



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
FACOLTÀ DI MEDICINA E CHIRURGIA

Corso di Laurea in Infermieristica

**Autonomia dell'infermiere di area critica
nella gestione e interpretazione
dell'emogas**

Relatore:
Prof.ssa Erica Adrario

Tesi di Laurea di:
Sabbatini Gloria

Correlatore:
Dott. Daniele Messi

A.A. 2020/2021

Indice

Introduzione.....pag 1

CAPITOLO 1 – QUADRO TEORICO

1. Equilibrio acido-base.....pag 3

1.1 Ossigenazione e ventilazione.....pag 5

1.2 L'emogasanalisi.....pag 7

CAPITOLO 2 – METODOLOGIA

2. Obiettivo.....pag 10

2.1 Metodologia PICO.....pag 10

2.2 Criteri di selezione delle evidenze.....pag 11

CAPITOLO 3 – RISULTATI

3. Procedura per il prelievo dall'arteria radiale.....pag 14

3.1 Utilizzo dell'ecodoppler guidato durante la procedura di prelievo.....pag 14

3.2 Procedura per il prelievo dal sistema catetere.....pag 14

3.3 Come eseguire il test di Allen.....pag 15

3.4 Interpretazione dei risultati.....pag 15

CAPITOLO 4 – DISCUSSIONE DEI RISULTATI

CAPITOLO 5 – CONCLUSIONI

CAPITOLO 6 – BIBLIOGRAFIA

Abstract

Background: L'emogas consiste in un prelievo dall'arteria radiale mediante il quale si possono ottenere valori importanti nell'identificazione delle principali alterazioni metaboliche e respiratorie. Viene considerato un esame indispensabile e non sostituibile nei pazienti critici ricoverati in terapia intensiva.

Obiettivo: Cercare nella letteratura le evidenze disponibili più aggiornate e migliori nella corretta esecuzione di campionamento, nel test di Allen e la sua efficacia, nell'utilizzo dell'ecodoppler e nell'interpretazione dei risultati in rapporto ai range di riferimento.

Materiali e metodi: È stata eseguita una revisione della letteratura nelle banche dati Pubmed (Medline), Cochrane, Sciencedirect. Sono stati selezionati gli articoli che corrispondevano ai criteri di selezione. La ricerca è stata retroattiva di 30 anni.

Risultati: Sono stati reperiti 10 articoli presenti nelle banche dati, tra cui trial clinici randomizzati, revisioni, trial in doppio cieco, prospettici e studi osservazionali. Sono stati presi in considerazione anche libri pubblicati riguardanti l'argomento e sitografia disponibile online.

Discussione: I risultati trovati mostrano una procedura universale per l'esecuzione del prelievo dall'arteria radiale, del test di Allen e una sequenza da rispettare per l'interpretazione dei dati.

Conclusioni: Sono necessari ulteriori studi riguardo il prelievo utilizzando la linea arteriosa nei pazienti ricoverati in terapia intensiva; ulteriori studi sull'efficacia o meno del test di Allen.

Limiti e implicazioni: i bias corrispondono alla selezione degli articoli e ai limiti stessi degli studi effettuati.

Keywords: arterial blood gas and interpretation, arterial blood and line system, arterial blood and allen test, arterial blood gas and sample, arterial blood and line system, arterial blood and radial, arterial lines and sampling, arterial blood and risk, arterial puncture, arterial blood gas and analysis.

INTRODUZIONE

L'emogasanalisi arteriosa (EGA) rientra nell'ambito delle competenze infermieristiche e consiste in un prelievo di sangue arterioso mediante puntura estemporanea dell'arteria radiale con apposita siringa eparinata o mediante appositi cateteri in arteria periferica. Il sangue arterioso mostra caratteristiche e valori qualitativamente diversi dal sangue venoso. L'EGA è fondamentale per il monitoraggio della funzionalità respiratoria e per lo stato metabolico (equilibrio acido-base); permette di rilevare i parametri in corso di evoluzione della malattia, di trattamento terapeutico o per la valutazione diagnostica, risulta quindi essenziale per la valutazione del paziente critico.

La procedura prevede siringhe preparate con eparina solida allo scopo di evitare la diluizione ed errori di misura. Al momento del prelievo bisogna considerare lo stato clinico del paziente in modo da potervi correlare l'interpretazione dei dati rilevati: importante annotare la temperatura corporea e la FiO₂. Prima di eseguire il prelievo bisogna eseguire il test di Allen, che determina l'adeguatezza del circolo arterioso. Prelevata la quantità di sangue necessaria si deve chiudere la siringa e ruotarla più volte per mescolare il sangue con l'eparina. Il campione, assolutamente senza bolle d'aria visibili, va analizzato, quando possibile, entro 5-10 minuti dal prelievo, altrimenti bisogna conservare la siringa in un contenitore con acqua ghiacciata e analizzarlo entro i 30 minuti.

“È controindicato inserire nell'emogasanalizzatore prelievi per EGA che contengano bolle d'aria visibili (rischio di riduzione dei valori reali di PaCO₂ ed aumento di PaO₂), o che superino il periodo di conservazione di 5 minuti a temperatura ambiente, o di 30 minuti a 0-4°C.” (Giusti e Benetton, 2014)

“L'infermiere è inoltre responsabile della valutazione del paziente al fine di riconoscere precocemente segni e sintomi di eventuali complicanze (acute e tardive) tra cui sanguinamento, parestesie della mano, cianosi e assenza dei polsi periferici.” (While et al., 2013)

Nel malato critico la sequenza tra l'accertamento, l'esame obiettivo e il trattamento deve essere il più rapido possibile, per cui una accurata e tempestiva interpretazione dei dati rilevati può essere spesso risolutiva per lo stato clinico del paziente. La valutazione che l'emogasanalisi andrà a fare comprende il pH del sangue, la pressione parziale di ossigeno arterioso (PaO₂), la pressione parziale di anidride carbonica (PaCO₂); ma anche la saturazione di ossigeno, la concentrazione di ioni bicarbonato (HCO₃) presente nel sangue; l'emoglobina, la glicemia e gli elettroliti.

CAPITOLO 1 – QUADRO TEORICO

1. Equilibrio acido-base

La funzionalità corporea dipende dall'equilibrio dei liquidi, degli elettroliti e acido-base. Il liquido vascolare è presente nel sangue e nei vasi linfatici ed è fondamentale per il mantenimento del volume del sangue e per il sistema cardiovascolare; il liquido interstiziale, presente tra le cellule, è deputato al trasporto di ossigeno e sostanze nutritive; il liquido intracellulare, presente all'interno delle cellule, essenziale per il mantenimento delle dimensioni e funzione cellulare. Il bilancio dei liquidi, degli elettroliti e degli acidi e delle basi è regolato dal meccanismo di controllo fisiologico.

I liquidi corporei sono composti per lo più da acqua ed elettroliti. Il corpo controlla due tipologie di liquidi corporei: il volume dei liquidi nello spazio extracellulare e la concentrazione di acqua, chiamata osmolarità. L'osmolarità si riferisce alla proporzione di particelle di sodio (soluti) in un volume di liquidi, è espressa in milliosmoli per litro (mOsm/L). Il normale range di osmolarità è fra 280-300 mOsm/L. I cambiamenti dell'osmolarità vengono recepiti dagli osmorecettori ipotalamici che rispondono con variazioni di secrezione di ormoni antidiuretici (ADH) da parte della ghiandola pituitaria posteriore. Quando i valori dei liquidi extracorporei sono normali, il rilascio di ADH è controllato dai cambiamenti di osmolarità plasmatica.

Gli elettroliti sono minerali dotati di carica elettrica e prendono il nome di ioni: i cationi caricati positivamente e gli anioni caricati negativamente. I cationi includono il sodio Na^+ , il potassio K^+ , il calcio Ca^{++} e il magnesio Mg^{++} . Gli anioni sono i clorati Cl^- , i fosfati HPO_4^- e il bicarbonato HCO_3^- . Sodio, cloro e bicarbonato si trovano nel liquido extracellulare; potassio e fosfato nell'intracellulare. L'equilibrio elettrolitico è il mantenimento dei valori degli elettroliti nei limiti normali. La concentrazione elettrolitica va quindi monitorata nel tempo per valutare lo stato clinico del paziente.

I range di valori elettrolitici possono essere visualizzati nella tabella 1-1.

Sodio Na^+	135-145 mEq/L	Calcio Ca^{++}	4,3-5,3 mEq/L 8,9-10,1 mg/dL
Potassio K^+	3,5-4,5 mEq/L	Magnesio Mg^{++}	1,5-2,5 mEq/L 1,8-2,3 mg/dL

Cloruro Cl ⁻	95-105 mEq/L	Bicarbonato HCO ⁻ ₃	22-26 mEq/L
-------------------------	--------------	---	-------------

Tabella 1-1 - Range di valori elettrolitici

L'equilibrio acido-base è il mantenimento della concentrazione degli ioni idrogeno H⁺. Qualsiasi sostanza che può donare ioni H⁺ viene chiamata acido; invece qualsiasi sostanza che diminuisce la sua concentrazione di H⁺ in una soluzione è chiamata base. Il numero degli ioni H⁺ in ogni soluzione è indicato dalla scala del pH, che è il logaritmo negativo dello ione idrogeno in concentrazione e descrive il grado di acidità o alcalinità di una soluzione. La scala, da 1 a 14 ha un valore neutro, il 7, dove la soluzione non è né acida né alcalina. Il pH del sangue ha un valore compreso tra 7,35 e 7,45.

acido	neutro	basico
1	7	14

I cambiamenti del pH vengono gestiti dai tamponi, sostanze che rilasciano o assorbono gli ioni H⁺. I principali squilibri coinvolgono il sistema respiratorio e il renale: il mantenimento dell'equilibrio acido-base è garantito dai polmoni che agiscono quasi immediatamente ai cambiamenti del pH ematico e dai reni che rispondono in modo più lento. Per cui un'alterazione o mancato funzionamento di tali sistemi possono condurre a uno squilibrio acido-base.

L'omeostasi richiede l'equilibrio di elettroliti, dello stato acido-base e dei liquidi. I fattori che possono influenzare il rischio di squilibrio vanno dall'apporto di liquidi e alimenti, all'eliminazione di liquidi ed elettroliti (attraverso i reni, la pelle, il tratto gastrointestinale e i polmoni), lo stress, gli interventi chirurgici, la gravidanza, fino alle malattie croniche come l'insufficienza renale, lo scompenso cardiaco, l'insufficienza epatica o l'insufficienza respiratoria.

Con acidosi metabolica si intende un'alterazione dell'equilibrio acido-base dovuta ad un incremento degli acidi che causa una riduzione di HCO⁻₃. La compensazione avviene mediante iperventilazione. Nel paziente critico con tachipnea e normale saturazione di ossigeno va sospettata un'acidosi metabolica. Il quadro clinico comprende dispnea, polipnea, tachicardia, aritmie, confusione, sonnolenza e iperK⁺.

Con alcalosi metabolica si intende un'alterazione dell'equilibrio acido-base che causa una riduzione degli acidi nel sangue, portando ad un aumento dei livelli plasmatici di HCO_3^- . La compensazione avviene mediante ipoventilazione con conseguente ipossiemia. Il quadro clinico comprende anche aritmie, confusione e sonnolenza.

1.1 Ossigenazione e ventilazione

Attraverso la respirazione l'organismo trasporta l'aria ai polmoni, dove avvengono gli scambi gassosi ed elimina anidride carbonica. Ossigeno e CO_2 passano dagli alveoli al sangue o viceversa per diffusione, ovvero da un ambiente a concentrazione elevata a un ambiente a concentrazione più bassa. L'ossigeno viene trasportato in due modi: una piccola quantità si discioglie nel sangue e la maggior parte si lega alle molecole di emoglobina nei globuli rossi. L'anidride carbonica invece, in parte si discioglie nel sangue e in parte si lega ad aminoacidi formando composti carbamminici. Quando la CO_2 si combina con l'acqua si dissocia in ioni bicarbonato, componenti del sistema tampone bicarbonato, fondamentali per il mantenimento dell'equilibrio acido-base.

Il processo della respirazione è regolato a livello del sistema nervoso grazie a un complesso di neuroni, detti centro respiratorio, che genera un impulso trasmesso poi ai muscoli respiratori che portano alla contrazione e rilasciamento in maniera ritmica. L'anidride carbonica è essenziale per determinare la frequenza e la profondità del respiro: al suo aumento il respiro sarà più rapido e più profondo; risultato opposto alla sua diminuzione. Con una diminuzione del pH del sangue arterioso o della PaO_2 i chemiorecettori inducono un aumento della respirazione.

La respirazione normale è uniforme e regolare, i range sono proposti nella tabella sottostante 1-1.1.

Neonato e lattante	30-60 atti/min
1-5 anni	20-30 atti/min
6-10 anni	18-26 atti/min
10 anni-adulto	12-20 atti/min
Anziani >60 anni	16-25 atti/min

Tabella 1-1.1 Range frequenza respiratoria

Ad una alterazione della funzione respiratoria aumenterà il fabbisogno di ossigeno ai

muscoli respiratori e quindi il lavoro respiratorio con l'ipossia come sua complicanza. Le principali cause di aumento del lavoro respiratorio sono la riduzione della mobilità polmonare, data da alcune malattie (pneumopatie restrittive) che limitano l'espansione toracica e causano l'ipoelasticità dei polmoni e l'ostruzione delle vie aeree, causata dalla presenza di corpo estraneo, secrezioni, tessuto anomalo o in seguito ad una infiammazione che rende le vie aeree edematose (asma, bronchite).

Alterazioni della funzione respiratoria comprendono la tosse, riflesso provocato dall'irritazione delle vie aeree, scatenata da agenti chimici o fisici; la produzione di espettorato, conseguente a un processo irritativo e utilizzato come meccanismo di difesa; la dispnea, associata al sintomo di mancanza di respiro; il dolore toracico; i rumori respiratori anormali come crepitii, sibili, sfregamento pleurico; l'impiego di muscoli accessori per la respirazione, come quelli del collo e del torace superiore; la cianosi, colorito bluastrò della cute causata da una diminuzione della quantità di ossigeno nel sangue ed infine le dita a "bacchetta di tamburo", ippocratismo digitale, dove le estremità delle dita delle mani e dei piedi si arrotondano e si allargano.

La pressione parziale di ossigeno indica la quantità di ossigeno disponibile nei tessuti, quindi quando è inferiore ai limiti normali il tessuto potrebbe essere in ipossia. La pressione parziale di anidride carbonica, permette di verificarne l'eliminazione ed un valore alto indica ipoventilazione.

Il monitoraggio respiratorio comprende la pulsossimetria, la capnografia e l'ega.

La pulsossimetria attraverso un sensore applicato al dito indice del paziente o più raramente in altre sedi, rileva il polso arterioso e calcola la percentuale di saturazione dell'ossigeno nel sangue pulsato (SpO₂) ed è essenziale nel monitoraggio dei pazienti critici sia intra-ospedalieri che extra-ospedalieri, fornisce un punto di riferimento per le modalità di ventilazione, le manovre di aspirazione o modifica della postura e riduce il numero dei controlli emogasanalitici.

La capnografia monitora la CO₂ nell'aria espirata e il valore a cui si fa riferimento è della PETCO₂, corrispondente alla pressione parziale di anidride carbonica nell'aria alveolare e fornisce una stima della pressione parziale di anidride carbonica. Il capnometro permette di intervenire precocemente in caso di eventuali problemi ventilatori nei pazienti critici.

1.2 L'emogasanalisi

Secondo la normativa vigente L.42/1999 art.1 punto 2 comma 2, l'infermiere deve aver acquisito la completa competenza e come chiarito nella seduta del 23/06/2005 dal Consiglio Superiore di Sanità, l'infermiere può eseguire il prelievo arterioso (da arteria radiale) sia in ambiente ospedaliero che domiciliare. La Corte di Cassazione ha precisato che debba essere sempre prevista nell'unità operativa un protocollo condiviso e approvato, permettendo di assicurare una buona tecnica per il prelievo e utilizzare misure di prevenzione delle complicanze associate.

“L'emogasanalisi rappresenta l'indagine di laboratorio definita dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) come: “l'esame, in assoluto, con il miglior rapporto costo/benefici”.” (Sgambato, 2017)

“Il prelievo arterioso viene eseguito per raccogliere un campione di sangue per l'emogasanalisi. Tale esame rileva la capacità dei polmoni di scambiare gas attraverso la misurazione delle pressioni parziali di ossigeno PaO₂ e di anidride carbonica PaCO₂ e valutare la concentrazione dello ione idrogeno nel sangue pH. Si esegue per valutare lo stato di ossigenazione, la valutazione e l'efficacia di una terapia respiratoria e l'equilibrio acido base.” (Lynn, 2016)

L'EGA è un controllo ematochimico essenziale per valutare le condizioni cliniche nel paziente critico. La sua utilità è maggiore in caso di tachipnea, bradipnea, ventilazione meccanica, trauma, insufficienza respiratoria o cardiaca, sepsi, infarto del miocardio, anestesia prolungata o shock.

L'arteria radiale è la sede più facilmente accessibile e sicura per una puntura arteriosa. Nella scelta del sito vanno presi in considerazione alcuni fattori come: l'accessibilità ai vasi, l'ampiezza del polso, la presenza del circolo collaterale e in seguito verificare la possibilità di complicanze valutando i rischi. Per valutare la pervietà dell'arteria radiale e ulnare si fa affidamento al test o prova di Allen: al paziente viene chiesto di stringere con forza il pugno e di mantenerlo per almeno 30 secondi, si comprime contemporaneamente arteria radiale e ulnare, occludendole; mantenendo la compressione il paziente riapre la mano, che appare pallida, dopodiché si rilascia l'arteria ulnare. Il tempo di ricolorazione della mano è di 5-7 secondi.

La siringa utilizzata per il prelievo contiene 50 U.I. di litio-zinco eparina bilanciata

liofilizzata, per evitare la diluizione del campione con eparina liquida ed errori di misura degli elettroliti nel sangue. La quantità necessaria per il prelievo è di circa 1-2 mL. Durante il prelievo l'ago va inclinato di 30/45 gradi. Al termine si tampona con garza sterile per 5 minuti, 10 minuti per i pazienti in TAO (il bendaggio compressivo non sostituisce la compressione manuale).

L'emogas è una procedura invasiva e come tale risulta dolorosa per i pazienti, in particolare quando l'ago attraversa il tessuto periarterioso, poiché le pareti arteriose hanno più recettori dolorifici rispetto a quelle venose.

Nei pazienti critici, in particolare presenti in Terapia Intensiva, il prelievo può essere effettuato tramite una linea arteriosa: essa permette un monitoraggio emodinamico, della funzione respiratoria e metabolica che sia continuo, con una riduzione delle punture arteriose e delle venipunture.

Tra le possibili complicanze si evidenzia il rischio di infezioni, rottura del vaso, ischemia distale, emorragia ed ematoma.

“L'apparecchio per la sua esecuzione, chiamato emogasanalizzatore, permette di avere una risposta immediata, nell'arco di pochi istanti, capace di far orientare nelle patologie più complesse metaboliche e/o respiratorie. La sua accuratezza diagnostica dipende dalla modalità di esecuzione del prelievo, dalla tecnica, dalla corretta taratura dell'emogasanalizzatore e dalla giusta impostazione dei dati al suo interno.” (Sgambato, 2017)

Parametri dell'emogasanalisi:

-PaO₂, la pressione parziale arteriosa di ossigeno nel sangue, espressa in mmHg e con valore ottimale tra 80 e 100 mmHg.

-Rapporto P/F, rapporto tra la PaO₂ e FiO₂, indice della respirazione alveolare, in un paziente sano il valore è di 450. Un valore inferiore ai 200 è da considerare indice di insufficienza respiratoria.

-pH, indica l'equilibrio acido-base, un valore <7,35 è indice di acidosi; >7,45 è indice di alcalosi.

-PaCO₂, pressione parziale di anidride carbonica, si attesta tra 35-45 mmHg, un valore <35 indica alcalosi respiratoria; un valore >45 acidosi respiratoria.

-HCO₃, i bicarbonati, tra 22-26 mmol/L, un valore <22 è indice di acidosi metabolica;

un valore >26 è indice di alcalosi metabolica.

-BE, eccesso basi, tra -2 e +2 mmol/L, il valore negativo indica una carenza di basi e che il paziente si trova in una condizione di acidosi metabolica

-Lattati, valore normale <4 mEq/L. In condizioni di ipossia le cellule possono produrre meno energia efficiente causando una scarsa eliminazione dei lattati

-Elettroliti, fondamentale il loro controllo attraverso l'ega per i pazienti in trattamento dialitico.

La tabella 1-1.2 riassume i valori standard dell'emogas:

pH	7,35-7,45
PaCO ₂	35-45 mmHg
HCO ₃	22-26 mEq/L
SaO ₂	$>95\%$
PaO ₂	$>80-100$ mmHg *
Eccessi basi o deficit BE+/BE-	± 2 mEq/l
tHb	11-17 g/dL
Na ⁺	135-145 mEq/L
Cl ⁻	95-105 mEq/L
K ⁺	3,5-4,5 mEq/L
Ca ⁺⁺	4,3-5,3 mEq/L
Glucosio	60-110 mg/dL
Lattato	0,3-1,3 mEq/L

Tabella 1-1.2 Range di valori emogasanalitici (Giusti e Benetton, 2014)

*"I valori fisiologici diminuiscono con l'età; sottrarre 1 mmHg da 80 mmHg per ogni anno di età sopra i 60 anni e fino ai 90." (Fischbach e Dunning, 2006)

Con acidosi respiratoria si intende un'alterazione primaria dell'equilibrio acido-base dovuta ad un incremento della PaCO₂. Può essere dovuta a ipoventilazione, ipertermia maligna o inadeguata ventilazione meccanica.

Con alcalosi respiratoria si intende un'alterazione primaria dell'equilibrio acido-base dovuta a una riduzione di PaCO₂, dovuta ad aumento della ventilazione/minuto.

CAPITOLO 2 – METODOLOGIA

2. Obiettivo

Lo scopo della ricerca è nato per portare alla luce, attraverso le migliori evidenze disponibili, le competenze dell'infermiere di area critica nella gestione dell'emogasanalisi e nella sua interpretazione. Le competenze riguardano la preparazione del materiale occorrente, l'effettuazione stessa del prelievo arterioso attraverso le tecniche e le procedure raccomandate, la gestione del campione. Ciò non esclude che l'infermiere in propria autonomia, in base all'anamnesi del paziente e ai suoi segni e sintomi, interpreti i risultati del campione attraverso un'attenta analisi e un'approfondita conoscenza dei range di riferimento e delle principali alterazioni metaboliche e/o respiratorie. Tutto ciò ha l'obiettivo di essere orientati al paziente e garantire la migliore assistenza infermieristica possibile ai pazienti critici, ma anche il raggiungimento di una maggior autonomia volta a gratificare maggiormente l'operatore.

2.1 Metodologia PICO

Il metodo utilizzato per l'effettuazione di questa ricerca prevede il cosiddetto "modello PICO". Esso è un metodo utilizzato nella pratica basata sulle evidenze (EBP) che porta ad avere una risposta scientifica a quesiti sanitari specifici, che vengono chiamati foreground. Partire dalla pratica clinica è necessario per effettuare un processo decisionale basato sull'evidenze based, sulle prove di efficacia. Secondo quanto riportato da Li-Yin Chein nel *The Journal of nursing research*, l'EBP è riconosciuto come una chiave fondamentale per migliorare la qualità delle cure e gli esiti dei pazienti. "I quesiti clinici vengono generati con frequenza ampiamente variabile e la reazione del professionista non è sempre adeguata... nella pratica della EBM il professionista deve essere capace di formulare adeguati quesiti clinici che, oltre ad essere rilevanti per il paziente, devono essere posti in maniera da orientare la ricerca di risposte pertinenti dalla letteratura biomedica." (GIMBE, 2010).

I background questions sono quesiti formulati in situazioni in cui l'argomento è poco conosciuto e ha come scopo una ricerca di informazioni. I foreground questions, sono invece quesiti specifici, è lo strumento utilizzato per la ricerca EBN e appartengono a diverse categorie: eziologia/rischio, diagnosi, prognosi e terapia. Il metodo migliore per

formulare quesiti di foreground è strutturarli secondo il format PICO che prevede:

il fattore P indica il soggetto del quesito, paziente/problema/popolazione e permette di avere un campione il più possibile adeguato. Il fattore I si riferisce alla caratteristica principale, la condizione, la patologia o evento che agisce sulla P. Il fattore C indica il fattore in grado di relazionarsi con l'esito O. L'ultimo fattore è O, l'esito della ricerca e deve essere specifico ma sintetico. Il metodo PICO viene utilizzato anche nella ricerca infermieristica, EBN.

“Attraverso l'EBN, evidence based nursing, gli infermieri assumono le decisioni cliniche utilizzando le migliori ricerche disponibili, la loro esperienza clinica e le preferenze del paziente, all'interno di un determinato contesto di risorse disponibili.” (EBN 1998, DiCenso A, Cullum N, Ciliska D.)

Esistono 6 fasi di processo dell'EBN: il primo riguarda la definizione del problema riscontrato nella pratica quotidiana; la seconda fase prevede la formulazione di quesiti clinici ben definiti attraverso il modello PICO. In seguito, come terzo step, la ricerca della letteratura attraverso le banche dati. Infine si valuta la letteratura ricercata, si integra nella pratica clinica e si rivaluta la performance infermieristica.

2.2 Criteri di selezione delle evidenze

Le domande di ricerca comprendono:

- Come si effettua il prelievo per emogas dall'arteria radiale?
- Come si effettua il prelievo di emogas dalla linea arteriosa nel paziente critico?
- Come si effettua il test di Allen? È efficace?
- Come interpretare i risultati dell'emogas?
- Quando va utilizzato l'ecodoppler per effettuare il prelievo per emogas?

Per rispondere ai quesiti di ricerca è stata effettuata una revisione della letteratura attraverso le banche dati online Medline (Pubmed), ScienceDirect e Cochrane nei mesi di Dicembre-Marzo 2022. La consultazione dei documenti in visione elettronica è stata disponibile grazie al servizio Auto Proxy fornito dalla biblioteca dell'Università Politecnica Delle Marche. Sono stati utilizzati anche libri di testo e sitografia disponibile online.

Sono state utilizzate le parole chiave in combinazione con gli operatori booleani, visibili nella tabella 2-2.2:

PubMed 1	Arterial blood gas and sample
PubMed 2	Arterial blood and line system
PubMed 3	Arterial blood gas and interpretation
PubMed 4	Arterial blood and Allen test
Cochrane	Arterial blood and radial
ScienceDirect 1	Arterial lines and sampling
ScienceDirect 2	Arterial blood and risk
ScienceDirect 3	Arterial puncture
ScienceDirect 4	Arterial blood sample and analysis

Tabella 2-2.2 Riassunto banche dati

I criteri di inclusione degli studi sono stati:

- Tipologia di partecipanti: pazienti critici, terapia intensiva
- Tipologia di studio: revisioni, trial clinici randomizzati, trial in doppio cieco e prospettici
- Tipologia di interventi: interventi volti a migliorare la prestazione infermieristica nella procedura di campionamento e interpretazione
- Lingua: inglese e italiana
- Articoli pubblicati negli ultimi 30 anni

I criteri di esclusione degli studi sono stati:

- Non disponibili gratuitamente
- Tematiche non pertinenti
- Età pediatrica
- Anni precedenti al 1990

La valutazione qualitativa si è basata su:

- Appropriatezza degli studi
- Disegno dello studio
- Campione

- Limitazioni
- Interventi
- Esiti
- Rilevanza clinica
- Tipologia di pazienti
- Anno di pubblicazione
- Abstract

CAPITOLO 3 – RISULTATI

3. Procedura per il prelievo dall'arteria radiale

Chiaranda, urgenze ed emergenze (2016)	Procedura per il prelievo di sangue arterioso pag. 603
Di Muzio, Manuale di procedure infermieristiche basate sulle evidenze (2021)	Preparazione materiale, utente, effettuare il prelievo. Pag. 257-260
Mennuni, L'emogasanalisi (2018)	Come eseguire un prelievo dall'arteria radiale? Pag. 29-30
Sgambato, L'emogasanalisi, un esame salvavita (2017)	Accorgimenti preliminari per una corretta esecuzione dell'esame emogasanalitico. Pag. 100-104
Yildiz I.U. et al, (2021)	Effectiveness of lidocaine spray on radial arterial puncture pain: a randomized double-blind placebo controlled trial. The American journal of emergency medicine, 50, 724-728.

Tabella 3-3 Riassunto delle fonti per il prelievo dall'arteria radiale

3.1 Utilizzo dell'ecodoppler guidato durante la procedura di prelievo

Grandpierre R.G. et al, (2020).	Ultrasound guidance in difficult radial artery puncture for blood gas analysis: a prospective, randomized controlled trial.
---------------------------------	---

Tabella 3-3.1 Riassunto delle fonti per l'utilizzo dell'ecodoppler

3.2 Procedura per il prelievo dal sistema catetere

Brennan K.A., (2010)	Reducing the risk of fatal and disabling hypoglycaemia: a comparison of arterial blood sampling systems. British journal of anaesthesia, 104, 446-451.
Robertson-Malt S. et al, (2014)	Heparin versus normal saline for patency of arterial lines.

Silver J. M. et al, (1993)	Reducing of blood loss from diagnostic sampling in critically III Patients using a blood-conserving arterial line system. Chest, 104, 1711-1715.
----------------------------	--

Tabella 3-3.2 Riassunto fonti procedura per il prelievo dal sistema catetere

3.3 Come eseguire il test di Allen

Abu-Omar et al, (2004)	Duplex ultrasonography predicts safety of radial artery harvest in the presence of an abnormal Allen test. The society of thoracic surgeons published by Elsevier Inc, 116-119
Di Santo Sara, Emogasanalisi arteriosa (2016)	Test di Allen: come si esegue
Kohoen M. et al, (2007)	Is the Allen test reliable enough? European journal of cardio-thoracic surgery, vol 32, 6, 902-905
Mennuni, L'emogasanalisi (2018)	Come eseguire il test di Allen? Pag. 35-36
Sgambato, L'emogasanalisi, un esame salvavita (2017)	Test di Allen. Pag. 103-104
Papagni Giuseppe, L'infermiere e il prelievo di sangue arterioso (2015)	Test di Allen

Tabella 3-3.3 Riassunto fonti come eseguire il test di Allen

3.4 Interpretazione dei risultati

Adil Salam et al, (2003)	The effect of arterial blood gas values on extubation decision, Respiratory care, vol 48, 1033-1037
Carlino M.V. et al, (2020)	Arterial blood gas analysis in predicting lung injury in blunt chest trauma.

	Respiratory physiology and neurobiology, vol 274, 103363
Chiaranda, Urgenze ed Emergenze (2016)	Interpretazione dei parametri. Pag. 604-606
Giusti e Benetton, Guida al monitoraggio in area critica (2014)	Interpretazione semplificata dei risultati dell'EGA. Pag. 64-68
Mennuni, L'emogasanalisi (2018)	Disordini dell'equilibrio acido-base. Pag. 76
Pramod S. et al, (2010)	Interpretation of arterial blood gas. Indian journal of critical care medicine, 14, 57-64
Sgambato, L'emogasanalisi, un esame salvavita (2017)	Lettura dell'emogasanalisi. Pag. 23-95

Tabella 3-3.4 Riassunto fonti interpretazione dei risultati

Una sintesi degli studi reperiti dalle banche dati è visibile nella tabella 4 che rappresenta tabella di estrazione dati della revisione della letteratura.

Autori + data (Autore et al.) Tipologia di studio	Quesito	Partecipanti	Metodi di raccolta dati	Temi e concetti emersi
Abu-Omar et al, (2004). Studio sperimentale.	Duplex ultrasonography predicts safety of radial artery harvest in the presence of an abnormal Allen test.	287 partecipanti in 34 mesi.	45 pazienti con test di Allen anormale sono stati sottoposti all'ecodoppler.	L'utilizzo dell'ecodoppler permette di ridurre le tempistiche legate al prelievo o all'incannulamento dell'arteria radiale e permette di esaminare l'anatomia dell'arteria stessa. L'uso combinato dell'eco e del test di Allen garantiscono un successo maggiore.
Adil Salam et al, (2003). Studio sperimentale.	The effect of arterial blood gas values on extubation decision.	83 pazienti (24-94 anni).	Ogni paziente è stato assegnato a 3 operatori. I dati sono stati riportati e comparati prima e dopo l'estubazione.	L'estubazione viene classificata come un insuccesso quando il paziente è stato re-intubato nelle 72h successive. Nel 93% dei casi i valori emogasanalitici non sono stati ritenuti essenziali per la decisione di estubazione del paziente critico, ma viene sempre consigliato grazie al rapporto costo/benefici.
Brennan K.A., (2010). Studio sperimentale.	Reducing the risk of fatal and disabling hypoglycaemia: a comparison of arterial blood sampling systems.	Pazienti sottoposti a due tipi di linee arteriose: chiuse e aperte.	Prelievi arteriosi e analisi di laboratorio.	I pazienti con le linee arteriose "aperte" hanno mostrato delle significative differenze quantitative della concentrazione di glucosio. Ciò ha fatto supporre che sarebbe necessario

				utilizzare soltanto le linee arteriose “chiuse” per evitare danni correlati alla terapia per eventuali ipoglicemie.
Carlino M.V. et al, (2020). Studio osservazionale.	Arterial blood gas analysis utility in predicting lung injury in blunt chest trauma.	51 pazienti divisi in due gruppi: il primo gruppo con lesioni polmonari e il secondo senza lesioni polmonari evidenti dalla tc.	Sono stati registrati i parametri vitali, fratture visibili dall’rx e dalla tc; grado di severità della lesione utilizzando la scala IIS e scala del dolore NRS.	Lo studio ha mostrato l’efficacia dell’utilizzo dell’esame emogasanalitico per identificare precocemente i pazienti a rischio di lesioni polmonari in seguito a traumi e quanto sia legato alla scelta di sottoporre il paziente alla tac per la conferma della diagnosi, evitando i rischi stessi che una tac comporti, per i pazienti che non vengono considerati a rischio.
Grandpierre R.G. et al, (2020). Trial randomizzato.	Ultrasound guidance in difficult radial artery puncture for blood gas analysis: a prospective, randomized controlled trial.	36 pazienti sono stati sottoposti all’utilizzo dell’ecodoppler e 37 pazienti non ne sono stati sottoposti.	Registrato il grado di rischio e i tempi e le modalità della puntura arteriosa utilizzando l’eco e non, comparando le differenze tempistiche.	Si è dimostrato quanto sia efficace l’utilizzo degli ultrasuoni durante il prelievo o l’incannulamento dell’arteria radiale, permettendo un successo garantito e aumentando il benessere del paziente in termini di dolore.

<p>Kohonen M. et al, (2007).</p> <p>Studio sperimentale.</p>	<p>Is the Allen test reliable enough?</p>	<p>145 sottoposti a bypass sono stati sottoposti al test di Allen.</p>	<p>Il test di Allen è stato comparato con metodi oggettivi e specifici ed è stata calcolata l'accuratezza diagnostica.</p>	<p>Il 23% dei pazienti ha avuto un esito positivo al test di Allen, considerato quindi anormale, cioè positivo. Il test di Allen viene considerato soggettivo, in base alla valutazione effettuata dall'esaminatore e non permette di visualizzare o conoscere meglio l'anatomia del paziente. Consigliato invece, in questi casi, l'utilizzo degli ultrasuoni.</p>
<p>Pramod S. et al, (2010).</p> <p>Revisione.</p>	<p>Interpretation of arterial blood gas.</p>	<p>Pazienti critici.</p>	<p>Revisione sistematica della letteratura.</p>	
<p>Robertson-Malt S. et al, (2014).</p> <p>Trial randomizzato.</p>	<p>Heparin versus normal saline for patency of arterial lines.</p>	<p>606 partecipanti.</p>	<p>Comparati due diversi tipi di studi: utilizzando l'eparina e utilizzando soluzione salina per il mantenimento delle linee arteriose.</p>	<p>Non ci sono significative variazioni nell'utilizzo dell'eparina rispetto alla soluzione salina, ma l'autore stesso dichiara la necessità di eseguire maggiori studi e approfondimenti in merito.</p>
<p>Silver J. M. et al, (1993).</p> <p>Studio prospettico e randomizzato.</p>	<p>Reducing of blood loss from diagnostic sampling in critically III Patients using a blood-conserving arterial line system.</p>	<p>Pazienti critici.</p>	<p>Comparazione tra due sistemi arteriosi.</p>	<p>I pazienti con un sistema arterioso convenzionale rispetto a un "conserva-sangue" hanno avuto perdite di sangue maggiori, per cui viene raccomandato quest'ultimo</p>

				sistema per i pazienti critici ricoverati in terapia insensiva.
Yildiz I.U. et al, (2021). Studio randomizzato in doppio cieco.	Effectiveness of lidocaine spray on radial arterial puncture pain: a randomized double-blind placebo controlled trial.	Pazienti 18+ e con capacità di risposta alla scala del dolore VAS.	35 pazienti sono stati sottoposti alla somministrazione di lidocaina e 35 pazienti al placebo. Prima e dopo la puntura arteriosa è stata compilata la scala VAS.	I pazienti sottoposti allo spray contenente lidocaina hanno mostrato una diminuzione del livello di dolore durante la procedura di prelievo arterioso (radiale).

Tabella 4- Sintesi degli studi reperiti nelle banche dati (PubMed, Cochrane, Sciencedirect)¹

CAPITOLO 4 – DISCUSSIONE DEI RISULTATI

Procedura per il prelievo di sangue arterioso, arteria radiale: “si estende il polso del paziente sul bordo del letto, su un rotolo di cerotto o di garza, o facendosi aiutare da un assistente che tenga premuto il pollice verso il basso; la sede di puntura nell’adulto dovrebbe essere a circa 2.5 cm di distanza dalla piega del polso. Bisogna inserire l’ago con un’angolazione di 45-60° sul piano verticale e dirigerlo lentamente verso la pulsazione, con la siringa in aspirazione.” “La procedura ottimale considera l’utilizzazione di apposite siringhe preparate con eparina solida a contenuto bilanciato: si evitano in tal modo la diluizione del campione con eparina liquida ed errori di misura della ionemia con gli analizzatori multiparametrici. In mancanza, si usa una siringa di plastica da 2.5 mL in cui si aspira preliminarmente una piccola quantità d’eparina, sufficiente ad evitare la formazione di trombi, ma non eccessiva da diluire il campione: deve essere espulsa assieme a tutta l’aria in modo da riempire solo l’ago e il cono della siringa. Al momento del prelievo vanno annotate le condizioni cliniche del paziente, in modo da potervi correlare l’interpretazione dei dati misurati, bisogna rilevare altresì la temperatura corporea e la FiO₂. Durante il prelievo bisogna evitare che aria entri nella siringa, per non alterare la misura del gas, e che l’aspirazione sia troppo energica, per non causare trombi”. (Chiaranda, 2016)

La siringa va poi ruotata più volte per mescolare il sangue con l’eparina. Il campione va analizzato entro i 10 minuti dal prelievo, per “minimizzare gli effetti dovuti al mantenimento del metabolismo nel campione con diminuzione del pH, alla diffusione dei gas dalla siringa ed alla fuoriuscita di potassio dalle cellule”. Se l’analisi del campione non può essere effettuata nei 10 minuti, bisognerà conservare la siringa in un contenitore con ghiaccio. “Più passa il tempo, più è facile che il sangue eparinato sedimenti, è necessario pertanto miscelarlo accuratamente mediante ripetute rotazioni della siringa in senso orizzontale prima di inserire il campione nell’analizzatore.” (Chiaranda, 2016)

Materiale occorrente:

- Kit per emogasanalisi o siringa eparinizzata da 5 mL con ago da 22 Gauge
- Tappo Luer-Lock
- Garze sterili
- Tamponi con antisettico

- Cerotto adesivo
- Guanti
- Bustina per il trasporto dei campioni
- Etichette per i campioni
- Contenitore con ghiaccio
- Telino

(Di Muzio, 2021)

Il materiale va predisposto su di un supporto, dopodiché viene preparato l'utente attraverso l'identificazione del paziente, informarlo sul tipo di manovra ed ottenere il consenso informato, così da ridurre i livelli di ansia del paziente. Si aiuta l'assistito ad assumere una posizione adeguata, esponendo il braccio su di una superficie rigida, ponendo un telino protettivo sotto l'arto. Successivamente, si esegue il test di Allen per determinare l'adeguatezza del flusso.

Disinfettare il sito di puntura con movimenti dall'alto verso il basso.
Con le dita indice e medio della mano non dominante, palpare l'arteria mentre si tiene la siringa con la mano dominante. Non toccare l'area che deve essere punta.
Tenere il tagliere dell'ago rivolto verso l'alto con un angolo di 45° rispetto all'arteria radiale.
Arrestare la progressione dell'ago alla comparsa di sangue nell'imboccatura dell'ago o della siringa. Attendere il riempimento dello stantuffo fino alla quantità precedentemente impostata.
Ritirare la siringa e contemporaneamente, con la mano non dominante, comprimere il sito di puntura con garze.
Applicare una medicazione compressiva con garze e cerotto.
Mantenere in sede la medicazione per almeno 5-10 minuti o 20 minuti se il paziente assume terapia anticoagulante o presenta alterazioni della coagulazione.
Controllare l'eventuale presenza di bolle di aria all'interno della siringa ed espellerle.
Rimuovere l'ago e chiudere la siringa con il tappo Luer-Lock.
Ruotare delicatamente la siringa per assicurarsi che l'eparina si distribuisca uniformemente.

Etichettare la siringa con i dati identificativi del paziente. Indicare sempre la FiO ₂ (se il paziente respira in aria ambiente corrisponde a 21%).

Mettere la siringa nell'apposito contenitore per il trasporto. Conservarlo in acqua e ghiaccio a una temperatura di 0-4°C.
--

Tabella 4- Procedura per il prelievo dall'arteria radiale (Di Muzio, 2021)

Al termine, il materiale utilizzato viene riordinato. Si aiuta il paziente ad assumere una posizione confortevole, si monitorano i parametri vitali e comparsa di segni e sintomi di complicanze, quali dolore, gonfiore, sanguinamento, pallore o formicolio. Documentare la procedura nella cartella clinica e infermieristica.

Protocollo EGA radiale, materiale occorrente:

- Arcella e guanti non sterili
- Clorexidrina alcolica e tamponi sterili
- Bendaggio compressivo
- Telino non sterile
- Rotolo per spessore
- 3 siringhe pre-eparinate con sfiato e protezione dell'ago
- Siringa con mepivacaina (opzionale)

(Mennuni, 2018)

1. Presentarsi al paziente e identificarlo.
2. Spiegare la procedura.
3. Porre il paziente in posizione sdraiata e comoda.
4. Eseguire il test di Allen e registrare il risultato.
5. Lavare le mani e creare un'area di lavoro pulita.
6. Porre un piccolo spessore sotto il polso del paziente.
7. Indossare camice impermeabile, schermo facciale e guanti.
8. Disinfettare il sito prescelto con clorexidina alcolica.
9. Precaricare la siringa con volume adeguato.
10. Impugnare la siringa come una penna.
11. Localizzare l'arteria con indice e mantenere la mano del paziente in lieve iperestensione.
12. Informare il paziente che sta per essere punto.

13. Pungere almeno a un cm dall'indice per garantire l'asepsi.
14. Avanzare lentamente l'ago con un angolo di 45° fino alla comparsa di sangue.
15. Attendere il riempimento completo del volume previsto (non aspirare).
16. Ritirare la siringa.
17. Porre garza o cotone asciutto sul sito.
18. Chiedere al paziente di comprimere per almeno 2-3 minuti (5-8 minuti in caso di pazienti in anticoagulazione o ipertensione arteriosa).
19. Porre la siringa nell'apposito contenitore.
20. Eliminare eventuali bolle d'aria.
21. Incappucciare la siringa.
22. Ruotare la siringa per almeno 20-30 secondi.
23. Etichettare il campione e inviarlo per l'analisi.
24. Rimuovere i presidi di protezione individuali.
25. Controllare la cessazione del sanguinamento e continuare la compressione.
26. Ringraziare il paziente per la collaborazione.

“Nella fase preparatoria al prelievo è importante tranquillizzare il paziente, per evitare l'ansia (o la vera e propria paura) che può generare la iperventilazione, con risvolti sulla PaO₂ e sulla PaCO₂ effettive.” (Sgambato, 2017) È importante informarsi su eventuali emopatie e terapie in atto. Il paziente deve stare a riposo. “L'operatore che effettua il prelievo, deve assumere una posizione comoda, meglio se seduta (questo banale accorgimento facilita ampiamente le manovre e, non creando disagio, predispone l'operatore ad una maggiore serenità nella esecuzione, in particolari nei pazienti difficili)”. (Sgambato, 2017)

La puntura dall'arteria radiale è associata spesso al dolore del paziente, a questo proposito è stato effettuato uno studio sull'utilizzo di uno spray contenente lidocaina per evitare questa complicanza. Il vantaggio dell'utilizzo dello spray consiste nel limitare e ridurre le punture a cui il paziente sarà sottoposto, evita infatti l'utilizzo di iniezioni di lidocaina, mepivacaina. Uno degli svantaggi è però, che l'utilizzo di una crema o spray richiede un tempo di attesa di 30 minuti prima che la procedura possa essere eseguita e molto spesso nei pazienti critici non è possibile ritardare l'esame. Lo studio di Yildiz I.U. et al, (2021), visibile tra le fonti nella tabella 3-3, ha riportato una diminuzione del livello di dolore nei pazienti sottoposti allo spray con la lidocaina già dai 5 minuti successivi la

somministrazione. Lo studio ha dimostrato inoltre, che i pazienti sono stati soddisfatti in termini di controllo del dolore grazie all'utilizzo dello spray.

Lo studio di Grandpierre R.G. et al, (2020), visibile nelle fonti nella tabella 3-3.1, ha dimostrato l'importanza clinica dell'utilizzo dell'ecodoppler guidato, garantendo il successo della procedura di prelievo nei pazienti "difficili". I problemi associati alla difficoltà della puntura arteriosa riguardano uno scarso patrimonio venoso. Il beneficio dell'utilizzo dell'ecodoppler aumenta in caso di necessità di incannulamento dell'arteria radiale. Esso riduce inoltre la necessità di pungere più e più volte per eseguire un prelievo. I vantaggi sono risultati in casi di ipotensioni, shock e inoltre i pazienti che sono stati sottoposti all'utilizzo dell'ecodoppler per il prelievo dichiarano un dolore nella scala VNRS (scala di valutazione numerica verbale) da 6 a 2 punti.

Nel caso invece, di un prelievo da catetere arterioso, utilizzare la via già predisposta risulta più agevole ed espone a meno complicanze come trombosi dell'arteria, formazione di ematomi. Bisogna fare però "attenzione a non inquinare il campione con bolle d'aria e con il liquido che perfonde la via; è necessario eliminare 4-5 mL di liquido misto a sangue prima di procedere con il prelievo vero e proprio." (Chiaranda, 2016)

Brennan K.A., (2010) riporta uno studio riguardante la contaminazione del campione per EGA associato al rischio di ipoglicemia. Sono stati effettuati dei prelievi e misurata la concentrazione di glucosio: sono state rilevate significative contaminazioni dalle linee arteriose "aperte" di circa 5 volte maggiore rispetto allo spazio morto; mentre non sono state trovate differenze quantitativamente significative per i sistemi "chiusi". Una contaminazione importante può condurre ad un uso inappropriato della terapia insulinica e l'unico sistema universale valido risulta essere il sistema chiuso. L'ipoglicemia nei pazienti sedati può essere spesso sottovalutata e può passare inosservata, per cui il monitoraggio del glucosio nel sangue è fondamentale nei pazienti in terapia intensiva.

Robertson-Malt S. et al, (2014), ha condotto un trial clinico randomizzato ponendo a confronto l'utilizzo di eparina o di normale soluzione salina per le linee arteriose. Lo studio ha dimostrato che una dose di eparina da 1 a 2 UI/mL in pressione continua non ha sfociato in differenze significative. Egli ha concluso che non ci sono abbastanza studi ed evidenze e troppi bias riguardo gli effetti in caso di aggiunta di eparina per il mantenimento dei cateteri arteriosi.

Lo scopo dello studio prospettico e random di Silver J. M. et al, (1993), visibile nelle fonti nella tabella 3-3.2, è stato quello di dimostrare l'importanza di un nuovo sistema di linea arteriosa per ridurre la perdita di sangue associata al prelievo in ambito di terapia intensiva. I pazienti con un convenzionale sistema di linea arteriosa hanno avuto una perdita di 340.2 ml (di sangue e soluzione eparinata) maggiore rispetto ai pazienti con il nuovo sistema.



Figura 4- 2 - Prelievo dalla linea arteriosa

“Come eseguire il test di Allen?” (Mennuni, 2018)

1. Al paziente viene chiesto di stringere con forza il pugno per circa 30 secondi.
2. L'esaminatore comprime arteria radiale e ulnare al polso (contemporaneamente).
3. Mentre viene mantenuta la compressione sui vasi si chiede al paziente di riaprire la mano, mantenendola in posizione neutra. La mano appare pallida.
4. L'esaminatore rilascia la compressione dell'arteria ulnare.

Test positivo: tempo di ricolorazione < 15 secondi.

Test negativo: tempo di ricolorazione > 15 secondi. Il circolo collaterale arterioso in questo caso non è sufficiente ed è sconsigliato pungere l'arteria radiale.

“Si invita il paziente a stringere forzatamente la mano, così da far defluire completamente il sangue dal palmo. Si esercita poi una compressione sull'arteria radiale ed ulnare, in contemporanea, fino a ridurre l'afflusso di sangue al palmo della mano, che, a mano aperta, apparirà esangue e con evidente pallore. [...], in 15-20 secondi, il palmo diventa rosa, perché irrorato di nuovo attraverso l'ulnare. Se ciò avviene il test è ritenuto positivo, perché dimostra che l'arteria ulnare è in grado di garantire un valido circolo collaterale, in caso di un'ipotetica ostruzione dell'arteria radiale.” (Sgambato, 2017).

Secondo quanto pubblicato da Sara di Santo, (2016), nel quotidiano sanitario nazionale Nurse24: bisogna comprimere contemporaneamente le due arterie, invitando il paziente ad aprire e chiudere la mano più volte fino a quando diventa pallida. Entro i 6 secondi dalla ricolorazione viene considerato un tempo normale, sopra i 14 secondi anormale.

Secondo quanto riportato da Giuseppe Papagni, (2015), su una testata giornalistica dedicata al mondo degli infermieri “nursetimes”, “il tempo di ricolorazione della mano è normalmente nell’ordine di 5-7 secondi. Se entro questo tempo la mano si ricolore normalmente se ne deduce che l’apporto di sangue alla mano da parte della arteria ulnare è sufficiente ed è pertanto possibile e ragionevolmente sicuro incannulare o pungere l’altra arteria, cioè la radiale. Se il colore della mano non ritorna alla norma nel giro di 7-10 secondi, il test è considerato positivo e ciò significa che l’apporto di sangue alla mano da parte dell’arteria ulnare non è sufficiente. L’arteria radiale non può quindi essere tranquillamente punta od incannulata.”



Figura 4-3 - Anatomia della mano

Secondo quanto riportato, visibile nelle fonti nella tabella 3-3.3, da Kohonen et al, (2007), in uno studio condotto tra il 2000 e il 2005 con 145 pazienti, il 77% dei pazienti ha avuto

un esito negativo al test di Allen, mentre il 23% un risultato positivo e quindi considerato anormale. Il test di Allen non permette di analizzare l'anatomia della mano dei pazienti, ma solo lo stato circolatorio che viene interpretato dall'operatore che sta effettuando il test. Perciò il test è soggettivo, ma ad oggi ancora indispensabile. Inoltre, se il test risulta positivo per vari problemi, come diabete o aterosclerosi, viene consigliato l'utilizzo dell'ecodoppler per avere una visione più chiara.

Il controllo ecografico risulta più sensibile al test di Allen per la rilevazione del circolo collaterale. Inoltre, l'utilizzo degli ultrasuoni aumenta il tasso di successo con riduzione del tempo di inserimento del catetere. Il vantaggio di questa tecnica consiste nella possibilità di esaminare l'anatomia dell'arteria. Il test di Allen è un esame veloce, semplice e utilizzato come screening affidabile prima del prelievo dall'arteria radiale. La combinazione del suo utilizzo con l'eco consente il massimo successo ottenibile. (Abu-Omar et al, 2004).

Dall'alveolo l'ossigeno si diffonde verso il sangue dell'arteria polmonare, con una PvO₂ di circa 40 mmHg e risulta una PaO₂ (valore normale per soggetti tra i 20 e i 30 anni, durante la ventilazione in aria ambiente) pari a 84-108 mmHg. Il range varia fisiologicamente in rapporto con l'età del soggetto, la pressione atmosferica e la percentuale di ossigeno inspirato.

La conoscenza della FiO₂ è fondamentale per giudicare se il valore rilevato di PaO₂ si discosta dal valore atteso. "Un rapporto PaO₂/FiO₂ <200 caratterizza la cosiddetta *acute respiratory distress syndrome (ARDS)*, mentre un valore compreso fra 200 e 300 contraddistingue la pneumopatia ipossiemicizzante con minor grado di severità." (Chiaranda, 2016) In questo caso, è utile eseguire un test con O₂ al 100%: l'ega verrà effettuato in due tempi, durante respirazione in aria e dopo respirazione con l'ossigeno al 100% per almeno 10 minuti. Se l'ipossiemia è corretta dalla somministrazione di ossigeno, probabilmente è causata da una diminuzione del circolo polmonare con aumento dello spazio morto. Se invece, non viene corretta dalla somministrazione di ossigeno, o lo è solo parzialmente, si tratta di alveoli poco ventilati (edema, atelettasia).

La PaCO₂ è compresa tra 32 e 48 mmHg, la PCO₂ riflette l'adeguatezza della ventilazione alveolare e l'aumento o diminuzioni di PCO₂ definiscono una condizione di acidosi o alcalosi respiratoria. Il valore normale del pH è compreso tra 7.35 e 7.45, la sua

fluttuazione dipende da diversi sistemi tampone, tra cui il sistema bircarbonato-acido carbonico. Le variazioni dei bicarbonati plasmatici definiscono l'acidosi o l'alcalosi metabolica (valori normali: 22-31 mmol/L).

L'approccio per l'interpretazione dei risultati dell'EGA consta di 5 step:

1. Valutazione dell'ossigeno.
2. Determinazione del pH.
3. Valutazione della componente respiratoria rispetto ai valori di pH.
4. Valutazione della componente metabolica rispetto ai valori di pH.
5. Valutazione degli elettroliti e i metaboliti.

“A pH ematico arterioso neutro (7.4), sulla curva di dissociazione dell'emoglobina si hanno valori di SaO₂ di 90% corrispondenti a una PaO₂ di 60 mmHg, che sono i valori minimi accettabili di sicurezza per il paziente critico [...] ricordare di inserire sempre nei dati richiesti dell'emogasanalizzatore la temperatura corporea del paziente (se l'EGA viene eseguito immediatamente dopo il prelievo), e prendere in considerazione i risultati corretti con la temperatura.” (Giusti e Benetton, 2014)

La saturimetria periferica dell'O₂ ha dei limiti nel mostrare il peggioramento degli scambi gassosi, dato che la curva di dissociazione dell'emoglobina raggiunge il plateau di saturazione al 100% con valori di PaO₂ superiori a 95 mmHg, per cui senza effettuare un controllo emogasanalitico non è possibile individuare in modo precoce un'eventuale ipossiemia relativa.

“Recentemente è stato rimesso fortemente in discussione dall'Evidence Based Medicine il target glicemico da mantenere nei pazienti ricoverati in terapia intensiva.” (Giusti e Benetton, 2014) A causa di complicanze quali ipoglicemia, come effetto indesiderato del controllo ematico di glucosio (80-110 mg/dl), mediante somministrazione continua di insulina, si tende a mantenere i valori in un range compreso tra 140 e 180 mg/dl.

Si può somministrare O₂ ad alto flusso al paziente ipercapnico e ipossimico? L'aumento della PaCO₂ è da attribuire a due meccanismi: aumento dello spazio morto ed effetto Haldane (una parte di CO₂ circola legata all'emoglobina; l'O₂ aumenta la liberazione di CO₂ provocando un aumento del 25% della PaCO₂). “Nel paziente con grave ipossiemia,

somministra O₂ ad alto flusso per raggiungere rapidamente una SpO₂ di almeno 88-92%.” (Mennuni, 2018)

Esistono 4 disordini primari dell'equilibrio acido-base, l'acronimo *R.O.M.A.* permette di ricordarli:

- *Respiratorio*: sono *Opposti*, pH e PaCO₂/HCO₃⁻ (uno sale, gli altri scendono e viceversa);
- *Metabolico*: sono *Analoghi*, pH e PaCO₂/HCO₃⁻ (salgono o scendono insieme).

(Mennuni, 2018)

La lettura dell'EGA è una fonte immensa di informazioni spesso vitali, che permette all'operatore la possibilità di conoscere le condizioni respiratorie e metaboliche del proprio paziente. Questo esame non è sostituibile con le rilevazioni cliniche, per cui risulta in molti casi indispensabile. L'accuratezza diagnostica dipende dalla modalità di prelievo, corretta esecuzione, corretta taratura dell'emogasanalizzatore e giusta interpretazione.

Premesse fondamentali:

- a) Fare un'accurata anamnesi ed esame obiettivo;
- b) I dati non devono essere valutati singolarmente ma in modo globale;
- c) I dati vanno interpretati attraverso step.

“Ciò che conta è la visione d'insieme.” (Sgambato, 2017)

- ✓ Valutare la PaO₂, la Sat-Hb, la PaO₂/FiO₂

Essenziale annotare nell'emogasanalizzatore la FiO₂ del paziente al momento di lettura: quanta aria inspirata? Aria ambiente o ossigeno in maschera? Indicare alla macchina la FiO₂ permette in modo automatico di rilevare questo parametro e renderlo significativo. La PaO₂ esprime il contenuto di ossigeno dell'organismo, essa diminuisce con l'età per cui deve essere sempre rapportata al paziente.

Una rapida valutazione dell'ossigenazione può essere ottenuta dal pulsissimetro o saturimetro, che misura la saturazione di ossigeno attraverso il letto ungueale; ma questo valore, che presenta delle limitazioni, non può escludere l'emogasanalisi se non nelle condizioni di lieve insufficienza.

- ✓ Valutare il pH
- ✓ Valutare acidemia o alcalemia

“Ci può essere acidosi senza acidemia, se il meccanismo di compenso è efficace, ma non può esserci una acidemia senza acidosi.” (Sgambato, 2017)

Per acidosi si intende un disordine dell'equilibrio acido-base, per acidemia si intende una concentrazione di H^+ uguale o superiori ai 45 nEq/L (pH uguale o inferiore a 7.35). Essa può verificarsi per aumento di anidride carbonica nel sangue (nelle forme respiratorie) e per eccessiva produzione di acidi, perdita di basi o inadeguata eliminazione di acidi da parte del rene (nelle forme metaboliche).

Per alcalemia invece, la concentrazione di H^+ è uguale o inferiore ai 35 nEq/L (pH uguale o superiore a 7.35).

- ✓ Valutare PCO_2 e HCO_3^-

“I disordini acido-base, determinati da un aumento o da una diminuzione della PCO_2 sono di tipo respiratorio: acidosi respiratoria (aumenta la PCO_2); alcalosi respiratoria (diminuisce la PCO_2) e anche il valore della concentrazione idrogenionica $[H^+]$ ha una variazione nello stesso senso di marcia, ovverosia essa aumenta come la PCO_2 nell'acidosi respiratoria e diminuisce nell'alcalosi respiratoria.” (Sgambato, 2017)

I disordini invece dovuti a una diminuzione della concentrazione dei bicarbonati HCO_3^- sono di tipo metabolico: quindi nell'acidosi metabolica ci sarà una diminuzione dei HCO_3^- e nell'alcalosi metabolica un loro aumento.

- ✓ Valutare i compensi

Quando il disturbo primario è respiratorio ci sarà un meccanismo di compenso metabolico del rene, che interviene regolando l'escrezione di ioni idrogeno o con l'aumento o diminuzione del riassorbimento dei bicarbonati. Quando invece, il disturbo primario è metabolico ci sarà un compenso respiratorio dei polmoni, che grazie alla ventilazione, andranno a regolare la fuoriuscita di anidride carbonica.

- ✓ Valutare lo stato idro-elettrolitico
- ✓ Valutare i livelli di lattato

Il valore normale del lattato è di 1 mEq/L (range 0,5-1,5 mEq/L); con concentrazioni tra 2 e 5 si parla di iper-lattatemia, senza acidosi metabolica. Si parla di acidosi lattica quando

il valore del lattato supera i 5 mEq/L con pH inferiore a 7,34. “I rapporti tra la concentrazione di lattati e la mortalità confermano la capacità di presagire un esito infausto. Se il valore riscontrato è di 2 mEq/L il valore predittivo positivo è basso con una bassa specificità, mentre se la lattacidemia è del 4% aumenta molto il valore predittivo positivo arrivando all’80%.” (Sgambato, 2017)

Adil Salam et al, (2003), visibile nelle fonti nella tabella 3-3.4, hanno condotto uno studio per valutare l’efficacia dei risultati del prelievo per emogasanalisi utilizzati nelle decisioni di estubazione dei pazienti in terapia intensiva. Ogni paziente è stato assistito da 3 operatori e ogni volta un infermiere, medico o terapeuta ha valutato indipendentemente e individualmente il paziente, rivalutandolo poi previa lettura dei risultati dell’emogas. Ognuno ha valutato le priorità del paziente in base agli esiti del prelievo arterioso. L’estubazione è stata classificata come un “fallimento” quando è stato necessario reintubare il paziente nelle 72h successive. I fallimenti nelle decisioni di estubazione sono molto comuni nelle terapie intensive, importante è stato quindi il proporre un metodo per evitare e prevenire queste complicanze, riducendo al minimo gli insuccessi. Il bias più importante in questo studio, è l’interpretazione dei risultati: due operatori avrebbero potuto arrivare a conclusioni anche opposte in base alla lettura dell’emogas.

I valori non hanno inciso nelle decisioni cliniche nel 93% dei casi, però in altri casi potrebbero essere utili in termini di costo-beneficio.

In un normale esame emogasanalitico, il pH e la PaCO₂ si muovono nella direzione opposta, mentre HCO₃⁻ e PaCO₂ nella stessa direzione. Quando pH e PaCO₂ cambiano nella stessa direzione il problema primario è metabolico, quando pH e PaCO₂ si muovono nella direzione opposta e PaCO₂ risulta nei normali range, il problema primario è respiratorio. Nei disordini misti se HCO₃⁻ e PaCO₂ cambiano nella stessa direzione (e normalmente non dovrebbe) allora viene definito misto in quanto il pH potrebbe essere normale con anormale PaCO₂ o anormale pH e normale PaCO₂.

Regole per l’interpretazione dell’EGA: richiede un appropriato approccio seguendo lo schema suggerito:

1. Osservare il pH: <7.4 acidosi; >7.4 alcalosi.
2. Se il pH indica acidosi, osservare PaCO₂ e HCO₃⁻.
3. Se PaCO₂ è elevata, si tratta di acidosi respiratoria.

4. Se PaCO_2 e HCO_3^- è inferiore ai limiti, si tratta di acidosi metabolica.
5. Se il pH, indica alcalosi, allora osservare HCO_3^- e PaCO_2 .
6. Se PaCO_2 e HCO_3^- sono elevati, si è di fronte ad alcalosi metabolica.
7. Se il pH è normale, potrebbe essere un risultato normale o indicare un disordine misto: quando PaCO_2 aumenta e HCO_3^- diminuisce si parla di acidosi metabolica e respiratoria; quando PaCO_2 diminuisce e HCO_3^- aumenta, si tratta di alcalosi respiratoria e metabolica.

(Pramod S. et al, 2010)

L'emogas ha un'affidabilità diagnostica nell'identificazione dei pazienti con danno polmonare nel contesto di un trauma toracico contusivo. Il deficit di PaO_2 infatti, mostra accuratezza nel predire il danno polmonare. L'emogas può essere un approccio valido e rapido per identificare tali pazienti da cui possono trarne beneficio. Nello studio di Carlino M.V. et al, (2020), sono stati presi in considerazione 51 pazienti presentati al Pronto Soccorso di Napoli (Italia) per trauma toracico. I pazienti sono stati poi suddivisi in due gruppi: il primo con lesioni polmonari risultate nella TC e il secondo senza lesioni polmonari. Ad ogni paziente è stato effettuato un prelievo arterioso. I pazienti con un danno polmonare avevano una saturazione di ossigeno, pressione parziale arteriosa di ossigeno e rapporto P/F maggiore rispetto ai pazienti senza danno polmonare. Il loro studio ha dimostrato che la combinazione di differenti prelievi emogasanalitici potrebbero essere un approccio vincente per identificare quei pazienti con trauma toracico che sono a rischio di danno polmonare e quindi, quali pazienti avranno più beneficio nell'effettuare una tac.

CAPITOLO 5 – CONCLUSIONI

In conclusione, si è dimostrato come esista una check list per l'esecuzione del prelievo attraverso l'arteria radiale, a partire dalla preparazione del materiale occorrente e la preparazione dell'utente, fondamentale in questo esame per ridurre al minimo l'ansia e il dolore associato. La procedura consta di diversi step eseguiti in ordine cronologico, ponendo delle attenzioni sul campionamento e sulla gestione post-prelievo. Da considerare anche, l'utilizzo di spray alla lidocaina o creme allo scopo di ridurre al minimo il livello del dolore del paziente, aumentando il successo del campionamento e la soddisfazione di paziente e operatore.

È indubbio che l'utilizzo dell'ecodoppler guidato possa aiutare sia nel caso di prelievo arterioso, sia nel posizionamento di una cannula arteriosa. Nei pazienti difficili questa metodica risulta ancora più importante, permette di evitare insuccessi, insoddisfazioni e dolori inutili al paziente.

Per quanto riguarda la linea arteriosa (figura 4-1), non esiste una check list specifica che consenta di identificare gli step da seguire per effettuare il prelievo in modo corretto; da considerare però, che ogni unità operativa potrebbe utilizzare dei protocolli differenti per la sua esecuzione. Sarebbe interessante in futuro, approfondire questo tema, per permettere di avere una sequenza di azioni (basate sulle evidenze e sulla miglior efficacia possibile) che sia universale e condivisibili da tutti gli operatori.

Eparina o soluzione salina per il mantenimento della linea arteriosa? Anche in questo punto, i risultati sono stati incerti e necessitano di maggiore approfondimento in futuro.

Importante invece lo studio legato all'ipoglicemia, alle linee arteriose e alla terapia insulinica. Molto spesso infatti, i pazienti ricoverati in terapia intensiva, necessitano di un monitoraggio continuo del glucosio ematico e una sua corretta determinazione permette di evitare complicanze legate alla terapia.

Il test di Allen consta di una serie di passaggi per verificare la pervietà dell'arteria e permette di capire se sia giusto o meno incannulare o eseguire un prelievo. Risulta un parametro soggettivo, non permette di esaminare l'anatomia della mano (figura 4-2), ma tuttora viene considerato di routine ed indispensabile.

Per concludere, al termine della procedura di prelievo e di analisi del campione, risulta fondamentale individuare le principali problematiche e complicanze in rapporto ai valori ottenuti dal campione stesso. Oltre all'esperienza dell'operatore, essenziale è seguire degli step precisi e sequenziali per riconoscere le anomalie rispetto ai range di riferimento e alle condizioni cliniche dei pazienti. Infatti, un riconoscimento precoce permette di risolvere e aumentare le possibilità di successo per la salute e le priorità del momento degli utenti. Una sintesi dell'interpretazione dei valori viene riportata nelle figure 5-1 e 5-2.

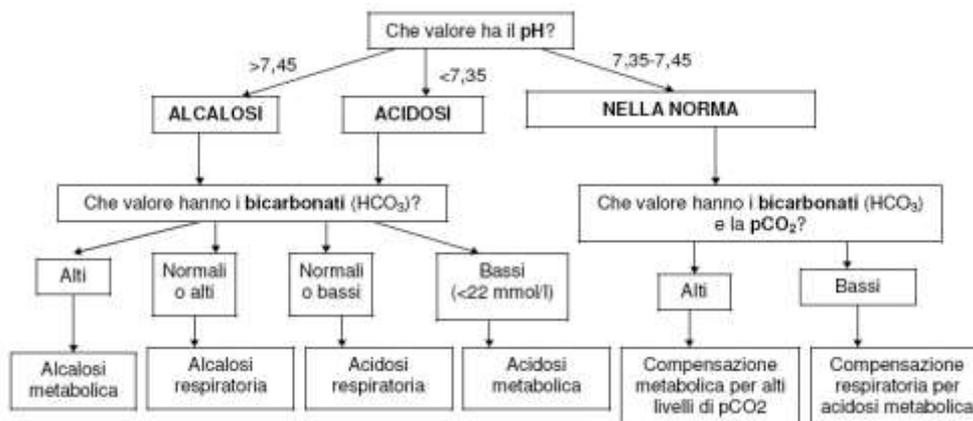


Figura 5-1 Interpretazione valori emogasanalitici

Disturbo	Stato	pH*	PaCO ₂	HCO ₃ ⁻	BE
Acidosi respiratoria	Acuta	<7.35	>45 mm Hg	22-26 mEq/l	±2
	Parzialmente compensata	<7.35	>45 mm Hg	>26 mEq/l	>+2
	Cronica	7.35 - 7.39	>45 mm Hg	>26 mEq/l	>+2
Acidosi metabolica	Acuta	<7.35	35-45 mmHg	<22 mEq/l	<-2
	Parzialmente compensata	<7.35	<35 mm Hg	<22 mEq/l	<-2
	Cronica	7.35 - 7.39	<35 mm Hg	<22 mEq/l	<-2
Alcalosi respiratoria	Acuta	>7.45	<35 mm Hg	22-26 mEq/l	±2
	Parzialmente compensata	>7.45	<35 mm Hg	<22 mEq/L	<-2
	Cronica	7.41 - 7.45	<35 mm Hg	<22 mEq/L	<-2
Alcalosi metabolica	Acuta	>7.45	35-45 mmHg	>26 mEq/L	>+2
	Parzialmente compensata	>7.45	>45 mm Hg	>26 mEq/L	>+2
	Cronica	7.41-7.45	>45 mm Hg	>26 mEq/L	>+2
Acidosi mista		<7.35	>45 mm Hg	<22 mEq/L	<-2
Alcalosi mista		>7.45	<35 mm Hg	>26 mEq/L	>+2

*il pH neutro del sangue arterioso è 7.4

tradotta e modificata da LIAN JX. 2010

Figura 5-2 - Interpretazione valori emogasanalitici (Giusti e Benetton, 2014)

CAPITOLO 6 - BIBLIOGRAFIA

- Abu-Omar, Y., Mussa, S., Anastasiadis, K., Steel, S., Hands, L., & Taggart, D. P. (2004). Duplex ultrasonography predicts safety of radial artery harvest in the presence of an abnormal Allen test. *The Annals of thoracic surgery*, 77(1), 116–119. [https://doi.org/10.1016/s0003-4975\(03\)01515-7](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(03)01515-7)
- Brennan, K. A., Eapen, G., & Turnbull, D. (2010). Reducing the risk of fatal and disabling hypoglycaemia: a comparison of arterial blood sampling systems. *British journal of anaesthesia*, 104(4), 446–451. <https://doi.org/10.1093/bja/aeq027>
- Carlino, M. V., Guarino, M., Izzo, A., Carbone, D., Arnone, M. I., Mancusi, C., & Sforza, A. (2020). Arterial blood gas analysis utility in predicting lung injury in blunt chest trauma. *Respiratory physiology & neurobiology*, 274, 103363. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2019.103363>
- Chiaranda M., (2016). Urgenze ed emergenze. Piccin.
- Chien L. Y. (2019). Evidence-Based Practice and Nursing Research. *The journal of nursing research : JNR*, 27(4), e29. <https://doi.org/10.1097/jnr.0000000000000346>
- Craven R. F. et al, (2019). Principi fondamentali dell'assistenza infermieristica. Casa editrice ambrosiana.
- DiCenso, A., Cullum, N., & Ciliska, D. (1998). Implementing evidence-based nursing: some misconceptions. *Evidence-Based Nursing*, 1(2), 38-39.
- Di Muzio M., (2021). Manuale di procedure infermieristiche basate sulle evidenze. Edises edizioni s.r.l.
- Di Santo S., nurse24, <https://www.nurse24.it/studenti/indagini-diagnostiche/emogasanalisi-procedura.html>
- Genre Grandpierre, R., Bobbia, X., Muller, L., Markarian, T., Occéan, B. V., Pommet, S., Roger, C., Lefrant, J. Y., de la Coussaye, J. E., & Claret, P. G. (2019). Ultrasound guidance in difficult radial artery puncture for blood gas analysis: A

prospective, randomized controlled trial. *PloS one*, 14(3), e0213683.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213683>

- Gimbe, evidence for health, (2012).
<https://www.gimbe.org/eb/formulazione.html>
- Giusti G. D. e Benetton M., (2015). Guida al monitoraggio in area critica. Aniarti. Maggioli editore.
- Kohonen, M., Teerenhovi, O., Terho, T., Laurikka, J., & Tarkka, M. (2007). Is the Allen test reliable enough?. *European journal of cardio-thoracic surgery : official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery*, 32(6), 902–905. <https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2007.08.017>
- Mennuni M., (2018). L'emogasanalisi, tutti i segreti in 20 casi clinici. Seed srl.
- Nurse24 Redazione, (2017). <https://www.nurse24.it/infermiere/lavorare-come-infermiere/evidence-based-nursing-che-cos-e-come-metterla-in-pratica.html>
- Papagni G., nursetimes, <https://nursetimes.org/l-infermiere-e-il-prelievo-di-sangue-arterioso/580>
- Pramod S. et al, (2010). Interpretation of arterial blood gas. *Indian journal of critical care medicine*, 14, 57-64. Disponibile in: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov.ezproxy.cad.univpm.it/pmc/articles/PMC2936733/>
- Robertson-Malt, S., Malt, G. N., Farquhar, V., & Greer, W. (2014). Heparin versus normal saline for patency of arterial lines. *The Cochrane database of systematic reviews*, 2014(5), CD007364.
<https://doi.org/10.1002/14651858.CD007364.pub2>
- Salam, A., Smina, M., Gada, P., Tilluckdharry, L., Upadya, A., Amoateng-Adjepong, Y., & Manthous, C. A. (2003). The effect of arterial blood gas values on extubation decisions. *Respiratory care*, 48(11), 1033-1037.
- Sgambato F., (2017). L'emogasanalisi, un esame salvavita. Società italiana di medicina interna. Simi pocket.

- Silver, M. J., Li, Y. H., Gragg, L. A., Jubran, F., & Stoller, J. K. (1993). Reduction of blood loss from diagnostic sampling in critically ill patients using a blood-conserving arterial line system. *Chest*, 104(6), 1711–1715. <https://doi.org/10.1378/chest.104.6.1711>
- Sood, P., Paul, G., & Puri, S. (2010). Interpretation of arterial blood gas. *Indian journal of critical care medicine : peer-reviewed, official publication of Indian Society of Critical Care Medicine*, 14(2), 57–64. <https://doi.org/10.4103/0972-5229.68215>
- Yıldız, İ. U., Yıldırım, Ç., Özhasenekler, A., Şener, A., & Gökhan, Ş. (2021). Effectiveness of lidocaine spray on radial arterial puncture pain: A randomized double-blind placebo controlled trial. *The American journal of emergency medicine*, 50, 724–728. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2021.09.077>

RINGRAZIAMENTI

Il mio più grande ringraziamento va alla mia famiglia, la mia ancora e il mio punto di forza: mio padre, mio fratello e mia madre per avermi supportata, incoraggiata e guidata durante tutto il percorso universitario e nella vita; i miei nonni, i miei zii e cugini per avermi sostenuta in ogni difficoltà.

Al mio ragazzo Alessandro, per essermi stato vicino pazientemente e aver creduto sempre in me; alla sua famiglia per avermi accolta.

Ringrazio i miei colleghi di percorso, divenuti amici e amiche. Abbiamo studiato, riso, pianto e gioito insieme e senza di loro questa fantastica esperienza non sarebbe stata tale.

Ringrazio gli amici di sempre, quelli di infanzia, per essermi stati sempre vicini nei momenti di difficoltà sia universitari che nella vita, per avermi fatta ridere, per avermi ascoltata, per avermi consolata e per aver gioito insieme a me. Ringrazio anche le nuove amicizie fatte in questi anni, perché ognuno di loro mi ha regalato momenti spensierati e di riflessione.

Ringrazio gli infermieri di ogni reparto in cui ho avuto la possibilità di effettuare il tirocinio, per avermi guidata in ogni mossa, per avermi insegnato attraverso la calma e l'amore per la professione.

Ringrazio i docenti dell'Università Politecnica delle Marche di Fermo, per avermi trasmesso la passione, per avermi fatta maturare culturalmente e come singolo individuo.

Un ringraziamento particolare va alla mia relattrice e il mio correlatore, la Dott.ssa Erica Adrario e il Dott. Daniele Messi, perché grazie a loro ho amato ancora di più l'infermieristica e senza di loro non avrei portato a compimento la mia tesi.

Ringrazio tutte le persone che ho conosciuto, anche chi non è attualmente presente nella mia vita, perché hanno arricchito ogni esperienza e nel piccolo hanno contribuito a farmi arrivare dove sono oggi.

Ringrazio me stessa, perché nonostante i vari ostacoli, sono riuscita a realizzare il mio sogno di diventare infermiera. Durante questo percorso ho avuto la possibilità di crescere sia a livello professionale con l'acquisizione di nuove conoscenze, teoriche e pratiche,

che come persona, dalle sconfitte alle vittorie, ogni istante mi ha portata a questo giorno e a alla persona che voglio essere.

Ed infine, ma non per ultimi, ringrazio loro, i pazienti, che ho avuto l'opportunità di conoscere durante il mio tirocinio formativo. Li ringrazio perché ognuno di loro mi ha donato qualcosa e ogni giorno sono stati nei miei pensieri.

“Se si cura una malattia, si vince o si perde; ma se si cura una persona, vi garantisco che si vince, si vince sempre, qualunque sia l'esito della terapia.” (Patch Adams)