- Copyright - Il Pensiero Scientifico Editore downloaded by UNIVERSITA' DI VERONA IP 157.27.196.172 Wed, 25 Nov 2015, 14:19:02

Assist Inferm Ric 2015; 34: 86-92

Stefano Benso
CPSI, Direzione Sanitaria Ospedale S. Croce, Moncalieri (TO)
Per corrispondenza: Stefano Benso, steobenso@inwind.it

Si può eseguire un prelievo a scopo diagnostico da un catetere venoso periferico?

Riassunto. Introduzione. Spesso il prelievo ematico ai pazienti che devono essere sottoposti a ripetuti controlli o con scarso patrimonio venoso viene eseguito dalla cannula venosa periferica (CVP). **Obiettivo.** Valutare se i campioni ematici prelevati da CVP hanno un tasso di emolisi maggiore rispetto a quelli prelevati con tecnica classica, e se il prelievo da CVP altera i risultati degli esami di laboratorio. **Metodi.** È stata condotta una ricerca bibliografica nella banche dati PubMed, Cinhal e Ovid, utilizzando come parole chiave Peripheral Catheter, Blood Specimen Collection, Blood Sample, Hemolysis e individuando 19 articoli tra cui 2 metanalisi, e selezionando i lavori fatti nei dipartimenti di emergenza. **Risultati.** Le metanalisi concordando nel dichiarare che i prelievi eseguiti da ago hanno un rischio inferiore di emolisi. Con l'ago si riduce il rischio dell'84% (RR=0.16, IC 95% 0.11-0.24) (Heyer et al), e il prelievo da CVP aumenta del 7% il rischio di emolisi (RR di 1.07 IC 95% 1.06-1.08, p<0.001) (Lippi et al). Entrambe le metanalisi concordano che l'aspirazione manuale riduce il rischio di emolisi rispetto all'uso delle provette sottovuoto. Il prelievo da CVP non comporta però l'alterazione della lettura della maggior parte degli analiti. **Conclusioni.** I prelievi da CVP aumentano il rischio di emolisi del sangue, ma possono essere usati per i prelievi a scopo diagnostico, con l'eccezione dei prelievi dei gas nel sangue.

Parole chiave: Catetere venoso periferico, campione ematico, esame del sangue, emolisi.

Summary. Introduction. *Can a blood sample for diagnostic exams be drawn from a peripheral venous catheter?* Often the blood sample in patients exposed to serial blood exams is taken from the venous cannula (PVC) to avoid a second venipuncture. **Aim.** To assess whether blood draws from PVCs are more haemolized than those drawn from phlebotomy, and if the blood drawn from a cannula interferes with the test results. **Methods.** A bibliographic search was conducted in PubMed, Cinhal and Ovid, with the following key words: Peripheral Catheter, Blood Specimen Collection, Blood Sample, Haemolysis, 19 articles were identified (including 2 meta analyses), selecting the articles involving emergency departments. **Results.** The meta-analyses agree on the lower risk for haemolysis in blood drawn from a needle: risk reduction of 84% (RR=0.16, IC 95% 0.11-0.24) (Heyer et al); the blood draw from PVC increased the risk for hemolysis of 7% (RR 1.07 IC 95% 1.06-1.08, p<0.001) (Lippi et al). Manual aspiration reduces the risk for hemolysis compared to the vacutainer equipment. However, the results of tests drawn from PVC are not significantly different compared to the classical phlebotomy. **Conclusions.** Blood draws from PVC bear an higher risk for heamolysis but can be safely used for most diagnostic exams, with the exception of blood gase.

Key words: Peripheral Catheter, Blood Specimen Collection, Blood Sample, Hemolysis.

INTRODUZIONE

Il problema da cui è nata la ricerca è stato la necessità di *bucare* più volte il paziente per il prelievo della troponina, un marcatore più sensibile e specifico rispetto al CK-MB, identificata come il marcatore di riferimento e criterio centrale per porre diagnosi di infarto secondo la società Europea di Cardiologia e del-

- Copyright - Il Pensiero Scientifico Editore downloaded by UNIVERSITA' DI VERONA IP 157.27.196.172 Wed, 25 Nov 2015, 14:19:02

l'American College of Cardiology.[1] Per poter valutare l'andamento temporale del marcatore, sono convenzionalmente suggerite due strategie nella determinazione seriale della troponina: al ricovero, dopo 6 e 12 ore, oppure al ricovero ed ogni 4 ore fino a 12 ore dall'insorgenza dei sintomi.[1]

Nei reparti di emergenza-pronto soccorso (ED) (ma non solo...) si devono eseguire numerosi esami del sangue seriali, per esempio gli enzimi cardiaci oppure la glicemia, gli elettroliti, le prove di coagulazione.

L'abitudine di prelevare i campioni dall'accesso venoso periferico (CVP) nasce dall'esigenza di preservare le vene del paziente, ridurre il dolore, ridurre i tempi di lavoro per lo staff infermieristico, prevenire il rischio di puntura accidentale dell'operatore e ridurre l'utilizzo di materiale, ma ha anche dei punti di debolezza, uno fra tutti, il rischio che i valori dei campioni ematici prelevati da CVP possano essere alterati, spesso a causa dell'emolisi. Se il prelievo da CVP produce risultati ematici alterati, si otterrebbero effetti opposti con perdita di tempo per la necessità di ripetere il prelievo, e un ritardo nella diagnosi, pertanto l'indicazione è di prelevare il sangue direttamente dalla vena.

È nota la sensibilità all'emolisi di alcuni valori ematici quali ad esempio il potassio,[2] ma non sono disponibili dati per tutti gli esami. Ad esempio per i valori di troponina sono disponibili solo 2 studi.[3-4] I due ricercatori, attraverso rispettivamente uno studio trasversale ed uno prospettico hanno dimostrato che molti valori ematici tra cui la troponina non subiscono particolari alterazioni se prelevati da CVP o da ago.

Non essendoci evidenze sufficienti, la ricerca quindi si è posta come obiettivo principale la valutazione del tasso di emolisi dei campioni ematici dopo prelievo da CVP confrontandolo con prelievo eseguito con ago classico e come obiettivo secondario l'effetto dell'emolisi sui principali analiti.

METODI

La ricerca è stata condotta su PubMed, CINAHL e Ovid, incrociando con diverse combinazioni, come termini liberi e Mesh venipuncture, peripheral catheter, blood sample, hemolisis, blood specimen collection. Per la ricerca sulla valutazione del tasso di emolisi sono stati selezionati 53 abstract, di cui esclusi 30 perché doppi oppure perché non confrontavano prelievo da CVP vs ago. Criteri di inclusione:

- Studi che mettono a confronto il prelievo da CVP vs prelievo con ago.
- Popolazione di eta >18 anni.
- Studi che valutano il tasso di emolisi dei campioni ematici prelevati da CVP.
- Studi condotti nei dipartimenti di emergenza.

Data la pubblicazione di una metanalisi, dei 19 articoli identificati ne sono stati esclusi 16, compresi nella metanalisi.

RISULTATI

Per la valutazione del tasso di emolisi nei campioni prelevati da CVP sono disponibili 2 metanalisi una del 2012,[5] una del 2013.[6]

Le due metanalisi sono state confrontate tra loro

✓ Entrambe giungono alle stesse conclusioni: il prelievo eseguito da CVP ha un rischio maggiore di emolisi rispetto a quello eseguito con ago semplice.

✓ In entrambe le metanalisi non sono stati inseriti, nel grafico metanalitico, gli studi che dimostravano differenze non significative dei valori ematici confrontando le due tecniche di prelevamento (ago vs CVP).[3-4, 7-8]

✓ Le due metanalisi sono in disaccordo sull'efficacia dell'utilizzo dell'aspirazione manuale (siringa) nel prelievo da CVP per ridurre l'emolisi.

Il confronto tra le due metanalisi viene riportato nella Tabella 1.

Entrambe le metanalisi confermano che il prelievo eseguito con ago è da preferirsi per ridurre l'emolisi del campione. Per Heyer[5] il rischio di emolisi nel prelievo eseguito con ago si riduce dell'84% (RR=0.16, IC 95% 0.11-0.24) rispetto al prelievo da CVP; anche Lippi[6] conferma i risultati di Heyer[5] dimostrando che è sconsigliato il prelievo da CVP perché aumenterebbe del 7% il rischio di emolisi rispetto ad un prelievo effettuato con ago (RR di 1.07 IC 95% 1.06-1.08, p<0.001).

In entrambe le metanalisi, sono stati inseriti nello studio metanalitico solo studi che dimostravano risultati a favore dell'utilizzo dell'ago vs CVP, (Figura 2).

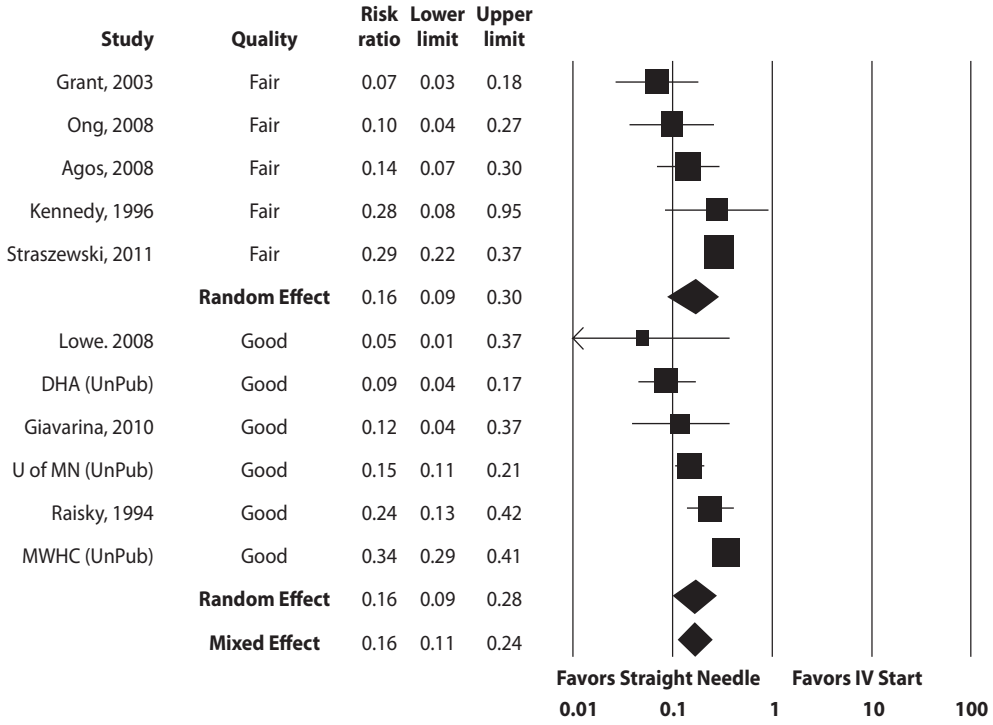
- Copyright - Il Pensiero Scientifico Editore downloaded by UNIVERSITA' DI VERONA IP 157.27.196.172 Wed, 25 Nov 2015, 14:19:02

Tabella 1. Confronto tra le due metanalisi

Autore/anno	Heyer et al,[5] 2012	Lippi et al,[6] 2013
Obiettivi	Revisione sistematica delle pratiche utilizzate nei dipartimenti di emergenza (ED) per ridurre l'emolisi nei campioni da inviare al laboratorio analisi.	Stimare il rischio di emolisi nei campioni prelevati dal CVP.
Strategie di ricerca	Studi dal 1990 al 2011 • Pubmed-NIH Database • Cinhal • Embase • VHINL Keywords: Hemolysis, Catheters/indwelling, Syringes, Phlebothomy/methods, ED, Clinical laboratory quality improvement, Hospital laboratory organization and administration, Medical laboratory personnel organization and administration. Gli studi sono stati analizzati seguendo i criteri CDC sponsored Laboratory Medicine Best Practice Iniziative's[9] (LMBP). Totale 545 studi di cui. 514 esclusi perché fuori argomento. Dei 31 studi rimanenti 17 non rispondevano ai criteri minimi e 2 non erano qualitativamente validi.	Studi prodotti fino al 2013 nelle seguenti banche dati • PubMed • Web of Science • Scopus Keywords: Hemolysis, Haemolysis, Catheter, Intravenous line. Gli studi sono stati analizzati seguendo i criteri presentati dalla Quality Assessment of Diagnostic Accuracy Studies[11] (QUADAS) Totale 117 articoli, di cui esclusi: 67 in base a titolo o abstract 35 dopo lettura del full text, 18 perché i dati non erano originali, 15 perché non contenevano dati specifici sull'emolisi, 2 perché non contenevano informazioni sufficienti per il calcolo dell'OR e RR.
N articoli	12	15
Articoli in comune	Agos et al, 2008; Grant et al, 2003; Kennedy et al, 1996; Ong et al, 2008; Straszewski et al, 2011; Giavarina et al, 2010 Lowe et al, 2008	
Principali risultati	1. Non vi sono studi che mettono a confronto i tassi di emolisi tra personale specializzato nei prelievi e del Dipartimento di Emergenza. 2. Il prelievo da ago riduce i tassi di emolisi (11 studi) dell'84% (RR=0.16, IC 95% 0.11-0.24). 3. Sede del prelievo (4 studi), non specificato il numero di prelievi. Il prelievo eseguito nella fossa ante cubitale riduce il tasso di emolisi del 55% (RR=0.45, IC 95% 0.35-0.57). 4. Utilizzo della siringa vs utilizzo provette sottovuoto: 3 studi (non specificato il numero di prelievi). Con la siringa si riduce l'emolisi del 3% (RR=0.97, IC 95% 0.81-1.17). 5. Prelievi da CVP≤21G: (non specificato il numero di prelievi) 3 studi (2 studi hanno evidenziato sostanziali riduzioni del tasso di emolisi da CVP ≤21G; uno studio minime-nessuna riduzione). Il tasso di riduzione dell'emolisi utilizzando un calibro≤21G è di circa il 63% (RR=0.37, IC 95%=0.27-0.52; p=0.001). 6. Valori di aspirazione. (numero prelievi e valore di aspirazione non segnalato) il basso vuoto delle provette riduce l'emolisi rispetto al vuoto completo di circa 89% (RR=0.11, IC 95% 0.02-0.52) 7. Emolisi e tempo di posizionamento del laccio emostatico: nessuno studio	1. Vi è un rischio maggiore di emolisi se il prelievo viene eseguito da CVP anziché con ago (13 studi, 14796). Sono stati individuati significativi rischi di emolisi nei prelievi da CVP vs ago con OR di 3.4 (IC 95% 2.9-3.9), p<0.001) e RR di 1.07 (IC 95%=1.06-1.08, p<0.001) 2. Vi è un rischio maggiore di emolisi se il campione estratto da CVP viene prelevato con provette di sangue sottovuoto anziché con siringa, 2 studi (pazienti 1251), con OR di 3.7 (IC 95%=2.7-5.1, p<0.001 e RR di 1.32 (IC 95% 1.24-1.40, p<0.001) 3. Non vi sono studi che comparino il prelievo di campioni da CVP con aspirazione manuale vs prelievo con ago.
Conclusioni	L'utilizzo del ago è preferibile al prelievo da CVP perché riduce il tasso di emolisi dei campioni. Il prelievo, sia da CVP che con ago ha un tasso di emolisi inferiore se eseguito nella fossa anticubitale del braccio.	Il prelievo eseguito con ago è da preferirsi al prelievo da CVP per ridurre il rischio di emolisi. Questo rischio si riduce ulteriormente se il prelievo da CVP viene eseguito aspirando manualmente con la siringa.

- Copyright - Il Pensiero Scientifico Editore downloaded by UNIVERSITA' DI VERONA IP 157.27.196.172 Wed, 25 Nov 2015, 14:19:02

Figura 1. Grafico metanalitico Heyer et al.[5] Emolisi nel prelievo da vena o da CVP. Ogni linea verticale rappresenta un aumento o diminuzione di 10 volte dei tassi di emolisi



Numerosi studi documentano però che il prelievo da CVP non interferisce con la lettura della maggioranza degli analiti. Gli studi riportati in Tabella 2 documentano, su popolazioni diverse, l'assenza di differenze significative se il prelievo viene eseguito direttamente da CVP piuttosto che con ago.

Lo studio trasversale di Ortells Abuye et al,[10] Hambleton et al,[3] e quello prospettico di Corbo et al,[4] mettono a confronto i valori ematici di campioni di sangue prelevati da CVP, confrontandoli con prelievo da ago senza evidenziare significative differenze per numerosi parametri di laboratorio, ad eccezione di HCO^-_3, pO_2 e pCO_2. Tre studi,[2-3, 7] hanno confrontato i valori ematici dopo prelievo eseguito da CVP e da ago, individuando differenze solo nei valori della kaliemia se il prelievo viene eseguito da CVP di piccolo calibro. Lo studio di Zengin et al[8] consiglia il prelievo da CVP qualora si dovessero fare ripetuti controlli ematici del quadro coagulativo (PT e aPTT) specialmente per i pazienti che hanno un alto rischio di sanguinamento.

DISCUSSIONE

Entrambe le metanalisi[5-6] concordano nello sconsigliare i prelievi ematici da CVP, perché si andrebbe incontro ad un rischio di emolisi del campione ematico e quindi di alterazione rilevante dei valori di laboratorio. Entrambe segnalano quali possono essere delle tecniche *evidence based* per contenere il rischio di emolisi quando non ci sono alternative al prelievo da CVP.

Heyer et al.[5] evidenziano che, sia che si faccia un semplice prelievo, sia che si esegua un prelievo da CVP in fossa ante-cubitale del braccio, si riduce del 55% il rischio di emolisi. Questo dato è supportato anche da uno studio successivo di Heiligers-Duckers et al,[11] mentre si riduce dell'89% il rischio di emolisi se si utilizzano provette con basso vuoto, anche se la scelta di quest'ultima strategia non sempre dipende dall'operatore.

Risultati leggermente differenti tra le due metanalisi si hanno sull'efficacia della riduzione dell'emolisi nel prelievo da CVP, utilizzando le provette vs aspirazione manuale con siringa. Le metanalisi hanno in comune 2/4 studi (Dugan et al[12] e Grant[13]); entrambi i ricercatori

- Copyright - Il Pensiero Scientifico Editore downloaded by UNIVERSITA' DI VERONA IP 157.27.196.172 Wed, 25 Nov 2015, 14:19:02

Tabella 2. Confronto dei risultati degli esami ematico con prelievo da ago e catetere venoso periferico

Contesto e studio	Campione	Modalità di prelievo	Risultati
Ortells-Abuye et al,[10] 2014	272 coppie di prelievi Pazienti in reparto di emergenza Esclusi: Tempo di prelievo da CVP > 20 secondi; Difficoltà di prelievo; Fistola arterovenosa; Pazienti incoscienti e critici	Sospensione dell'infusione da CVP e prelievo dopo 15s, eliminazione 4 ml di sangue, prelievo con provetta e lavaggio CVP con 4ml di NaCl 0.9%	Non differenze significative per: amilasi, CK, SGOT, urea (r_c>0.99), colesterolo, creatinina, glicemia (0.95<r_c≤0.99). Moderate differenze per K^+, Na^+, PT (0.90≤r_c≤0.95).
Hambleton et al,[3] 2014 trasversale	259 coppie di prelievi Esclusi pazienti anemici, con malattie vascolari, in trattamento anticoagulante, accesso venoso difficile	Sospensione dell'infusione; lavaggio con 1 ml di NaCl 0.9% dopo 2 min ed eliminazione di 2 ml di sangue	Nessuna differenza (r>0.9) per glucosio, urea, creatinina. K^+, Na^+, Cl^- Ca^{++}, albumina, amilasi, Bilirubina, troponina, osmolarità, leucociti, GR, HB, piastrine, PTT, INR, $HCO3^-$ Differenze significative per pH, pCO^2, pO^2 Differenze >2DS in meno del 10% dei parametri. Eventuali differenze inferiori al livello di errore sistematico accettato dal laboratorio.
Paoloni et al, 2010 RCT	290 pazienti randomizzati a: 1. prelievo da valvola connessa al cvp e poi direttamente dalla cannula; 2. Prelievo da cannula e poi da cannula valvolata	Ago 20G, prelievo con vacutainer	Emolisi: 15/568 campioni (2.6%). I connettori delle cannule non aumentano significativamente l'emolisi del campione; nessuna differenza significativa dei valori di K+ (più elevati però nei campioni emolizzati)
Corbo et al,[4] 2007 trasversale	73 coppie di prelievi e 584 coppie di esami	Ago 21G. sospensione dell'infusione, prelievo dopo 2 min e scarto di 3 ml di sangue	Nessuna differenza per Na^+, K^+, CO_2, CL^-. Glucosio, CPK, Troponina, Ematocrito. Nessun prelievo coagulato o emolizzato.
Zengin et al,[8] 2007 trasversale	120 coppie di prelievi Pazienti in TI e monitoraggio terapia anticoagulante	Ago calibro 21G e catetere 18, 20 e 22G. Lavaggio catetere con 5-10 ml NaCl 0.9% e eliminazione di 2 ml di sangue. Il prelievo non veniva fatto dal CVP se in corso terapia anticoagulante	Nessuna differenza significativa per PT e PTT

dichiarano l'efficacia dell'aspirazione manuale per ridurre il rischio di emolisi confrontandola con l'utilizzo delle provette sottovuoto. Secondo Heyer et al.[5] si riduce il rischio del 3% se si esegue un prelievo da CVP, aspirandolo manualmente con siringa anziché con provette sottovuoto ma i risultati non sono statisticamente significativi (RR=0.97, IC 95% 0.81-1.17), inoltre il prelievo del campione di sangue da CVP attraverso la siringa non risponde ai criteri di qualità LMBP.[9]
Secondo Lippi[6] il prelievo con provette sottovuoto comporta un rischio maggiore di emolisi dei campioni del 32% (IC 95% 1.24-1.40, p<0.001) rispetto all'aspirazione manuale con siringa o con una provetta denominata S-Monovette blood tubes (Lippi et al.[14]).
I motivi per cui le due metanalisi rappresentano differenti conclusioni possono essere ascrivibili a:

1. Differente peso dato agli studi in comune: la metanalisi di Heyer et al.[5] valuta gli studi di Grant[13] e Dugan[12] con il giudizio *fair*, quindi è verosimile che il ricercatore giudichi questi studi di qualità inferiore attribuendo loro un peso minore rispetto al peso assegnato da Lippi.[6]
2. Lo studio di Lippi[16] sul S-Monovette blood tubes (RR 1.42 95% IC 1.18-1.70, provette vs aspirazione manuale), non presente nella metanalisi di Heyer et al.[5] avvalora ulteriormente la tesi della metanalisi di Lippi[6] secondo cui l'aspirazione manuale del sangue da CVP riduce il tasso di emolisi se confrontato con aspirazione con provette sotto vuoto classiche.

Entrambe le metanalisi non hanno incluso gli studi che invece sostenevano la non sostanziale differenza dei risultati di laboratorio nelle due metodiche di campionamento (CVP e ago), probabilmente perché non avevano come obiettivo primario la valutazione del tasso di emolisi ma le differenze di valori emati-

- Copyright - Il Pensiero Scientifico Editore downloaded by UNIVERSITA' DI VERONA IP 157.27.196.172 Wed, 25 Nov 2015, 14:19:02

ci di numerosi parametri, con le due diverse tecniche di prelievo.

Ortells-Abuye et al,[10] attraverso uno studio osservazionale conclude che non vi sono differenze significative dei valori ematici, se prelevati da CVP o da ago. Per gli autori,[10] la maggioranza dei valori ematici utilizzati in urgenza non va incontro ad emolisi se prelevati da CVP. Un limite di questo studio è il non aver discusso i risultati ottenuti con le due metanalisi[5-6] confrontandosi esclusivamente con gli studi che raggiungono gli stessi risultati.[3-4, 8]

La raccomandazione di consigliare un prelievo diretto da vena, anche in presenza di un CVP, sembrerebbe non essere sostenuta da prove. Contrariamente a quanto raccomandato, il prelievo a scopo diagnostico da CVP sembra sicuro e affidabile per la maggior parte degli analiti (inclusi gli esami della coagulazione) ma non per i valori dei gas nel sangue. Nello studio di Hambleton et al,[3] non si sono osservate differenze neanche per il potassio, generalmente considerato sensibile all'emolisi: gli autori commentano che negli studi in cui erano state notate differenze, queste erano dovute alla difficoltà di prelievo ed all'uso di cateteri di calibro <18G (20-22G). Gli autori concludono raccomandando il prelievo da CVP (utilizzando le precauzioni adottate nel loro lavoro), indipendentemente dal tipo di farmaco infuso.

CONCLUSIONI

L'utilizzo del CVP per prelevare campioni ematici aumenta il rischio di emolisi dei campioni, tuttavia, negli studi in cui sono stati confrontati i valori di numerosi parametri nei prelievi eseguiti con due diverse metodiche, sembra che, salvo che per alcuni esami, l'emolisi non influenzi i valori degli esami di laboratorio.

Qualora vi siano impossibilità ad eseguire un prelievo con ago e non vi siano alternative nel reperire il campione ematico da CVP vi sono alcune accortezze che l'operatore potrebbe utilizzare per ridurre ulteriormente il rischio di emolisi del campione, e in ogni caso, dato che l'emolisi non sembra alterare la maggioranza degli analiti, il prelievo da CVP sembrerebbe non controindicato.

Cosa si conosce sul tema

- I prelievi da CVC sono gravati da un tasso più elevato di emolisi.
- L'emolisi interferisce con la lettura dei principali esami ematici.
- Si raccomanda di eseguire i prelievi da una vena e non da catetere venoso periferico.

Cosa il lavoro aggiunge di nuovo

- Alcune tecniche quali l'aspirazione manuale, riducono il tasso di emolisi.
- Numerosi lavori dimostrano che i valori dei principali esami ematici non sono alterati se il prelievo viene eseguito da CVP.
- La raccomandazione di fare il prelievo da una vena periferica anche in presenza di un CVP non sembra basata su prove di efficacia.

BIBLIOGRAFIA

1. Myocardial Infarction Redefined – A Consensus Document of the Joint European Society of Cardiology/American College of Cardiology Committee for the Redefinition of Myocardial Infarction. J Am Coll Cardiol 2000;36:959-68.
2. Fincher RK, Strong J, Jackson J. Accuracy of measurements of hemoglobin and potassium in blood samples from peripheral catheters. Am J Crit Care 1998;7:439-43.
3. Hambleton VL, Gómez IA, Andreu FA. Venipuncture versus peripheral catheter: do infusions alter laboratory results? J Emerg Nurs 2012;2:40:20-6.
4. Corbo J, Fu L, Silver M, Atallah A,Bijur P. Comparison of laboratory values obtained by phlebotomy versus saline lock devices. Acad Emerg Med 2007;14:23-7.
5. Heyer NJ, Derzon JH, Winges L, Shaw C, Mass D, Snyder SR, et al. Effectiveness of practices to reduce blood sample hemolysis in EDs: a laboratory medicine best practices systematic review and meta-analysis. Clin Biochem 2012;45:1012-32.

- Copyright - Il Pensiero Scientifico Editore downloaded by UNIVERSITA' DI VERONA IP 157.27.196.172 Wed, 25 Nov 2015, 14:19:02

6. Lippi G, Cervellin G, Mattiuzzi C. Critical review and meta-analysis of spurious hemolysis in blood samples collected from intravenous catheters. Biochem Med 2013;23:2:193-200.
7. Paoloni R, Taghizadeh M, Kouzios D, Janu M. Blood withdrawn trough a cannula valve connector does not result in clinically significant haemolysis. Emerg Med Australas 2010;22:310-5.
8. Zengin N, Enç N. Comparison of two blood sampline methods in anticoagulation therapy: venipuncture and peripheral venous blood sampling. J Clin Nurs 2007; 386-93.
9. Christenson RH, Snyder SR, Shaw CS, Derzon JH, Black RS, Mass D, et al. Laboratory medicine best practices: systematic evidence review and evaluation methods for quality improvement. Clin Chem 2011;57:6:816-25.
10. Ortells-Abuye N, Busquets-Puigdevall T, Díaz-Bergara M, Paguina-Marcos M, Sánchez-Pérez I. A cross-sectional study to compare two blood collection methods: direct venous puncture and peripheral venous catheter. BMJ Open 2014;4:1-6
11. Heiligers-Duckers C, Peters N, van Dijck J, Hoeijmakers J, Janssen M. Low vacuum and discard tubes reduce hemolysis in sample drawn from intravenous catheters. Clin Biochem 2013;46:1142-44.
12. Dugan L, Leech L, Speroni KG, Corriher J. Factors affecting hemolysis rates in blood samples drawn from newly placed IV sites in the emergency department. J Emerg Nurs 2005;4:31:338-45.
13. Grant MS. The effect of blood drawing techniques and equipment on the hemolysis of ED laboratory blood samples. J Emerg Nurs 2003;29:2:116-21.
14. Lippi G, Avanzini P, Musa R, Sandei F, Aloe R, Cervellin G. Evaluation of sample hemolysis in blood collected by S-Monovette R using vacuum or aspiration mode. Biochem Med 2013;1:23:64-9.