**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO**

**HEMODILUIÇÃO NORMOVOLÊMICA COM SOLUÇÃO HIPERTÔNICA A 7,5%.
PARÂMETROS HEMODINÂMICOS, EFEITOS METABÓLICOS E
REPERCUSSÕES LABORATORIAIS**

Liana Maria Tôrres de Araújo

**Ribeirão Preto – SP
2008**

LIANA MARIA TÔRRES DE ARAÚJO

**HEMODILUIÇÃO NORMOVOLÊMICA COM SOLUÇÃO HIPERTÔNICA A 7,5%.
PARÂMETROS HEMODINÂMICOS, EFEITOS METABÓLICOS E
REPERCUSSÕES LABORATORIAIS**

Tese de Doutorado apresentada à
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
para obtenção do título de Doutor em
Ciências Médicas. Área de concentração:
Ortopedia, Traumatologia e Reabilitação.
Opção: Anestesiologia
Orientador: Prof. Dr. Luis Vicente Garcia

Ribeirão Preto – SP
2008

FOLHA DE APROVAÇÃO

Liana Maria Tôrres de Araújo
Hemodiluição normovolêmica com solução
hipertônica a 7,5%. Parâmetros hemodinâmicos,
efeitos metabólicos e repercussões laboratoriais.

Tese de Doutorado apresentada à
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
para obtenção do título de Doutor em
Ciências Médicas. Área de concentração:
Ortopedia, Traumatologia e Reabilitação.
Opção: Anestesiologia
Orientador: Prof. Dr. Luis Vicente Garcia

Aprovada em:

Banca examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Por todas as noites em claro, dedico esse trabalho à minha mãe.

“Tudo aquilo que sou ou espero ser eu devo à minha mãe”

Abraham Lincoln

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao meu orientador, Luis Vicente Garcia, por ser a pessoa mais compreensiva que conheço, exemplo de vida e de princípios. Você me ajudou muito a ser uma pessoa melhor. Espero um dia poder agradecer por tudo.

*"Um otimista vê uma oportunidade em cada calamidade.
Um pessimista vê uma calamidade em cada oportunidade"*

Winston Churchill

AGRADECIMENTOS

A Deus, o criador e o guia de todos nós.

"Eu sei que Deus não me dará nada com que eu não seja capaz de lidar. Eu só gostaria que Ele não confiasse tanto em mim"

Madre Teresa

Aos meus pais, José Antonio e Ramberlita, pela vida dedicada aos filhos, amor doado e princípios ensinados. Vocês são o alicerce sobre o qual ousei qualquer sonho. Muito obrigada a vocês porque hoje encontro nas minhas conquistas as vossas presenças.

"Quando a raiz é firme os ramos florescem"

Ditado oriental

A minhas irmãs, Christiane e Eliene, por sempre adicionarem o tempero necessário do encorajamento e do bom humor na minha vida.

"As coisas que mais amamos nas pessoas se tornam mais claras na ausência delas"

Gilbran

Ao meu esposo, Matheus, que me deu carinho, coragem e conselhos. A cada dia crescemos juntos. Muito obrigada por permanecer ao meu lado.

"O amor é a força mais abstrata e também a mais potente que há no mundo"

Gandhi

Aos meus sogros, Mauro e Carolina, por terem sido sempre tão carinhosos e compreensivos. Muito obrigada por tudo que já fizeram por mim!

"Fica sempre um pouco de perfume nas mãos que oferecem rosas"

Provérbio Chinês

Aos funcionários do centro cirúrgico, em especial, Sérgio e os auxiliares da anestesia, pela paciência durante a fase de coleta dos dados. Obrigada por compreender o quanto isso era importante para mim.

"O que quer que você possa fazer ou sonhar que pode, comece.."

A ousadia contém em si mesma genialidade, poder e magia"

Goethe

Às minhas melhores amigas, Ana Caroline, Renata e Ana Lúcia, por todas as horas compartilhadas, conselhos e sorrisos. Obrigada pela paciência.

*"Assim como os perfumes alegam a vida,
a amizade sincera dá animo para viver"*

Bíblia – Prov, 27-9

A todos que de alguma forma contribuíram para esse trabalho ou para minha formação pessoal ou profissional. Obrigada por tudo!

*"O valor das coisas não está no tempo em que elas duram
mas na intensidade com que acontecem. Por isso existem
momentos inesquecíveis, coisas inexplicáveis
e pessoas incomparáveis"*

Fernando Pessoa

*“As pegadas na areia do tempo não são
deixadas por quem fica sentado.”
Provérbio Berbere*

***R**esumo*

RESUMO

ARAÚJO, L. M. T. **Hemodiluição normovolêmica com solução hipertônica a 7,5%. Parâmetros hemodinâmicos, efeitos metabólicos e repercussões laboratoriais.** 2008. 186f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2008.

A hemodiluição normovolêmica aguda (HNA) é terapia mundialmente reconhecida como vantajosa em cirurgias que possuem grande potencial para sangramento, mas o edema provocado pela maior infusão de fluidos pode ser danoso em alguns pacientes. No intuito de avaliar as repercussões hemodinâmicas e laboratoriais da utilização da solução salina hipertônica a 7,5% como líquido parcial de reposição na HNA foram estudados 20 pacientes submetidos à artrodese para correção de escoliose de coluna. No grupo 1 (SS 0,9%, n=10) o sangue retirado na HNA, realizada momentos antes da cirurgia, foi repostado por solução salina 0,9% em um volume três vezes maior que o retirado. No grupo 2 (SS 7,5%, n=10) a metade do que foi retirado foi repostado com solução a 0,9% (três vezes o volume retirado) e a outra metade por 4 ml.kg⁻¹ de solução salina hipertônica 7,5%. Nenhum dos pacientes apresentou distúrbios do equilíbrio ácido-básico e as alterações metabólicas (aumento da osmolaridade, sódio e cloro plasmáticos) foram passageiras. Os pacientes mantiveram-se hemodinamicamente estáveis e não foi observado sangramento anormal intra-operatório. A incidência de transfusão sangüínea foi semelhante embora os pacientes do grupo solução hipertônica tenham ficado clinicamente menos edemaciados. Mesmo não sendo objeto do estudo, observou-se menor incidência de infecções pós-operatórias nos pacientes submetidos à infusão de solução hipertônica, o que pode significar potencial efeito protetor da solução. Embora mais estudos com números maiores de pacientes sejam necessários para se comprovar esses efeitos, a solução hipertônica mostrou-se barata, simples e segura como maneira de redução do volume infundido na HNA.

Palavras-chave: Hemodiluição. Solução salina hipertônica. Escoliose.

A*bstract*

ABSTRACT

ARAÚJO, L. M. T. Normovolemic hemodilution with 7.5% hypertonic solution. Hemodynamic parameters, metabolic effects and laboratorial repercussions. 2008. 186f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2008.

The acute normovolemic hemodilution (ANH) is a therapy recognized as benefic in surgeries that have a great potential for bleeding but the swelling caused by solutions infused intra-operative can be harmful in some kind of patients. Twenty patients submitted to arthrodesis for scoliosis correction were studied in order to evaluate the hemodynamic and laboratory effects of 7.5% hypertonic saline solution as a partial fluid replacement in ANH. In group 1 (SS 0.9%, n = 10) the collected blood in ANH was replaced by saline solution 0.9% in a volume three times greater than the withdrawal. In group 2 (SS 7.5%, n = 10), half of the blood removed was restored by 0.9% solution (three times the amount withdrawn) and the other half by 4 ml.kg⁻¹ of 7.5% solution. None of the patients presented acid-base disorders. Metabolic changes – enhanced of plasmatic levels of sodium, chlorine and osmolarity – were all transitory. Patients remain hemodynamic stable and no abnormal bleeding was observed. They had similar incidence of blood transfusion but the ones in hypertonic solution group were clinically less swollen. Lower incidences of post-operative infections were found in this group, which could mean a possible protector potential of hypertonic solution. SS 7.5% was a cheap, simple and safe alternative to reduce volume infused in ANH.

Keywords: Hemodilution. Hypertonic saline solution. Scoliosis.

Listas

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Idade dos pacientes nos dois grupos	63
Gráfico 2 – Peso dos pacientes nos dois grupos	64
Gráfico 3 – Volemia dos pacientes	64
Gráfico 4 – Volume retirado durante a HNA	66
Gráfico 5 – Volume utilizado para reposição do que foi retirado durante a HNA	66
Gráfico 6 – Tempo para coleta do volume de sangue durante a HNA	67
Gráfico 7 – Tempo de anestesia entre os grupos	67
Gráfico 8 – Tempo cirúrgico nos dois grupos	68
Gráfico 9 – Mediana, percentil 25 e percentil 75 do volume de sangue perdido por Kg, durante o período intra-operatório, nos dois grupos	68
Gráfico 10 – Volume total de cristalóides infundido em cada paciente no período intra-operatório, nos dois grupos	69
Gráfico 11 – Volume infundido por quilo de peso do paciente por hora de cirurgia, em cada grupo	69
Gráfico 12 – Diurese total de cada paciente no período intra-operatório, nos dois grupos.....	71
Gráfico 13 – Diurese por quilo de peso por hora de cirurgia, em cada grupo	71
Gráfico 14 – Hemoglobina intra-operatória grupo a grupo, em cada tempo	72
Gráfico 15 – Hemoglobina intra-operatória tempo a tempo, em cada grupo	73
Gráfico 16 – Hematócrito intra-operatório grupo a grupo, em cada tempo	74
Gráfico 17 – Hematócrito intra-operatório tempo a tempo, em cada grupo	75
Gráfico 18 – Sódio plasmático intra-operatório grupo a grupo, em cada tempo	76
Gráfico 19 – Sódio plasmático intra-operatório tempo a tempo, em cada grupo	77

Gráfico 20 – Potássio plasmático intra-operatório grupo a grupo, em cada tempo	78
Gráfico 21 – Potássio plasmático intra-operatório tempo a tempo, em cada grupo	79
Gráfico 22 – Cloro plasmático intra-operatório grupo a grupo, em cada tempo	80
Gráfico 23 – Cloro plasmático intra-operatório tempo a tempo, em cada grupo	81
Gráfico 24 – Cálcio plasmático intra-operatório grupo a grupo, em cada tempo	82
Gráfico 25 – Cálcio plasmático intra-operatório tempo a tempo, em cada grupo	83
Gráfico 26 – Lactato plasmático intra-operatório grupo a grupo, em cada tempo	84
Gráfico 27 – Lactato plasmático intra-operatório tempo a tempo, em cada grupo	85
Gráfico 28 – Glicemia plasmática intra-operatória grupo a grupo, em cada tempo	86
Gráfico 29 – Glicemia plasmática intra-operatória tempo a tempo, em cada grupo	87
Gráfico 30 – Osmolaridade plasmática intra-operatória grupo a grupo, em cada tempo	88
Gráfico 31 – Osmolaridade plasmática intra-operatória tempo a tempo, em cada grupo	89
Gráfico 32 – Frequência cardíaca intra-operatória grupo a grupo, em cada tempo	90
Gráfico 33 – Frequência cardíaca intra-operatória tempo a tempo, em cada grupo	91
Gráfico 34 – Pressão arterial sistólica intra-operatória grupo a grupo, em cada tempo	92
Gráfico 35 – Pressão arterial diastólica intra-operatória grupo a grupo, em cada tempo	93
Gráfico 36 – Pressão arterial média intra-operatória grupo a grupo, em cada tempo	94
Gráfico 37 – Pressão arterial intra-operatória tempo a tempo, em cada grupo	95
Gráfico 38 – Pressão venosa central intra-operatória grupo a grupo, em cada tempo	96
Gráfico 39 – Pressão venosa central intra-operatória tempo a tempo, em cada grupo	97
Gráfico 40 – Osmolaridade urinária intra-operatória grupo a grupo, em cada tempo	98
Gráfico 41 – Osmolaridade urinária intra-operatória tempo a tempo, em cada grupo	99
Gráfico 42 – Sódio urinário intra-operatório grupo a grupo, em cada tempo	100
Gráfico 43 – Sódio urinário intra-operatório tempo a tempo, em cada grupo	101
Gráfico 44 – Potássio urinário intra-operatório grupo a grupo, em cada tempo	102

Gráfico 45 – Potássio urinário intra-operatório tempo a tempo, em cada grupo	103
Gráfico 46 – pH urinário intra-operatório tempo a tempo, em cada grupo	104
Gráfico 47 – pH urinário intra-operatório grupo a grupo, em cada tempo	105
Gráfico 48 – pH arterial nos dois grupos	106
Gráfico 49 – pO ₂ arterial nos dois grupos	107
Gráfico 50 – pCO ₂ arterial nos dois grupos	108
Gráfico 51 – HCO ₃ arterial nos dois grupos	110
Gráfico 52 – BE arterial nos dois grupos	111
Gráfico 53 – Saturação arterial de oxigênio nos dois grupos	112
Gráfico 54 – pH venoso nos dois grupos	114
Gráfico 55 – pO ₂ venoso nos dois grupos	115
Gráfico 56 – pCO ₂ venoso nos dois grupos	116
Gráfico 57 – HCO ₃ venoso nos dois grupos	118
Gráfico 58 – BE venoso nos dois grupos	117
Gráfico 59 – Saturação venosa de oxigênio nos dois grupos	118

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Monitorização habitual intra-operatória	53
Figura 2 – Aparelho utilizado para gravação dos dados hemodinâmicos	53
Figura 3 – Paciente em posição cirúrgica demonstrando o grau da escoliose	54
Figura 4 – Paciente anestesiado, pronto para o procedimento	54
Figura 5 – Bomba para infusão contínua de propofol	55
Figura 6 – Preparação da solução salina hipertônica	55
Figura 7 – Procedimento de pesagem das bolsas coletadas	56
Figura 8 – Sangue retirado armazenado em bolsas durante a cirurgia	57
Figura 9 – Bolsas prontas para reinfusão	59
Figura 10 – Exposição do campo cirúrgico	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Dados demográficos	65
Tabela 2 –	Volume infundido por quilo de peso do paciente por hora de cirurgia em cada grupo	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACTH	Hormônio adenocorticotrófico
ASA	Classificação da Sociedade Americana de Anestesiologistas para o estado físico
AVA	Artrodese por via anterior
AVP	Artrodese por via posterior
BE	Excesso de bases
CaO ₂	Conteúdo arterial de oxigênio
CEC	Circulação extra-corpórea
d	Dalton
DAP	Doação autóloga pré-operatória
DC	Débito cardíaco
DO ₂	Oferta de oxigênio
Dp	Desvio padrão
EtCO ₂	Volume expirado de gás carbônico
EUA	Estados Unidos da América
FC	Frequência cardíaca
HIV	Vírus da Imunodeficiência Humana
HNA	Hemodiluição normovolêmica aguda
pO ₂	Pressão de oxigênio
pCO ₂	Pressão de gás carbônico
pH	Potencial hidrogeniônico
PNA	Peptídeo natriurético atrial

PVC	Pressão venosa central
RL	Ringer com lactato
SS	Solução salina
SSH	Solução salina hipertônica
SvO ₂	Saturação venosa de oxigênio
TAP	Tempo de protrombina
TEO ₂	Extração de oxigênio
TTPa	Tempo de tromboplastina ativada
UTI	Unidade de Terapia Intensiva
VO ₂	Consumo de oxigênio

LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Graus Celcius
Cl	Cloro
CO ₂	Gás carbônico
H	Hidrogênio
HCO ₃	Bicarbonato
K	Potássio
Na	Sódio
NaCl	Cloreto de sódio
NaCO ₃	Bicarbonato de sódio
O ₂	Oxigênio

Sumário

SUMÁRIO

Folha de aprovação

Dedicatória

Agradecimento especial

Agradecimentos

Epígrafe

Resumo

Abstract

Lista de gráficos

Lista de figuras

Lista de tabelas

Lista de abreviaturas e siglas

Lista de símbolos

1. INTRODUÇÃO	25
2. OBJETIVOS	48
3. CASUÍSTICA E MÉTODO	50
3.1 Comitê de ética	51
3.2 Desenho do estudo	51
3.3 Amostra	51
3.4 Critérios de inclusão ou exclusão	51
3.5 Distribuição dos grupos	52
3.6 Prevenção de trombose venosa profunda	52
3.7 Monitorização	52
3.8 Técnica anestésica	53
3.9 Preparo da solução hipertônica	55
3.10 Procedimento de hemodiluição	56
3.11 Registro dos dados	57
3.12 Coleta dos exames	58
3.13 Presença de eventos adversos	58

3.14	Critérios para reposição do volume da hemodiluição	59
3.15	Hemostasia	60
3.16	Análise estatística	60
3.17	Organograma	61
4.	RESULTADOS	62
4. 1	Dados demográficos e volemia	63
4. 2	Realização da HNA e dados gerais do período intra-operatório	65
4. 3	Valores de hemoglobina e hematócrito	72
4. 4	Efeitos metabólicos e laboratoriais plasmáticos	75
4. 5	Parâmetros hemodinâmicos	89
4. 6	Efeitos laboratoriais urinários	98
4. 7	Valores das gasometrias arteriais e venosas	105
4. 7. 1	Gasometria arterial	105
4. 7. 2	Gasometria venosa	113
5.	DISCUSSÃO	122
6.	CONCLUSÃO	160
	REFERÊNCIAS	162
	APÊNDICE	184
	Apêndice 1 – Termo de consentimento livre e esclarecido	185