

Servizio Anestesia - Terapia Intensiva ed Iperbarica
Sezione Autonoma Chirurgia Vertebrale
Istituto Ortopedico Galeazzi - Milano

IL RISPARMIO EMATICO NELLA CHIRURGIA ORTOPEDICA: UNA REALTÀ POSITIVA

C. SACCHI di C. LAMARTINA* G. ORIANI

INTRODUZIONE

Numerosi autori in questi anni, hanno affrontato il problema delle trasfusioni nell'attività chirurgica.

Sia per i rischi connessi al sangue omologo, sia per l'effetto immunosoppressore che ogni trasfusione determina.

Una vasta letteratura internazionale ha messo chiaramente in evidenza le complicanze di natura biochimica, metabolica, immunologica ed infettiva, legate alle trasfusioni di sangue omologo.

Attualmente il rischio maggiore di tali trasfusioni è la trasmissione di malattie infettive come l'epatite virale post-trasfusionale e l'AIDS, ma non vanno dimenticate anche malaria, brucellosi, malattia da citomegalovirus, toxoplasmosi, tripanosomiasi, sifilide e mononucleosi infettiva.

Si devono, inoltre, ricordare emolisi da trasfusioni di emazie incompatibili e reazioni immunologiche dovute ad anticorpi antileucociti, antiplastrine, ed antiproteine plasmatiche.

L'aspetto più recente è, infine, quello dell'immunosoppressione da trasfusione omologa compatibile, che si manifesta con meccanismi non ancora perfettamente chiariti, data la diversità delle metodiche di analisi non standardizzate.

La chirurgia ortopedico traumatologica è, proprio per l'emostasi a carico dell'osso, per il sanguinamento intra- e post-operatorio, un campo chirurgico in cui questo problema è particolarmente sentito.

Pertanto, in questi anni, abbiamo realizzato un "Programma Sangue" che verte sia sul controllo accurato delle perdite ematiche intraoperatorie, sia sul risparmio ematico (1).

Quindi riteniamo che, prima di parlare di un programma sangue, occorra soffermarsi su alcuni punti di fisiologia del basso ematocrito, capaci di giustificare il nostro approccio al problema trasfusionale.

CENNI DI FISILOGIA DEL BASSO EMATOCRITO

Per emodiluzione (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 isoosmolari privi di cellule (2).

L'emodiluzione viene definita isovolemica allorché la diluizione avviene a carico della parte corpuscolata, mentre il volume ematico circolante rimane costante (3).

In ogni caso, parlare di emodiluzione significa affrontare la "Fisiologia del basso ematocrito".

È stato rilevato come sia di fondamentale importanza evitare una ipovolemia; animali sottoposti ad una emodiluzione normovolemica, con ematocrito (Ht) del 7%, sono sopravvissuti, mentre nessun animale è sopravvissuto allo stesso grado di emodiluzione, ma ipovolemica (4).

I principali determinanti della fluidità del sangue intero sono le concentrazioni dei globuli rossi (ematocrito), la viscosità del plasma, le interazioni tra cellule (deformabilità ed aggregabilità eritrocitaria) e lo shear rate (ovvero la velocità di scorrimento delle lamine in un flusso laminare).

La legge fondamentale del flusso di un liquido ideale, è sintetizzata dalla formula:

$$\mathbf{t} = \mathbf{mD};$$

dove: \mathbf{m} è la viscosità del liquido;

\mathbf{t} è la forza tangenziale o di taglio (shear stress) che deriva a sua volta dall'equazione $\mathbf{t} = \mathbf{F}$ (forza) / \mathbf{A} (area);

\mathbf{D} è il gradiente di velocità (shear rate) che viene a crearsi all'interno del fluido sottoposto alla azione della forza che mette in movimento, con velocità diversa, gli strati superficiali e

quelli profondi, secondo una distribuzione per contatto molecolare delle sollecitudini, che se raggiungono una determinata soglia di scorrimento (yield point), provocano un particolare tipo di movimento, detto flusso laminare.

Il flusso laminare si realizza con un modello di scorrimento dovuto al progredire nella stessa direzione di strati infinitamente sottili di fluido, ognuno dei quali ha una sua velocità, quindi un suo modello di deformazione, che si distribuisce in modo da creare sia un profilo del fronte di avanzamento del fluido, sia un rapporto variabile di velocità tra i vari elementi lamellari.

Pertanto, la **viscosità** è rappresentata dal quoziente tra la forza tangenziale ed il gradiente di velocità: $\mathbf{m} = \mathbf{t/D}$.

In termini di viscosità il sangue è un fluido, ed in particolare un liquido appartenente alla categoria dei non newtoniani ed alla sottopopolazione dei liquidi pseudoplastici.

Si tratta di un liquido non omogeneo, che presenta valori di viscosità dipendenti dal gradiente di velocità (shear rate), la quale viscosità diminuisce con l'aumentare del gradiente stesso.

La caratteristica non-newtoniana del sangue è dovuta soprattutto alla presenza degli elementi cellulari, in particolare dalla concentrazione delle emazie, cioè dall'ematocrito.

Il meccanismo con il quale la concentrazione eritrocitaria influenza la viscosità non appare legato solo a questo fattore, ma ad un contemporaneo aumento dell'aggregabilità e deformabilità eritrocitaria (5).

La scorrevolezza del sangue è legata alla plasticità del globulo rosso, che nelle condizioni ottimali si comporta come una goccia in sospensione nel plasma, con una adattabilità della membrana alle forze di deformazione che consentono a queste di trasformare il profilo e la forma, in modo da opporre una resistenza minima delle linee di flusso nella macrocircolazione ed una deformabilità massima nella microcircolazione.

La deformabilità dei globuli rossi è quella proprietà che consente l'eccezionale potenziale di flusso ad alto ematocrito ed il passaggio di eritrociti attraverso capillari con calibro inferiore al diametro della cellula.

I fattori capaci di influenzare la deformabilità eritrocitaria sono stati suddivisi in esterni ed interni.

I fattori esterni sono anzitutto il gradiente medio di velocità, dato che un suo aumento si associa ad una riduzione della concentrazione reale delle cellule e della viscosità apparente.

Al secondo posto troviamo il calibro del condotto, cioè il vaso: la viscosità apparente diminuisce quando il diametro del condotto è al di sotto dei 300 micron (fenomeno di Fahraeus-Lindquist). Per spiegare tale fenomeno si devono considerare, la riduzione dell'Ht a livello del microcircolo (concetto di ematocrito dinamico: in vasi con diametro inferiore a 40 micron l'Ht sarebbe del 20%, per scendere al di sotto del 10% nei capillari). Poi in una sospensione come il sangue la viscosità della lamina esterna è ridotta, perché priva di cellule, e di conseguenza il gradiente di velocità è aumentato.

Quando il calibro si riduce ulteriormente a valori critici, la viscosità tenderebbe ad aumentare presentando il fenomeno descritto come "inversione" da Dintenfass e dovuto al prevalere di influenze funzionali eritrocitarie, piastriniche e metaboliche (6, 7).

Un terzo fattore esterno capace di modificare la deformabilità eritrocitaria è rappresentato dalla concentrazione cellulare: una sua riduzione è, infatti, associata ad un aumento della deformabilità eritrocitaria.

Infine, anche la viscosità del liquido di sospensione esercita una influenza sulla deformabilità delle emazie, come è stato dimostrato con studi in vivo usando varie concentrazioni di destrano 40.

L'altro grosso gruppo di fattori capaci di interferire con la deformabilità eritrocitaria è quello dei meccanismi che influenzano la viscosità del sol citoplasmatico di queste cellule.

La protagonista di queste modificazioni è l'emoglobina che condiziona la viscosità del contenuto cellulare in rapporto alla sua concentrazione ed alle sue proprietà fisico-chimiche. Infatti la presenza di anomalie molecolari dell'emoglobina, quali si osservano in malattie di origine genetica, determina una rigidità eritrocitaria che si riflette in un ridotto potenziale di deformabilità. Un risultato simile si ha anche per la presenza di un nucleo o di particelle parassitane del globulo rosso.

Un'altra proprietà funzionale dell'eritrocita è la capacità di aggregarsi, che si realizza in settori caratterizzati da basso gradiente di velocità, ovvero nei vasi di grosso e medio calibro.

Gli eritrociti hanno la proprietà di aggregarsi in determinate condizioni quali la stasi, ma anche la diminuzione dello shear rate.

La tendenza ad aderire tra loro è legata a fattori fisico-dinamici rappresentati dalle proteine plasmatiche e soprattutto dal fibrinogeno. L'aspetto morfologico più noto di questa tendenza all'aggregazione è quella della formazione di rouleaux visibili in vitro ed in vivo e caratterizzati dal vivace succedersi di formazione e scompaginamento.

Nei grandi vasi, con un diametro molto superiore a quello eritrocitario, i rouleaux possono formarsi sotto forma di aggregati polidimensionali o reticolari, che possono anche rappresentare momenti funzionali di ostacolo e derivazione di flusso in presenza di suddivisioni vascolari. Nei vasi con diametro di poco superiore a quello eritrocitario, invece, l'impacchettamento avviene secondo una sequenza longitudinale.

I fattori che si sono rivelati capaci di far aumentare la deformabilità fanno contemporaneamente aumentare la tendenza all'aggregazione.

Da quanto detto, possiamo dedurre che una riduzione della concentrazione dei globuli rossi, come avviene in una emodiluzione normovolemica, provoca una accresciuta fluidità ematica con un miglioramento dei parametri di deformabilità ed aggregabilità eritrocitaria (8).

La riduzione lineare dell'ematocrito determina un miglioramento esponenziale della proprietà reologiche del sangue. In particolare per un ematocrito compreso tra il 45% e il 30%, dove l'ematocrito del 30% deve essere considerato un ottimo compromesso tra la ridotta capacità di trasporto dell'ossigeno e la migliorata fluidità ematica (2, 8).

La gettata cardiaca migliora sulla base di un aumentato ritorno venoso al cuore, di un più completo svuotamento cardiaco facilitato dalla riduzione del post-carico, legato anch'esso ad un miglioramento della fluidità ematica e di un miglioramento del volume sistolico, mentre la frequenza cardiaca rimane costante finché la normovolemia è conservata e l'ematocrito non scende al di sotto del 25% (9).

Per quanto riguarda il flusso ematico nei vari organi, la gettata cardiaca aumentata viene distribuita approssimativamente nella stessa proporzione presente nella normovolemia

ad ematocrito normale, con l'eccezione del flusso a livello coronarico per la combinazione di due fattori: l'aumentata fluidità del sangue e la vasodilatazione coronarica (10), come riflesso di una riduzione della riserva coronarica.

Di conseguenza, quando la riserva coronarica è compromessa, come nella cardiopatia ischemica, il grado di emodiluizione, a cui sottoporre il paziente, deve essere attentamente valutato (11).

La capacità di trasporto dell'ossigeno (prodotto tra il contenuto di O_2 nel sangue arterioso per la gettata cardiaca) non è compromessa. Hint per primo indicò che la capacità totale di trasporto dell'ossigeno aumentava con una riduzione dell'ematocrito, raggiungendo un picco di valore con un ematocrito del 30%, ma riducendosi drasticamente ad ematocrito inferiore al 20% (12, 13).

Mirhashemi (14) ha messo in evidenza l'interdipendenza tra il trasporto dell'ossigeno e l'ematocrito. I dati ottenuti da questi studi hanno inoltre posto l'accento sui rapporti tra attività cardiaca, ritorno venoso al cuore e trasporto di ossigeno, in particolare il ruolo della normovolemia e di una corretta performance cardiaca, durante l'emodiluizione.

L'adeguatezza dell'ossigenazione tissutale durante una limitata emodiluizione normovolemica fu dimostrata da rilevamenti locali della PO_2 registrati in vari organi, quali il fegato, i reni, il pancreas; il piccolo intestino ed i muscoli scheletrici, attraverso elettrodi al platino, che hanno evidenziato un miglioramento dell'ossigenazione tissutale di tali organi fino ad un ematocrito del 20% (15).

MATERIALE E METODO

Dati i sopradescritti presupposti teorici, abbiamo voluto analizzare l'attuazione e l'efficacia del "Programma Sangue" da noi proposto nella chirurgia ortopedico-traumatologica maggiore dal 1989 al 1994.

In questi anni sono stati eseguiti 3208 interventi (Tabella 1), di cui circa l'85% in anestesia generale, che hanno richiesto, vuoi per la complessità tecnica dell'intervento, vuoi per l'ampiezza del campo chirurgico, l'attuazione di un programma

TABELLA 1 - Interventi chirurgici

	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Colonna	93	92	91	80	88	78
P.T. anca	168	179	160	175	198	197
Reimpianti P.T. anca	74	37	33	48	43	34
P.T. ginocchio	35	54	21	35	39	48
Fratture femore	165	184	97	128	100	82
Altri			59	105	73	113
Totale	535	546	461	571	541	552

TABELLA 2 - Programma sangue preoperatorio

	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Emodiluizione	50	36	33	31	42	16
Predeposito	241	245	208	314	350	380
Sangue omologo	114	119	114	107	90	99
Nulla	130	146	106	119	59	57
Totale	535	546	461	571	541	55

TABELLA 3 - Recupero intraoperatorio predisposto

1989	1990	1991	1992	1993	1994
80%	83%	95%	94%	86%	81%

sangue preoperatorio (Tabella 2), integrato in maniera sempre crescente dall'impiego del recupero intraoperatorio delle perdite ematiche (Tabella 3) e soprattutto dall'impiego dell'apparecchio per il recupero postoperatorio del sangue, che fuoriesce dai drenaggi chirurgici, nel post-operatorio (Tabella 4).

A tutti i pazienti sottoposti ad intervento è stato fatto fir-

TABELLA 4 - Recupero postoperatorio predisposto

1989	1990	1991	1992	1993	1994
5%	10%	12%	36%	75%	75%

mare un consenso scritto, che li informava preventivamente sulla possibilità o meno dell'attuazione di un programma di predeposito di sangue autologo e sui rischi connessi alle trasfusioni di sangue omologo.

Le unità di sangue autologo predepositato venivano conservate in sacche da 350-450 ml, come sangue intero in CPD-A1 (Citate-Phosphate-Dextrose-Adenosina-1), per una durata massima di 35 giorni, e poste in frigo termostato alla temperatura di 4°C.

Ogni donazione consisteva in meno del 10% del volume ematico corporeo, per unità di predeposito, mentre in caso di emodiluzione normovolemica, il volume ematico prelevato si spingeva fino e non oltre il 20%, calcolato con la formula di Gross.

Il sangue predepositato, previa somministrazione di atropina alla dose di 0,01 mg/Kg di peso corporeo (ad evitare eventuali crisi vagali), veniva sostituito con soluzioni cristalloidi in ragione di 1-2 ml per ogni ml di sangue prelevato, mentre in caso di emodiluzione ad un volume uguale al precedente di cristalloidi, veniva aggiunta una soluzione macromolecolare di 500 ml. Per quanto riguarda l'intervallo tra i prelievi, questi avvenivano a non meno di 72 ore l'uno dall'altro, ad eccezione dell'intervallo di tempo fra l'ultima sacca di predeposito e l'intervento chirurgico, tendenzialmente non superiore alle 24 ore. Ciò al fine di sfruttare la migliorata reologia del sangue, attraverso una riduzione dell'ematocrito derivante dal pre-deposito effettuato e, conseguentemente, riducendo il rischio tromboembolico.

Infine, ad ogni paziente, veniva somministrato del ferro alla dose di 1 mg/Kg di peso corporeo e.v., il giorno dei predepositi e di 3 mg/Kg peso corporeo, per os, i giorni seguenti fino all'intervento, al fine di stimolare l'eritropoiesi sia nella fase di pre-deposito, sia, soprattutto nella fase post-operatoria (23).

Per quanto riguarda il recupero intraoperatorio, questo veniva eseguito con una macchina apposita (Dideco BT 795/A) e con dei relativi set monouso, di facile applicazione anche da parte di personale infermieristico qualificato. Il sangue aspirato dal campo operatorio arriva, mescolato ad anticoagulante, ad un reservoir e da qui viene convogliato, mediante pompa peristaltica, alla campana dell'apparecchio dove avviene il lavaggio e la concentrazione dell'emorecuperato.

Il recupero intraoperatorio veniva approntato, a fine intervento, mettendo al posto della cannula aspirante un collettore a tre vie che permette il collegamento tra il tubo dell'aspiratore ed i drenaggi della ferita chirurgica. L'apparecchio (Dideco BT 797), per mezzo di una pompa peristaltica a doppio lume, permette di scoagulare e di recuperare automaticamente il sangue che fuoriesce dai drenaggi chirurgici. Inoltre, avendo la possibilità di variare la pressione di aspirazione, ovvero il vuoto in un range da +50 mmHg a -100 mmHg, consente di regolare l'entità del sangue drenato ed in caso di cospicue perdite ematiche nel post-operatorio, esercitare anche una pressione positiva sul drenaggio stesso, favorendo l'emostasi.

RISULTATI

I risultati da noi ottenuti ci sembrano confortanti.

Il più eclatante in assoluto è la riduzione del numero di unità di sangue omologo utilizzate per emotrasfusione nei pazienti chirurgici. Nel 1988, anno precedente l'utilizzo combinato di tutti i metodi da noi successivamente applicati, sono state trasfuse 1440 unità di globuli rossi concentrati, mentre nel 1994 le unità furono 553, con un decremento del 260%, per un numero di interventi pressoché sovrapponibile (nel 1988 furono eseguiti 534 interventi).

Per quanto riguarda l'applicazione del programma sangue, per gli anni presi in considerazione dal 1989 al 1994, i dropout, ovvero la percentuale di pazienti che per l'ematocrito raggiunto dopo la prima unità di predeposito non hanno potuto concludere il programma previsto, si è ridotta dal 12% al 4,2% (Tabella 5). Mentre, la percentuale media degli insuccessi, ovvero i pazienti che hanno subito trasfusioni omologhe, nono-

TABELLA 5 - Recupero sangue preoperatorio

<i>Drop-out</i>		
1989	29	1,2%
1990	21	8,5%
1991	18	8,6%
1992	11	3,5%
1993	16	4,6%
1994	16	4,2%

TABELLA 6 - Programma sangue preoperatorio

<i>Auto + Omo</i>		
1989	23	7,9%
1990	18	6,4%
1991	12	5%
1992	18	5,2%
1993	17	4,3%
1994	22	5,5%

stante il programma concluso, è stato del 5,7%, con punta massima del 7,9% nel 1989 e minima del 4,3% nel 1993 (Tabella 6).

Più in particolare si è rilevato come gli insuccessi siano strettamente legati al tipo di intervento. Infatti, negli interventi sulla colonna, questi furono in media del 1,3%, mentre nei Reimpianti di protesi totale d'anca la media salì al 18,5%.

DISCUSSIONE

Programma sangue vuol dire sia controllo accurato delle perdite ematiche intraoperatorie, sia risparmio ematico.

Il controllo delle perdite ematiche intraoperatorie si basa su tre presupposti, che sono:

- 1) anestesia profonda, proprio perché la riduzione delle

stimolazioni e la stabilità di un piano di anestesia sono i presupposti per una riduzione della tachicardia ed una stabilizzazione dei valori pressori.

2) Ipotensione controllata, ottenibile vuoi con il sodio nitroprussiato, come nella nostra casistica, vuoi con nitroderivati, vuoi, ancora, con l'associazione di alogenati e di betalitici (16).

3) Emostasi accurata, tanto più importante se si sta attuando una ipotensione controllata.

Fatta questa premessa entriamo nel vivo di un problema dando la nostra proposta operativa.

L'ematocrito ideale in chirurgia ortopedica traumatologica è il 34%.

Ci allineiamo quindi a quello che è il valore dato dalla letteratura internazionale (17). Ma quando questo ematocrito ideale è tale? (18).

Sempre, se ci si riferisce ad un intervento in urgenza. Prima dell'inizio di una pratica di predeposito, quando ci riferiamo ad un intervento di elezione (19).

Qui ci differenziamo decisamente dalla AABB (American Association of Blood Banks) (20). Questa associazione indica nel 34% l'ematocrito ideale prima di ogni pratica di predeposito, cioè prima di ogni salasso. Noi, sulla base della nostra esperienza, riteniamo che il 34% sia l'ematocrito ideale prima dell'inizio di una pratica di predeposito.

Se è vero che gli scopi di un predeposito sono il miglioramento della reologia, il controllo delle trombosi venose profonde e le disponibilità di sangue autologo (nel rispetto della volemia), noi potremo arrivare a proporre come ematocrito ideale, all'inizio di una pratica, il 34%, ma nell'immediato preoperatorio un valore decisamente più basso, attorno al 27%.

Volendo dare uno schema applicativo alla nostra proposta in chirurgia elettiva, noi proponiamo:

- Prericovero: Ht 34%.
- Preintervento (ad emodiluizione o predeposito effettuato): Ht 27%.
- Fase intraoperatoria: Ht 27-22%.
- Immediato postoperatorio: 27%, in aumento (perché in questa fase avviene la restituzione di quanto predepositato).

In chirurgia d'urgenza, al contrario, riteniamo indicato, l'ematocrito del 34%, con una particolarità: - Se l'emostasi è

agevole, allora ad un ematocrito del 34% sarà sufficiente associare il solo recupero intraoperatorio.

— Se l'emostasi fosse agevole, ma l'ematocrito è inferiore al 34%, sarà utile associare al recupero intraoperatorio le trasfusioni omologhe.

— Se invece l'emostasi è precaria, alla luce della nostra esperienza, riteniamo che con l'ematocrito inferiore od uguale al 34%, vada sempre associato al recupero intraoperatorio, l'uso delle trasfusioni omologhe.

Da tutto questo arriviamo a desumere che la fase più impegnativa non è la fase intraoperatoria. D'altronde, il fatto che il paziente sia in anestesia, che la volemia sia facilmente controllata, la concentrazione ispirata di ossigeno sia maggiore di quanto non sia in respiro spontaneo e la totale assenza di risposte automatiche, ci fanno ben capire questo assunto.

La fase decisamente più critica è l'immediato postoperatorio ed, infatti, è in questa fase che occorre evitare ogni richiesta di ossigeno, quale quella dovuta a brivido o ad ipertermia.

Il postoperatorio è in generale un periodo caratterizzato anche da un accentuato stimolo eritropoietico, tale per cui il supporto con ferro e vitamine triplica la capacità eritropoietica del midollo, il tutto in presenza di una situazione di allettamento e quindi di riduzione delle necessità metaboliche.

Da qui la considerazione che un post-operatorio, se supportato da una corretta nutrizione parenterale, da un giusto apporto calorico e da una sufficiente quantità di ferro (al dosaggio di 300 mg al dì) e di vitamine (del gruppo B, vit. C e vit. E), sia il periodo in cui il paziente tollera meglio i bassi valori di emoglobina.

Pertanto, non solo basandoci sulla nostra esperienza, ma desumendo quello che il nostro pensiero dalle indicazioni dell'Organizzazione Mondiale della Sanità e dalla Società Internazionale del Quality Assurance, noi proponiamo, nel postoperatorio non immediato, come valori limite di emoglobina:

— 7,5 g% di Hb % ml di sangue nel paziente di oltre 75 anni.

— 7 g% di Hb % ml di sangue nel paziente tra i 65 e 75 anni.

— 6,5% di Hb % ml di sangue nel paziente di età inferiore ai 65 anni (21 - 22).

CONCLUSIONI

Non è assolutamente vero che sia preferibile portare un paziente pletorico piuttosto che portare un paziente anemizzato all'intervento chirurgico, se tale paziente ha una adeguata riserva di sangue autologo ed è in un perfetto equilibrio volemico, in particolare nella chirurgia ortopedica.

Inoltre, ogni metodica per il controllo della perdite ematiche ed ogni tecnica di risparmio sangue deve essere applicata. Soltanto il corretto impiego di più tecniche in simbiosi, nell'uno e nell'altro campo, può assicurarci il massimo risultato. La miglior prova è quella notevole riduzione di trasfusioni omologhe eseguite dal 1988 al 1994.

È necessario, ancora, non più considerare l'atto chirurgico come la fase maggiormente critica dell'iter di un paziente, molto più impegnativo risulta essere l'immediato post-operatorio.

Da ultimo, il post-operatorio tardivo è la fase in cui il paziente, proprio perché ben supportato farmacologicamente, costretto all'allettamento, e con una migliore reologia traendo in quest'ultimo caso le migliori difese da un fatto trombotico venoso profondo, è la fase in cui meglio, più facilmente, ed utilmente può utilizzare l'anemizzazione spinta (22).

Tutto ciò ci fa ritenere l'applicazione del nostro programma sangue una "realtà positiva", nel quadro nazionale di prevenzione delle malattie trasmissibili attraverso le trasfusioni di sangue omologo.

Riassunto

Il problema della trasfusione di sangue omologa è molto presente in ogni tipo di chirurgia, ed ancor più nella Chirurgia ortopedico-traumatologica. E d'altra parte questa chirurgia è gravata da una alta incidenza di complicanze trombotiche, cosa che pretende il massimo rispetto dello shear rate e del circolo. Da questi presupposti, e sulla base di una esperienza desunta da anni di impegno nel settore, gli Autori sono partiti per una analisi dei dati ed una razionalizzazione del "problema sangue".

La bontà dei risultati, sia come riduzione del rischio trasfusionale che come bassa incidenza di complicanze tromboemboliche, consente una proposta che abbraccia tutto il periodo perioperatorio e che si modifica nell'arco del periodo stesso.

Bibliografia

- 1) ORIANI G., GAIETTA T., SACCHI C., MEAZZA D.: *Ematocrito di sicurezza in chirurgia ortopedico-traumatologica*. Atti del 20° Corso Nazionale di Aggiornamento in Rianimazione e Terapia Intensiva. Ed. Piccin 1990: 18 - 29.
- 2) MESSMER K.: *Hemodilution*. Surg. Clin. N. Am. 1975: 55: 659 - 678.

- 3) DURABLE M., MARTIN J., DUVELLEROY M.: *Effets théoretique, experimentaux et cliniques des variations de l'hématocrite au cours de l'hémodilution*. Ann. Anesth. Fr. 1979: 9: 805 - 815.
- 4) MESSMER K., SUNDER-PLASSMANN L., KLOVEKORN W.P., HOLPER K.: *Circulatory significance of hemodilution. Rheological changes and limitation*. Adv. Minorcic. vol. 4: 1-77 (Karger, Basel, 1972).
- 5) CHIEN S.: *The present state of blood rheology*. In Messmer and Schmid-Schoubein "Hemodilution. Theoretical basis and clinical application", 1-40 (Kager, Basel 1972). 1972 Kager, Basel: pp. 1-40.
- 6) DINTENFASS L.: *Molecular and rheological consideration of the red cell membrane in view of the internal fluidity of the red cell*. Acta Hremat. 1964. 32: 299-313.
- 7) DINTENFASS L.: *Blood microrheology-viscosity factors in blood flow, ischaemia and thrombosis*. 1971. Butterworth, London.
- 8) MESSMER K., KREIMEIER U, INTAGLIETTA M.: *Present state of international hemodilution*. Eur. Surg. Mes. 1986. 18: 254-263.
- 9) KLOVERKORN W.P., PILCHMAIR O.E., BAUER H., SUNDER- PLASSMANN L., MESSMER K.: *Akute preoperative Hemodilution: eine möglichkeit zur autologen bluttrasfusion*. Chirurg 45: 452-458 (1974).
- 10) SCHMID - SCHONBEIN H., MESSMER K., RIEGER H.: *Hemodilution an flow improvement*. Biblthca haemat 47 (Kuger , Basel, 1981).
- 11) KLOVERKORN W.P., RICHTER S., SEBENING F.: *Hemodilution in coronary by-pass operation*. Biblthca haemat. 47: 297-302 (Kuger, Basel, 1968).
- 12) HINT H.: *The pharmacology of dextran: a physiological background of the clinical use rheomacrodex*. Acta anaesth. belg. 19: 119-138 (1968).
- 13) MESSMER K., SANDER-PLASSMANN L., SESCH F., GORNANDT L., SINAGOWITZ E., KESSLER M.: *Oxygen supply to the tissues during limited normovolemic hemodilution*. Res. exp. Med. 159 : 152 - 166 (1973).
- 14) MIRHASHEMI S., MESSMER K, INTAGLIETTA M.: *Tissue perfusion during normovolemic hemodilution investigated by a hydraulic model of cardiovascular system*. Int. S. Microcirc. Clin. Exp. 6: 123-136 (1987).
- 15) LINBORN L., MIRHASHEMI S., INTAGLIETTA M., ARFORS K-E.: *Increase in capillary blood flow and relative hematocrit following acute normovolemic anemia*. Circulation Res. (1986).
- 16) ORIANI G., SACCHI C., MEAZZA D., RONZIO A.: *Ipotensione controllata in chirurgia ortopedica*. Atti 1° Incontro Nazionale Anestesisti di Ortopedia. Bologna 1989: 69-78.
- 17) COMMITTEE ON STANDARDS, AMERICAN ASSOCIATION OF BLOOD BANKS. *Standards for blood banks and trasfusion service*. 11th ed. Arlington, Va.: American association of blood banks, 1984: 36.
- 18) MESSMER K.: *Acceptable hematocrit levels in surgical patients*. World J. Surg. 1987: 11: 41-46.
- 19) WOOLSON S.T., MARSH J.S., TANNER J. B.: *Trasfusion of previously deposited autologous blood for patients under going hip replacement surgery*. J. Bone Joint Surg. 1987. 69a: 325-328.
- 20) AMERICAN ASSOCIATION OF BLOOD BANKS. *The technical manual of the American Association of Blood Banks*. 9th ed. Philadelphia: JB Lippincott, 1985:6.
- 21) MIRHASHEMI S., MESSMER K, INTAGLIETTA M.: *Model analysis of the enhancement of tissue oxygenation by hemodilution due to increased microvascular flow velocity*. Microvasc. Res. 1987 : 34 : 290-301.
- 22) NATIONAL BLOOD RESOURCE EDUCATION PROGRAM COORDINATING COMMITTEE. *Summary Report* Bethesda MD. National Institute of Health, 1989.
- 23) MORAN M.M., KROON D., TREDWELL S.J., WADSWORTH L.D.: *The role of autologous blood transfusion in adolescents undergoing spinal surgery*. Spine Vol. 20 : 5 : 532-536 (1995).