolisi al di sotto della soglia di rifiuto del campione, che nel nostro caso è posta a 80 come primo livello per il rigetto di potassiemia e lattato deidrogenasi, e a 300 per la classificazione di emolisi forte.

I dati di emolisi ottenuti confermano le evidenze reperibili in letteratura circa la non idoneità dei dispositivi agocannula per il prelievo venoso¹⁴. Tutti i prelievi eseguiti con le agocannule, mostrato percentuali di emolisi ampiamente superiori al prelievo diretto. Anche al di sotto del limite di indice di 80, i campioni provenienti da agocannula presentavano un'emolisi, seppur non significativa, mediamente superiore di al-

meno il doppio ai campioni negativi ottenuti con ago diretto.

Il sistema BD Insyte pare causare emolisi di grado inferiore rispetto agli altri sistemi, in termini di emolisi media, anche se le percentuali di campioni non idonei non differiscono dagli altri. La numerosità statistica potrebbe non essere sufficiente per una discriminazione significativa tra i diversi tipi di agocannule. Tuttavia, le differenze tra prelievo con agocannula e prelievo diretto sono nette e statisticamente significative.

Allo stato attuale delle conoscenze e delle esperienze, il prelievo con agocannula deve essere decisamente sconsigliato, poiché può essere causa di errori analitici, ritardi nelle risposte, disagi per il paziente per la necessità di dover ripetere il prelievo. Per i materiali presi in considerazione, non sembrano esserci sufficienti diversità nella percentuale di emolisi tra le diverse agocannule per permettere scelte operative basate sul tipo di prodotto disponibile. Tuttavia, le pur modeste diversità fanno sperare in margini di miglioramento anche importanti, che potrebbero essere legati alla maggiore o minor durezza del tubo che rimane nella vena (il collasso del tubo può creare l'ostacolo al progredire delle emazie e causare emolisi), alla presenza di lubrificanti di vario tipo (causa diretta di emolisi), alla presenza di valvole anti riflusso (causa meccanica di rottura dei globuli rossi), ecc. (Tab. I). La disponibilità di agocannule idonee anche per il prelievo sarebbe di grande utilità ed economia per molti servizi di terapia d'urgenza e intensiva; permetterebbe di ridurre uno dei grandi problemi preanalitici di laboratorio; potrebbe anche essere un importante valore aggiunto nella valutazione di questi dispositivi nelle procedure di acquisto.

Ringraziamenti

Si ringrazia il direttore del Pronto Soccorso per aver

consentito la sperimentazione e gli infermieri della stessa unità operativa, che hanno collaborato durante la sperimentazione.

Bibliografia

1. Lippi G, Caputo M, Banfi G, Buttarello M, Ceriotti F, Daves M, et al. Raccomandazioni per il prelievo di sangue venoso. RIMeL/IJLaM 2008; 4:249-58.
2. Kennedy C, Angermuller S, King R, Novello S, Walker J, Warden J, et al. A comparison of hemolysis rates using intravenous catheters versus venipuncture tubes for obtaining blood samples. J Emerg Nurs 1996; 22:566-9.
3. Grant MS. The effect of blood drawing techniques and equipment on the hemolysis of ED laboratory blood samples. J Emerg Nurs 2003; 29:116-21.
4. Lowe G, Stike R, Pollack M, Bosley J, O'Brien P, Hake A, et al. Nursing blood specimen collection techniques and hemolysis rates in an emergency department: analysis of venipuncture versus intravenous catheter collection techniques. J Emerg Nurs 2008; 34:26-32.
5. <http://www.bd.com/infusion/products/ivcatheters/autoguard/index.asp> (data di consultazione: 3.06.2010).
6. <http://www.bbraun.com/cps/rde/xchg/bbraun-com/hs.xsl/products.html?id=0002074151000000305&prid=PRID00000988> (data di consultazione: 3.06.2010).
7. http://www.terumo-europe.com/_hospi_pdf/sur-flo_wings.pdf (data di consultazione: 3 giugno 2010).
8. http://www.deltamedit.com/servizi/catalogoonline/catalogoonline_fase02.aspx?ID=18 (data di consultazione: 3.06.2010).
9. Carraro P, Servidio G, Plebani M. Hemolysed specimens: a reason for rejection or a clinical challenge? Clin Chem 2000; 46:306-7.
10. Dugan L, Leech L, Speroni KG, Corriher J. Factors affecting hemolysis rates in blood sample drawn from newly placed IV sites in the emergency department. J Emerg Nurs 2005; 31:338-45.
11. Lippi G, Salvagno GL, Montagnana M, Poli G, Guidi GC. Influence of the needle bore size on platelet count and routine coagulation testing. Blood Coagul Fibrinolysis 2006; 17:557-61.
12. Lippi G, Salvagno GL, Montagnana M, Brocco G, Guidi GC. Influence of the needle bore size used for collecting venous blood samples on routine clinical chemistry testing. Clin Chem Lab Med 2006; 44:1009-14.
13. Cox SR, Dages JH, Jarjoura D, Hazelett S. Blood samples drawn from IV catheters have less hemolysis when 5-mL (vs 10-mL) collection tubes are used. J Emerg Nurs 2004; 30:529-33.
14. Halm MA, Gleaves M. Obtaining blood samples from peripheral intravenous catheters: best practice? Am J Crit Care 2009; 18:474-8.