JOSÉ CARLOS BONJORNIO JUNIOR

**ESTUDO DAS REPERCUSSÕES HEMODINÂMICAS ATRAVÉS DA
CARDIOIMPEDÂNCIA DURANTE O USO DE METILMETACRILATO
EM CIRURGIA DE ARTROPLASTIA DE QUADRIL SOB
RAQUIANESTESIA**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação Interunidades Bioengenharia-Escola de Engenharia de São Carlos / Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto / Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Ciências.

Área de Concentração: Bioengenharia

Orientador: Profa. Dra AUDREY BORGHI E SILVA

São Carlos-SP

2013

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO,
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS
DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

B715e Bonjorno Junior, José Carlos
 Estudos das repercussões hemodinâmicas através da
 cardioimpedância durante o uso de metilmetacrilato em
 cirurgia de artroplastia de quadril sob raquianestesia
 / José Carlos Bonjorno Junior; orientador Audrey Borghi
 e Silva. São Carlos, 2013.

 Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação
 Interunidades Bioengenharia e Área de Concentração em
 Bioengenharia -- Escola de Engenharia de São Carlos;
 Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto; Instituto de
 Química de São Carlos, da Universidade de São Paulo,
 2013.

 1. Síndrome da cimentação Óssea. 2.
 Metilmetacrilato. 3. Raquianestesia. 4. Débito
 Cardíaco. I. Título.

Programa de Pós-Graduação Interunidades em Bioengenharia
EESC / FMRP / IQSC

JOSÉ CARLOS BONJORNO JÚNIOR

TÍTULO: "ESTUDOS DAS REPERCUSSÕES HEMODINÂMICAS ATRAVÉS DA CARDIOIMPEDÂNCIA DURANTE O USO DE METILMETACRILATO EM CIRURGIA DE ARTROPLASTIA DE QUADRIL SOB RAQUIANESTESIA".

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO INTERUNIDADES BIOENGENHARIA - EESC/FMRP/IQSC DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM CIÊNCIAS NA ÁREA DE BIOENGENHARIA.

APROVADO EM: 30/08/2013

PROF^a. DR^a. AUDREY BORGHI E SILVA
(ORIENTADORA)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
- UFSCar

RESULTADO: Aprovado

ASSINATURA: Juan PB

PROF. DR. FEDERICO ALETTI

INSTITUTO POLITÉCNICO DE MILÃO-
ITÁLIA

RESULTADO: APROVADO

ASSINATURA: Federico AleTTi

PROF. DR. SÉRGIO LUIZ BRASILEIRO LOPES

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
- UFSCar

RESULTADO: Aprovado

ASSINATURA: Sérgio

DEDICATÓRIA

DEDICO ESTA DISSERTAÇÃO À MINHA FAMÍLIA QUE SEMPRE ESTEVE A
ME APOIAR E DE UMA FORMA MUITO ESPECIAL E COM AMOR, DEDICO À
MINHA ESPOSA COMO RECONHECIMENTO E CARINHO PELO SUPORTE
EMOCIONAL, APOIO TÉCNICO E CIENTÍFICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço á todos que estiveram juntos na realização do projeto de pesquisa. Ao ortopedista DR. Rodrigo Menezes de Bezerra Reiff, pois sem ele não seria possível a realização desta pesquisa.

Agradeço à minha amada esposa Flávia, pois estive ao meu lado em todos os momentos da pesquisa.

Agradeço em especial à minha querida orientadora Profa. D^{ra}. Audrey Borghi Silva pelos ensinamentos com muito profissionalismo, paciência, dedicação e uma inspiradora competência. O que tornou possível a realização deste estudo!

OBRIGADO À TODOS!!

RESUMO

BONJORNO JR, J. C. **Estudo das repercussões hemodinâmicas através da cardioimpedância durante o uso de metilmetacrilato em cirurgia de artroplastia de quadril sob raquianestesia.** 2013. 73f. Dissertação (Mestrado) Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação Interunidades Bioengenharia-Escola de Engenharia de São Carlos / Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto / Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Ciências, 2013.

Introdução: O envelhecimento promove o aparecimento de doenças crônico-degenerativas, entre elas a osteoartrose. Artroplastia Total de Quadril (ATQ) tem sido procedimento comumente frequentemente com uso de cimento ósseo metilmetacrilato (MTC). Por outro lado, importantes alterações hemodinâmicas são descritas durante o procedimento de cimentação. A raquianestesia é um procedimento anestésico que produz menores efeitos hemodinâmicos e melhor analgesia pós-operatória em comparação a anestesia geral para a ATQ. Entretanto, especificamente neste procedimento cirúrgico tais alterações permanecem a ser investigadas. Buscamos avaliar os efeitos hemodinâmicos através da técnica de cardioimpedância em pacientes idosos submetidos à cirurgia de ATQ com o uso de MTC e raquianestesia. Utilizamos um estudo transversal, observacional, comparativo, inter-metodológico e com intervenção ativa. **Método:** Doze pacientes de ambos os sexos, > 65 anos, com indicação ortopédica para ATQ foram estudados. Os sujeitos receberam avaliação pré-anestésica e realizaram exames laboratoriais pré-operatórios. Foram submetidos à cirurgia de ATQ com utilização de raquianestesia e implante de cimento de MTC. Os pacientes foram monitorados hemodinamicamente por meio da cardiografia de impedância, da saturação de oxigênio e pressão arterial, no intra-operatório, no momento acordado, durante a indução anestésica, na colocação do MTC e após este procedimento. Após a expansão volêmica observamos que houve aumento do DC quando comparado a raquianestesia, cimentação, inserção, redução da prótese e ao final da cirurgia ($P < 0,05$). Tais resultados foram de certa forma, atenuados na presença de efedrina. No entanto, o VS sofreu alterações nos eventos supracitados na presença ou não da droga. Por outro lado, a FC, o IC e a RVS sofreu poucas alterações durante os eventos estudados. O DC, IC e o VS se correlacionaram com a massa corporal ($r = 0,81$, $0,60$ e $0,67$ respectivamente), o VS se correlacionou negativamente com a idade ($r = -0,67$), o IC se correlacionou negativamente com a classe funcional pela NYHA ($r = -0,61$) e o DC se correlacionou positivamente com a quantidade de efedrina administrada ($r = 0,70$). **Conclusão:** O procedimento cirúrgico de ATQ com MTC sob raquianestesia produz alterações hemodinâmicas e a cardioimpedância foi um instrumento útil para guiar os procedimentos e conduta do intraoperatório, configurando-se como uma técnica interessante para monitorização não invasiva.

Palavras chaves: Síndrome da cimentação óssea, Metilmetacrilato, Raquianestesia, Débito Cardíaco

ABSTRACT

BONJORNO JR, J. C. **Haemodynamic effects of methylmethacrylate on hip arthroplasty surgery under spinal anesthesia.** 2013. 73f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação Interunidades Bioengenharia – Escola de Engenharia de São Carlos / Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto / Instituto de Química de São Carlos – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

Aging promotes the onset of chronic diseases, including osteoarthritis. Hip arthroplasty procedure has been commonly often the use of methylmethacrylate bone cement (MMA) has been used in the surgical procedure. On the other hand, significant hemodynamic changes are described in the cementation procedure. Spinal anesthesia is an anesthetic that produces less hemodynamic effects and better postoperative analgesia compared to general anesthesia for surgery arthroplasty. However, this particular surgical procedure (hip arthroplasty) such changes remain to be investigated. To evaluate the hemodynamic effects through cardioimpedance technique in elderly patients undergoing surgery for hip arthroplasty with the use of MMA for prosthetic hip and spinal. Twelve patients of both sexes, > 65 years, with orthopedic indication for hip arthroplasty were studied. The subjects received pre-anesthetic evaluation and underwent preoperative laboratory. From then underwent surgery for hip arthroplasty with use of spinal anesthesia and MMA cement. Patients were haemodynamically monitored by impedance cardiography, oxygen saturation and blood pressure intraoperative, when awake, during anesthesia induction, installing the MMA cement and after this procedure. After volume expansion, we observed that there was increase in CO when compared to spinal anesthesia, cementing, insertion, and reduction of the prosthesis at surgery ($P < 0.05$). These results were somewhat attenuated in the presence of ephedrine. However, the SV underwent changes at aforementioned event on the presence or not of drugs. On the other hand, HR, CI and SVR has a few changed during the studied event. The CO, CI and the SV was correlated with body mass ($r=0.81$, 0.60 and 0.67 respectively), SV was negatively correlated with age ($r= -0.67$), the CI was negatively correlated with NYHA functional class ($r= -0.61$) and CO was positively correlated with the amount of ephedrine administered ($r= 0.70$). Conclusion: The surgical procedure for hip arthroplasty under spinal anesthesia with MMA produces haemodynamic changes and cardioimpedance was a useful tool to guide the procedures and conduct of the intraoperative considering as interesting technique for noninvasive monitoring.

Keywords: Bone Cement Implantation Syndrome, Methylmethacrylate, Spinal Anesthesia, Cardiac Output.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Desenho esquemático dos eventos hemodinâmicos e tempo médio de coleta desta pesquisa.....	p.26
Figura 2. Eventos hemodinâmicos plotados on-line na tela do PhysioFlow.	p.29
Figura 3. Representação ilustrativa do posicionamento dos eletrodos de superfície.....	p.30
Figura 4. Comportamento do DC com e sem o evento uso de efedrina.....	p.36
Figura 5. Comportamento do volume sistólico (VS) durante a cirurgia de prótese de quadril.....	p.38
Figura 6. Comportamento do IC durante a cirurgia de prótese de quadril .	p.40
Figura 7. Comportamento da frequência cardíaca (FC) durante a cirurgia de prótese de quadril.....	p.42
Figura 8. Comportamento da pressão arterial sistólica (PAS) durante a cirurgia de prótese de quadril.....	p.43
Figura 9. Comportamento da saturação de oxigênio (SpO ₂) durante a cirurgia de prótese de quadril.....	p.45
Figura 10. Comportamento da resistência vascular sistêmica (RVS) durante o procedimento cirúrgico.....	p.47
Figura 11. Correlações (A) correlação entre a massa corporal e DC, em (B) correlação entre as variáveis massa corporal e IC, e em (C) correlação entre massa corporal e VS.....	p.48

Figura 12. Correlação entre idade e VS.....	p.49
Figura 13. Correlação entre IC e NYHA.....	p.50
Figura 14. Correlação entre efedrina e DC.....	p.51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação da ASA.....	p.24
Tabela 2. Dados clínicos e antropométricos dos voluntários estudados.....	p.32
Tabela 3. Uso de medicamentos e exames laboratoriais pré-operatórios dos voluntários estudados.....	p.34

LISTA DE ABREVIATURAS

A2=antagonista receptor angiotensina 2

AP= ântero-posterior

ATQ= artroplastia total de quadril

ASA= American Society of Anesthesiologists

DC= débito cardíaco

DL= decilitro

DM= diabetes mellitus

DP= desvio padrão

DPOC= doença pulmonar obstrutiva crônica

ECG= eletrocardiograma

FC= frequência cardíaca

G= grama

HB= hemoglobina

HT= hematócrito

HZ= hertz

IC= índice cardíaco

IECA= inibidor de enzima de conversão de angiotensina

IMC= índice de massa corporal

KG= kilograma

L= litro

M= metro

MM³=milímetro cúbico

MA= miliamper

MCG= micrograma

MTC= metilmetacrilato

N= número de indivíduos

NYHA= New York Heart Association

O₂= oxigênio

PAS= pressão arterial sistólica

R= correlação

RVS= resistência vascular sistêmica

SpO₂= saturação periférica de oxigênio

UTI= unidade de terapia intensiva

VS= volume sistólico

W= watt

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	p.14
2. OBJETIVOS E HIPÓTESE CENTRAL.....	p.22
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	p.23
3.1. Desenho do estudo.....	p.23
3.2. Sujeitos.....	p.23
3.3. Aspectos éticos.....	p.23
3.4. Principais critérios de inclusão.....	p.23
3.5. Principais critérios de exclusão.....	p.23
3.6. Avaliações e exames clínicos.....	p.24
3.7. Procedimentos experimentais.....	p.25
3.8. Avaliação hemodinâmica central por cardioimpedância transtorácica.....	p.27
3.9. Posicionamento dos eletrodos.....	p.29
4. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS.....	p.31
5. RESULTADOS.....	p.32
6. DISCUSSÃO.....	p.52
7. CONCLUSÕES.....	p.61
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	p.62
9. ANEXOS.....	p.68

1. INTRODUÇÃO

Nos países desenvolvidos os idosos são reconhecidos como um segmento cada vez maior da população. Em um século, o número de pessoas de 65 anos ou mais aumentou três vezes, provavelmente devido a maiores cuidados médicos e de saúde. Em 2030, até 20% das populações ocidentais terão mais de 65 anos de idade (Kinsella et al, 2001). Indivíduos mais idosos (pessoas com 80 anos ou mais) será o grupo de mais rápido crescimento da população idosa. Neste contexto, melhorias nas técnicas cirúrgicas, nas unidades de terapia intensiva e da anestesia farão intervenções cirúrgicas em pessoas cada vez mais idosas e em maior número de doentes possíveis. Mais da metade da população com mais de 65 anos irão exigir intervenções cirúrgicas em pelo menos uma vez durante o resto de suas vidas e terão cirurgias quatro vezes mais do que o resto da população (Clergue et al, 1999; Veering, 2006). Assim, os doentes idosos irão tornar-se uma parte muito grande na prática anestésica.

Osteoartrite ou Osteoartrose é uma doença articular crônica e degenerativa, altamente prevalente na população idosa, motivo freqüente de cuidados em atenção primária e fonte de incapacidade física nestes indivíduos, especialmente a osteoartrose de joelhos e quadril. Estudos americanos apontam que mais de 50 milhões de pessoas apresentam hoje esta enfermidade, no entanto, no Brasil, não existem dados precisos sobre esta prevalência (Sociedade Brasileira de Reumatologia, 2003). É uma das causas mais freqüentes de dor do sistema músculo-esquelético e de incapacidade para o trabalho no Brasil e no mundo.

Baseado em um estudo de Framingham, a prevalência estimada de osteoartrite é de 2 a 6% na população adulta, e chega a 34 e 31% em mulheres e homens acima de 60 anos de idade (Haugen et al, 2011). Embora os mecanismos da osteoartrose não sejam claramente compreendidos, os fatores de risco incluem idade, história familiar, forma anormal das articulações e certos tipos de trabalho e atividades. Os aspectos patogênicos dominantes

incluem áreas de destruição da cartilagem associada a um aumento da atividade do osso subcondral e formação marginal de osteófitos.

Os objetivos do tratamento da osteoartrose são controlar a dor em repouso ou movimento, preservar a função articular e evitar a limitação física, além de promover melhor qualidade de vida e autonomia quando possível, bem como evitar os efeitos adversos das intervenções. Por outro lado, a avaliação do grau de comprometimento também é avaliada pelos sinais radiográficos, que segundo Kellgren e Lawrence (1957) diferenciam a artrose em cinco graus:

Grau 0: normal;

Grau 1: possível estreitamento do espaço articular medialmente e possíveis osteófitos em torno da cabeça femoral;

Grau 2: definido estreitamento articular inferiormente, osteófitos nítidos e alguma esclerose;

Grau 3: significativo estreitamento articular, osteófitos pequenos, esclerose, cistos e deformidades ósseas no fêmur e acetábulo;

Grau 4: visível perda do espaço articular acompanhada de importante esclerose e cistos, significativa deformidade da cabeça femoral e acetábulo e presença de grandes osteófitos.

Neste contexto, pacientes com osteoartrite grau III e IV com comprometimento progressivo da independência das atividades de vida diária e falha do tratamento conservador devem ser referidos para o ortopedista que fará a indicação do tratamento cirúrgico. Pacientes com osteoartrose primária ou secundária do quadril que não obtiveram melhora com tratamento clínico são elegíveis ao procedimento. Alguns critérios podem ser utilizados para a indicação definitiva, entre eles: dor diária progressiva inclusive de caráter noturno, uso diário de medicação analgésica ou anti-inflamatória, incapacidade parcial de atividades diárias como higiene pessoal e vestuário, limitação progressiva da amplitude articular evoluindo com atrofia muscular difusa e fraqueza do músculo glúteo médio (sinal de Trendelenburg presente).

No entanto, a principal indicação clínica da artroplastia total de quadril é a dor. Pacientes com disfunção e diminuição da mobilidade articular, crepitação ou instabilidade, entretanto sem dor, não são bons candidatos para cirurgia. Um dado muito importante no pré-operatório é a dismetria entre os membros inferiores do paciente (Diretrizes Assistenciais, Protocolo Gerenciado - Artroplastia Total do Quadril, Hospital Albert Einstein, 2009).

As cirurgias comumente indicadas são: desbridamento artroscópico, osteotomias e artroplastias, sendo que as artroplastias totais promovem acentuada redução na dor e melhora funcional na maioria de casos selecionados da doença (Callaghan et al, 2000; Sociedade Brasileira de Reumatologia, 2003). No entanto, tais procedimentos envolvem intervenção cirúrgica, anestésica, e portanto, várias complicações destes procedimentos devem ser avaliados. A cirurgia da artroplastia de quadril esta associada à embolização pulmonar (Powell et al, 1970; Burgess, 1970; Pinto, 1993; Urban, 1996) pelos fragmentos do cimento ósseo mais utilizado, o metilmetacrilato (MTC), chamado de "bone cement implantation syndrome". Durante a inserção da prótese femoral, os pacientes podem exibir alterações hemodinâmicas (Urban, 1996), levando a complicações cardiopulmonares incluindo parada cardíaca.

A importância da compreensão dos fenômenos envolvendo este procedimento tem sido demonstrada frente aos cuidados críticos e necessidades de UTI nos pós-operatório das grandes cirurgias ortopédicas, onde os eventos cardíacos conseqüentes do cimento ósseo e a embolia gordurosa estão entre as mais comuns complicações (Nazon, 2003). Há alterações bem conhecidas na fisiologia cardiovascular durante a cirurgia de artroplastia cimentada do quadril, ocasionalmente chegando a colapso cardiovascular durante a cimentação (Burgess, 1970; Pinto, 1993; Powel et al, 1970). A etiologia detalhada destas alterações é desconhecida. Embolia gordurosa e medular (Byrick, 1987; Sevitt, 1972; Sherman 1993), o efeito de vasodilatação periférica pelos monômeros do cimento liberados na circulação

(Peebles e ta, 1972; Karlsson et al, 1995) e ativação da cascata da coagulação nos pulmões (Modig et al, 1975) podem estar envolvidas.

O cimento de MTC fica entremeado com os interstícios do osso esponjoso e liga fortemente o material protético com o osso. A mistura do pó polimerizado de metilmetacrilato com o metilmetacrilato líquido causa a polimerização e a ligação cruzada das cadeias de polímeros. Esta reação exotérmica leva ao endurecimento do cimento e a expansão contra os componentes protéticos. A hipertensão intermedular resultante que chega a mais de 500 mmHg causa a embolização de gordura, de medula óssea, de cimento e ar dentro dos canais venosos femorais. Resíduos de monômeros de metacrilato podem produzir vasodilatação e diminuição na resistência vascular sistêmica (RVS) (Morgan et al, 2006). A liberação de tromboplastina tecidual pode desencadear a agregação plaquetária, formação de micro trombos nos pulmões e instabilidade cardiovascular com resultado da circulação de substâncias vasoativas. As manifestações clínicas desta síndrome de implantação do cimento ósseo incluem hipóxia (aumento do shunt pulmonar), hipotensão, arritmias (incluindo bloqueio cardíaco sinusal), hipertensão pulmonar (aumento da resistência vascular pulmonar) e diminuição do débito cardíaco (DC).

Adicionalmente, um estudo mais recente (Clark, 2011) com 20 pacientes submetidos à hemiartroplastia de quadril, não foram encontradas alterações no volume sistólico (VS) ou no DC antes da aplicação do cimento, mas foi encontrada uma significativa queda no débito cardíaco em 33% dos pacientes após o uso do cimento. Além disso, não houve diferença significativa no DC durante a introdução da prótese, avaliado por meio da técnica de Doppler transesofágico.

Para a maioria das cirurgias ortopédicas de grande porte como a artroplastia de quadril, a anestesia regional apresenta muitas vantagens sobre a anestesia geral (Imbelloni et al, 2009; Modig et al, 1981; Rosberg et al, 1982; Holmström et al, 1993; Maurer, 2007; Gonano, 2006). A técnica mais comum é o

bloqueio espinal intratecal, a raquianestesia. Em um estudo comparando a raquianestesia e a epidural, demonstrou que a raquianestesia é superior em relação à peridural (Holmström et al, 1993). Outro estudo analisando 606 cirurgias de prótese de quadril comparando a raquianestesia e anestesia geral demonstrou-se que a raquianestesia é mais segura e superior a anestesia geral para estes casos (Maurer, 2007; Gonano, 2006).

Além disso são amplamente conhecidas as alterações cardiovasculares (Verring, 2006) resultantes dos bloqueios neuraxiais que tipicamente produzem diminuição variável da pressão arterial que podem ser acompanhados por uma diminuição da frequência cardíaca (FC) e na contratilidade cardíaca. Esses efeitos são proporcionais ao nível de simpatectomia, em contraste com as fibras parassimpáticas que deixam a medula espinal junto com os nervos cranianos que não são bloqueados pelo bloqueio de neuroeixo e sacrais que proporcionalmente correspondem a uma área menor do organismo. O bloqueio preferencial das fibras simpáticas promove a dilatação dos vasos de capacitância, represamento de sangue e diminuição do retorno venoso; em alguns casos, a vasodilatação arterial pode ainda diminuir a RVS.

Devemos atentar que um bloqueio da inervação simpática com baixa concentração de anestésico local ou uso de soluções hipobáricas ou isobáricas diminuem as repercussões cardiovasculares (Wood, 2011; Solacovic, 2010). No entanto, os efeitos hemodinâmicos da associação da cimentação com o bloqueio simpático da raquianestesia na cirurgia de artroplastia de quadril permanecem a ser investigados.

Nos idosos, (Veering et al, 1987) mais frequentemente submetidos à artroplastia de quadril, são esperadas alterações anatômicas do espaço medular pela idade avançada, com gradual degeneração dos nervos periféricos e centrais, mudança na anatomia da coluna lombar e torácica, redução do volume do líquido cefalorraquidiano podem contribuir com o aumento do nível e da diminuição da latência da anestesia (Veering et al, 1988). Do ponto de vista clínico, é fundamental limitar a quantidade de fibras bloqueadas do

sistema simpático em um bloqueio efetivo de analgesia. Além disto, o uso racional de drogas coadjuvantes combinados ao anestésico local (Olofsson et al, 2004) permite que se use menores doses de cada medicamento, além de preservar a analgesia com menos efeitos colaterais. A redução da dose de anestésicos com uso de fentanil ou sufentanil (opióides utilizados intratecal) proporciona um bloqueio anestésico confiável e seguro com menos efeitos de hipotensão e menor necessidade de vasoconstrictores (Ben-David et al, 2000). Desta forma, medidas hemodinâmicas confiáveis no intra-operatório tornam os procedimentos mais seguros, possibilitando uma intervenção corretiva mais precisa.

Até recentemente, para se conseguir as medidas de DC no intra-operatório era necessário à colocação de cateter na artéria pulmonar com significativo risco e morbidade (Clark, 2011) além de seus custos. Hoje é possível com a colocação de eletrodos na pele do paciente em determinadas regiões do corpo, conseguindo aferir o DC continuamente e suas oscilações através da técnica de cardioimpedância. Valores de correlação entre medidas de VES por cardioimpedância e aquelas obtidas por técnicas invasivas variaram entre 0,87-0,94 (Newman & Callister, 1999; Tordi et al, 2004). Em indução anestésica para cesariana eletiva, a monitorização contínua de variáveis hemodinâmicas não-invasiva com a cardioimpedância forneceram percepções preliminares sobre os mecanismos de hipotensão (McLeod et al, 2010) e os efeitos de diferentes doses de oxitocina, podendo assim indicar tratamentos de preferência antes que a hipotensão significativa ocorra, bem como para evitar os indesejáveis efeitos sintomáticos da hipotensão. Neste contexto, como há significativas alterações hemodinâmicas em pacientes submetidos à cimentação óssea e a raquianestesia, nosso objetivo será quantificar os parâmetros hemodinâmicos em diferentes fases da cirurgia de artroplastia de quadril com prótese cimentada.

A bioimpedância transtorácica é um método não invasivo que permite medir o VS do paciente e, por um processo eletrônico da variação da

impedância torácica, calculando-se assim o DC em tempo real. Este método realiza a aferição da resistência a uma corrente elétrica alternada aplicada ao tórax. A variação da impedância aferida pelo aparelho é inversamente proporcional ao volume de sangue que está passando no tórax naquele momento, já que o sangue é o tecido de maior condutividade elétrica do corpo. A variação da impedância é captada toda vez que ocorre fluxo pulsátil intermitente no tórax, relacionando-se com o volume expelido pelo ventrículo esquerdo, consistindo no volume sistólico. Desta forma, multiplicando-se pela FC, demonstrando o DC (Potério et al, 2011).

No passado, esta tecnologia foi questionada por alguns autores, caindo em desuso. No entanto, a bioimpedância vem se aprimorando com o passar dos anos. Entre 1981 e 1986, novas modificações no processamento de sinais e novos algoritmos têm sido propostos para calcular o DC com o objetivo de aperfeiçoar e melhorar esse método.

O monitor de DC com bioimpedância vêm sendo provado como eficaz e de confiabilidade, após várias comparações com métodos já consagrados como o de termo diluição e ecografia. Em um estudo com pacientes instáveis e estáveis submetidos à cirurgia cardíaca, Suttner et al (2006), observaram uma correlação estreita e valores clinicamente aceitáveis e precisão entre as medições de DC obtidos com a impedância cardiográfica e aqueles obtidos com termodiluição artéria pulmonar. Até mesmo em pacientes com hipertensão pulmonar, a cardiografia de impedância mostrou boa acurácia e precisão para a determinação do DC em comparação a termodiluição, fornecendo informações precisas sobre o estado de pré-carga e mostrou potencial para se tornar um método eficaz e não invasivo para o seguimento destes pacientes (Tonelli et al, 2011).

Portanto, a avaliação por impedância cardiográfica pode ser um recurso interessante na avaliação de pacientes no pós-operatório, uma vez que tem demonstrado boa confiabilidade para as medidas hemodinâmicas. Tais medidas podem fornecer avaliação online dos eventos hemodinâmicos,

constituindo-se de uma monitorização eficaz que pode direcionar a conduta clínica imediata. No presente estudo prospectivo controlado, serão medidas as variáveis hemodinâmicas através da técnica de cardioimpedância em pacientes idosos submetidos à artroplastia de quadril com o uso de metilmetacrilato como cimento ósseo para a prótese, sendo os pacientes submetidos à anestesia raquidiana com bupivacaína isobárica associada com fentanil.

Desta forma, o estudo teve como objetivo avaliar a magnitude das variações hemodinâmicas durante o procedimento cirúrgico, ou seja, antes da aplicação da raquianestesia e do MTC, o que contribuirá para entendermos a fisiopatologia da hipotensão causada pelo MTC, como também procurar otimizar as ações preventivas e corretivas destes efeitos hemodinâmicos, evitando-se as suas repercussões clínicas a estes pacientes.

2. OBJETIVOS E HIPÓTESE CENTRAL

Avaliar a magnitude das variações hemodinâmicas durante o procedimento cirúrgico, ou seja, antes da aplicação da raquianestesia e do MTC.

Hipóteses principais do estudo:

- 1) Após a expansão volêmica, será observado aumento do DC, associado ao aumento da PAS e FC, sem alterações substanciais do índice cardíaco (IC) e da resistência vascular sistêmica (RVS).
- 2) Após a sedação e raquianestesia, será observada pequena variação DC, com ligeira queda da FC e PAS, sem alterações substanciais do IC e da RVS.
- 3) Durante a colocação da prótese e do cimento será observada queda maior do DC associada a queda pressórica e aumento da FC, sem alterações substanciais do IC e da RVS.
- 4) As variáveis hemodinâmicas se correlacionariam com as variáveis antropométricas, uso de efedrina e classe funcional da NYHA.

3- MATERIAIS E MÉTODOS

3.1: Desenho do estudo: Estudo prospectivo, transversal com intervenção ativa.

3.2: Sujeitos: Foram avaliados 12 pacientes submetidos à artroplastia total de quadril internados no Hospital Santa Casa de Misericórdia de São Carlos. Os voluntários apresentavam diagnóstico clínico de osteoartrose de quadril, faixa etária acima de 65 anos, de ambos os sexos, com estabilidade clínica e anestésica, sem morbidades graves ou reservas funcionais seriamente comprometidas.

3.3: Aspectos Éticos: Os sujeitos assinaram um termo de consentimento informado para participar do presente estudo e o protocolo e os procedimentos foram devidamente aprovados pelo Comitê de Ética Médica da Santa Casa de Misericórdia de São Carlos e da UFSCar (Anexo III).

3.4: Principais critérios de inclusão:

- 65 anos ou mais;
- Homens ou mulheres;
- Estabilidade clínica, tal como avaliado pelo médico que acompanha, durante pelo menos 3 meses.

3.5: Principais critérios de exclusão

- Anemia ([Hb] <12 g%);
- Asma ou DPOC;
- Angina instável, arritmias cardíacas e o uso de desfibrilador implantável;
- Infarto do miocárdio nos últimos 6 meses;
- Incapacidade de compreender e cooperar com os procedimentos.
- Hemotransfusão no intra-operatório

3.6: Avaliações e exames clínicos

Avaliação ortopédica: Todos os pacientes foram submetidos inicialmente à avaliação ortopédica e apresentando elegibilidade para cirurgia de artroplastia de quadril, preenchendo a todos os critérios de inclusão, e não apresentando nenhum dos critérios de exclusão, foram incluídos nesta pesquisa. Para fins cirúrgicos, foi realizado a radiografia ântero-posterior (AP) especial de bacia e perfil absoluto do quadril, ambos com escala 100%. (AP bacia: ampola a 100 cm da sínfise púbica com os membros inferiores em rotação neutra e abdução neutra; perfil absoluto do quadril: perfil acetabular e femoral concomitantes).

Avaliação anestésica: Foram avaliadas as condições clínicas, antecedentes pessoais, uso de medicamentos e co-morbidades associadas. A seguir os pacientes foram submetidos a exame físico completo, no qual foram pesados e a altura foi obtida. A classificação ASA (American Society of Anesthesiologists) foi obtida de acordo com a tabela a seguir (Ament, 1979), onde somente pacientes com classe I, II e III foram incluídos nesta pesquisa:

CLASSIFICAÇÃO ASA

ASA	Descrição
I	Paciente saudável
II	Doença sistêmica moderada, sem limitação das funções vitais
III	Doença sistêmica severa, com funções vitais comprometidas
IV	Doença sistêmica severa com ameaça à vida
V	Paciente moribundo, morte esperada nas próximas 24h com ou sem intervenção cirúrgica
E	Em cirurgias de emergência acrescentar o E ao número ***As cirurgias de emergência triplicam o risco anestésico

Tabela 1: Classificação da ASA.

Exames subsidiários: Foram coletadas amostras de sangue para realização dos seguintes exames laboratoriais: Hemograma completo com

plaquetas, sódio, potássio, uréia, creatinina, coagulograma, glicemia de jejum e urina I. Adicionalmente, foram solicitados outros exames laboratoriais quando a clínica do paciente determinasse, além de eletrocardiograma e radiografia do tórax AP e perfil.

3.7: Procedimentos experimentais

Após as avaliações, os pacientes foram submetidos ao procedimento cirúrgico, na qual foi realizado no Centro Cirúrgico da Santa Casa de Misericórdia de São Carlos. Os pacientes eram internados no dia anterior ao procedimento cirúrgico, para controle das condições clínicas. No dia da cirurgia, os pacientes foram preparados na sala de cirurgia, onde foi instalado um monitor multiparamétrico com módulo de eletrocardiograma (ECG), oximetria e pressão arterial automática termômetro (Dixtal, DX 2021, Amazonas-Brasil). Adicionalmente, o sistema de cardioimpedância (Phisioflow PF-05™ (Manatec Biomedical, Paris, França) foi adaptado ao paciente ainda acordado em repouso no decúbito da realização da cirurgia (1º medida). Neste momento, o sistema foi calibrado e foram obtidas as primeiras medidas dos dados hemodinâmicos. Após isto, foi realizado a venopunção com cateter venoso periférico 18G e expansão da volemia com Ringer lactato 10ml/Kg. Ao término da expansão da volemia obteve-se a segunda medida dos dados hemodinâmicos (2º medida).

Após a preparação do paciente e a expansão do volume Ringer lactato, foi realizado a raquianestesia com bupivacaína isobárica (3ml), associado a fentanil 20 mcg, com o paciente em decúbito lateral com o lado a ser abordado cirurgicamente para cima, foi realizado a punção em L4-L5, com a agulha de Quicke 27G e após a observação do gotejamento do líquido realizou-se a infusão do anestésico na velocidade de 0,5 ml por segundo. Terminado a raquianestesia, o paciente foi posicionado na posição cirúrgica, em decúbito lateral. Finalmente, quando a anestesia foi fixada, sendo testada através da

sensação térmica com algodão embebido de éter e alcançar o nível T12, foi realizado a terceira aferição dos dados hemodinâmicos (3º medida).

Iniciado a cirurgia, o paciente manteve-se sedado com midazolam 2 mg e infusão de líquido Ringer Lactato na velocidade 5ml/kg/hora mais duas vezes as perdas sanguíneas estimadas, até perfazer um total de 2.000 de Ringer Lactato. A partir de então, administrou-se a solução de hás-steril 6% até um total de 500 ml. Se o paciente apresentasse uma perda de sangue significativa e fosse necessário a hemotransfusão, estes seriam excluídos. Já os que tiveram uma perda sanguínea moderada e controlada (menor que 10%) e não apresentaram sinais clínicos e laboratoriais de necessidade de transfusão sanguínea continuaram a serem estudados. Neste momento, foi realizada nova medida meia hora após a sedação (4º medida).

Após abordagem cirúrgica e preparação do fêmur e acetábulo, obtivemos uma nova medida dos dados hemodinâmicos (5º medida), que foram repetidos após a colocação do cimento ósseo (6º medida), após a colocação da prótese (7º medida) e posteriormente até o final da cirurgia.

Figura 1: Desenho esquemático dos eventos hemodinâmicos e tempo médio de coleta desta pesquisa.

3.8: Avaliação hemodinâmica central por cardioimpedância transtorácica

As variáveis hemodinâmicas (volume sistólico (VS), mL; débito cardíaco - DC, L/ min; índice cardíaco-IC, L/min/m²) foram estimados de forma não invasiva em todo o procedimento cirúrgico usando o PhysioFlow PF-05™ (Manatec Biomedical, Paris, França). O princípio do PhysioFlow™ (Signal-Morfologia ICG-™) baseia-se no pressuposto de que as variações na impedância (ΔZ) ocorrem quando uma corrente alternada de alta frequência (75 kHz) e baixa magnitude (1,8 mA) passa através do tórax durante a ejeção cardíaca, apresentando assim uma forma de onda específica, a partir do qual pode ser calculado VS (Bernstein, 1986; Bogaard et al, 1997 Bogaard et al, 1998a; Bogaard et al, 1998b; Tordi et al, 2004).

ΔZ , portanto, descreve a velocidade do fluido, é uma onda lisa que corresponde com a sístole, como indicado por um traçado de ECG. A primeira derivada matemática de ΔZ (dZ/dt) descreve a aceleração do fluido, i.e, o pico de ΔZ deve corresponder com a linha de base de dZ/dt). Como descrito abaixo, PhysioFlow™ depende de uma análise morfológica do sinal dZ/dt , e o algoritmo não requer medição da impedância basal torácica (Z_0) fazendo a posição dos eletrodos não críticos para a precisão das medições. Além disso, a estimativa da resistividade do sangue não é necessária (Bernstein, 1986; Bogaard et al, 1997 Bogaard et al, 1998a; Bogaard et al, 1998b; Tordi et al, 2004). Inicialmente, um índice do VS (IVS, ml/m² = VS/ASC (área de superfície corporal = $0,024265 \times \text{peso}^{0.5378} \times \text{altura}^{0.3964}$) é calculado em repouso, avaliando 24 batimentos cardíacos consecutivos (procedimento de calibração automática) e registrando a maior variação de impedância durante a sístole ($Z_{\max} - Z_{\min}$) e a maior taxa de variação da dZ/dt ("índice de contractilidade", IC).

Além disso, o sistema calcula o intervalo de tempo entre o primeiro valor zero de dZ/dt após o início do ciclo cardíaco (início do QRS no ECG, "b-point") e seu primeiro ponto mais baixo, após o pico da IC ("x-point"), assim, estimando o tempo de ejeção ventricular (chamado de "tempo de inversão de fluxo torácico" ou TFIT). Considerando que a forma de onda de impedância

depende da observância da aorta e FC, o TFIT é mais ponderado (W) por um algoritmo que leva em consideração a pressão de pulso (PA sistólica - diastólica) e FC:

$$IVScal = kx [(IC) / (Zmax - Zmin) \times W (TFITcal)] \text{ [Eq. 1]}$$

onde k é uma constante. Variações dos parâmetros são então registrados e comparados com os obtidos durante o procedimento de calibração, utilizando a metodologia seguinte:

$$IVS = IVScal \times \sqrt[3]{(IC / CTIcal \times TFITcal / TFIT)} \text{ [Eq. 2]}$$

O DC é calculado como:

$$DC = IVS \times FC \times ASC \text{ [Eq. 3]}$$

Um mostrador de ECG, a segunda derivada do ECG, ΔZ e dZ/dt estão disponíveis para a monitorização contínua dos sinais gravados pelo PhysioFlow PF-05™ (Figura 2). Existem quatro principais pontos de referência em dZ/dt traçado:

i) a um ponto, que coincide, após um atraso eletro-mecânico leve, com a onda P no ECG marca o início do enchimento diastólico tardio (A-ondas);

ii) o ponto b-que se aproxima da abertura da válvula da aorta;

iii) o ponto c, que marca a aceleração máxima de sangue para fora dos ventrículos tanto, e

iii) o ponto x, que constituiu o ponto de inversão do fluido intra-torácico e corresponde aproximadamente ao fechamento da válvula aórtica. Após o mais baixo ponto x-a, a forma de onda retorna à linha de base e começa a aparecer uma forma de onda diastólica precoce associada com a abertura da válvula mitral, denominada de onda S. Um sinal é considerado "aceitável" se estes pontos são corretamente identificados por uma sequência de quadrados, caso contrário, as variáveis hemodinâmicas ainda serão gravadas, mas com um sinal de alerta.

Figura 2: Eventos hemodinâmicos plotados on-line na tela do PhysioFlow.

No presente estudo, incluímos apenas um teste na análise se pelo menos 75% das gravações fossem "aceitáveis".

3.9: Posicionamento dos eletrodos

Após a realização da tricotomia e limpeza da região com álcool, secando a seguir a pele e utilizando gel Nuprep, com a finalidade de promover abrasão da pele, foram dispostos os eletrodos de acordo com a figura 3;

- 1) Eletrodos azul e branco dispostos no triângulo lateral esquerdo do pescoço (emitem a corrente elétrica)
- 2) Eletrodo vermelho posicionado na metade superior do esterno (longilíneos) na linha de V1, ou metade inferior do esterno (brevilíneos), e o eletrodo laranja posicionado em V6, sendo estes responsáveis pelo ECG.
- 3) Eletrodos verde e preto, posicionados na região anterior do tórax no nível do da porção inferior do esterno e apêndice xifóide, respectivamente.

Figura 3: representação ilustrativa do posicionamento dos eletrodos de superfície.

4. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Os dados foram analisados no programa estatístico *Instat* versão 10.0. De acordo com a natureza da distribuição das variáveis, as medidas de tendência central e de dispersão utilizadas foram média e desvio padrão (paramétricas). Para análise comparativa das diferenças entre as situações foram usados o teste de análise de variância não-paramétrico ANOVA one-way (com post hoc de Bonferroni). Correlações entre as variáveis foram testadas usando correlação de Pearson, os dados foram analisados no programa Statistica 7.0. O nível de significância foi de $p < 0,05$ para todos os testes estatísticos.

5. RESULTADOS

Os resultados expostos a seguir são referentes à avaliação que consta das características da amostra selecionada.

Tabela 2. Dados clínicos e antropométricos dos voluntários estudados:

<i>VARIÁVEIS</i>	<i>n=12</i>
Idade	73,5±8
Sexo M/F	5/7
Massa corporal (kg)	74,6±7
Altura (m)	1,62±0,09
IMC (kg/m ²)	28,6±4,1
<i>FATORES DE RISCO</i>	
ASA	II=8/III=4
HAS (n)	10
DM (n)	2
Hipotireoidismo (n)	1
Tabagismo (n)	1
NYHA	I=6/II=5/III=1
História de AVE (n)	2

Dados referentes à idade e variáveis antropométricas estão apresentados em média ± DP. Dados referentes aos fatores de risco estão apresentados com o número de indivíduos relacionados à variável. Definição: n=número de indivíduos; IMC=índice de massa corpórea; ASA=American Society of anesthesiologist; HAS=hipertensão arterial sistêmica (mmHg); DM=diabetes

mellitus; NYHA=New York Heart Association; AVE= accidente vascular encefálico.

Tabela 3. Uso de medicamentos e exames laboratoriais pré-operatórios dos voluntários estudados:

<i>AVALIAÇÃO PRÉ-OPERATÓRIA</i>	<i>n=12</i>
Betabloqueador (n)	2
IECA (n)	5
A2	2
Diurético (n)	6
Hipoglicemiante (n)	2
Antiarrítmico (n)	1
Antidepressivo (n)	3
<i>EXAMES LABORATORIAIS</i>	
Glicemia (mg/dL)	100,1±20
Uréia (mg/dL)	43±14,3
Creatinina (mg/dL)	1,04±2,3
Hb	13,9±1,1
Ht	39,4±2,9
Plaquetas (mm ³)	263.583±120

Dados referentes aos exames laboratoriais estão apresentados em média ± DP. Dados referentes à medicação estão apresentados com o número de indivíduos relacionados à variável. Definição: n= número de indivíduos; BRA= bloqueador de receptor de angiotensina; IECA= inibidor de enzima de conversão de angiotensina; Hb= hemoglobina (g/dL); Ht= hematócrito (%).

Com relação aos valores antropométricos, os voluntários apresentaram valores semelhantes com relação á idade, peso, altura e IMC. Quanto aos fatores de risco, 10 voluntários apresentavam HAS. Além disso, a maioria dos voluntários estudados apresentou ASA II.

Quanto aos dados pré-operatórios, 5 voluntários faziam uso de medicação inibidor de enzima conversora de angiotensina (IECA) e 6 voluntários usavam diuréticos, conforme mostra a tabela 3.

A seguir, a figura 4 ilustra o comportamento do DC, com e sem o evento uso de efedrina.

Figura 4. Comportamento do débito cardíaco expresso em média $\pm$ DP. Em (A) comportamento do DC com uso de efedrina (8 voluntários). Em (B) comportamento do DC sem uso de efedrina (12 voluntários). Em (A) Diferença significativa entre expansão volêmica 1 vs redução. $p < 0,05$. Em (B) Diferença significativa entre expansão volêmica 1 vs raquianestesia, cimentação femoral,

redução e final da cirurgia. Diferença significativa entre expansão volêmica 2 vs redução. $P < 0,05$.

Na figura 4 (A) o DC apresentou aumento significativo durante a expansão volêmica quando comparado ao momento da redução, durante a cirurgia. Além disso, foi observado comportamento semelhante para a figura 1 (B) na qual não foi utilizado efedrina, porém, houve aumento significativo do DC durante a expansão volêmica quando comparado aos momentos de raquianestesia, expansão volêmica, cimentação femoral, inserção da prótese, redução e ao final da cirurgia. Adicionalmente, o DC apresentou diminuição significativa no momento da inserção da prótese e durante a redução, quando comparado com o momento da expansão volêmica.

A figura 5, a seguir, ilustra os valores obtidos de volume sistólico (VS) durante a cirurgia de prótese de quadril:

Figura 5. Comportamento do volume sistólico (VS) expresso em média $\pm$ DP. Em (A) comportamento do VS com utilização de efedrina. Em (B) comportamento do VS sem uso de efedrina. Em (A) Diferença significativa entre expansão volêmica 1 vs cimentação femoral, inserção da prótese, redução e final da cirurgia e expansão volêmica 2 vs redução. $p < 0,05$. Em (B) Diferença significativa entre expansão volêmica 1 vs inserção da prótese e expansão volêmica 2 vs cimentação femoral, inserção da prótese redução e final da cirurgia. $P < 0,05$.

Na figura 5 (A) o VS apresentou aumento significativo durante a expansão volêmica quando comparado ao momento da cimentação femoral, inserção da prótese, redução e ao final da cirurgia ($p < 0,05$). Além disso, foi observado comportamento semelhante durante a expansão volêmica quando comparado à redução e ao final da cirurgia. Na figura 1 (B) na qual não foi utilizado efedrina, houve aumento significativo de VS durante a expansão volêmica quando comparado aos momentos da inserção da prótese e ao final da cirurgia. Adicionalmente, o VS apresentou queda no momento da inserção da prótese e durante a redução quando comparado à expansão volêmica.

A figura 6, a seguir ilustra os valores obtidos do IC durante a cirurgia de prótese de quadril:

Figura 6. Comportamento do índice cardíaco (IC) expresso em média $\pm$ DP. Em (A) comportamento do IC com utilização de efedrina. Em (B) comportamento do IC sem uso de efedrina. Em (B) Diferença significativa entre expansão volêmica1 vs raquianestesia e redução. $P < 0,05$.

Na figura 6 (A) o índice cardíaco (IC) não apresentou diferença significativa em nenhum dos momentos estudados. Porém, na figura 3 (B), ou seja, sem o uso de efedrina, houve aumento significativo de IC durante a expansão volêmica quando comparado aos momentos da raquianestesia e durante a redução.

A figura 7, a seguir ilustra os resultados obtidos da frequência cardíaca (FC) durante a cirurgia de prótese de quadril:

Figura 7. Comportamento da frequência cardíaca (FC) expresso em média $\pm$ DP. Em (A) comportamento da FC com utilização de efedrina. Em (B) comportamento da FC sem uso de efedrina. Em (A) Diferença significativa entre raquianestesia vs final da cirurgia. $P < 0,01$.

Na figura 7 (A) ilustra redução significativa dos valores durante o momento da raquianestesia quando comparado ao final da cirurgia.

A figura 8, a seguir, ilustra os valores obtidos da pressão arterial sistólica (PAS) durante a cirurgia de prótese de quadril

Figura 8. Comportamento da pressão arterial sistólica (PAS) expresso em média $\pm$ DP. Em (A) comportamento da PAS com utilização de efedrina. Em (B) comportamento da PAS sem uso de efedrina. Em (A) Diferença significativa entre repouso vs expansão volêmica 2, efedrina, cimentação femoral, inserção da prótese, redução, final da cirurgia. Diferença significativa entre sedação vs efedrina, cimentação femoral, inserção da prótese, redução e final da cirurgia. Diferença significativa expansão volêmica 1 vs expansão volêmica 2, efedrina, cimentação femoral e inserção da prótese. Diferença significativa entre raquianestesia vs efedrina, $p < 0,01$. Em (B) Diferença significativa entre repouso

vs expansão volêmica², efedrina, cimentação femoral, inserção da prótese, redução, final da cirurgia. Diferença significativa entre sedação vs expansão volêmica 2, efedrina, cimentação femoral, inserção da prótese, redução, final da cirurgia. Diferença significativa entre expansão volêmica 1 vs expansão volêmica 2, cimentação femoral, inserção da prótese, redução, final da cirurgia. Diferença significativa entre a raquianestesia vs expansão volêmica², cimentação femoral, inserção da prótese, e final da cirurgia. $P < 0,05$.

Na figura 8 (A) com utilização de efedrina foi possível observar aumento significativo da PAS durante o repouso quando comparado aos momentos de expansão volêmica, efedrina, cimentação femoral, inserção da prótese, redução e ao final da cirurgia. Além disso, durante a sedação houve aumento significativo da PAS quando comparado aos momentos de expansão volêmica, efedrina, cimentação femoral, inserção da prótese, redução e ao final da cirurgia. Adicionalmente, houve aumento significativo da PAS durante a expansão volêmica quando comparado à expansão volêmica, efedrina, cimentação femoral e inserção da prótese. Com relação à figura 5 (B) na qual não foi utilizado efedrina, os valores de PAS aumentaram significativamente na posição de repouso quando comparado aos momentos de expansão volêmica, cimentação femoral, inserção da prótese, redução e ao final da cirurgia. Semelhante ocorreu com os valores da PAS durante os momentos da sedação, expansão volêmica e raquianestesia, na qual houve aumento significativo dos valores quando comparado aos momentos de expansão volêmica, cimentação femoral, inserção da prótese, redução e ao final da cirurgia.

A figura 9, a seguir, ilustra os resultados obtidos de saturação de oxigênio (SpO₂) durante a cirurgia de prótese de quadril:

Figura 9. Comportamento da saturação periférica de oxigênio (SpO₂) expresso em média $\pm$ DP. Em (A) comportamento da SpO₂ com utilização de efedrina. Em (B) comportamento da SpO₂ sem uso de efedrina. Em (A) Diferença significativa entre sedação vs efedrina, cimentação femoral, inserção da prótese, redução e final da cirurgia. Em (B) Diferença significativa entre sedação vs expansão volêmica1, raquianestesia, expansão volêmica2, cimentação femoral, inserção da prótese, redução e final da cirurgia. $P < 0,01$.

A figura 9 (A) ilustra o comportamento da saturação de oxigênio (SpO_2) com a utilização de efedrina. Houve redução significativa dos valores de SpO_2 durante a sedação quando comparado aos momentos da raquianestesia, expansão volêmica, efedrina, cimentação femoral, inserção da prótese e ao final da cirurgia. Adicionalmente, na figura 6 (B) na qual não foi administrado efedrina, os valores de SpO_2 apresentou valores semelhantes á figura 6 (A) onde houve redução significativa dos valores durante a sedação quando comparado aos momentos de expansão volêmica, raquianestesia, expansão volêmica, cimentação femoral, inserção da prótese, redução e ao final da cirurgia.

A figura 10, a seguir, ilustra os resultados obtidos de resistência vascular sistêmica (RVS) durante o procedimento cirúrgico:

Figura 10. Comportamento da resistência vascular sistêmica (RVS) expresso em média $\pm$ DP. Em (A) comportamento da RVS com utilização de efedrina. Em (B) comportamento da RVS sem uso de efedrina.

A figura 10 ilustra os resultados obtidos de resistência vascular sistêmica (RVS) durante o procedimento cirúrgico. Não foi observada diferença significativa para ambas às situações estudadas (com ou sem efedrina).

A figura 11 a seguir, ilustra os resultados das correlações entre as variáveis estudadas durante a cirurgia de prótese de quadril:

Figura 11: Em (A) correlação entre a massa corporal (Kg) e DC, $r=0,81$, $p=0,01$, em (B) correlação entre as variáveis, massa corporal e IC, $r= 0,60$ e em (C) correlação entre massa corporal e VS, $r= 0,67$.

A figura 11 ilustra os resultados das correlações, em (A) massa corporal apresentou forte correlação com DC $r=0,81$. Na figura (B) houve moderada correlação entre massa corporal e IC, $r=0,60$. Na figura (C) houve moderada correlação entre massa corporal e VS $r=0,67$.

A figura 12, a seguir ilustra os resultados das correlações entre as variáveis estudadas durante a cirurgia de prótese de quadril:

Figura 12: Correlação entre idade e VS, $r= -0,64$, $p<0,01$.

Na figura 12 houve moderada correlação entre idade e VS, $r=-0,64$, $p<0,01$.

A figura 13 a seguir, ilustra os resultados das correlações entre as variáveis estudadas durante a cirurgia de prótese de quadril:

Figura 13: Correlação entre IC e NYHA , $r = -0,61$, $p < 0,01$.

Na figura 13 houve moderada correlação entre IC e NYHA, $r = -0,61$, $p < 0,01$.

A figura 14 a seguir, ilustra os resultados das correlações entre as variáveis estudadas durante a cirurgia de prótese de quadril:

Figura 14: Correlação entre dose de efedrina e DC, $r = 0,70$. $p < 0,01$.

Na figura 14, houve forte correlação entre doses de efedrina e DC, com $r = 0,70$.

6. DISCUSSÃO

O principal objetivo do presente estudo foi avaliar a magnitude das variações hemodinâmicas, utilizando uma técnica de medida não invasiva, a cardioimpedância, durante o procedimento cirúrgico de prótese de quadril com uso de MTC e raquianestesia. Os principais achados podem ser assim sumarizados: 1) após a expansão volêmica, observamos que houve aumento do débito cardíaco (DC) quando comparado a raquianestesia, cimentação, inserção, redução da prótese e ao final da cirurgia. Tais resultados foram, de certa forma, atenuados na presença de efedrina. Já o volume sistólico (VS) sofreu alterações nos eventos supracitados na presença ou não da droga. Finalmente, a frequência cardíaca (FC), o índice cardíaco (IC) e a resistência vascular sistêmica (RVS) sofreram poucas alterações durante os eventos estudados. Finalmente, observamos que as alterações hemodinâmicas provocadas nos eventos estudados se correlacionaram com a massa corporal, o uso de efedrina e com a classe funcional da NYHA dos pacientes estudados. Apesar das alterações encontradas durante os eventos, estas foram sendo corrigidas ao longo do procedimento cirúrgico, configurando-se a cardioimpedância como uma análise não invasiva interessante para monitorização, guiando a conduta terapêutica destes pacientes.

Características da população estudada:

Podemos observar que a nossa população estudada está semelhante à população comumente demonstrada na literatura (National Joint Registry for England and Wales 9th Annual, 2012), onde a grande maioria apresenta idade entre 70 e 79 anos e com uma marcada frequência do sexo feminino em relação ao masculino. No presente estudo, os pacientes apresentavam IMC entre 25 e 29, denotando um sobrepeso seguido de alguns casos de obesidade leve, mas apresentando um estado de saúde classificado como ASA II na sua maioria, onde quase a totalidade dos pacientes apresentava alguma comorbidade, sendo

a hipertensão arterial sistêmica (HAS) a mais frequente, em 10 pacientes (83% dos pacientes), e Diabetes Mellitus (DM) em 2 pacientes (17%). Adicionalmente, observamos hipotireoidismo em apenas 1 paciente.

Entretanto, podemos observar que devido à comorbidades e idade dos pacientes submetidos a este procedimento, frequentemente encontramos estados clínicos com pacientes com risco aumentado (ASA III), onde em nossa amostra 2 pacientes (17%) apresentavam antecedentes de acidente vascular encefálico (AVE) com grau de sequela severo em um deles. Por outro lado, pudemos também observar que mesmo apresentando uma população de idade avançada, com significativa comorbidade, todos apresentavam um estado clínico compensado com todos os exames laboratoriais, dentro da normalidade, e um estado clínico entre I e II seguindo a NYHA, o que é fundamental para esta abordagem cirúrgica na tentativa de se otimizar os resultados e se evitar intercorrências e complicações no intra e pós-operatório.

Alterações hemodinâmicas provocadas pelos eventos da cirurgia de prótese de quadril com MTC sob raquianestesia.

Foi observado queda significativa da PAS nos momentos que se seguem a raquianestesia, sendo esta alteração corrigida com a expansão volêmica e em 8 pacientes, o uso de efedrina. Este comportamento deve ser decorrente do bloqueio simpático realizado pelo anestésico sobre as fibras do sistema nervoso autônomo simpático presentes na medula (Greene et al, 1954) uma vez que as fibras simpáticas são mais sensíveis ao bloqueio anestésico do que as fibras que conduzem a dor (Gissen, 1988). Além disso, essas fibras apresentam-se mais na periferia ao longo da medula em relação às fibras sensitivas nas raízes medulares. Este arranjo anatômico favorece um bloqueio simpático mais efetivo e precoce que o sensitivo. Classicamente, espera-se que o bloqueio simpático durante uma raquianestesia seja dois metâmeros acima do bloqueio sensitivo (Greene, 1958). Porém, estudos demonstraram que o bloqueio simpático pode

exceder o sensitivo em até seis metâmeros (Chamberlains, 1986), ou seja, para uma anestesia efetiva em metâmeros T10, podemos ter bloqueio simpático total.

Decorrente deste bloqueio simpático, o sistema vascular periférico, até seus ramos mais terminais sofrem uma vasodilatação periférica, desde o sistema arterial, a microcirculação e o sistema venoso (Martyr, 2005).

Estas alterações produzidas pela raquianestesia sobre o sistema vascular periférico, em especial com a venodilatação, promove graus variáveis de redução de resistência vascular periférica, da pressão venosa, do volume sanguíneo circulante e do retorno venoso de sangue ao coração. A queda no retorno venoso resulta em diminuição da pressão diastólica final do átrio direito, conseqüentemente da pressão arterial (Wood, et al 2011).

Acredita-se que pequenas alterações da PAS sejam primariamente decorrentes do decréscimo da RVP, enquanto que grandes hipotensões sejam resultantes de redução do DC decorrente da diminuição do retorno venoso. Sendo assim, a restauração da pressão de enchimento venoso pela administração de líquidos é o método de tratamento mais importante e mais apropriado antes da utilização de vasoconstrictores (Nakasuji et al, 2012; Critchley et al, 1996). Por conta de tais correções, no presente estudo não foi possível observar alterações da RVS nos eventos estudados, sobretudo durante a raquianestesia.

A infusão calculada de cristalóide para expansão volêmica, com o objetivo de correção do déficit do jejum pré-operatório e obtenção de uma expansão volêmica no espaço microvascular, teve o objetivo de se evitar as alterações hemodinâmicas da raquianestesia (Mojica et al, 2002). Interessantemente, a medida de monitorização não invasiva foi efetiva para mensurar tais variações, promovendo conduta terapêutica mais rápida e eficaz, demonstrada pelas pequenas variações entre os momentos estudados. Porém, na ausência do evento efedrina tais alterações foram mais evidentes,

demonstrando assim a importância do uso da droga na maioria dos pacientes para estabilidade hemodinâmica.

De acordo com os resultados do presente estudo, houve redução significativa do DC pós expansão volêmica após a raquianestesia, compensando seus efeitos, porém nova queda do DC foi pronunciada nos momentos pós uso do cimento (pós cimentação, inserção da prótese, redução e final da cirurgia). Tais resultados foram acompanhados com as alterações do VS. Interessantemente, a raquianestesia não acarretou em alterações do VS, por outro lado, impactou negativamente após a cimentação. Tais achados podem ser explicados devido à correção volêmica ocorrida após a raquianestesia, que promoveu aumento do enchimento ventricular logo após a mesma. Porém, durante a cimentação, possivelmente os efeitos da microembolização (Orsini et al, 1987), liberação de mediadores inflamatórios (Ereth, 1992), liberação de histamina e hipersensibilidade (British Orthopaedic Association, 2006; Tryba et al, 1991), e ativação de complemento podem acarretar em aumento da RVP e assim impactar negativamente no VS. Tais afirmações são meramente especulativas e estudos futuros são necessários para melhor consolidar os resultados destas alterações.

Alterações hemodinâmicas provocadas pelos eventos da cirurgia de prótese de quadril com MTC sob raquianestesia com o uso de efedrina:

A efedrina, agonista adrenérgico, com propriedades direta e indireta sobre o sistema nervoso autonômico, promove ação direta sobre o miocárdio, que leva ao aumento do inotropismo cardíaco, aumento da FC, e do cronotropismo (McCrae, et al, 1993). Como ação sobre a circulação periférica com vasoconstricção arteriolar e venosa, diminui o sequestro de volume, melhorando o retorno venoso e elevando a PAS pelo aumento da pós-carga (Magalhães et al, 2009). Neste sentido, não obtivemos alterações significativas em relação ao DC nos momentos da utilização da efedrina em comparação com

todos os outros momentos, o que ocorreu com a PAS após o uso da efedrina em relação ao repouso e os níveis de PAS após a instalação da raquianestesia. Portanto, podemos inferir que a efedrina, utilizada para reduzir a queda dos níveis de PAS abaixo dos vinte por cento dos valores iniciais, contribuiu para a estabilização da PAS sem alterar significativamente os valores do DC. Sendo assim, um importante fármaco para o controle da PAS garante a estabilidade hemodinâmica, como sustenta a literatura (McCrae et al, 1993), mas a reposição volêmica promoveu alterações e aumento do DC, que sofreu significativas alterações com o uso do cimento, e que certamente seriam mais pronunciadas sem as manobras de expansão da volemia e o controle contínuo do paciente, como a oferta de O₂, e o controle contínuo da PAS.

Semelhante ao DC, os valores do VS sofreu alterações significativas nos momentos pós inserção da prótese, redução e final da cirurgia em relação aos seus níveis mais elevados durante a expansão volêmica, nos pacientes sem o uso da efedrina. As alterações foram mais pronunciadas após a cimentação, inserção da prótese, redução e final da cirurgia em pacientes que necessitaram do uso da efedrina. Sendo assim, especulamos que houve uma alteração precoce e mais pronunciada nos pacientes que utilizaram a efedrina, pois estes apresentarem uma menor reserva fisiológica para a estabilização da PAS.

Com relação aos valores do IC, foi observado alterações significativas somente na situação pós expansão volêmica e redução da prótese (sem o evento efedrina). O momento efedrina atenuou tais respostas de magnitudes extremas (maiores valores para o momento expansão e menores valores para o momento redução), contribuindo para a ausência de diferenças entre os eventos. Isto confirma a hipótese que a efedrina é um importante agente para estabilização e manutenção da perfusão durante as alterações hemodinâmicas neste tipo de paciente (Urban et al, 1996). Em contrapartida podemos notar que a FC apresentou algumas alterações durante o procedimento, mas não obteve resultado significativo, apenas nos indivíduos que receberam a efedrina, ao final dos procedimentos, após alguns momentos do uso da cimentação em

relação à raquianestesia pudemos encontrar uma diminuição da FC por inibição simpática das fibras cardioaceleradoras (Dyamanna et al, 2013) devido a ação cronotrópica nos receptores beta 1 cardíacos da efedrina (Becker, 2012).

Em relação à PAS, foi observada marcada alteração dos níveis, nos pacientes que receberam efedrina. Seus valores alteraram de forma discreta após a raquianestesia em relação aos valores iniciais, mas de forma significativa em todos os momentos após o uso do cimento. Os valores da PAS sofreram alterações significativas, logo após o uso de efedrina (Becker, 2012). Novamente, podemos inferir que as alterações pós-cimentação foram mais pronunciadas e importantes, comparando-se as alterações após a raquianestesia, momento conhecidamente hipotensor (Dyamanna et al, 2013).

Outro aspecto importante para tais alterações possa ser explicada pelo uso da bupivacaína isobárica, que permite melhor estabilidade pressórica (Imbelloni et al, 2007; Solacovic N, 2010), na qual tende a permanecer em níveis mais baixos do espaço liquórico, com menor bloqueio simpático, certamente, pela otimização promovida pela expansão volêmica (Parry, 2003; Pietak et al, 1997). Analisando ainda as oscilações da PAS após a cimentação e comparando-as com as alterações do DC, podemos demonstrar a importância da avaliação e monitorização mais detalhada dos dados hemodinâmicos, já que a PAS sofre mais alterações de uma forma mais generalizada, enquanto os valores de DC e VS são mais precisos em demonstrar os momentos mais críticos, principalmente nos pacientes com reserva fisiológica menor.

Síndrome da cimentação óssea:

No presente estudo, buscamos compreender as alterações hemodinâmicas durante a cirurgia da prótese de quadril com o uso do MTC e se tais medidas poderiam indicar a síndrome da cimentação óssea. A síndrome da cimentação óssea é pobremente definida na literatura, porém, é causa significativa de morbidade e mortalidade para pacientes submetidos a próteses cimentadas (Donaldson et al, 2009). Adicionalmente, pode ser caracterizada

por hipotensão arterial, hipóxia, arritmias, aumento da resistência vascular pulmonar e parada cardíaca, que ocorrem nas horas subsequentes após o evento cirúrgico (Donaldson et al, 2009).

Além disso, observamos que durante os procedimentos cirúrgicos os pacientes permanecerem relativamente estáveis, embora tenha havido alterações significativas entre as variáveis hemodinâmicas, estas foram corrigidas e compensadas para manter a estabilidade dos pacientes. Entretanto, não foi possível avaliar tais eventos continuamente após a cirurgia, sendo que tais aspectos merecem ser investigados em ensaios futuros. A síndrome da inserção do cimento ósseo apresenta um largo espectro de severidade e invariavelmente reduz a SpO₂ (Wheelwright et al, 1993). Assim, nos indivíduos que necessitaram do uso da efedrina, houve alterações significativas dos valores de SpO₂ em todos os momentos da sedação, onde ocorre depressão do sistema nervoso central, diminuição da ventilação com decorrente queda dos valores da SpO₂ (Hession et al, 2010). Porém, foi observado que somente 3 pacientes apresentaram queda isolada da saturação, porém, no momento operatório denunciaram a instalação de uma forma leve da síndrome da cimentação, com queda do DC, sendo que em um destes indivíduos evoluiu de forma tardia, após 12 horas da cimentação, para forma severa, com aumento do dímero D e franca insuficiência respiratória, necessitando de cuidados críticos, permanecendo na unidade de terapia intensiva por cinco dias, porém apresentando boa evolução.

Por outro lado, como o evento ocorreu em um subgrupo pequeno de pacientes, não foi possível fazer uma subanálise de tais resultados. Por outro lado, os resultados preliminares deste estudo sugerem que a monitorização contínua pode ser um método seguro e eficaz, podendo viabilizar a terapêutica desses pacientes durante a cirurgia. Neste sentido, a continuidade do presente estudo, avaliando um grupo maior de pacientes que apresentaram a síndrome da cimentação óssea, pode confirmar a importância da monitorização da cardioimpedância a estes pacientes.

Considerações metodológicas:

Indubitável valor apresentado neste estudo é a importância da cardioimpedância, que permitiu o estudo das alterações hemodinâmicas, continuamente, de forma não invasiva e de fácil interpretação. Apesar dos estudos comprovando a sua correlação com métodos invasivos e clássicos como a termodiluição e o ecodoppler (Muchada et al, 1990), poucos ainda mostram seu valor no intra-operatório e nas abordagens medicamentosas. No presente estudo, supomos que os valores absolutos exatos obtidos pelo sistema não apresente muita importância, ou seja, os valores obtidos podem apresentar algum erro em valores absolutos, no entanto, a magnitude dos valores durante os procedimentos de seguimento clínico e de monitorização podem ser importantes para estabelecer estratégias terapêuticas imediatas, demonstrando-se como uma importante ferramenta adicional na monitorização destes indivíduos, principalmente naqueles que se apresentam com maiores riscos.

Correlações entre as variáveis hemodinâmicas e as características antropométricas, uso de efedrina e classe funcional da NYHA:

No presente estudo foi possível observar correções importantes entre DC, VS e massa corporal, conforme previamente demonstrado em outros estudos (Turkbey et al, 2010). Adicionalmente, como esperado, observamos que o VS se correlacionou negativamente com a idade, conforme outros achados prévios (Ridout et al, 2010). Interessantemente, a classe funcional apresentou correlação negativa com o IC. Tais achados foram observados em estudos prévios comparando dados hemodinâmicos pela cardioimpedância com a capacidade funcional mensurada pelo consumo de oxigênio (Louvaris et al, 2013). Tais achados são importantes, pois podem indicar que pacientes com classe funcional prejudicada podem apresentar pior reserva cardíaca funcional. Finalmente, o uso de efedrina se correlacionou positivamente com o DC, no final da cirurgia, demonstrando que naqueles indivíduos com o uso de doses mais elevadas de efedrina administradas responderam a maiores valores de

DC. Outros estudos prévios compararam o uso de drogas e as variações do DC, entretanto, com outros métodos de medidas hemodinâmicas (Patterson et al, 1991). Entretanto, tais achados, para o nosso conhecimento, ainda não foram explorados neste contexto.

7. CONCLUSÕES

Os resultados do presente estudo permitem concluir que durante o procedimento cirúrgico de prótese de quadril com uso de MTC e sob raquianestesia:

- 1) A sedação acarretou em redução da PAS e da saturação periférica de oxigênio.
- 2) A expansão volêmica acarretou em aumento do DC com ligeira queda do mesmo durante a raquianestesia, acompanhado de queda do IC.
- 3) O VS caiu em maior magnitude somente nos momentos da cimentação em diante, acompanhados por queda do DC, sem alterações substanciais do IC e da resistência vascular sistêmica.
- 4) As alterações hemodinâmicas foram menores em subanálise daqueles pacientes que receberam efedrina.

8. REFERÊNCIAS¹

- AMENT, R. **Origin of the ASA classification.** *Anesthesiology*. 1979 Aug;51(2):179.
- BECKER DE. **Basic and clinical pharmacology of autonomic drugs.** *Anesth Prog* 2012 Winter;59(4):159-68.
- BEN-DAVID, B. bupivacaine-fentanyl spinal anesthesia for surgical repair of hip fracture in the aged. **Anesthesiology** 2000; 92: 6–10.
- BENGTSON, A. et al. Anaphylatoxin release in association with methylmethacrylate fixation of hip prostheses. **J Bone Joint Surg** 1987; 69: 46–9.
- BERNSTEIN, D.P. A new stroke volume equation for thoracic electrical bioimpedance: theory and rationale. **Crit Care Med** 1986;14:904-909.
- BOGAARD, H.J. The haemodynamic response to exercise in chronic obstructive pulmonary disease: assessment by impedance cardiography. **Eur Respir J** 1998;12(2):374-9.
- BOGAARD, H.J. et al. Non-invasive assessment of cardiac output during exercise in chronic obstructive pulmonary disease: comparison of the CO₂-rebreathing method and electrical impedance cardiography. **Physiol Meas** 1997;18(4):327-38.
- BOGAARD, H.J. et al. Assessment of the haemodynamic response to exercise by means of electrical impedance cardiography: method, validation and clinical applications. **Physiol Meas** 1997;18(2):95-105.
- British Orthopaedic Association. **Primary total hip replacement: aguide to good practice.** 2006. Available from www.boa.ac.uk/site/showpublications.aspxID=59.
- BURGESS D.M. Cardiac arrest and bone cement (letter). *Br Med J*; 1970;3:588.
- Byrick RJ, Kay JC, Mullen JBM. Pulmonary marrow embolism: a dog model simulating dual component cemented arthroplasty. **Can J Anaesth** 1987;34:336-42.
- CALLAGHAN J.J. Charnley total hip arthroplasty with cement. **J Bone Joint Surg** 2000; 84: 487-497.

CHAMBERLAINS D.P.; CHAMBERLAIN B.D.L. Changes in skin temperature of the trunk and their relationship with sympathetic blockade during spinal anesthesia. **Anesthesiology** 1986; 65:139-143.

CLARK D.I. et al. Cardiac output during hemiarthroplasty of the hip. **J Bone Joint Surg [Br]** 2001;83-B:414-8.

Clergue F. French survey of anesthesia in 1996. **Anesthesiology** 1999 Nov;91(5):1509-20.

CRITCHLEY L.A.; CONWAY F. Hypotension during subarachnoid anaesthesia: haemodynamic effects of colloid and metaraminol. **Br J Anaesth.** 1996 May;76(5):734-6.

Diretrizes Assistenciais, Protocolo Gerenciado - **Artroplastia Total do Quadril, Hospital Albert Einstein**, 2009. <http://www.Saudedireta.com.br/docsupload/1331418436Protocolo-quadril.pdf>.

DONALDSON A.J. et al. Bone cement implantation syndrome. **Br J Anaesth.** 2009 Jan;102(1):12-22.

DYAMANNA D.N.; BS S.K.; ZACHARIA B.T. Unexpected bradycardia and cardiac arrest under spinal anesthesia: case reports and review of literature. **Middle East J Anesthesiol** 2013 Feb;22(1):121-5.

ERETH M.H.; et al. Cemented versus noncemented total hip arthroplasty-embolism, haemodynamics and intrapulmonary shunting. **Mayo Clinic Proc** 1992; 67: 1066-7.

GISSSEN AJ. et al. Developmental neurophysiology of mammalian peripheral nerves and age-related differential sensitivity to local anaesthetic. **Br J Anaesth** 1988 Dec;61(6):754-60.

GONANO C.; Spinal versus general anesthesia for orthopedic surgery: anesthesia drug and supply costs. **Anesth Analg.** 2006 Feb;102(2):524-9.

GREENE N.M. et al. Hypotensive spinal anesthesia: respiratory, metabolic, hepatic, renal and cerebral effects **Ann Surg.** 1954 Nov;140(5):641-51.

GREENE N.M. Area of differential block in spinal anesthesia with hyperbaric tetracaine. **Anesthesiology** 1958 Jan-Feb;19(1):45-50.

HAUGEN I.K.; et al. Prevalence, incidence and progression of hand osteoarthritis in the general population: the Framingham Osteoarthritis Study. **Ann Rheum Dis** 2011;70(9):1581-6.

HESSION P.M.; Joshi G.P. Sedation: not quite that simple. **Anesthesiol Clin** 2010 Jun;28(2):281-94.

Holmström B, et al Combined spinal epidural block versus spinal and epidural block for orthopedic surgery. **Can J Anaesth** 1993;40(7):601-6.

Imbelloni L.E.; Beato L, Gouveia MA, Cordeiro JA. Low dose isobaric, hyperbaric, or hypobaric bupivacaine for unilateral spinal anesthesia. **Rev Bras Anesthesiol** 2007 Jun;57(3):261-70.

IMBELLONI L.E.; GOUVEIA M.A.; CORDEIRO J.A. Raquianestesia continua versus bloqueio combinado raqui-peridural para cirurgias ortopédicas de grande porte. Estudo prospectivo e aleatório. Sao Paulo **Med J.** 2009 Jan;127(1):7-11.

KARLSSON, J. et al. Methylmethacrylate monomer produces direct relaxation of vascular smooth muscle in vitro. **Acta Anaesthesiol Scand** 1995;39:685-9.

KELLGREN, J.H.; LAWRENCE, J.S. Radiological assessment of rheumatoid arthritis. **Ann Rheum Dis.** 1957 Dec;16(4):485-93.

KINSELLA, K.; VELKOFF, V.A. National Institute of Health. U.S. Census Bureau, Series P95/01-1. **An Aging World: 2001 International Population Reports**, 2001.

LOUVARIS, Z. et al I. Intensity of daily physical activity is associated with central hemodynamic and leg muscle oxygen availability in COPD. **J Appl Physiol** 2013.

MCCRAE, A.F.; WILDSMITH J.A. Prevention and treatment of hypotension during central neural block. **Br J Anaesth** 1993 Jun;70(6):672-80.

MAGALHÃES, E. Ephedrine versus phenylephrine: prevention of hypotension during spinal block for cesarean section and effects on the fetus. **Rev Bras Anesthesiol** 2009 Jan-Feb;59(1):11-20.

MARTYR, J.W; STANNARD, K.J.; GILLESPIE, G. Spinalinduced hypotension in elderly patients with hip fracture. A comparison of glucose-free bupivacaine with glucose-free bupivacaine and fentanyl. **Anaesth Intensive Care.** 2005 Feb;33(1):64-8.

MAURER, S.G. Comparison of outcomes of using spinal versus general anesthesia in total hip arthroplasty. **Am J Orthop (Belle Mead NJ).** 2007 Jul;36(7):E101-6.

MCLEOD, G. et al. Maternal haemodynamics at elective caesarean section: a randomised comparison of oxytocin 5unit bolus and placebo infusion with

oxytocin, 5 unit bolus and 30 unit infusion. **Int J Obstet Anesth** 2010 Apr;19(2):155-60. Epub 2010 Mar 2.

MODIG, J, et al. Arterial hypotension and hypoxaemia during total hip replacement: the importance of thromboplastic products, fat embolism and acrylic monomers. **Acta Anaesth Scand** 1975;19:28-43.

Modig, J. et al. Comparative influences of epidural and general anaesthesia on deep venous thrombosis and pulmonary embolism after total hip replacement. **Acta Chir Scand**. 1981;147(2):125-30.

MOJICA, J.L.; MELÉNDEZ, H.J.; BAUTISTA, L.E. The timing of intravenous crystalloid administration and incidence of cardiovascular side effects during spinal anesthesia: the results from a randomized controlled trial. **Anesth Analg**. 2002 Feb;94(2):432-7.

MORGAN, E.G.J.; MIKHAIL, M.S.; MURRAY, M.J. Clinical Anesthesiology. 4ed: Mcgrawhill, 2006.

Muchada R, Rinaldi A, Cathignol D. Non-invasive monitoring of hemodynamic profile during general anesthesia. **Minerva Anesthesiol**.1990 Jun;56(6):199-205.

NAKASUJ,i M. et al. Hypotension from spinal anesthesia in patients aged greater than 80 years is due to a decrease in systemic vascular resistance. **J Clin Anesth**.2012 May;24(3):201-6.

NATIONAL JOINT REGISTRY FOR ENGLAND AND WALES **9th Annual Report Available**, 2012, from www.njrcentre.org.uk.

NAZON, D. Critical care in orthopedic and spine surgery, **Crit Care Clin**. 2003 Jan;19(1):33-53.

NEWMAN, D.G.; CALLISTER, R. The non-invasive assessment of stroke volume and cardiac output by impedance cardiography: a review. **Aviat Space Environ Med** 1999;70(8):780-9.

OLOFSSON, C. et al. A. Lowdose bupivacaine with sufentanil prevents hypotension after spinal anesthesia for hip repair in elderly patients. **Acta Anaesthesiol Scand**. 2004; 48: 1240-4.

ORSINI, E.C. et al. Cardiopulmonary function and pulmonary microemboli during arthroplasty using cemented or non-cemented components the role of intramedullary pressure. **J Bone Joint Surg** 1987; 69: 822-32.

PARRY, G. Deaths during hip hemi-arthroplasty. **Anaesthesia**. 2003; Sep; 58(9):922-3.

PASTERNAK, L.R. - Preoperative evaluation - **a systematic approach**. **ASA Annual Refresher Course Lectures**, 1995: 421.

PATTERSON, B. Cardiac arrest during hip arthroplasty with a cemented long-stem component. A report of seven cases. **J Bone Joint Surg** 1991; 73: 271-7.

PEEBLES; D.J. Cardiovascular effects of methylmethacrylate cement. **Br Med J** 1972;1:349-51.

PIETAK, S. Cardiovascular collapse after femoral prosthesis surgery for acute hip fracture. **Can J Anaesth** 1997 Feb;44(2):198-201.

PINTO, P.W. Cardiovascular collapse associated with the use of methyl methacrylate. **AANA J** 1993;61:613-6.

POTÉRIO, G.M.B. **Monitorização em Anestesia**. 1 ed: Ed Manole, 2011.

POWELL, J.N. Cardiac arrest associated with bone cement. **Br Med J** 1970;3:326.

RIDOUT, S.J. Age and sex influence the balance between maximal cardiac output and peripheral vascular reserve. **J Appl Physiol**. 2010 Mar;108(3):483-9.

RODRIGUES, M.N.; VANFRAECHEM, J.H.; FARINATTI, P. T. Non-invasive estimate of cardiac output during exercise based on impedance cardiography and oxygen uptake in the elderly. **Arq Bras Cardiol**. 2007 Jan;88(1):79-84.

ROSBERG, B.; FREDIN, H.; GUSTAFSON, C. Anesthetic techniques and surgical blood loss in total hip arthroplasty. **Acta Anaesthesiol Scand** 1982;26(3):189-9.

SEVITT S. Fat embolism in patients with fractured hips. **Br Med J** 1972;2:257-62.

Sherman, R.M.P. The role of lavage in preventing hemodynamic and blood-gas changes during cemented arthroplasty. **J Bone Joint Surg [Am]** 1983;65-A:500-6.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE REUMATOLOGIA. OSTEOARTRITE. **Artrose: Tratamento**. Associação Médica Brasileira e Conselho Federal de Medicina, 2003.

SOLACOVIC, N. Comparison of hemodynamic effects of hyperbaric and isobaric bupivacaine in spinal anesthesia. **Med Arh** 2010;64(1):11-4.

SUTTNER S. et al. Noninvasive assessment of cardiac output using thoracic electrical bioimpedance in hemodynamically stable and unstable patients after cardiac surgery: a comparison with pulmonary artery thermodilution. **Intensive Care Med.**2006 Dec;32(12):2053-8.

TONELLI, A.R. Value of impedance cardiography in patients studied for pulmonary hypertension. **Lung.**2011 Oct;189(5):369-75.

TORDI, N.. Measurements of cardiac output during constant exercises: comparison of two non-invasive techniques. **Int J Sports Med.**2004.25(2): 145-9.

TRYBA, M. Histamine release and cardiovascular reactions to implantation of bone cement during total hip replacement. **Anaesthetist.** 1991; 40: 25-32.

TURKBAY, E.B.. The impact of obesity on the left ventricle: the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA). **JACC Cardiovasc Imaging.** 2010 Mar;3(3):266-74.

URBAN, M.K. Right ventricular function during revision total hip arthroplasty. **Anaesthesia & Analgesia** 1996 Jun;82(6):1225-9.

VEERING, B.T. BURM, A.G.; SPIERDIJK, J. Spinal anaesthesia with hyperbaric bupivacaine. Effects of age on neural blockade and pharmacokinetics. **Br J Anaesth** 1988; 60: 187-94.

VEERING, B.T. J. Spinal anesthesia with glucose-free bupivacaine: effects of age on neural blockade and pharmacokinetics. **Anesth Analg** 1987; 66: 965-70.

VEERING, B.T. Hemodynamic effects of central neural blockade in elderly patients. **Can J Anaesth.** 2006 Feb;53(2):117-21.

VERRING, B.T. Hemodynamic effects of central neural blockade in elderly patients. **Can J Anaesth.** 2006 Feb;53(2):117-21.

WHEELWRIGHT, E.F. et al. Hypotension during cemented arthroplasty. Relationship to cardiac output and fat embolism. **J Bone Joint Surg** 1993; Sep;75(5):715-23.

WOOD, R.J. Anaesthesia for 1131 patients undergoing proximal femoral fracture repair: a retrospective, observational study of effects on blood pressure, fluid administration and perioperative anaemia. **Anaesthesia** 2011 Nov; 66(11):1017-22.

9. ANEXOS

Anexo A

Serviço de Anestesiologia e Hemo e Inaloterapia FICHA DE AVALIAÇÃO PRÉ-ANESTÉSICA

Paciente: _____

Idade: _____ Peso: _____ Altura: _____ Cor: _____

Cirurgia Proposta: _____

Cirurgião: _____ Data Cirurgia: __/__/__

EXAME FÍSICO GERAL:

APARELHO CARDIO-CIRCULATÓRIO

Edema: ☐ Sim ☐ Não Hipertensão Art. ☐ Sim ☐ Não

Tempo: _____

Dispnéia: ☐ Sim ☐ Não Arritmias: ☐ Sim ☐ Não

PA ___ X ___ P: ___ Ausculta: _____

APARELHO RESPIRATÓRIO:

Asma: ☐ Sim ☐ Não Crises: Severa ☐ Moderada ☐ Leve ☐ Última Crise:

Tabagista: ☐ Sim ☐ Não Qto. Tempo: _____ Quantidade cigar: _____

EF: _____

APARELHO DIGESTÓRIO:

Epigastria: ☐ Sim ☐ Não HI: _____ Hepatite: ☐ Sim ☐ Não Tipo:

Etilismo: ☐ Sim ☐ Não EF: _____

APARELHO RENAL:

IR: ☐ Sim ☐ Não Anteced Glomerulopatia: ☐ Sim ☐ Não Tempo:

Disúria: ☐ Sim ☐ Não Nictúria: ☐ Sim ☐ Não Litíase: ☐ Sim ☐ Não

Tempo: _____

OBS.: _____

ENDÓCRINO:

Diabetes: ☐ Sim ☐ Não Tipo I ☐ II ☐ Tireopatias: ☐ Sim ☐ Não

NEUROLÓGICO:

Orientação em Tempo e Espaço: ☐Sim ☐NãoPupilas: isocóricas: ☐Sim ☐Não Fotoreagentes: ☐Sim ☐NãoParestesias/ Paralisias: ☐Sim ☐Não _____Convulsões: ☐Sim ☐Não Coluna: _____

OBS: _____

CABEÇA E PESCOÇO:

VIAS AÉREAS:

Abertura Bucal: _____ DTM: _____cm Hiperextensão Cabeça: _____

Dentição: _____ Prótese: ☐Sim ☐Não Mallampati: I ☐ II ☐ III ☐ IV ☐GRAVIDES: ☐Sim ☐Não DUM: ____/____/____

Medicamentos em uso: _____

ALERGIAS:

CIRURGIAS ANTERIORES: _____

Complicações:

EXAMES COMPLEMENTARES:

Ht: ____ % TP: _____ INR: _____

Hb: ____ TTPA: _____

Plaquetas: _____ Na: _____ ECG: _____

Uréia: _____ K: _____ _____

Cr: _____ Ca: _____ Rx Tx: _____

Glicemia: _____ TSH: _____ _____

Hb Glicada: _____ Outros: _____

OBS. COPLEMENTARES: _____

DROGAS PRÉ-ANESTÉSICAS: _____

DATA: __/__/__

assinatura: _____

Anexo B

IRMANDADE DA SANTA CASA DE MISERICÓRDIA DE SÃO CARLOS SERVIÇO DE ANESTESIOLOGIA																																																																																																																																											
Paciente: _____ Idade: _____ Peso: _____ Altura: _____ Cor: _____ Cirurgia Proposta: _____ Quarto: _____ Leito: _____ DATA: __/__/____								Operação: _____ Cirurgião: _____ 1º Aux: _____ 2º Aux: _____ Anestesista: _____				ASA: I? II? III? IV? V? E? Aval. Préanestésica: _____ Consultório: ? C.C.: ?																																																																																																																															
Hora: _____																																																																																																																																											
O2 N2O/Ar Sevo? ISO? Veia I: Veias II:		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>																																																																																																																																									
MONITORS Cardio Oxímetro Capnógr. PA BIS		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>																																																																																																																																									
AGENTEANEST: _____ _____ _____		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>																																																																																																																																									
RL Δ SF # SG * Col ? CG ? Plasma ?		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>20</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>18</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>16</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>14</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>12</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>10</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>08</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>06</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>04</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>												20														18														16														14														12														10														08														06														04													
20																																																																																																																																											
18																																																																																																																																											
16																																																																																																																																											
14																																																																																																																																											
12																																																																																																																																											
10																																																																																																																																											
08																																																																																																																																											
06																																																																																																																																											
04																																																																																																																																											
PÁS √ PAD Δ FC — PAM+		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>20</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>18</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>16</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>14</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>12</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>10</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>08</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>06</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>04</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>												20														18														16														14														12														10														08														06														04													
20																																																																																																																																											
18																																																																																																																																											
16																																																																																																																																											
14																																																																																																																																											
12																																																																																																																																											
10																																																																																																																																											
08																																																																																																																																											
06																																																																																																																																											
04																																																																																																																																											
DIURESE (ml)																																																																																																																																											
ANOTAÇÕES																																																																																																																																											
BALANÇO						ΔΓ CIRÚRGICO.: _____ ΔΓ ANESTÉSICO _____ Enc SRA? _____ uti? _____																																																																																																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>1ª</th> <th>2ª</th> <th>3ª</th> <th>4ª</th> <th>5ª</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Jejum</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>Pré-op</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>Intra</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>3º Esp</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>Infusão</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>Parcial</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>TOTAL</td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>							1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	Jejum						Pré-op						Intra						3º Esp						Infusão						Parcial						TOTAL						<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> ANESTESIA GERAL INALAT ? GEV ? GERAL BALANC? RAQUI ? PERIDURAL ? BLOQ. PERIF. ? </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> Punção Raqui/Peridural Agulha: _____ nº _____ L _ - L _ Tec: _____ LQR: claro? _____ Sangue? _____ Acidentes de punção Sim? _____ Não? _____ Bloqueio: OK? _____ Falhas: _____ Nível do bloqueio: _____ </td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"> Vias aéreas: Cânula: _____ OT ? Naso? Traq ? Larigoscopia: _____ Dificuldade: _____ Acidentes: _____ Interc. _____ </td> <td style="padding: 5px;"> Anestesista: _____ <div style="text-align: center;">assinatura</div> </td> </tr> </table>								ANESTESIA GERAL INALAT ? GEV ? GERAL BALANC? RAQUI ? PERIDURAL ? BLOQ. PERIF. ?	Punção Raqui/Peridural Agulha: _____ nº _____ L _ - L _ Tec: _____ LQR: claro? _____ Sangue? _____ Acidentes de punção Sim? _____ Não? _____ Bloqueio: OK? _____ Falhas: _____ Nível do bloqueio: _____	Vias aéreas: Cânula: _____ OT ? Naso? Traq ? Larigoscopia: _____ Dificuldade: _____ Acidentes: _____ Interc. _____	Anestesista: _____ <div style="text-align: center;">assinatura</div>																																																																										
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª																																																																																																																																						
Jejum																																																																																																																																											
Pré-op																																																																																																																																											
Intra																																																																																																																																											
3º Esp																																																																																																																																											
Infusão																																																																																																																																											
Parcial																																																																																																																																											
TOTAL																																																																																																																																											
ANESTESIA GERAL INALAT ? GEV ? GERAL BALANC? RAQUI ? PERIDURAL ? BLOQ. PERIF. ?	Punção Raqui/Peridural Agulha: _____ nº _____ L _ - L _ Tec: _____ LQR: claro? _____ Sangue? _____ Acidentes de punção Sim? _____ Não? _____ Bloqueio: OK? _____ Falhas: _____ Nível do bloqueio: _____																																																																																																																																										
Vias aéreas: Cânula: _____ OT ? Naso? Traq ? Larigoscopia: _____ Dificuldade: _____ Acidentes: _____ Interc. _____	Anestesista: _____ <div style="text-align: center;">assinatura</div>																																																																																																																																										
Sangue: Balanço Final																																																																																																																																											

Anexo C

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DE PARTICIPAÇÃO DO PROJETO DE PESQUISA:

“Estudo das repercussões hemodinâmicas através da cardioimpedância durante o uso do metilmetacrilato em cirurgia de artroplastia de quadril sob raquianestesia”

RESPONSÁVEIS PELO PROJETO:

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Audrey Borghi e Silva

Orientando: José Carlos Bonjorno Junior

Você esta sendo convidado (a) a participar, como voluntário, da pesquisa “Estudo das repercussões hemodinâmicas através da cardioimpedância durante o uso do metilmetacrilato em cirurgia de artroplastia de quadril sob raquianestesia”, sendo que sua participação não é obrigatória. Após ser esclarecido sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável.

Serão recrutados voluntários que realizarão cirurgia de artroplastia de quadril, com diagnóstico clínico de osteoartrose de quadril.

O estudo tem como objetivo verificar os efeitos hemodinâmicos através da técnica de cardioimpedância (volume sistólico, débito cardíaco e índice cardíaco) em indivíduos que serão submetidos à cirurgia de artroplastia de quadril com o uso de cimento ósseo metilmetacrilato (MTC) para a prótese de quadril e raquianestesia.

Sua participação nesta pesquisa consistirá em ser submetido (a) às seguintes avaliações: avaliação clínica, constando de anamnese (entrevista e aplicação de questionário específico e avaliação pré anestésica) que terão como objetivo verificar os hábitos de vida e alimentar, histórico de doenças cardiovasculares e existência passada e/ou atual de doenças de outros sistemas e risco cirúrgico. Os voluntários durante a cirurgia serão monitorados hemodinamicamente por meio da cardiografia de impedância, da saturação de oxigênio, pressão arterial e capnografia.

Em relação aos benefícios do referido projeto, será possível avaliar as condições hemodinâmicas durante a cirurgia através da colocação de eletrodos no tórax. Este trabalho não trará riscos, pois os eletrodos fixados no tórax são comumente utilizados durante a cirurgia.

O projeto acima mencionado será realizado no Centro Cirúrgico da Santa Casa de Misericórdia de São Carlos pelo cirurgião ortopédico e pelo anestesista responsável pela pesquisa. Adicionalmente, existe material necessário em caso de alguma intercorrência hemodinâmica durante a cirurgia.

Todos os procedimentos necessários, antes e durante a execução dos procedimentos, são oferecidos e garantidos pelo pesquisador responsável pelo estudo a qualquer momento, você

poderá desistir de participar ou retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação como pesquisador ou com a instituição.

As informações obtidas durante as avaliações e serão mantidos em sigilo, e não poderão ser consultadas por pessoas leigas sem expressa autorização por escrito do voluntário. Estas informações, no entanto, poderão ser utilizadas para divulgação dos resultados deste estudo em reuniões, eventos e congressos científicos, como também para a publicação dos dados em revistas e jornais científicos, porém, sempre resguardando a privacidade, não divulgando nenhum dado pessoal que possibilite sua identificação

Esta pesquisa não prevê nenhuma remuneração ou ressarcimento de gastos aos sujeitos da pesquisa.

Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o e-mail do pesquisador, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto ou sua participação, agora ou a qualquer momento.

Declaro que li e entendi os objetivos, riscos e benefícios da minha participação na pesquisa e concordo livremente em participar.

São Carlos, _____ de _____ 2013.

Assinatura do sujeito da pesquisa

Orientadora

Prof^a. Dr^a. Audrey Borghi e Silva

Orientando

José Carlos Bonjorno Junior

Pós-Graduação Interunidades USP São Carlos

BIOENGENHARIA - SÃO CARLOS

Avenida Trabalhador São-carlense, 400 - Centro

13566-590 - São Carlos/SP

Tel./Fax: (16) 3373-9586

Email: bioeng@sc.usp.br