

**Emodiluzione
normovolemica acuta
Tecnica low-cost ancora
valida?**

Giorgio Oriani

Milano



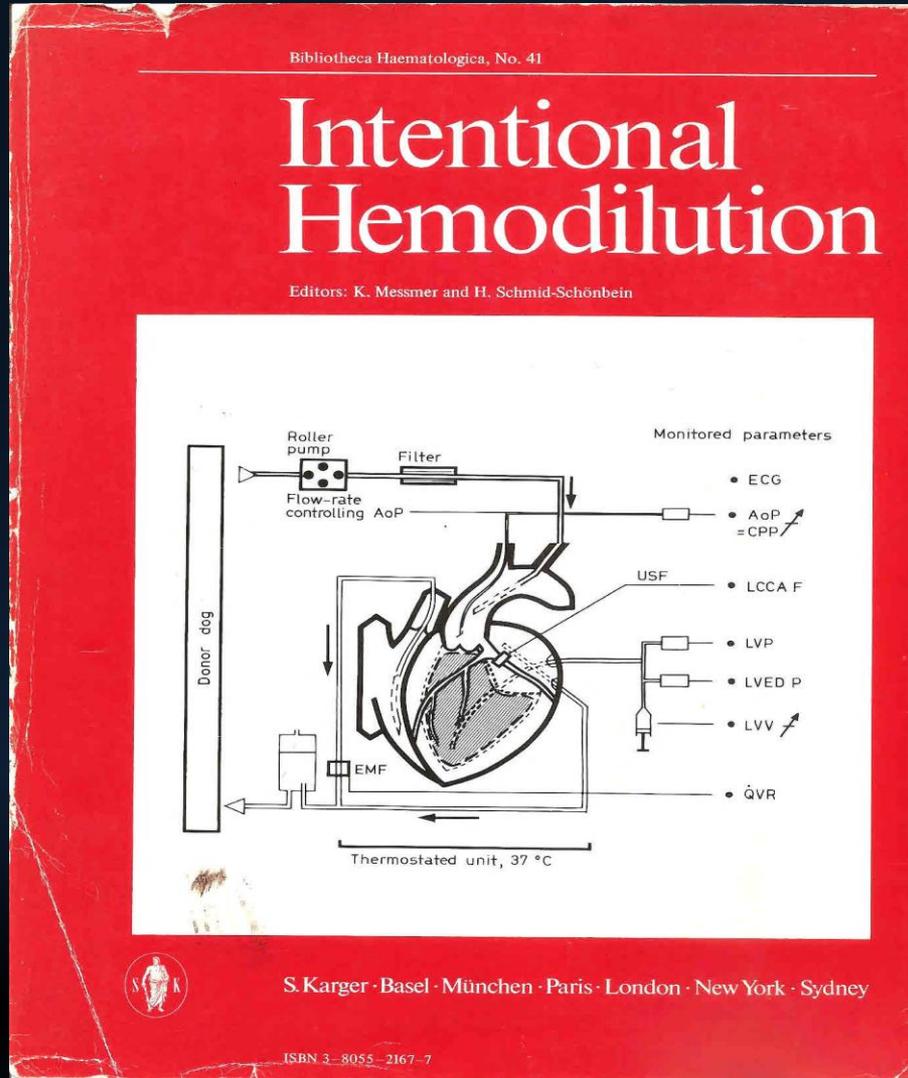
Definizione

Per Emodiluizione (HD) si intende una diluizione (più o meno acuta) della concentrazione dei Globuli Rossi e dei costituenti del Plasma, mediante sostituzione parziale del sangue con colloidali artificiali o con liquidi iso-osmolari privi di cellule.

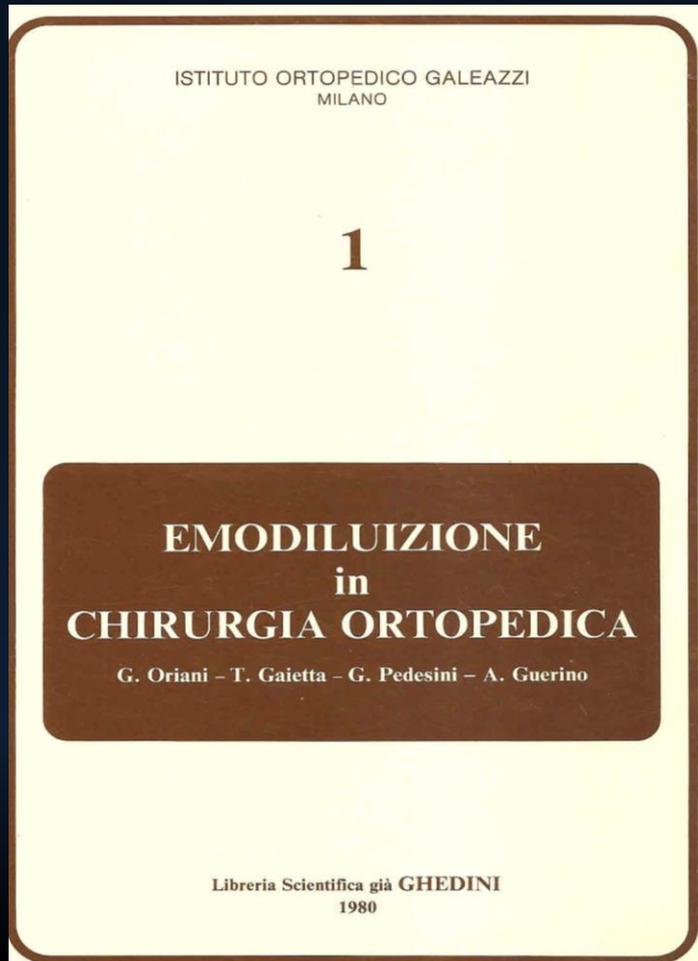
- HD è isovolemica quando la diluizione avviene a carico della parte corpuscolata, mentre il volume ematico circolante rimane stabile

Cenni storici

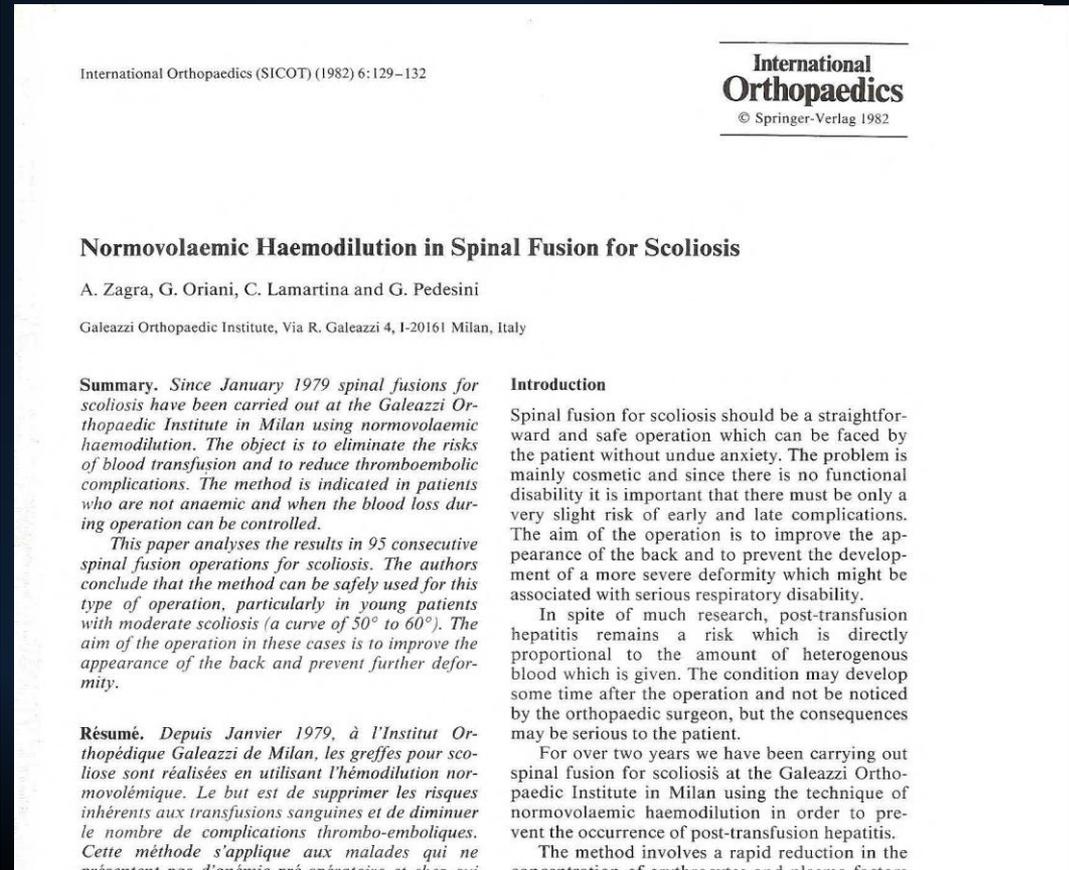
Konrad Messmer
1978



Cenno storico personale



1980



1982

Anemo 2011

Analisi dei termini

La definizione dei termini si può ricondurre a 3 avverbi:

➤ **Quando**

➤ **Quanto**

➤ **Come**

Quando

Il termine acuto indica una metodica che si attua nelle ***immediate vicinanze*** temporali di un intervento chirurgico

Per avere sangue intero del paziente a disposizione e un paziente che affronta l'intervento con una **minor quantità di parte corpuscolata circolante**

Quanto

La quantità di sangue da prelevare deve basarsi
su:

- Massa ematica circolante
- MSBOS della specifica struttura
(Maximum Surgical Blood Order Schedule)
- Delta di Ematocrito ($i \rightarrow f$) sulla base del quale si stabilisce l'entità del prelievo

Come

Uno dei cardini da rispettare è la Normovolemia

***Poiché anemia e volemia non sono sinonimi,
è importante stabilire:***

➤ ***Euvoemia pre-metodica***

➤ ***Rimpiazzo volemico capace di mantenere un
volume circolante stabile***

➤ ***Sostituti di qualità e quantità idonea a
mantenere un'euvoemia anche a basso Ht***

Considerazione

**Affrontare il problema “Emodiluizione”
significa affrontare la
“Fisiologia del basso Ematocrito”**

Una Emodiluizione acuta determina cambiamenti caratteristici del flusso ematico nella macro e nella micro-circolazione, conseguenti a modificazioni nella fluidità del sangue diluito

Fisiologia “low Ht”

**E' sempre mandatorio evitare
l'ipovolemia!**

Animali sottoposti ad ENA estrema (**Ht=7%**)
sono sopravvissuti, mentre nessun animale è
sopravvissuto ad una identica Emodiluizione
ipovolemica

Fisiologia “low Ht”

I determinanti della fluidità del sangue intero sono:

➤ Ematocrito

➤ Viscosità del Plasma

➤ Interazioni tra cellule

(deformabilità ed aggregabilità eritrocitaria)

➤ Shear rate

(velocità di scorrimento delle lamine in un flusso laminare)

Fisiologia “low Ht”

Legge fondamentale del flusso in un liquido ideale:

$$T = mD$$

T → Forza tangenziale (shear stress) che deriva da
 $T = F(\text{forza}) / A(\text{area})$

D → gradiente di velocità (shear rate) che si crea
all'interno del fluido sottoposto all'azione della
forza che lo muove (con diverse velocità nei diversi strati)

m → Viscosità del liquido

Fisiologia “low Ht”

La **viscosità** è rappresentata dal quoziente tra la forza tangenziale e il gradiente di velocità

$$M = T/D$$

In termini di viscosità il sangue è un fluido “non newtoniano”, cioè non omogeneo, ***con valori di viscosità dipendenti dal gradiente di velocità*** (shear rate)

Fisiologia “low Ht”

L'aumento del valore Ht si associa all'aumento della viscosità ematica!

Tanto > è l'Ht, tanto > è la viscosità,

con una dipendenza dal gradiente di scorrimento (shear rate)

Questo legame “concentrazione – viscosità” è legato anche all'aumento di **deformabilità** e **aggregabilità eritrocitaria**

Deformabilità

Consente il flusso ad alto ematocrito e il passaggio di eritrociti attraverso capillari con diametro $<$ ai 7μ

Fattori influenzanti

Esterni

- Gradiente medio di velocità
- Calibro del vaso (Ht dinamico!!)
- Concentrazione cellulare

Interni

Emoglobina

Aggregabilità

Capacità di aggregarsi in condizioni di stasi,
rallentamento della velocità di flusso,
riduzione del gradiente di velocità

**I fattori che riducono la deformabilità fanno
contemporaneamente aumentare
l'aggregabilità**

Da tutto questo...

Una ↓ della concentrazione dei Globuli rossi (ENA) determina un'accresciuta fluidità con un miglioramento dei parametri di deformabilità e aggregabilità

Il meccanismo compensatorio attivato dall'ENA è un aumento della gettata cardiaca (quindi del flusso ematico distrettuale) come risultato di un'accresciuta fluidità ematica

➤ La riduzione lineare dell'Ht induce un miglioramento esponenziale della reologia del sangue!

Soprattutto in un range di Ht tra 45 e 30%

(Ht 30% è considerato il miglior compromesso tra la ridotta capacità ematica per l'ossigenazione e la migliorata fluidità del sangue)

➤ La gettata cardiaca migliora sulla base di un aumentato ritorno venoso e di un miglioramento del volume sistolico, ***mentre la frequenza cardiaca rimane costante***

Importante

Il volume sistolico migliora anche e soprattutto per uno svuotamento ventricolare facilitato dalla riduzione del post-carico
(legato alla migliore reologia!)

Con **normovolemia conservata**, il volume sistolico e la gettata cardiaca aumentano mentre la frequenza cardiaca rimane costante, **fino ad un valore di Ht =25%**

1- Frequenza cardiaca

Aumenta non appena si instaura un'ipovolemia!!

Tachicardia in un paziente emodiluito significa:

- ***Ipovolemia***
- ***Ematocrito troppo basso***
- ***Aumentata richiesta di Ossigeno***

2 - Flusso ematico distrettuale

□ La gettata cardiaca aumentata si distribuisce come nella normovolemia ad Ht normale, con l'eccezione del flusso coronarico che raggiunge valori più elevati per ogni Ht studiato

□ Il flusso coronarico è la combinazione di:

- Aumentata fluidità
- Vasodilatazione coronarica, come riflesso di una riduzione della riserva

Attenzione alla cardiopatia ischemica!

3 - Capacità di trasporto di O₂

(prodotto del contenuto di O₂ nel sangue arterioso per la gettata cardiaca)

Non è compromessa, nonostante la riduzione della capacità di trasporto determinata dalla diluizione, per l'aumento della gettata cardiaca

Hint

La capacità totale di trasporto dell'O₂ aumenta con una riduzione dell'Ht, raggiungendo il “picco” con un Ht del 30%, per poi ridursi drasticamente con un Ht del 20%

Esiste un'interdipendenza tra Ht e trasporto di O₂ (Mirhashemi)

Un'esperienza pratica

Studio clinico in Chirurgia ortopedica

Policlinico San Donato

Marco Pavesi e collaboratori

Monitorizzazione

Fc, Pa invasiva, Tratto ST, SaO₂, Diuresi,
Stato di coscienza

Inoltre (Vigileo)

➤ **Gittata cardiaca**

➤ ***Variazione del volume della gittata (SVV%)***

➤ ***Resistenze vascolari sistemiche***

➤ ***Ossimetria venosa centrale***

E ancora

Controlli ematochimici per

□ *Elettroliti (adeguatezza liquidi di rimpiazzo)*

□ *Ht e Hb (livello di anemizzazione)*

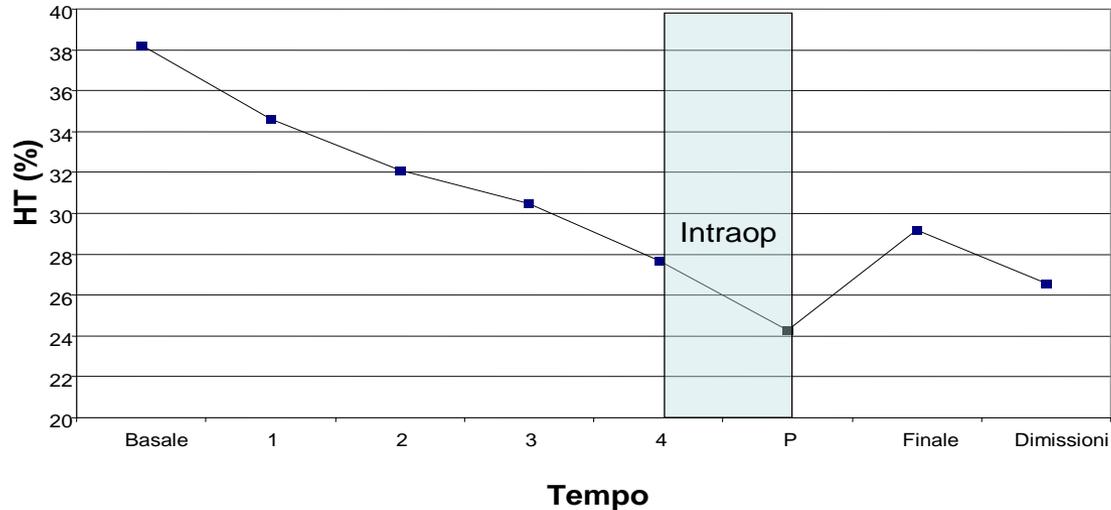
□ *pH, SaO₂, PaO₂, Lattati*

(adeguatezza della perfusione, del trasporto di O₂, inadeguatezza ai fabbisogni metabolici)

End points specifici

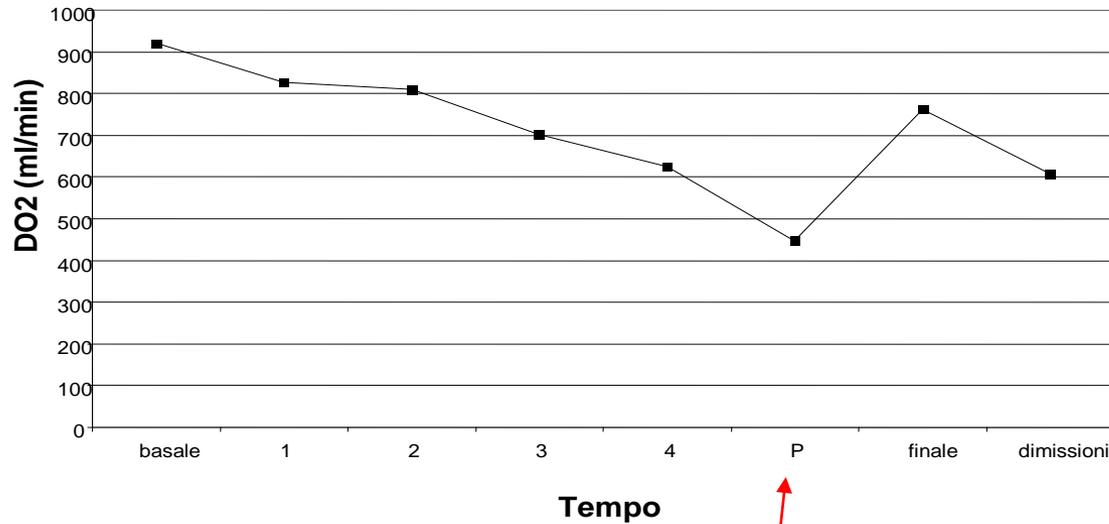
- ***SVV (10%) come valore limite per normovolemia***
- ***SatO₂vc% (70%) come valore limite di anemizzazione in compenso sulla frazione di estrazione O₂***
- ***Concentrazione venosa centrale lattati (2.0 mmol/l) come indice di shift del metabolismo verso anaerobiosi***

Variazioni Ht

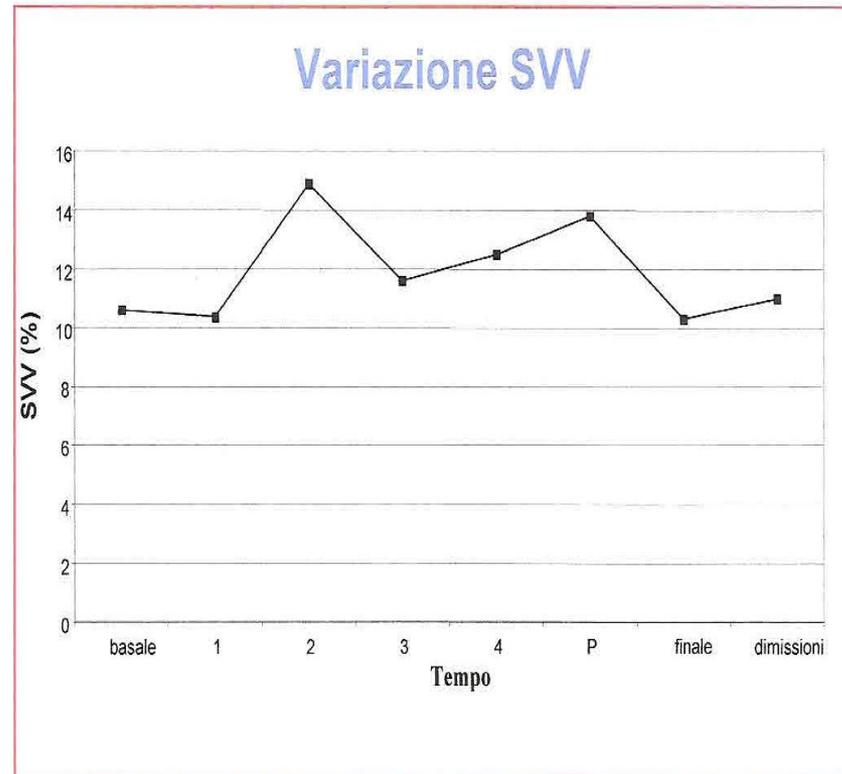


Variazione di Ht dal valore basale, ai prelievi delle unità in successione, al momento pre-reinfusione, alla dimissione dal Blocco Operatorio

Variazioni del trasporto di O₂



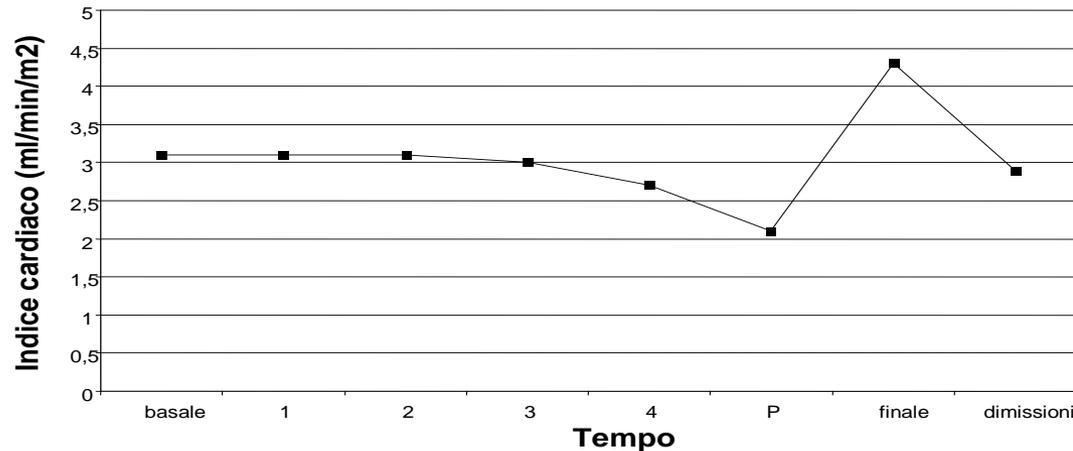
Variazioni medie del trasporto di O₂ ai tessuti, dal valore basale, al prelievo della unità di sangue, al momento pre-reinfusione (**P**), al termine della reinfusione e alla dimissione dal B.O.



Durante tutta la procedura i valori sono tra 10-15%,
con il picco massimo al secondo prelievo (15%)
e pre-reinfusione (14%)

Minore la variazione, più stabile l'emodinamica!

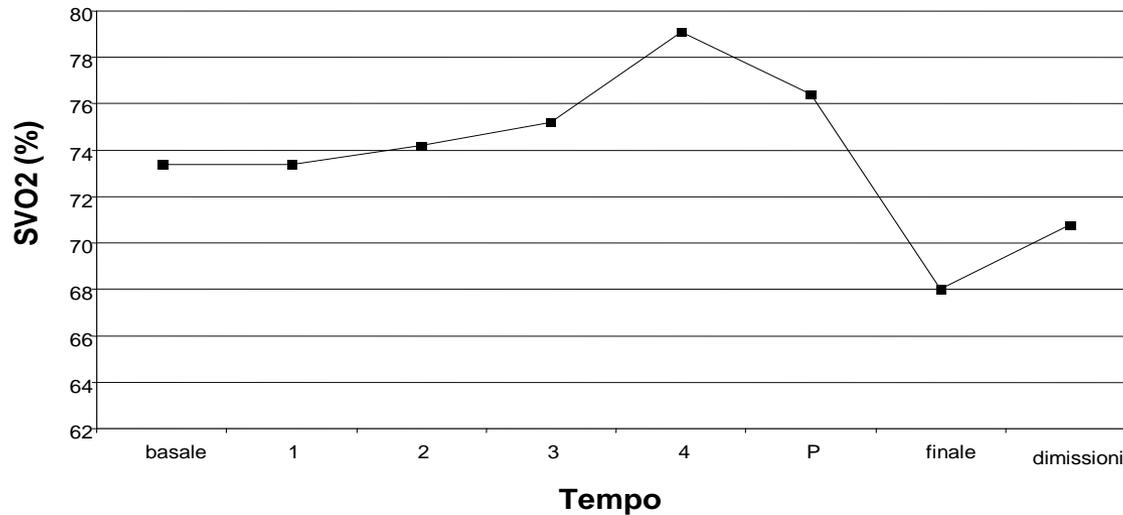
Variazioni dell'indice cardiaco



Esprime il valore della gettata cardiaca (CO) indicizzato per la superficie corporea e valuta la stabilità emodinamica

Ottima stabilità in fase di prelievo delle prime unità, variabilità al prelievo dell'ultima, instabilità alla pre-reinfusione e stabilità alla dimissione dal B.O.

Variazioni saturazione venosa centrale

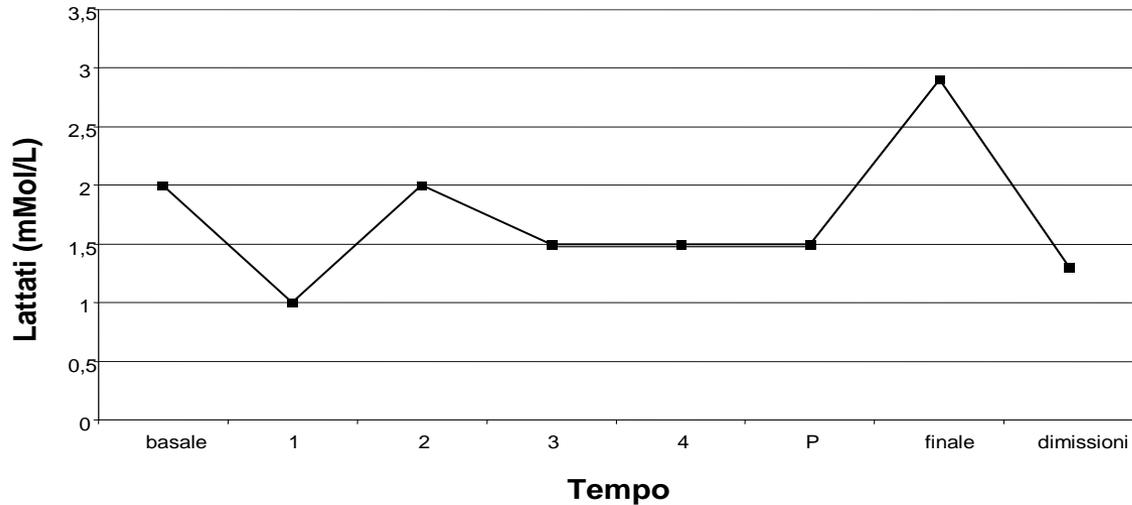


L'anemizzazione ottimizza il compenso al fabbisogno di O₂ tissutale (SVO₂ aumenta!)

Netto il calo pre-reinfusione e durante la reinfusione,

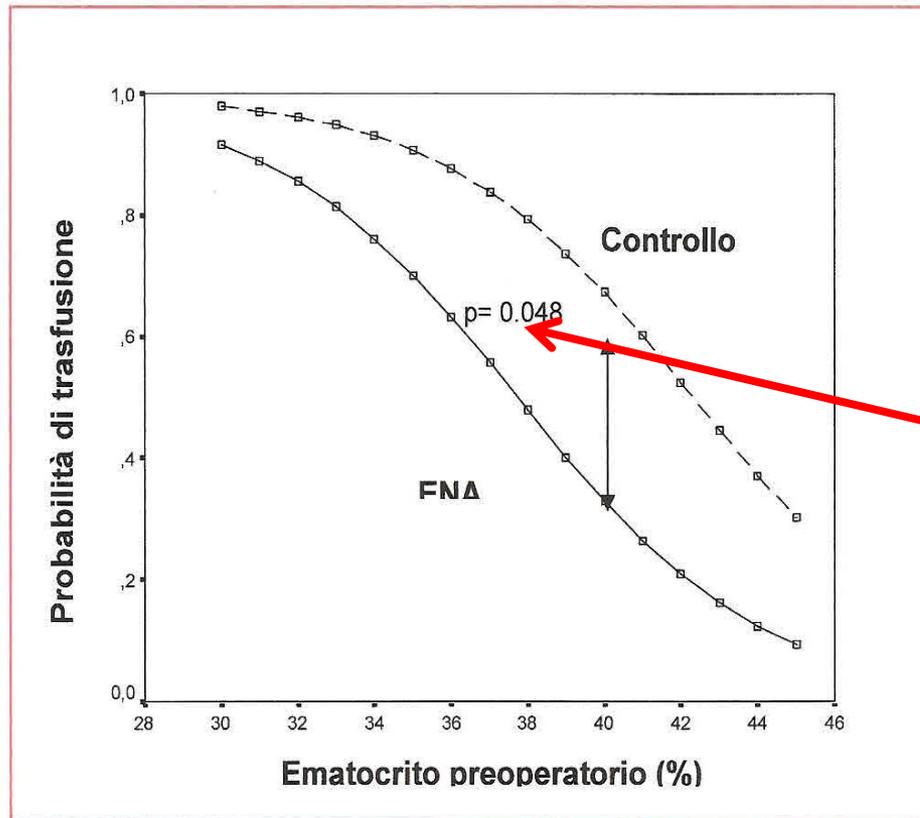
con ritorno a stabilità alla dimissione dal B.O.

Variazioni dei lattati



Espressione del passaggio all'anaerobiosi!
Riduzione durante la fase di prelievo (ottimizzazione
aerobia!) e incremento alla reinfusione

Rischio trasfusionale tra 2 gruppi ENA a monitorizzazione variabile



**Più intensa è la monitorizzazione, a parità di protocollo,
minore è la tendenza alla trasfusione omologa
(maggior fiducia nella “low Ht physiology!!)**

Fase attuativa ENA

- 1. Per quali pazienti/interventi è proponibile**
- 2. Quali pazienti/interventi sono da escludere**
- 3. Possibili vantaggi**
- 4. Criticità della pratica**

Criteri per la selezione dei pazienti

(non ha influenza il sesso del paziente)

1. Perdite ematiche complessive fra 1.000 e 2.000 ml
2. Emoglobina a 12 g% , ed Ematocrito a 34%
3. Peso non inferiore ai 40 Kg
4. Nessun limite di età, vuoi ai valori inferiori che a quelli superiori

(da Messmer K 1988 Modificata)

**Chirurgia Toracica, Vascolare, Ortopedica,
Cardiaca e in Chirurgia generale**

Criteri per la esclusione dei pazienti

(non ha influenza il sesso del paziente)

1. Presenza di Gravi coronaropatie (Ecg stabile a riposo)
2. Presenza di Grave insufficienza Respiratoria (sia restrittiva che ostruttiva)
3. Presenza di Grave patologia Renale o di Cirrosi Epatica
4. Presenza di deficit coagulativi (piastrinopenia, deficit VII-VIII-X-XII)

(da Messmer K 1988 Modificata)

**Da evitare in Chirurgia ad emostasi precaria e/o
con perdite non preventivabili**

Possibili vantaggi

- Preparazione semplice e veloce
- Sacche prelevate ben controllabili e conservabili
- Tempistica ristretta al “peri-anestesia”
- Costi ridotti rispetto alla predonazione (sia per i tempi che per conservazione e controllo) *
- Accettabile anche da pazienti “particolari” (es. testimoni di geova)

Criticità dell'ENA

1. Organizzazione

2. Tempistica di attuazione

3. Valutazione della quantità del salasso

**4. Valutazione della normovolemia
pre-intra-post**

5. Qualità e quantità del rimpiazzo volemico

1 - Organizzazione

Tutta la pratica si sviluppa in poche ore!

*Occorre un'organizzazione adiacente il blocco operatorio, sia per la **monitorizzazione** "di base" (ECG, SaO₂, NIBP vs IBP, Diuresi, Coscienza), che per il **prelievo** (vena centrale o di grosso calibro, flusso costante, rimpiazzo) e la **reinfusione***

2 - Tempistica di attuazione

Il termine “acuto” ben chiarisce come questa pratica si debba collocare nell’attuazione di un intervento!

Immediatamente prima (max 2 ore) il prelievo, ed entro le 6 ore post-operatorie la reinfusione (se possibile, non durante l’intervento stesso!)

3 - Valutazione della quantità del salasso

A + B

A

MSBOS della struttura per lo specifico intervento

Maximum Surgical Blood Order Schedule è il massimo quantitativo di sangue che il referente della Struttura ritiene, sulla base della casistica degli operatori interni, possa/debba essere utilizzato per quell'intervento

3 - Valutazione della quantità del salasso

A + B

B

Determinazione del valore minimo/sicuro di Ht da raggiungere (formula di Gross)

Volume prelevabile = EBV x (Hti-Htf)/Htm

- EBV → volemia stimata (7% peso in Kg)
- Hti → Ht reale Htf → Ht desiderato
 - Htm → Media tra i due Ht

Il 30% è ritenuto “gold standard”

Esempio

Paziente di 75 Kg → massa ematica circolante
5.000 ml

Ht = 40% e Ht desiderato 30% (Htm = 35%)

$$(5.000 \times 10) / 35 = 1.400$$

*La raccomandazione è che la scelta del volume
sia la risultante dei due parametri indicati
(se MSBOS fosse 600 ml, allora il salasso utile sarà
900, piuttosto che 1.200)*

4 - Valutazione della volemia

La “euvoemia” è un concetto cardine nell’ENA!

Il paziente tollera un’anemizzazione spinta in normovolemia, ma mal sopporta una modesta anemizzazione in ipovolemia

Durante la pratica:

➤ ***SVV%***

➤ ***Frequenza cardiaca e pressione arteriosa media***

4 - Valutazione della volemia pre

$$\text{TBW} = \text{Na mis} \times 0.6 \times \text{Peso in Kg} / \text{Na normale}$$

Il TBW è usualmente il 60% del peso nell'adulto

Body water deficit in litri =

$$0.6 \times \text{Peso in Kg} \times [(\text{Na mis}/140) - 1]$$

Na mis = 130 → valore -4

Na mis = 150 → valore +4

Na mis = 140 → equilibrio (*Archimedes free!*)

4 - Valutazione della volemia pre

Valutare

1. Creatinina clearance (Cochroft e Gault)
normale se > 60 (attenti all'età!)
2. Peso specifico urine del mattino
normale se > 1010
3. Na per l'eventuale deficit di acqua
normale a 140
4. Diuresi delle 24 ore (utile?)

Commento

Nella pratica clinica, un improvviso aumento di frequenza cardiaca indica

- ❑ *Ipovolemia*
- ❑ *Ematocrito troppo basso*
- ❑ *Insufficiente trasporto di O_2*

In questo caso, il provvedimento basilare è la parziale (o totale) reinfusione del sangue prelevato!

5 - Quantità e qualità del rimpiazzo volemico

Rimpiazzo del prelievo

Cristalloidi e colloidi

- Fino al 25% → cristalloidi 2:1
- Dal 25 al 50% → metà con cristalloidi 2:1 e metà con espansori volemici 1:1
- 50 - 100% → espansori volemici 1:1

5 - Quantità e qualità del rimpiazzo volemico

Rimpiazzo delle perdite intra-operatorie

Cristalloidi e Colloidi, con un rapporto 2:1 per
mantenere un'isovolemia,
e la reinfusione del sangue prelevato solo
nell'immediato post-operatorio

*In Anestesia anche un Ht del 20% è tollerato, ma
al risveglio il valore "sicuro" è 25-7%!*

La scelta del “liquido di rimpiazzo”

*L'ultima generazione di Hes
(i tetramidi)*

*ha fatto riprendere il dibattito sulle
interferenze con i processi emostatici
e con la funzione renale!*

La scelta del “liquido di rimpiazzo”

Le gelatine (poco utili per i nostri scopi)

- ❑ Breve durata (circa 30')
- ❑ Espansione volemica del 30%

Le idrossietilamidi

(molto utili, soprattutto le più moderne)

- ❑ Durata > 6 ore
- ❑ Espansione volemica 100% al 6% -
140% al 10%

La scelta del “liquido di rimpiazzo”

I 3 parametri fisico-chimici da conoscere

- **Peso moleolare (MW) → 130.000 dalton**
- **Sostituzione molare (MS) → 0.4 - 0.42**
- **Rapporto di sostituzione C2/C6 (pattern of substitution) → valido se elevato**

Conclusioni

Pratica fisiologicamente molto “attraente” ma poco utilizzata nella routine!

- **Difficile da organizzare**
- **Richiede attenzione a tanti particolari**
- **Dà grandi soddisfazioni ma espone anche a rischi se il paziente non è attentamente valutato e attentamente seguito**

**Emodiluizione
normovolemica acuta
Tecnica low-cost (?)
ancora valida!**

E' interessato anche lui!!



***Grazie per
l'attenzione***

Buon lavoro