

Susana Arias Rivera¹
Pilar Conde Alonso¹
Raquel Sánchez Izquierdo¹
Carmen García Granell¹
José Antonio Martín de la Torre Pérez-Cejuela¹
M. Elena Ortega Castro¹
M. Luz Berlanga²
Tomás Pascual Durán³
Francisca Oña Compari⁴
Miguel Ángel de la Cal⁵

Determinación del volumen mínimo desechable en la extracción de una analítica a través de un catéter arterial

¹Enfermeras. Servicio de Cuidados Intensivos y Unidad de Grandes Quemados. Hospital Universitario de Getafe. Getafe. Madrid.

²Supervisora de Enfermería. Área de Análisis Clínicos. Hospital Universitario de Getafe. Getafe. Madrid.

³Facultativo. Especialista de Área de Bioquímica. Hospital Universitario de Getafe. Getafe. Madrid.

⁴Jefa de Servicio. Servicio de Hematología. Hospital Universitario de Getafe. Getafe. Madrid.

⁵Jefe de Sección. Servicio de Cuidados Intensivos y Unidad de Grandes Quemados. Hospital Universitario de Getafe. Getafe. Madrid. España.

Este trabajo obtuvo el primer accesit al premio ABBOT-SEIUCC a la mejor comunicación presentada al XXX Congreso de la Sociedad Española de Enfermería Intensiva y Unidades Coronarias. Tarragona, 6-9 de junio de 2004.

Correspondencia:

Susana Arias Rivera
Servicio de Cuidados Intensivos/
Unidad de Grandes Quemados
Hospital Universitario de Getafe
Ctra. de Toledo, km 12,5
28905 Getafe. Madrid. España
E-mail: ariasrivera@eresmas.com

Measurement of minimum disposable volume in the extraction of an analysis through an arterial catheter

RESUMEN

Objetivo: Una utilidad de los catéteres arteriales es la extracción de muestras. Para mantener su permeabilidad, utilizamos una perfusión con heparina que podría contaminarlas y alterar los resultados. Nuestro objetivo fue determinar el volumen mínimo desechable en las extracciones para evitar resultados alterados en los análisis de bioquímica, coagulación y gasometría.

Material y métodos: Estudio prospectivo desarrollado en una unidad de 18 camas. Se incluyeron los

pacientes portadores de un catéter arterial (Seldicath®), mantenido con 500 UI de heparina en salino de 500 ml, presurizado a 300 mmHg mediante presurizador (Tycos®). El espacio muerto (EM) del sistema en las arterias radiales es de 0,8 ml y de 1 ml en las femorales. Analizamos la fiabilidad al comparar muestras con diferentes volúmenes desechables: 3 ml + EM, 7,5 ml + EM, 12 ml + EM y 16,5 ml + EM. El análisis estadístico se realizó mediante un ANOVA y la t de Student.

Resultados: En la bioquímica no se encontraron diferencias significativas en ninguno de los

- 124 volúmenes desechados, salvo en el potasio ($p < 0,001$) con 3 ml + EM frente al control, aunque no es relevante clínicamente (diferencia media = 0,1 mEq/l; desviación estándar [DE] = 0,2). En coagulación se hallaron diferencias significativas en la protrombina ($p = 0,004$) comparando 3 ml + EM frente a 16,5 ml + EM, y en la cefalina comparando 7,5 ml + EM ($p < 0,0001$) frente a 16,5 ml + EM. En las determinaciones de gases no hubo diferencias.
- Conclusiones:** Nuestro estudio demuestra que para obtener resultados analíticos seguros, no es necesario desechar más de 3 ml + EM para la bioquímica y la gasometría, para las determinaciones del tiempo de cefalina sería necesario desechar un mínimo de 7,5 ml + EM.

PALABRAS CLAVE

Análisis. Pruebas de coagulación. Pruebas de bioquímica. Analíticas de gases sanguíneos. Enfermería. Cuidados intensivos. Heparina.

SUMMARY

Objective: *Arterial catheters are used to extract blood samples. To maintain its permeability we use heparin solution, which may contaminate and alter the desired results. Our aim was to determine the volume of the minimum discards during blood extractions to avoid results that might be altered in the analysis of biochemistry.*

Material and methods: *A prospective study was carried out in 18 beds intensive care unit. Patients with arterial catheter (Seldicath®) were included, maintaining 500 UI of heparin in saline of 500 ml, at a pressure of 300 mmHg through pressurizer (Tycos®). The dead space (DS) in the radial arterial system is 0,8 ml and 1 ml in the femoral. We analyzed the reliability of different discards comparing the following: 3 ml + DS, 7,5 ml + DS, 12 ml + DS and 16,5 ml + DS. The statistical analysis was carried out through ANOVA and t Student.*

Results: *In biochemistry, significant differences were not found except for potassium ($p < 0,001$)*

with 3 ml+DS during control, although it is not clinically relevant [difference through = 0,1 mEq/l (DS 0,2)]. Significant differences in prothrombina ($p = 0,004$) were found in coagulation, comparing 3 ml+DS and 16,5 ml + DS and in cefaline, comparing 7,5 ml + DS ($p < 0,0001$) and 16,5 ml + DS. There were not significant differences in the studies of gases.

Conclusions: *Our study shows that to reach a reliable analytical results, it is not necessary to discard more than 3 ml+DS in biochemistry and in blood gases, and to determine cefalina time would necessary to discard a minimum of 7,5 ml+DS.*

KEY WORDS

Analysis. Blood coagulation test. Biochemistry. Blood gas analysis. Nursing. Intensive care. Heparin

INTRODUCCIÓN

Un porcentaje significativo de los pacientes ingresados en las unidades de cuidados intensivos (UCI), tienen canalizado un catéter arterial para la monitorización continua de la presión arterial. Además de esta indicación, estos catéteres son útiles para obtención de analíticas. Para asegurar su funcionamiento es necesario mantener la permeabilidad constantemente, para lo cual se utiliza una perfusión continua de heparina diluida en cloruro sódico a dosis bajas. La heparina previene la formación de trombos y prolonga el tiempo de permeabilidad del catéter¹. No existe consenso sobre qué dosis mínima es necesario administrar para que sea efectiva, así Bolgiano et al² reportan dosis de 0,25 U/ml de salino 0,9%, si bien estas recomendaciones se realizan para catéteres con una predicción de permanencia de 1 a 3 días, mientras que Zevola et al³ recomiendan dosis de 1 U/ml de salino 0,9%.

Las muestras para las determinaciones analíticas de los pacientes ingresados en UCI que tienen un catéter arterial, se pueden extraer de dicho catéter, pero la perfusión de solución salina heparinizada podría dar

resultados erróneos por la influencia de la heparina. Mientras algunos autores mantienen que los resultados de coagulación, procedentes de una muestra extraída del catéter arterial, van a ser erróneos⁴ y debe ser extraída por punción vascular directa, otros autores^{5,8} mantienen que la contaminación de estas muestras depende de la concentración de heparina de la solución salina y del volumen que se deseché antes de la extracción de la muestra analítica. La mayoría de los estudios realizados que han evaluado la contaminación de las determinaciones de coagulación^{5,7,9-15}, recomiendan desechar volúmenes entre 2 y 8,5 veces el espacio muerto (EM) del catéter.

Hay menos estudios que hayan analizado la influencia de la heparina en las determinaciones bioquímicas¹⁶ o gasométricas^{6,16}. En ellos se recomienda que el volumen a desechar debe ser 2 veces el EM o el EM más 1 ml.

Una posible limitación de estos estudios es el grupo control utilizado. En los estudios donde analizan las posibles contaminaciones de las muestras extraídas para bioquímica o gasometría, la muestra control es arterial, mientras que en los estudios donde se analizan los valores de coagulación, la muestra control es venosa obtenida por punción directa, maniobra que también puede alterar las determinaciones por el traumatismo que supone la venopunción⁷.

El objetivo de nuestro estudio es determinar cuál es el volumen mínimo que se debe desechar para obtener resultados fiables en las muestras analíticas de coagulación, bioquímica y gasometría cuando la muestra se extrae a través de un catéter arterial cuya permeabilidad se mantiene con una perfusión de heparina.

MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio prospectivo descriptivo no experimental, desarrollado en una UCI polivalente de 18 camas, desde noviembre de 2003 hasta marzo de 2004.

Todos los pacientes incluidos en el estudio eran portadores de un catéter arterial Seldicath® (Plastimed, Saint-Leu-La-Forêt Cedex, France) 3 French si era canalizado en arteria radial y 5 French si era canalizado en arteria femoral. El catéter estaba conectado

a un sistema de monitorización de presión Becton Dickinson® (Singapore). La permeabilidad del catéter se mantuvo con una perfusión de 500 ml de cloruro sódico 0,9%, en el que se añadieron 500 UI de heparina sódica, presurizado a 300 mmHg mediante un sistema de presurización Tycos® que permite un ritmo de perfusión de 2-4 ml/h.

El EM, determinado desde la punta distal del catéter hasta el extremo distal de la primera llave de 3 pasos, por donde se realizaba la extracción, fue de 0,8 ml para los catéteres localizados en arteria radial y de 1 ml para los localizados en arteria femoral.

Las determinaciones estudiadas fueron: *a)* bioquímica: sodio (Na⁺), potasio (K⁺), glucosa, creatinina, bilirrubina y proteína C reactiva (PCR); *b)* coagulación: actividad de protrombina, tiempo parcial de tromboplastina activada o tiempo de cefalina y relación internacional normalizada (INR), y *c)* gasometría: pH, presión parcial de oxígeno (PaO₂), presión parcial de anhídrido carbónico (PaCO₂), bicarbonato sódico (HCO₃⁻) y exceso de bases.

Cada muestra consistió en 4 extracciones consecutivas en el mismo paciente: 1) 3 ml más el espacio muerto; 2) 7,5 ml más el espacio muerto; 3) 12 ml más el espacio muerto, y 4) 16,5 ml más el espacio muerto. A efectos de este estudio se considerará muestra al conjunto de las 4 extracciones consecutivas.

El volumen desechado en la primera extracción (3 ml) fue seleccionado como consecuencia de la práctica habitual en nuestra unidad. El volumen desechado en la última extracción (16,5 ml) se seleccionó tras la revisión bibliográfica, seleccionando el doble del volumen máximo recomendado⁷.

Las muestras se extrajeron por 6 enfermeras de la unidad y remitidas al laboratorio siguiendo el procedimiento habitual, por lo que el laboratorio era ciego al estudio. Tanto los volúmenes de sangre que se desechaban como las muestras, fueron extraídos con jeringa. Para las determinaciones de bioquímica se extrajeron 3,5 ml de sangre que se introdujeron con aguja de calibre 20G en un tubo Vacutainer (Becton Dickinson®) SST II plus con gel separador, para las de coagulación se extrajeron 4,5 ml de sangre y se introdujeron en un tubo Vacutainer (Becton Dickinson®) 9NC con citrato sódico 0,129 M, y para las de gaso-

126 metría se extrajeron 0,5 ml en una jeringa de gasometría (Becton Dickinson®) Preset™ LH con 30 IU Ca^{2+} .

Las muestras remitidas al laboratorio central, fueron centrifugadas y procesadas en un analizador modular DP (Roche Diagnostic®) o un analizador Sysmex CA-1500 (Dade Bering), utilizando suero o plasma, respectivamente.

Tamaño de la muestra

El número de muestras se determinó mediante cortes intermedios, donde se observó la variabilidad observada entre cortes y la conveniencia de continuar la extracción de muestras. De esta forma, las determinaciones gasométricas fueron 51 muestras, las bioquímicas 59 y para las determinaciones de coagulación precisamos de 72.

Ética

Consultado al comité de investigación del hospital, no se consideró necesario solicitar consentimiento informado a los pacientes incluidos en el estudio o familiares de éstos.

Análisis estadístico

Los datos descriptivos se calcularon y expresaron como media y desviación estándar (DE) o como porcentaje, según proceda. Se realizó un análisis de fiabilidad de las medidas, denominado coeficiente de correlación intraclase (CCI), mediante una comparación de varianzas (ANOVA) con medidas repetidas¹⁷, donde la máxima concordancia posible corresponde a un valor de $\text{CCI} = 1$. El CCI estima el promedio de las correlaciones entre todas las posibles combinaciones de los pares de observaciones disponibles (p. ej., la combinación entre la primera y la segunda muestras, la combinación entre la segunda y cuarta muestras, etc. Una vez que tenemos todos los pares de muestras disponibles y hemos obtenido sus correlaciones, se estima el promedio de todas estas correlaciones). En aquellas muestras donde la comparación de varianzas

resultó estadísticamente significativa ($p < 0,01$), se realizaron comparaciones individuales mediante una comparación de medias con la t de Student para poder medir la magnitud de esas diferencias estadísticas. Las diferencias individuales entre las muestras se expresaron gráficamente utilizando el método de Bland y Altman¹⁸, método gráfico que mide la concordancia entre los resultados de 2 sistemas de medida. En nuestro caso, el procedimiento utilizado por Bland y Altman representa las diferencias entre los resultados obtenidos de 2 extracciones diferentes frente a su media, representado en un diagrama de dispersión con la diferencia de ambas extracciones en el eje de las ordenadas y el promedio de las extracciones en el eje de las abscisas. En este gráfico se puede ver el error sistemático de una extracción frente a otra (la media de las diferencias), si la media se corresponde con la línea de 0, no existe error sistemático. Bland y Altman nos permiten estimar, además, los intervalos de confianza (IC) del 95% para la diferencia de las mediciones observadas.

En el análisis de las determinaciones del tiempo de cefalina, se han eliminado aquellas muestras cuyo resultado fue comunicado por el laboratorio como «indetectable» (muestras con resultados superiores a 180 s). Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS 10.0 para Windows.

RESULTADOS

Datos demográficos

De un total de 182 muestras analíticas obtenidas, el 68% se obtuvieron en pacientes con patología médica, el 27% con patología quirúrgica y el 5% en pacientes con politraumatismo. Las características demográficas de los pacientes según las diferentes determinaciones analíticas se pueden ver en la tabla 1.

Las extracciones se realizaron en su mayor parte de catéteres localizados en arteria radial (89%), en comparación con los canalizados en arteria femoral (11%). Desde la canalización de las arterias hasta la extracción de las determinaciones analíticas pasaron una media de 6 días (tabla 1).

Tabla 1 Características basales en el momento de la inclusión en el estudio

	Bioquímica <i>n</i> = 59	Coagulación <i>n</i> = 72	Gasometría <i>n</i> = 51
Patología principal, <i>n</i> (%)			36 (71)
Médica	40 (68)	48 (67)	14 (27)
Quirúrgica	12 (20)	23 (32)	1 (2)
Politraumatismo	7 (12)	1 (1)	
Edad media (DE)	60 (15)	64 (14)	65 (13)
Género varones (%)	39 (66)	38 (53)	31 (61)
Arteria canalizada, <i>n</i> (%)			
Radial	54 (92)	60 (84)	47 (92)
Femoral	5 (8)	11 (15)	4 (8)
Pedia	-	1 (1)	-
Días desde la canalización de la arteria hasta la extracción Media (DS)	6 (6)	8 (5)	4 (3)
Pacientes con tratamiento anticoagulante <i>n</i> (%)			
Heparina sódica	1 (2)	4 (5)	1 (2)
Acenocumarol	-	-	-
Proteína C activada	-	5 (7)	2 (4)

DE: desviación estándar.

De todas las muestras, 13 (7%) procedían de pacientes con tratamiento anticoagulante: 6 (46%) pacientes con tratamiento con heparina sistémica y 7 (54%) en tratamiento concomitante con proteína C activada (tabla 1).

De todas las extracciones realizadas, tuvimos un 1% de pérdidas, 14 (40%) pérdidas en las determinaciones de bioquímica y 21 (60%) en las coagulaciones. No tuvimos ninguna pérdida en las determinaciones gasométricas.

Bioquímica

Los rangos de los resultados obtenidos, los valores medios de cada una de las determinaciones y los valores medios de cada extracción, según los volúmenes desechados para cada determinación se muestran en la tabla 2.

Los coeficientes de correlación intraclass (CCI) de cada determinación, con sus IC del 95% y la significación estadística obtenida de la comparación de medias se puede ver en la tabla 3.

Las únicas determinaciones cuyas medias no son similares y que nos dan significación estadística son las del potasio ($p < 0,0001$), aunque con una CCI elevada (0,972; IC del 95%, 0,956-0,983). Si eliminamos los resultados obtenidos en la primera extracción de potasio (3 ml + EM) y realizamos un ANOVA con el resto de los datos obtenidos, desaparece la significación estadística ($p = 0,2$) y el CCI es más elevado (0,980; IC del 95%, 0,969-0,983). Si comparamos las medias entre la primera extracción de potasio (3 ml + EM) y la última extracción (16,5 ml + EM) se obtiene una significación estadística alta ($p < 0,0001$), con una media muy baja (0,1 mEq/l; IC del 95%, 0,2).

Los gráficos de Bland y Altman correspondientes a las determinaciones de bioquímica se pueden ver en las figuras 1-6. En estas figuras podemos observar una buena concordancia entre ambas mediciones y que el error sistemático es mínimo, y es mayor en las determinaciones de potasio (-0,1). En todas las determinaciones de bioquímica encontramos los resultados de las mediciones dentro de los IC del 95%.

Tabla 2 Bioquímica: rangos, valores medios y desviación estándar (DE) de cada determinación y de cada extracción según los diferentes volúmenes desechados

	Rango	Media (DE)	3 ml + EM	7,5 ml + EM	12 ml + EM	16,5 ml + EM
Sodio (mEq/l)	129-164	139 (5,7)	139,64 (6,2)	139,61 (5,5)	139,47 (5,6)	139,45 (5,6)
Potasio (mEq/l)	2,8-5,8	4 (0,6)	3,92 (0,61)	3,99 (0,66)	4,01 (0,64)	4,02 (0,62)
Glucosa (mg/dl)	74-218	122 (33)	122 (33)	122 (32)	122 (33)	122 (33)
Creatinina (mg/dl)	0,5-3,7	1,07 (0,83)	1,05 (0,82)	1,06 (0,84)	1,07 (0,83)	1,08 (0,83)
Bilirrubina (mg/dl)	0,2-11	1,10 (0,67)	1,10 (0,67)	1,10 (0,67)	1,10 (0,68)	1,10 (0,66)
PCR (mg/dl)	2-345	118 (86)	118 (85)	117 (85)	116 (87)	119 (86)

DE: desviación estándar; EM: espacio muerto; PCR: proteína C reactiva.

Tabla 3 Coeficientes de correlación intraclass (CCI) y comparación de medias para las determinaciones de bioquímica

	<i>t de Student</i>		<i>IC del 95%</i>		<i>p</i>
	<i>Medias</i> <i>(DS)</i>	<i>CCI</i>	<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>	
Sodio		0,954	0,932	0,970	0,7
Potasio		0,972	0,956	0,983	< 0,0001
Potasio (muestras: segunda a cuarta)		0,980	0,969	0,987	0,2
Potasio 3 ml- potasio 16,5 ml	0,1 (0,2)				< 0,0001
Glucosa		0,996	0,994	0,994	0,4
Creatinina		0,999	0,998	0,999	0,04
Bilirrubina		0,999	0,999	0,999	0,9
PCR		0,997	0,995	0,998	0,3

DE: desviación estándar; IC: intervalo de confianza; PCR: proteína C reactiva.

Coagulación

En la tabla 4 se pueden ver los rangos de los resultados obtenidos, los valores medios de cada una de las determinaciones y los valores medios de cada extracción, según los volúmenes desechados para cada determinación. Para el análisis hemos elimina-

do un 2% de los casos, debido a que fueron muestras en las que el tiempo de cefalina no había sido detectado y, por lo tanto, desconocíamos su valor exacto.

Los CCI de cada determinación, con sus IC del 95% y la significación estadística obtenida de la comparación de medias se reflejan en la tabla 5. Los gráficos de Bland y Altman correspondientes a las determinaciones de coagulación se representan en las figuras 7-9.

En el análisis de fiabilidad de la actividad parcial de protrombina observamos un alto CCI (0,987; IC del 95%, 0,969-0,986), aunque existe una diferencia estadísticamente significativa en la comparación de medias ($p = 0,004$). La comparación de medias entre la extracción correspondiente a 3 ml + EM y la extracción de 16,5 ml + EM (extracciones extremas) es de 1,6% (DE: 4,3).

Hemos obtenido 7 extracciones con tiempo de cefalina no detectada en la primera extracción (3 ml + EM) y una extracción con tiempo de cefalina no detectada en la segunda extracción (7,5 ml + EM). En el análisis de fiabilidad del tiempo de cefalina obtenemos un CCI bajo (0,364; IC del 95%, 0,205-0,526) y una significación estadística muy alta ($p < 0,0001$). Cuando eliminamos la primera extracción (la correspondiente a 3 ml + EM desechados) del análisis de

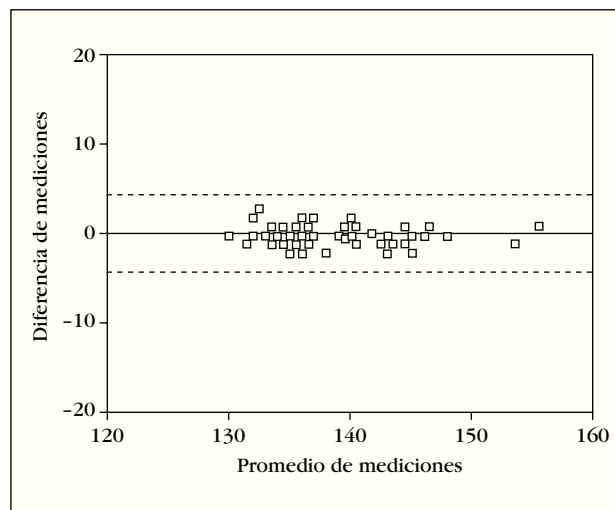


Figura 1. Diferencias sodio 3 y sodio 16,5.

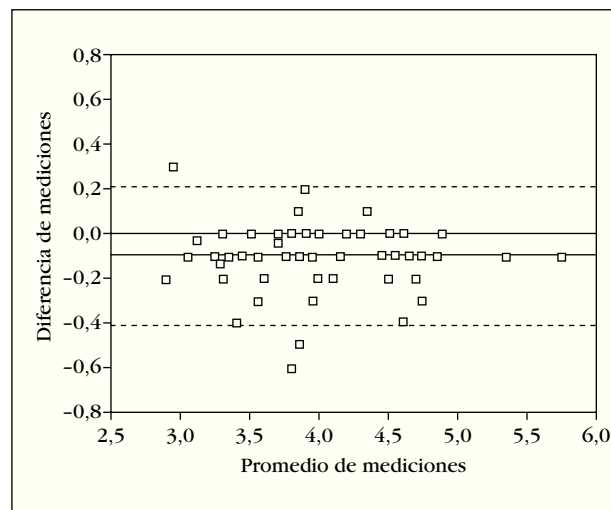


Figura 2. Diferencias potasio 3 y potasio 16,5.

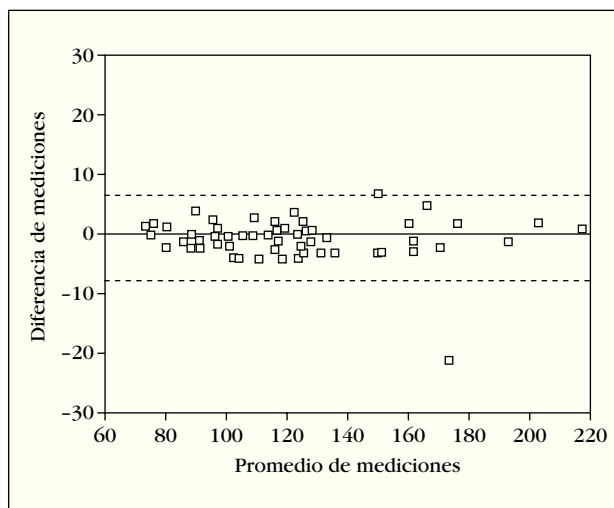


Figura 3. Diferencias glucosa 3 y glucosa 16,5.

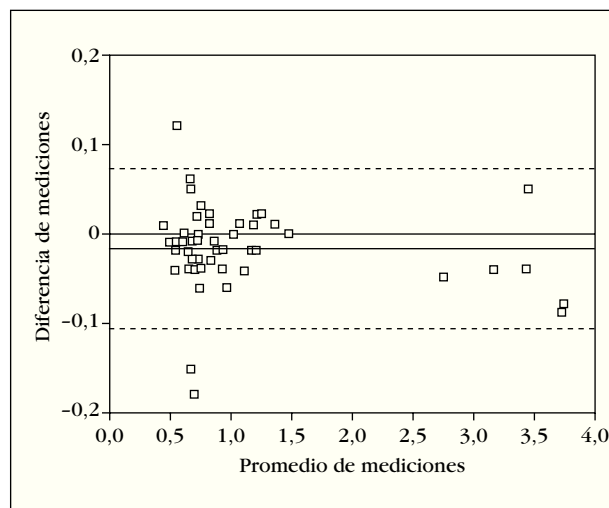


Figura 4. Diferencias creatinina 3 y creatinina 16,5.

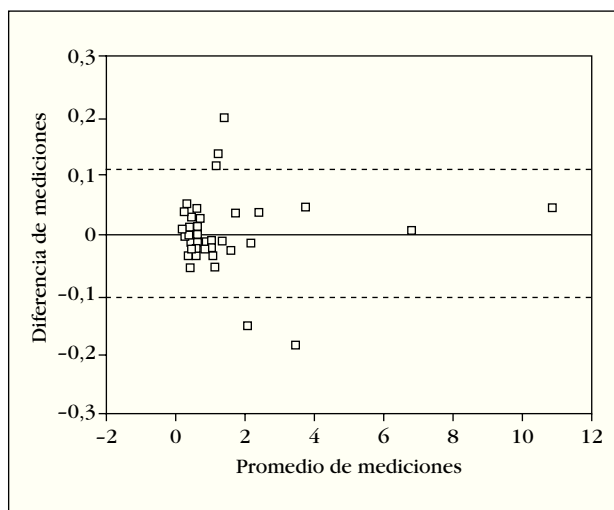


Figura 5. Diferencias bilirrubina 3 y bilirrubina 16,5.

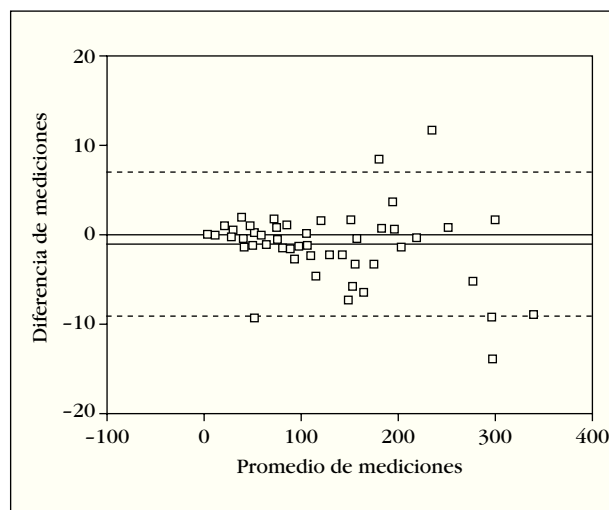


Figura 6. Diferencias proteína C reactiva (PCR) 3 y PCR 16,5.

comparación de medias, la significación estadística sigue siendo elevada ($p < 0,0001$), si bien el CCI indica una buena correlación (0,913; IC del 95%, 0,856-0,949). La comparación de medias entre la segunda extracción (7,5 ml + EM) y la última (16,5 ml + EM) nos presenta una diferencia media de 3 s (DE: 3). En

los gráficos de Bland y Altman observamos buena concordancia. Es la figura 8, en la que comparamos los resultados obtenidos tras extraer 7,5 ml de sangre + EM con 16,5 ml + EM, es donde encontramos el mayor error sistemático entre un sistema de determinaciones y otro (2,5 s).

Tabla 4 Coagulación: rangos, valores medios y desviación estándar (DE) de cada determinación y de cada extracción según los diferentes volúmenes desechados

	Rango	Media (DE)	3 ml + EM	7,5 ml + EM	12 ml + EM	16,5 ml + EM
Actividad de protrombina (%)	10-130	81 (22)	79 (22)	81 (22)	82 (23)	81 (22)
Tiempo de cefalina (s)	26-161	44 (15)	57 (30)	41 (10)	40 (10)	38 (9)
INR	0,9-3,7	1,12 (0,41)	1,13 (0,43)	1,11 (0,39)	1,11 (0,42)	1,11 (0,41)

EM: espacio muerto; INR: relación internacional normalizada.

Tabla 5 Coeficientes de correlación intraclass (CCI) y comparación de medias para las determinaciones de coagulación

	Medias (DS)	CCI	IC del 95%		p
			Inferior	Superior	
Protrombina		0,987	0,969	0,986	0,004
Protrombina 3 ml-protrombina 16,5 ml	1,6 (4,3)				0,03
Cefalina		0,364	0,205	0,526	< 0,0001
Cefalina (muestras: segunda a cuarta)		0,913	0,856	0,949	< 0,0001
Cefalina 7,5 ml-cefalina 16,5 ml	3 (3)				< 0,0001
INR		0,991	0,987	0,994	0,07

DE: desviación estándar; IC: intervalo de confianza; INR: relación internacional normalizada.

Gasometría

Los rangos de los resultados obtenidos, los valores medios de cada una de las determinaciones y los valores medios de cada extracción, según los volúmenes

desechados para cada determinación, se muestran en la tabla 6.

Los CCI de cada determinación, con sus IC del 95%, se puede ver en la tabla 7. Los gráficos de Bland y Altman correspondientes a las determinaciones de gasometría se representan en las figuras 10-14. Los CCI expresan una buena correlación entre los diferentes parámetros de las determinaciones gasométricas, y los gráficos de Bland y Altman nos confirman la concordancia.

DISCUSIÓN

El principal hallazgo de este estudio es que la fiabilidad de las determinaciones de gases arteriales, bioquímica y coagulación es dependiente del volumen de sangre que se desecha. Nuestros resultados muestran que para las determinaciones gasométricas, para las determinaciones bioquímicas y para la determinación del INR y de la actividad de protrombina es suficiente desecher 3 ml de sangre más el EM del sistema, mientras que para una determinación fiable del tiempo de cefalina fue necesario desecher 7,5 ml más el EM del catéter.

Tabla 6 Gasometría: rangos, valores medios y desviación estándar (DE) de cada determinación y de cada extracción según los diferentes volúmenes desechados

	Rango	Media (DE)	3 ml + EM	7,5 ml + EM	12 ml + EM	16,5 ml + EM
pH	7,25-7,55	7,44 (0,05)	7,44 (0,05)	7,44 (0,05)	7,44 (0,05)	7,44 (0,05)
PaO ₂ (mmHg)	65-196	118 (32)	120 (32)	116 (32)	119 (33)	116 (32)
PaCO ₂ (mmHg)	18-69	39 (9)	39 (10)	39 (10)	39 (9)	39 (9)
HCO ₃ ⁻ (mmol/l)	16-49	27 (6)	26,45 (5,96)	26,80 (6,37)	27,00 (6,08)	27,12 (5,92)
Exceso bases (mmol/l)	-10-23	3 (6)	2,8(5,6)	3,1 (5,8)	3,4 (5,7)	3,5 (5,5)

DE: desviación estándar; EM: espacio muerto; HCO₃⁻: bicarbonato sódico; PaCO₂: presión parcial de anhídrido carbónico; PaO₂: presión parcial de oxígeno.

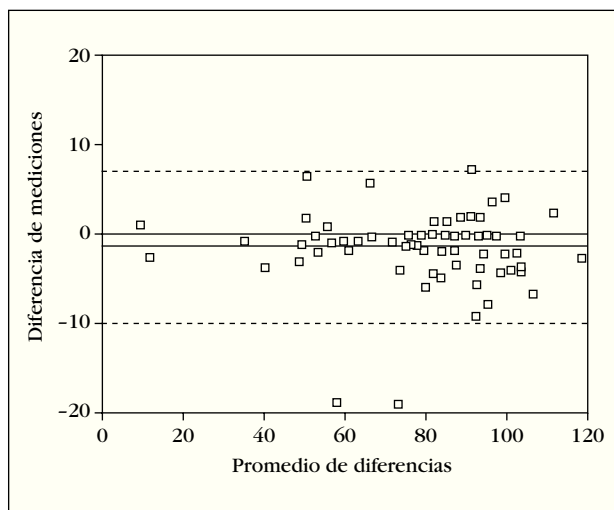


Figura 7. Diferencias protrombina 3 y protrombina 16,5.

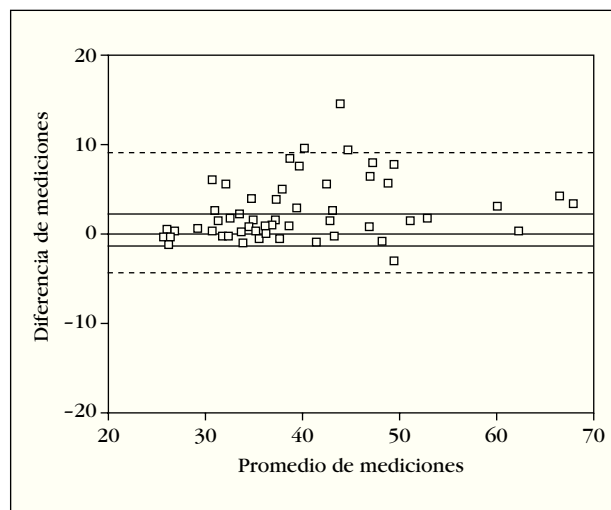


Figura 8. Diferencias cefalina 3 y cefalina 16,5.

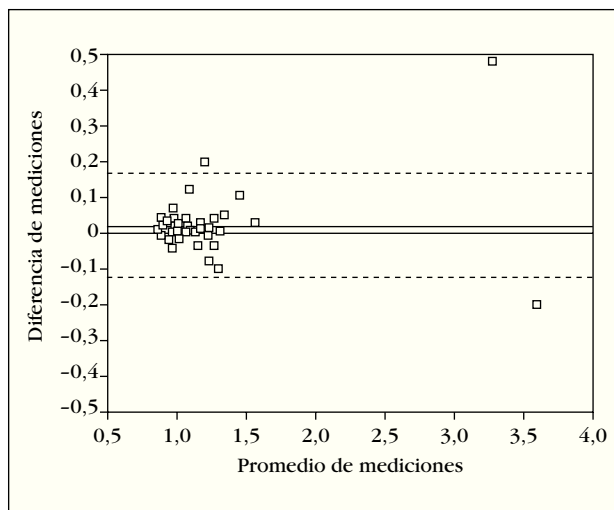


Figura 9. Diferencias relación internacional normalizada (INR) 3 e INR 16,5.

Hasta nuestro conocimiento, previamente a nuestro estudio, sólo se ha reportado un trabajo que analiza la influencia del volumen de sangre desechable en las determinaciones bioquímicas. A diferencia de nuestro estudio, donde sólo encontramos diferencias significativas en la determinación de potasio, Richard

Tabla 7 Coeficientes de correlación intraclass (CCI) y comparación de medias para las determinaciones de gasometría

	CCI	IC del 95%		p
		Inferior	Superior	
pH	0,913	0,870	0,945	0,1
PaO ₂	0,815	0,735	0,945	0,1
PaCO ₂	0,950	0,925	0,879	0,3
HCO ₃ ⁻	0,929	0,8941	0,9554	0,2
Exceso bases	0,926	0,890	0,953	0,1

HCO₃⁻: bicarbonato sódico; IC: intervalo de confianza; PaCO₂: presión parcial de anhídrido carbónico; PaO₂: presión parcial de oxígeno.

et al⁶ concluyen que ningún volumen desechable ofreció resultados fiables en las determinaciones de sodio y potasio. Nosotros hemos encontrado en las determinaciones de potasio un alto CCI, indicativo de una alta fiabilidad; sin embargo, el análisis del ANOVA mostró varianzas estadísticamente significativas ($p < 0,0001$). A pesar de estas diferencias estadísticamente significativas, aunque clínicamente irrelevantes, en la comparación de medias del potasio entre los volúmenes de sangre desechados extremos (3 ml + EM y 16,5 ml + EM) las diferencias fueron mínimas (0,1 mEq/l; DE: 0,2).

132

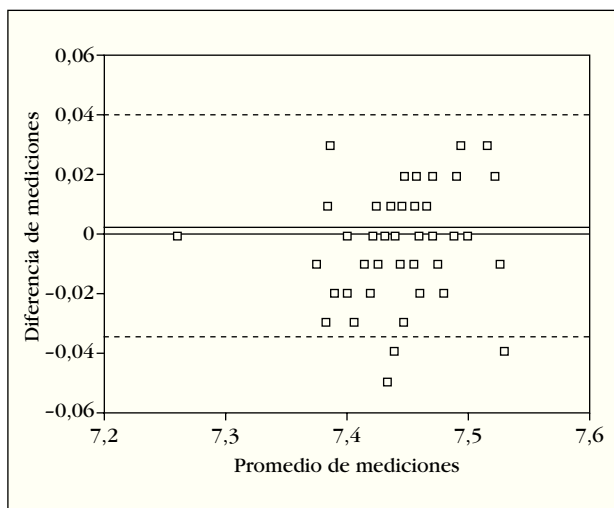


Figura 10. Diferencias pH 3 y pH 16,5.

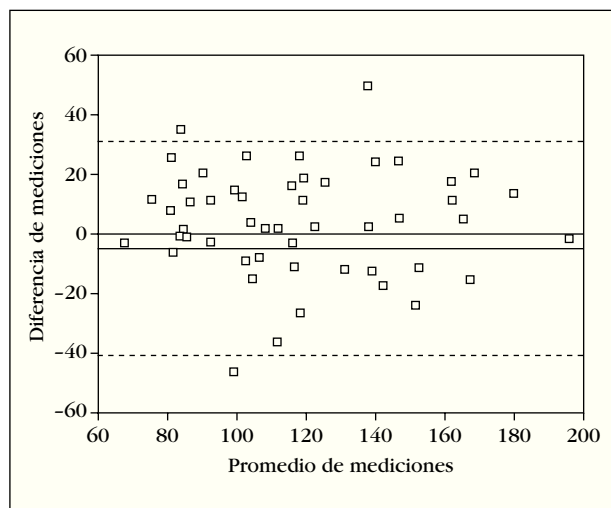


Figura 11. Diferencias presión parcial de oxígeno (PaO_2) 3 y PaO_2 16,5.

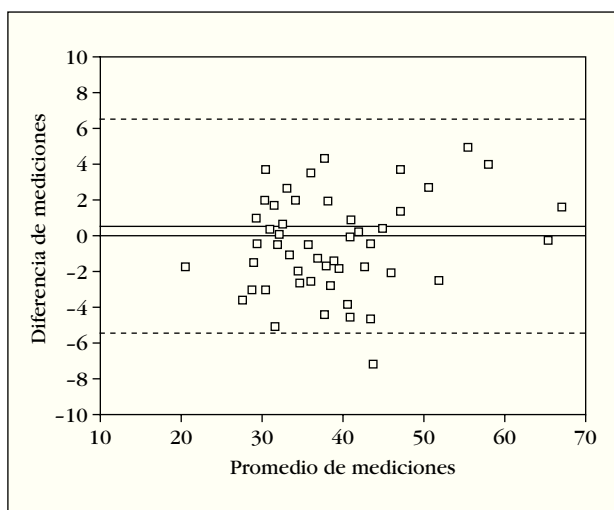


Figura 12. Diferencias presión parcial de anhídrido carbónico (PaCO_2) 3 y PaCO_2 16,5.

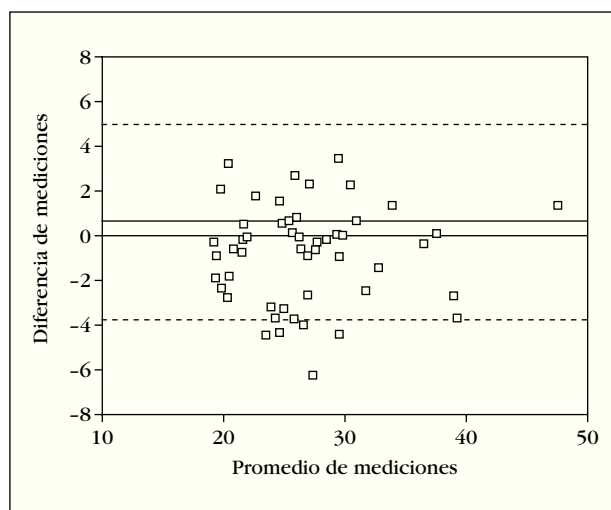


Figura 13. Diferencias bicarbonato (HCO_3^-) 3 y HCO_3^- 16,5.

En lo referente a las determinaciones de la coagulación, encontramos diferencias significativas en la actividad de protrombina y en el tiempo de cefalina, pero con diferente implicación clínica. En el caso de la actividad de protrombina, donde encontramos diferencias es-

tadísticamente significativas entre las medias de los diferentes volúmenes de extracción ($p = 0,004$), la comparación de las medias de los volúmenes más extremos (3 ml + EM y 16,5 ml + EM) fue de 1,6% (DE: 4,3), lo cual no consideramos que sea clínicamente relevante.

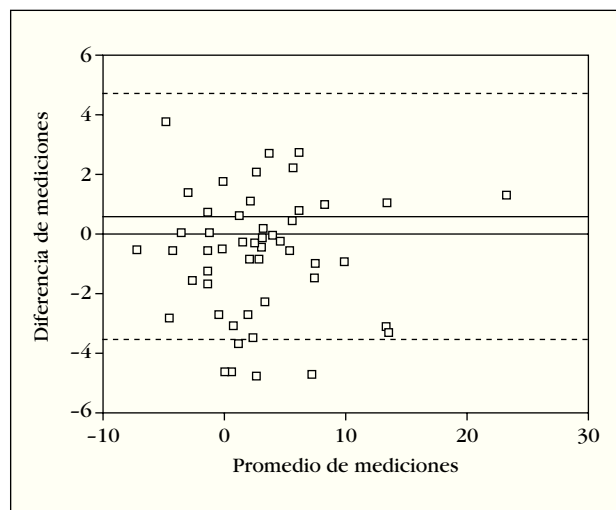


Figura 14. Diferencias exceso de bases 3 y exceso de bases 16,5.

Es en la determinación del tiempo de cefalina donde se encuentran las mayores diferencias. Al analizar las medias de todas las muestras, el CCI es muy bajo, lo cual indica baja fiabilidad o baja concordancia entre las muestras. Esta fiabilidad y concordancia mejoran si eliminamos del análisis la primera extracción, aquella correspondiente a desechar el EM + 3 ml de sangre, el CCI es bastante bueno (0,913; IC del 95%, 0,856-0,949). Comparando las diferencias entre las medias de los valores extremos (7,5 ml + EM y 16,5 ml + EM) obtenemos una media de 3 s (DE: 3). Aunque tanto el análisis de fiabilidad como la comparación de medias resultan estadísticamente significativas, se puede considerar que existe una fiabilidad alta y que el error sistemático entre una y otra muestra (3 s) no es clínicamente relevante.

Un aspecto que puede influir en la determinación de los tiempos de coagulación es el tratamiento concomitante con fármacos anticoagulantes. En nuestra cohorte, un 7% de los pacientes eran tratados con anticoagulantes en el momento de las extracciones. La exclusión de las muestras procedentes de estos enfermos (datos no mostrados) no modificó los resultados. En cualquier caso, teniendo en cuenta que el tamaño muestral de enfermos con tratamiento anticoagulante es pequeño, sería necesario realizar un trabajo

específico con estos enfermos para poder realizar una recomendación.

Una posible limitación de nuestro estudio es que todas las muestras proceden de la línea arterial y podría existir contaminación de heparina en todas ellas. No optamos por un control venoso para eliminar el dolor/discomfort del paciente y por la posibilidad de obtener igualmente resultados dudosos en extracciones directas complicadas, al estimular el factor tisular¹⁵. Por ello, decidimos medir la fiabilidad, es decir, si la variabilidad o concordancia entre las distintas mediciones se encuentran dentro de un margen razonable. Además, para evitar esta posible contaminación hemos desechado volúmenes superiores a lo recomendado en la bibliografía, y hemos obtenido una alta fiabilidad en los resultados.

En conclusión, nosotros hemos encontrado que desechando 3 ml de sangre, además del EM del sistema, es suficiente para obtener resultados fiables en todas las determinaciones analizadas, salvo en el caso del tiempo de cefalina, donde precisamos, como mínimo, un volumen de 7,5 ml además del EM.

BIBLIOGRAFÍA

1. Randolph AG, Cook DJ, Gonzales CA, Andrew M. Benefit of heparin in peripheral venous and arterial catheters: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ* 1998;316:969-75.
2. Bolgiano CS, Subramaniam PT, Montanari JM, Minick L. The effect of two concentrations of heparin on arterial catheter patency. *Crit Care Nurse* 1990;10:47-57.
3. Zevola DR, Dioso J, Moggio R. Comparison of heparinized and nonheparinized solutions for maintaining patency of arterial and pulmonary artery catheters. *Am J Crit Care* 1997;6:52-5.
4. Haynes SR, Allardyce W, Cowan B, et al. Accuracy of coagulation studies performed on blood samples obtained from arterial cannulae. *Br J Anaesth* 1992;69:599-601.
5. Hoste EAJ, Roels NRA, Decruyenaere JMA, Colardyn FA. Significant increase of activated partial thromboplastin time by heparinization of the radial catheter flush solution with a closed arterial catheter system. *Crit Care Med* 2002;30:1030-4.
6. Richard CM, Couchman BA, Schmidt SJ, Dank A, Purdie DM. A discard volume of twice the deadspace ensures clinically accurate arterial blood gases and electrolytes and prevents unnecessary blood loss. *Crit Care Med* 2003;31:1654-8.

7. Heap MJ, Ridley SA, Hodson K, Martos FJ. Are coagulation studies on blood samples from arterial lines valid? *Anaesthesia* 1997;52:640-5.
8. Laxson CJ, Titler Mg. Drawing coagulation studies from arterial lines: an integrative review. *Am J Crit Care* 1994;3:16-22.
9. Templin K, Shively M, Riley J. Accuracy of drawing coagulation samples from heparinized arterial lines. *Am J Crit Care* 1993;2:88-95.
10. Hancock RD. Venipuncture vs. arterial activated partial thromboplastin times in heparinized patients. *Dimens Crit Care* 1993;12:238-45.
11. Konopad E, Grace M, Johnston R, Noseworthy T, Shustack A. Comparison of PT and aPTT values draw by venipuncture and arterial line using three discard volumes. *Am J Crit Care* 1992;1:94-101.
12. Lew JK, Hutchinson R, Lin ES. Intra-arterial blood sampling for clotting studies. Effects of heparin contamination. *Anaesthesia* 1991;46:719-21.
13. Kaplow R. Comparison of two techniques for obtaining samples for coagulation studies: venipuncture and intraarterial line. *Heart Lung* 1988;17:651-3.
14. Reinhardt AC, Tonneson AS, Bracey A, Goodnough SK. Minimum discard volume from arterial catheters to obtain coagulation studies free of heparin effect. *Heart Lung* 1987;16:699-705.
15. Gregersen RA, Underhill SL, Setter JC, Schmer G, Lax K. Accurate coagulation studies from heparinized radial artery catheters. *Heart Lung* 1987;16:686-93.
16. Preusser BA, Lash J, Stone KS, Winningham ML, Gonyo D, Nickel JT. Quantifying the minimum discard samples required for accurate arterial blood gases. *Nurs Res* 1989;38:276-9.
17. Pita Fernández S, Pértigas Díaz S. La fiabilidad de las mediciones clínicas: el análisis de concordancia para variables numéricas. Investigación: análisis de concordancia para variables numéricas. Disponible en: <http://www.fisterra.com>
18. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986;1:307-10.