

Artigo Científico

Aquecimento de Soluções Cristalóides em Forno de Microondas: Segurança e Toxicidade *

Airton Bagatini ¹, Leonel do Nascimento ²

Bagatini A, Nascimento L - Warming of Crystalloid Solutions in Microwave Ovens: Safety and Toxicity

Background and Objectives - The warming of crystalloid solutions in microwave ovens, for prophylaxis and treatment of hypothermia, has been spread in hospitals, mainly in operating rooms. However, the detailed effects of the microwaves on the solutions and vials containing them, are unknown up to now. The objective of this study is to evaluate alterations occurring in crystalloid solutions when warmed in the microwave oven.

Methods - Commonly used solutions were evaluated: Lactated Ringer's, 0.9% saline solution and 5% dextrose solution in water, each of them in different vials: polyethylene, polypropylene, and vinyl polychloride. The relation exposure time/temperature was established for each kind of vial and the solutions were warmed to the following temperatures: 36°C, 40°C, 45°C and 50°C. After this phase, physical-chemical features, sterility and test of pyrogen and toxicity were evaluated in the laboratory.

Results - At the temperatures attained, the test of sterility, pyrogen, and toxicity were negative and no significant alterations occurred in the physical-chemical properties of the studied solutions ($p < 0.01$).

Conclusions - The warming of intravenous fluids in the microwave oven, in comparison with other warming methods, offers an ideal method specially for operating rooms, with the advantages of simplicity, rapidity, safety and economy.

KEY WORDS - COMPLICATIONS: hypothermia; EQUIPMENTS: microwave oven

A exposição ao frio, ou a incapacidade de regulação da temperatura interna podem levar o indivíduo aos efeitos prejudiciais da hipotermia, como a perda da consciência e tremores, causando aumento do consumo de oxigênio tecidual, depressão respiratória, aumento da resistência vascular periférica e pulmonar, maior trabalho cardíaco e fibrilação ventricular ¹. Durante a anestesia vários fatores contribuem para a redução da temperatura central: depressão das áreas termorreguladoras centrais (hipotalâmica,

septoventricular e formação reticular) e periféricas, que promovem vasodilatação, com aumento das trocas térmicas ambientais; perda do tremor pela curarização, queda do metabolismo basal com menos calor produzido, ventilação com gases secos (perda evaporativa), administração de líquidos e sangue frios, perda de calor a partir da ferida cirúrgica (abertura de cavidades abdominal ou torácica) e o ambiente cirúrgico frio (temperatura ambiental menor que 24°C) ¹.

Existe pouca diferença em relação à quantidade ou a velocidade de perda de calor entre a anestesia geral e a regional. No entanto, os pacientes que recebem anestesia regional se reaquecem mais lentamente, porque a paralisia residual da musculatura esquelética e vasodilatação interferem na geração e retenção de calor ².

Na maioria dos casos a redução da temperatura basal é menor do que 3°C sendo bem tolerada. No entanto, os pacientes submetidos a grandes e prolongados procedimentos cirúrgicos, em que há perda e reposição sanguínea significativa, podem chegar à sala de recu-

* Trabalho realizado no Centro de Ensino e Treinamento da Sociedade de Anestesiologia (CET-SBA do SANE) Porto Alegre - RS

¹ Anestesiologista do CET/SBA do SANE

² ME₁ do CET/SBA do SANE

Correspondência para Airton Bagatini

Rua Santana 483/301

90040-373 Porto Alegre - RS

Apresentado em 16 de outubro de 1996

Aceito para publicação em 5 de dezembro de 1996

© 1997, Sociedade Brasileira de Anestesiologia

peração com temperatura corporal inferior a 32°C, levando a importantes alterações fisiológicas².

Os pacientes, cujas temperaturas orais são superiores a 35°C, se reaquecerão passivamente durante a recuperação rotineira, embora calafrio moderado freqüentemente ocorra. A temperatura abaixo de 35°C é indicação para assistir no aquecimento com lâmpadas de irradiação, cobertores elétricos e nebulização aquecida dos gases inspirados em pacientes intubados³.

Na prevenção e tratamento da hipotermia, durante e após anestesia, podem ser empregados métodos como: temperatura da sala cirúrgica maior que 24°C⁴; umidificadores⁵; uso de colchões e cobertores térmicos; calor radiante⁶; prevenção de tremores⁷; reaquecimento esofágico⁸ e fluidos por via venosa.

Portanto, durante a anestesia a hipotermia pode ser esperada ou presumida¹⁰ quando não foi induzida. Desta forma torna-se compulsório o conhecimento dos fatores que alteram o balanço térmico ideal, pois a hipotermia pode ser benéfica na proteção de órgãos vitais, mas também é potencialmente perigosa em pacientes com limitação das reservas cardiorrespiratórias no período imediato do pós-operatório.

Atualmente, procuram-se meios eficazes de manter a temperatura do paciente anestesiado, e o controle da temperatura dos fluidos administrados por via venosa é de grande importância. O ideal é que utilizemos aquecedores de soluções, com temperaturas controláveis e de fácil manuseio. Infelizmente, nem sempre este tipo de material está disponível, o que torna necessário o uso de meios empíricos para o aquecimento de soluções, como o banho-maria, desconhecendo-se a temperatura exata da solução. Ultimamente, com o advento do forno de microondas (FMO), há um número crescente de hospitais utilizando deste método para o aquecimento de soros (por ser um método prático, rápido e de baixo custo), mas sem o conhecimento da temperatura exata e dos efeitos das ondas no material que compõem os frascos

de soros e das possíveis alterações físico-químicas das soluções.

Neste trabalho foram estudados as soluções de Ringer com lactato de sódio (RL), de glicose a 5% (SG) e de cloreto de sódio a 0,9% (SF). Estas soluções estão contidas em frascos manufaturados em três tipos de materiais: Polipropileno (PP), Polietileno (PE) e Policloreto de Vinila (PVC). Foram submetidos a diversas temperaturas em tempos diferentes no FMO, e observadas as alterações físico-químicas e toxicidade das substâncias contidas em cada tipo de frasco, após o aquecimento.

MÉTODO

Neste estudo, foi realizada uma comparação entre os três tipos de embalagens: Polietileno (PE), Polipropileno (PP) e Policloreto de Vinila (PVC), nas quais são armazenados os três tipos de soluções: Ringer com Lactato de Sódio (RL), Cloreto de Sódio a 0,9% (SF) e Glicose a 5% (SG), estocadas em frascos de 500 ml. Foi utilizado um forno microondas de 800 W de potência e com 41 litros de capacidade, na potência máxima. A temperatura foi medida através de termômetro para estufa (gradação: -10 a + 60 °C, de 1 em 1 grau), da mesma forma em todos os frascos: abertura lateral, colocação do termômetro no centro, sem contato com as bordas.

Várias amostras foram medidas na temperatura ambiente (Tempo Zero). A partir deste momento, por experimentação, o aquecimento dos frascos foi iniciado no FMO até serem atingidas as temperaturas previamente estabelecidas: 36°C (Tempo 1), 40°C (Tempo 2), 45°C (Tempo 3) e 50°C (Tempo 4); os tempos de aquecimento foram obtidos segundo a tabela I. No experimento, as temperaturas não ultrapassaram 50°C para evitar acidentes por queimadura ou pelo risco de explosão dos frascos.

O aquecimento dos frascos foi esta-

Tabela I - Temperatura e Tempo de Aquecimento das Soluções

A)			
PE:		Temperatura Atingida (°C)	Tempo de Aquecimento
Tempo Zero	T ₀	17,0	Temperatura ambiente
Tempo Um	T ₁	36,0	Um minuto
Tempo Dois	T ₂	40,0	Um minuto e vinte e cinco segundos
Tempo Três	T ₃	45,0	Um minuto e trinta e cinco segundos
Tempo Quatro	T ₄	50,0	Um minuto e quarenta e cinco segundos
B)			
PP:		Temperatura Atingida (°C)	Tempo de Aquecimento
Tempo Zero	T ₀	15,5	Temperatura ambiente
Tempo Um	T ₁	36,0	Um minuto
Tempo Dois	T ₂	40,0	Um minuto e vinte segundos
Tempo Três	T ₃	45,0	Um minuto e quarenta segundos
Tempo Quatro	T ₄	50,0	Um minuto e cinqüenta segundos
C)			
PVC:		Temperatura Atingida (°C)	Tempo de Aquecimento
Tempo Zero	T ₀	18,5	Temperatura ambiente
Tempo Um	T ₁	36,0	Um minuto
Tempo Dois	T ₂	40,0	Um minuto e vinte segundos
Tempo Três	T ₃	45,0	Um minuto e quarenta segundos
Tempo Quatro	T ₄	50,0	Um minuto e cinqüenta segundos

Tabela II - Ano de Fabricação e Validade das Soluções

	Solução	Ano de Fabricação	Validade
Polipropileno	RL	05/96	11/97
Polipropileno	SF	05/96	05/99
Polipropileno	SG	04/96	04/99
Polietileno	SF	04/96	04/99
Polietileno	SG	04/96	04/99
Polietileno	RL	04/96	04/98
Policloreto de Vinila	RL	04/96	04/98
Policloreto de Vinila	SF	04/96	04/98
Policloreto de Vinila	SG	04/96	04/98

belecido previamente nos quatro tempos, sendo que, a cada tempo, informações de três amostras foram obtidas de cada tipo de solução: 1^o para avaliação das características físico-químicas; 2^o para exame bacteriológico e 3^o para análise de toxicidade. A cada seis frascos aquecidos aguardavam-se cinco minutos para o resfriamento do forno e, neste momento, a bandeja interna era lavada em água corrente, para evitar a alteração do Tempo Zero do estudo. A seguir iniciava-se novamente o processo. Todos os frascos foram rotulados com o tipo de material, a temperatura atingida, o tempo de aquecimento e o nome da solução.

Os tipos de soros, a data de fabricação e a validade de cada frasco são apresentadas na tabela II.

A análise físico-química, os testes de pirogênio e de esterilidade destas soluções, foram analisadas segundo as normas contidas na Farmacopéia Americana - (USP-1995).

O pirogênio foi avaliado através de teste *in vitro*, usando os seguintes reagentes: LAL-sensibilidade 0,125 EU/ml; Endotoxina - concentração 5 EU/ng ; Água para injeção e aparelhos usados para banho-maria.

A análise de esterilidade foi de filtração por membrana, utilizando *manifold* e membranas

HAWP 04700 milipore - inoculação por sete dias em meios de cultura soja caseína e thioglycolato.

Foi realizada a pHmetria, tendo como valores normais para a solução de NaCl a 0,9%: 4,5 a 7; para o SG 5%: 3,2 a 6,5 e para o RL: 6,0 a 7,5.

A análise do cloreto foi realizada através da Titulometria de Neutralização com nitrato de mercúrio [Hg(NO₃)₂] (Normal: 95 a 105 % do especificado (SF 0,9%: 0,9 % e RL: 0,66%).

A Glicose a 5,0% foi analisada através de Polarímetro digital automático (Normal: 95 a 105 % do especificado).

O sódio e o potássio foram analisados através da Fotometria de Chama digital automático (Normal: 95 a 105 % do especificado (NaCl 0,9%: 154 mEq/L de sódio; RL: 130 mEq/L de sódio e 4,0 mEq/L de potássio)).

O cálcio foi analisado por Titulometria com EDTA (Normal: 95 a 105 % do especificado (RL: 2,7 mEq/L ou 5,33 a 5,57 mg%)).

A toxicidade foi analisada nos tempos zero e quatro da seguinte maneira: inoculação de 0,5 ml de cada solução por via venosa em cinco camundongos machos albinos, linhagem CF-1, sem diluição, mantidos em gaiolas apropriadas durante todo o período do ensaio, com tempera-

tura constante (22°C ± 3°C) e umidade relativa do ar entre 30% e 70%. Os animais foram previamente pesados e observados durante 48 horas quanto ao número de mortes e sinais de intoxicação.

Se acaso um ou mais animais morressem ou se mais de um apresentasse sinais de intoxicação, o teste deveria ser repetido utilizando-se 10 camundongos entre 20 ± 1 g. Neste caso, para a toxicidade ser negativa, todos os animais deveriam sobreviver e não apresentar sinais de intoxicação durante um período de 48 horas.

RESULTADOS

A esterilidade e o teste de pirogênio foram negativos em todos os tempos, com todos os tipos de frascos e em todas as soluções.

Na análise físico-química, todas as soluções tiveram suas características mantidas após o aquecimento em FMO, quando comparadas às temperaturas iniciais. Houve pequenas alterações nas concentrações de eletrólitos, glicose e pH, mas nenhuma em grau significativo (p < 0,01).

Baseados na USP XXIII-1995, foram observadas alterações nos valores iniciais, Tempo Zero, na Titulometria da Solução Glicosada a 5% e no pH da Solução de Ringer com Lactato de Sódio, embaladas em PE. No entanto, não foram observadas alterações significativas após o aquecimento em FMO, mesmo nestas soluções. (Tabelas III, IV, V).

Na análise de toxicidade nenhum animal apresentou perda de peso ou outros sinais de intoxicação durante o período do ensaio e, de acordo com os resultados apresentados, as soluções estudadas foram consideradas atóxicas.

Tabela III - Solução Glicosada a 5%

	Tempos	Polarimetria*	pH**
PVC	T ₀	5,00	4,41
	T ₁	5,00	4,36
	T ₂	5,01	4,46
	T ₃	5,01	4,71
	T ₄	5,00	4,43
PE	T ₀	4,55	4,65
	T ₁	4,52	4,58
	T ₂	4,54	4,57
	T ₃	4,55	4,58
	T ₄	4,55	4,65
PP	T ₀	5,08	4,64
	T ₁	5,09	4,56
	T ₂	5,07	4,63
	T ₃	5,07	4,65
	T ₄	5,08	4,63

* Glicose normal: 95 a 105 % do especificado;

Polarimetria expressa em %;

** Valores de pH normal: 3,2 a 6,5

Tabela IV - Solução de Cloreto de Sódio a 0,9%

Tempos	Na ⁺ *	Cl ⁻ *	pH **
T ₀	154	0,90	5,27

PVC	T1	154	0,90	5,17
	T2	154	0,90	5,37
	T3	154	0,90	5,53
	T4	154	0,90	5,56
PE	T0	158	0,92	5,54
	T1	158	0,92	5,30
	T2	158	0,92	5,34
	T3	157	0,92	5,63
	T4	158	0,92	5,66
PP	T0	154	0,90	5,65
	T1	154	0,90	5,60
	T2	154	0,90	5,64
	T3	154	0,90	5,64
	T4	154	0,90	5,65

* Valores de Na⁺ e Cl⁻ normais: 95 a 105 % do especificado;
Especificação: Na⁺ =154 mEq/L; Cl⁻ = 0,9%;
Na⁺ expresso em mEq/L e Cl⁻ expresso em %;
** Valores de pH normal: 4,5 a 7

Tabela V - Solução de Ringer com Lactato

	Tempos	Na ⁺⁺	K ⁺⁺	Cl ^{-*}	Ca ^{++*}	pH**
PVC	T0	126	4,0	0,66	5,33	6,43
	T1	126	4,0	0,66	5,33	6,43
	T2	126	4,0	0,66	5,41	6,50
	T3	125	3,8	0,66	5,49	6,53
	T4	126	3,9	0,66	5,49	6,50
PE	T0	128	4,0	0,66	5,33	5,88
	T1	128	4,0	0,66	5,53	5,86
	T2	128	4,0	0,66	5,41	5,87
	T3	127	4,0	0,66	5,44	5,87
	T4	128	4,0	0,66	5,33	5,87
PP	T0	130	4,0	0,66	5,49	6,50
	T1	130	4,0	0,66	5,49	6,43
	T2	130	4,0	0,66	5,49	6,50
	T3	130	4,0	0,66	5,53	6,53
	T4	130	4,0	0,66	5,49	6,50

* Valores de Na⁺, K⁺, Cl⁻ e Ca⁺⁺ normais: 95 a 105 % do especificado;
Especificação: Na⁺ =130 mEq/L; K⁺ = 4,0; Cl⁻ = 0,66% e Ca⁺⁺ = 5,33 a 5,57 mg%;
Na⁺ e K⁺ expresso em mEq/L; Cl⁻ e Ca⁺⁺ expresso em mg%;
** Valores de pH normal: 6,0 a 7,5

DISCUSSÃO

Os métodos para a recuperação de pacientes hipotérmicos estão sendo revisados e debatidos ¹¹. O aquecimento ativo de superfícies, o aquecimento ativo do coração e o aquecimento passivo podem ser considerados opções possíveis ¹². A infusão de soluções pa-

renterais aquecidas é invasiva e perigosa, mas é o método mais simples usado para o reaquecimento do coração nos departamentos de emergência clínica ou cirúrgica. Os fatores limitantes desta técnica são: os métodos usados, a enfermagem não familiarizada com a técnica, o tempo despendido com o aquecimento das soluções, o pronto acesso venoso e a avaliação da exata temperatura na infusão de grandes volumes ¹³.

A técnica de aquecimento por banho-maria apresenta risco de contaminação do material, além de ser demorada, pois o aquecimento ocorre por contato. O aquecimento no FMO é baseado no princípio de ondas eletromagnéticas de alta frequência, similares às ondas de rádio. Quando o forno é ligado as microondas são geradas por um magnétron (conversor de eletricidade em microondas); elas saem do magnétron, passam por um túnel e entram na cavidade do forno por pequenas aberturas localizadas no teto, no fundo ou nas laterais. Um difusor de ondas ou uma antena giratória espalha as microondas. Como não podem penetrar no metal que reveste internamente o forno, são refletidas e atingem o líquido, penetrando até uma profundidade de 4 cm, provocando vibrações nas moléculas de água, açúcar e gordura, que chegam a vibrar cerca de 2,5 bilhões de vezes por segundo. Essa vibração causa atrito e produz calor. Este aquecimento se faz da superfície para o interior da massa a ser aquecida, portanto de maneira não uniforme. A velocidade de aquecimento pode sofrer variações com o lugar de posicionamento dentro do FMO (nos cantos há maior incidência de radiações) e com a variação da voltagem, necessitando de estabilizador ¹⁴.

Aquecimento de glóbulos sangüíneos, plasma fresco, misturas de antibióticos e soluções parenterais no FMO tem sido usado rotineiramente ¹⁵⁻¹⁶. Cuidados especiais são necessários para cada tipo de solução. No aquecimento de sangue, por exemplo, se os agitadores mecânicos não funcionam bem, pode ocorrer hemólise maciça, aumento da adenosina

difosfato intracelular (ADP) e 2,3 difosfoglicerato (DPG), causando danos sobre os eritrócitos¹⁷⁻¹⁸.

A glicose é caramelizada a 60° C, sendo uma ameaça potencial para o paciente¹³. Neste estudo, mesmo aquecida a 50° C, não ocorreu alteração significativa com o SG.

Para este trabalho foram utilizadas as três soluções mais empregadas em cirurgias (SF, SG e RL) como reposição hídrica ou aumento de volume e, devido a possível fragmentação dos frascos de vidros (atualmente em desuso), foram utilizados frascos manufaturados com polietileno, polipropileno e policloreto de vinila.

Embora seja preconizado um FMO de 650 W de potência e 2450 MHz de frequência¹⁹, para evitar o risco de explosões, não foram detectados problemas com um FMO de maior potência, nos tempos utilizados.

A técnica é relativamente segura, mas deve ser cuidadosamente exercitada. A radiação do FMO é variável para cada modelo e gera diferentes magnitudes de aquecimento, de acordo com o tempo de exposição. O tempo ótimo para aquecer a uma determinada temperatura deve ser exclusivo para cada FMO e, se a temperatura subir muito, podem ocorrer acidentes, como ruptura de frascos e queimaduras.

Questões podem ser discutidas a respeito da temperatura de infusões venosas toleradas por humanos e a infusão de fluidos intravenosos deveria ser idealmente a 37° C¹³. Porém, no trajeto do frasco até a corrente sanguínea (± 200 cm), a temperatura sofre uma queda de aproximadamente 12° C, que são perdidos durante a infusão rápida através de equipos normais¹³.

Segundo este estudo, as soluções intravenosas podem ser administradas de 45° C a 50° C, e este achado vem de encontro com as afirmações de outros autores^{20,21} que atestam ser possível a administração de fluidos intravenosos apenas entre 35° e 40° C.

Sobre os efeitos da radiação de microondas em frascos de plásticos, nenhuma substância foi detectada nos fluidos aquecidos no FMO, comparado com os fluidos à temperatura ambi-

ente, o que está de acordo com o trabalho de Ausman¹⁶.

O estudo desenvolvido mostrou que, nas temperaturas aceitas pela literatura, não ocorreram alterações físico-químicas significativas e todas ficaram dentro dos padrões aceitáveis pela Farmacopéia Americana de 1995. Também não se obteve alterações quanto à toxicidade e esterilidade das soluções, sendo elas envasadas em qualquer dos três tipos de embalagens existentes em nosso meio. Devido à divulgação e utilização do aquecimento de soluções cristalóides em FMO nos hospitais, devem ser estabelecidos protocolos para facilitar os cuidados e a eficácia do método. Werwath¹³ realizou um protocolo com este objetivo, o qual foi modificado após a realização deste trabalho (Quadro I).

Quadro I - Protocolo: Uso de Microondas

- 1) Treinamento de pessoal para procedimentos em técnicas de aquecimento
 - 2) Usar embalagens plásticas sem nenhum envoltório de metal
 - 3) Estabelecer uma temperatura basal. Ajustar os tempos de aquecimento baseados nesta temperatura
 - 4) Estabelecer uma relação com o tempo de aquecimento e a temperatura a ser atingida para cada solução
 - 5) Utilizar um microondas no máximo a 800 W de potência
 - 6) Usar somente um frasco de cada vez
 - 7) Mexer vigorosamente o frasco após o aquecimento para homogeneizar a temperatura
 - 8) Não administrar fluido que tenha sido aquecido a mais de 50°C
- "Werwath - 1984" (modificado)

O aquecimento de fluidos intravenosos no FMO oferece um método ideal, em comparação com outros métodos de aquecimento pois apresenta a vantagem da simplicidade, da segurança, da economia, da disponibilidade e da rapidez no preparo, sendo um método seguro para o uso em hospitais.

Bagatini A, Nascimento L - Aquecimento de Soluções Cristalóides em Forno de Microondas: Segurança e Toxicidade

Justificativa e Objetivos - O aquecimento de

soluções cristalóides em forno de microondas (FMO), para profilaxia e tratamento da hipotermia, vem sendo difundido nos hospitais, principalmente em centros cirúrgicos. Entretanto, até o momento, desconhecem-se os reais efeitos das microondas nas soluções e nos frascos que as contêm. Este trabalho tem por objetivo avaliar as alterações ocorridas em soluções cristalóides quando utilizado o FMO como método de aquecimento.

Método - Neste estudo foram utilizadas as soluções de uso mais comum: Ringer com lactato de sódio, solução fisiológica a 0,9 % e solução glicosada a 5%, as quais são embaladas em três tipos de frascos: de polietileno, de polipropileno e de policloreto de vinila. Foi encontrado a relação tempo/temperatura para cada tipo de frasco e procedido o aquecimento até as seguintes temperaturas: 36° C, 40° C, 45° C e 50° C. Após esta etapa foram avaliadas laboratorialmente as características físico-químicas, esterilidade, teste de pirogênio e toxicidade das soluções.

Resultados - Nas temperaturas atingidas os testes de esterilidade, de pirogênio, e de toxicidade foram negativos e, na análise físico-química, não ocorreram alterações significativas ($p < 0,01$) nas soluções estudadas.

Conclusões - O aquecimento de fluidos intravenosos no FMO, em comparação com outros métodos de aquecimento, parece ideal, com a vantagem da simplicidade, segurança, economia, disponibilidade e rapidez no preparo, sendo um método seguro para o uso em hospitais.

UNITERMOS - COMPLICAÇÕES: hipotermia;
EQUIPAMENTOS: forno de microondas

Bagatini A, Nascimento L - Calentamiento de Soluciones Cristaloides em Horno de Microondas: Seguridad y Toxicidad

Justificativa y Objetivos - *El calentamiento de*

soluciones cristaloides en horno de microondas (HMO), para profilaxia y tratamiento de hipotermia, viene siendo difundido en los hospitales, principalmente en los centros cirúrgicos. Entre tanto, hasta el momento, se desconocen los reales efectos de las microondas en las soluciones y en los frascos que las contienen. Este trabajo tiene por objetivo evaluar las alteraciones ocurridas en soluciones cristaloides cuando utilizado el HMO como método de calentamiento.

Método - En este estudio fueron utilizadas las soluciones de uso más común: Ringer con lactato de sódio, solución fisiológica a 0,9 % y solución glicosada a 5%, las cuales son empaquetadas en tres tipos de frascos: de polietileno, de polipropileno y de policloreto de vinila. Fue encontrada la relación tiempo/temperatura para cada tipo de frasco y procedido el calentamiento hasta las siguientes temperaturas: 36° C, 40° C, 45° C y 50° C. Después de esta etapa fueron evaluadas laboratorialmente las características físico-químicas, esterilidad, test de pirogenio y toxicidad de las soluciones.

Resultados - En las temperaturas alcanzadas, los test de esterilidad, de pirogenio, y de toxicidad fueron negativos y, en la análisis físico-química, no ocurrieron alteraciones significativas ($p < 0,01$) en las soluciones estudiadas.

Conclusiones - El calentamiento de fluidos intravenosos en el HMO, en comparación con otros métodos de calentamiento, parece ideal, con la ventaja de que es sencillo, seguro, económico, disponible y rápido en la preparación, siendo un método seguro para el uso en hospitales.

REFERÊNCIAS

01. Piccioni MA - Hipotermia, em: Vane LA, Auler JOC - SAESP Atualização em Anestesiologia. São Paulo, Atheneu, 1992; 331-340.
02. Mecca RS - Recuperação Pós-Anestésica, em:

- Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK- Tratado de Anestesiologia Clínica. 1ª Ed, São Paulo, Manole, 1993;52:1689-1726.
03. Lilly RB - Inadvertent Hypothermia, a Real Problem, in Barash PG, Deutsch S, Tinker J - Refresher Courses in Anesthesiology. Philadelphia, JB Lippincot,1987; 93.
 04. Morris R - Operating room temperature and the anesthetized, paralysed patient. Arch Surg, 1971; 102:95-97.
 05. Bissonett B, Sessler DI, Laplamne P - Does inspired gas humidification prevent intraoperative hyperthermia in infants? Can Anaesth J, 1989; 40:5127-5128.
 06. Sharkey A, Lipton JM, Murphy MT et al - Inhibition of post-anesthetic shivering with radiant heat. Anesthesiology, 1987;66:249-252.
 07. Liem ST, Aldret JA - Control of post-anaesthetic shivering. Can Anaesth J, 1974;21:506.
 08. Kristensen G, Gravesen H, Benvenist D et al - An esophageal thermal tube for rewarming in hypothermia. Acta Anesthesiol Scan, 1985;29:846-848.
 09. Imrie MM, Hall GM - Body temperature and anaesthesia. Br J Anaesth, 1990;64:346-354.
 10. Oliveira CHS- Hipotermia acidental ou presumível? Rev Bras Anesthesiol, 1990;40:383.
 11. Harnett RM, O'Brien EM, Sias FR - Initial treatment of profound accidental hypothermia. Aviat Space Environ Med, 1980;51:680-687.
 12. Fitzgerald FT, Gessop C - Accidental Hypothermia: a report of 22 cases and review of the literature. Adv Intern Med, 1982;27: 128-150.
 13. Werwath DL, Schwab CW, Scholten JR - A safe new method of warming crystalloids. Am Surg, 1984; 50: 656-659.
 14. Pisani IS, Pinheiro MT, Almeida JLS et al - Microondas: uma técnica prática e segura para aquecimento de líquidos. Rev Bras Anesthesiol, 1992;42 (Supl 15):154.
 15. Ledingham IM, Mone JG - Treatment after exposure to cold. Lancet, 1972:534-535.
 16. Ausman RK, Kerkhof K - Frozen storage and microwave thawing of parenteral nutrition solutions in plastic containers. Drug Intell Clin Pharm, 1981;15:540-543.
 17. Linkdo K, Hynynen K - Erythrocyte damage caused by the haemotherm microwave blood warmer. Acta Anaesthesiol Scand, 1979; 23:320-328.
 18. Arens JF, Lenorad GL - Danger of overwarming blood by microwave. JAMA, 1971; 218:1045-1046.
 19. Hansen G - Microwave oven explosion. Hosp Pharm, 1979;14:12.
 20. Harnett RM, Pruitt JR, Sias FR - A review of the literature concerning resuscitation from hypothermia: Part II - Selected rewarming protocols. Aviat Space Environ Med, 1983;54:487-495.
 21. Rueller JB - Hypotermia: pathophysiology, clinical settings, and management. Ann Intern Med, 1978; 89:519-527.