

# Acute effects of therapeutic 1-MHz ultrasound on nasal unblocking of subjects with chronic rhinosinusitis

*Efeitos agudos do ultrassom terapêutico de 1-MHz na desobstrução nasal de indivíduos com rinossinusite crônica*

Wanize Almeida Rocha <sup>1</sup>, Kátia Maria Gianezeli Rodrigues <sup>2</sup>, Rowdley Robert Rossi Pereira <sup>3</sup>, Breno Valentim Nogueira <sup>4</sup>, Washington Luiz Silva Gonçalves <sup>5</sup>

## Keywords:

physical therapy  
(specialty),  
rhinitis,  
sinusitis,  
ultrasonic therapy.

## Abstract

Low-intensity ultrasound therapy (LIUST) has been described as a plausible treatment for chronic rhinosinusitis (CRS). **Aims:** To evaluate the short-term effects of continuous 1MHz LIUST on nasal obstruction in subjects with CRS. **Material and Method:** A cohort placebo-controlled study comprising 26 CRS adults (10 men, 16 women), sequentially allocated into two groups: control-placebo (CP, n= 12) and treated with LIUST (US, n= 14). The treatment consisted of: ISATA = continuous 1MHz, 1W.cm-2 for four minutes in the maxillary sinuses and nasal septum. The equipment was switched off in the CP group. The degree of obstruction was assessed by the total volume of secretion expelled (VSEx) after nasal instillation of 5 mL saline solution (NaCl-0.9%) followed by nasal lavage. The volume of expired air (VEA) was assessed with a Glatzel mirror. **Results:** The data showed an increase (p<0.01) in VSEx and VEA after ultrasound therapy, suggesting a 64% improvement of nasal obstruction compared with the CP group. **Conclusions:** Continuous LIUST reduced nasal obstruction and congestion it may be used effectively in the respiratory therapy of CRS patients.

## Palavras-chave:

fisioterapia  
(especialidade),  
rinite,  
sinusite,  
terapia por ultrassom.

## Resumo

Recentemente, a terapia ultrassônica de baixa intensidade (TUSBI) foi descrita como um tratamento plausível para rinossinusite crônica (RNC). **Objetivos:** Avaliar os efeitos agudos da TUSBI de 1MHz contínua sobre a obstrução nasal de indivíduos com RNC. **Materiais e Métodos:** Participaram de um estudo tipo placebo-controlado 26 indivíduos adultos com RNC (10 homens, 16 mulheres), alocados sequencialmente em dois grupos: controle-placebo (CP, n=12) e tratados com TUSBI (US, n=14). Para o tratamento determinou-se: ISATA= 1MHz, 1W.cm-2, contínuo, por quatro minutos nos seios maxilares e septo nasal. No grupo CP o equipamento permaneceu desligado. Para avaliação do nível de obstrução nasal, foi mesurado o volume total de secreção expelida (VSEx), avaliado pela instilação nasal de 5 mL de solução salina (NaCl-0,9%) e coleta do lavado nasal. O volume de ar expirado (VAEx) foi avaliado pelo teste do espelho de Glatzel. **Resultados:** Os dados mostraram um aumento (p<0,01) nos valores dos VSEx e VAEx após terapia ultrassônica, indicando uma melhora de 64% da obstrução nasal comparado com o grupo CP. **Conclusões:** A TUSBI contínua reduziu a obstrução e congestão nasal, podendo ser empregada como modalidade terapêutica eficaz na fisioterapia respiratória de indivíduos com RNC.

<sup>1</sup> Mestre em Ciências Fisiológicas pela Universidade Federal do Espírito Santo - UFES. Coordenadora do Curso de Fisioterapia da Faculdade Novo Milênio - FNM.

<sup>2</sup> Graduada em fisioterapia pela Faculdade Novo Milênio - FNM. Fisioterapeuta.

<sup>3</sup> Mestre em Ortodontia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ. Professor colaborador do Departamento de Clínica Odontológica - UFES.

<sup>4</sup> PhD em Ciências Fisiológicas pela UFES. Professor Adjunto do Departamento de Morfologia - UFES.

<sup>5</sup> PhD em Ciências Fisiológicas pela UFES. Professor colaborador do Departamento de Ciências Fisiológicas - UFES.

Universidade Federal do Espírito Santo - UFES. Faculdades Novo Milênio - FNM.

Endereço para correspondência: Washington Luiz Silva Gonçalves PhD - Avenida Marechal Campos 1468 Maruípe Vitória ES Brasil 29040-755.

E-mail: zink.g@hotmail.com

Esta pesquisa foi parcialmente financiada pela bolsa recém-doutor da CDV-FACITEC (Contrato nº. 28/2008).

Este artigo foi submetido no SGP (Sistema de Gestão de Publicações) da BJORL em 24 de outubro de 2009. cod. 6732

Artigo aceito em 20 de setembro de 2010.

---

## INTRODUÇÃO

---

A Rinossinusite (RN), de modo geral, pode ser descrita como uma inflamação da mucosa nasossinusal em resposta à ação de eventos infecciosos, traumáticos, exposição a químicos e ação de alérgenos<sup>1,2</sup>. A ocorrência de sinusite sem rinite é muito rara, entretanto, a rinite pode ocorrer isoladamente. A rinite infecciosa crônica do tipo inespecífica está frequentemente associada ao quadro de sinusite e deve ser classificada e tratada como rinossinusite<sup>3,4</sup>. Voegels et al.<sup>5</sup> relataram que as infecções nasossinuais são entidades clínicas de alta prevalência com tratamentos longos e de grande complexidade, principalmente na 1ª e 2ª décadas de vida.

A fisiopatologia da RN relaciona-se com a obstrução do óstio dos seios paranasais, responsável por aerar e drenar os seios<sup>5,6</sup>. Essa oclusão promove hipóxia e hipercapnia intrassinusal, desencadeando vasodilatação, aumento da permeabilidade capilar, edema intersticial, hipertrofia da mucosa, transudação de líquido e diminuição da função mucociliar. Tal ambiente favorece também a instalação de microorganismos na cavidade sinusal proporcionando aumento da resposta inflamatória<sup>6,7</sup>. Variações anatômicas do septo nasal, conchas médias e processo uncinado são outros fatores predisponentes importantes, pois aumentam a estenose e impedem ou dificultam a ventilação piorando o quadro<sup>1,7</sup>.

A RN comumente é temporal e está diretamente relacionada com duração e frequência do processo, sendo consensualmente<sup>1-4</sup> dividida em quatro subtipos: aguda (início súbito com duração até quatro semanas), recorrente (mais de quatro episódios por ano com resolução completa entre os mesmos), subaguda (persistência após quatro semanas, permanecendo por até 12 semanas, porém menos intensos) e crônica (persistência do quadro  $\geq$  12 semanas)<sup>1,8</sup>. Os sinais e sintomas são os mesmos em qualquer subtipo de manifestação, o que os difere é a evolução do quadro clínico; na fase crônica observa-se a presença de rinorreia, importante obstrução nasal, tosse seca que piora à noite, além de pigarro, cacosmia, halitose, hiposmia e epistaxes<sup>1-8</sup>.

Para a implantação de um tratamento adequado para rinossinusite crônica (RNC), a identificação dos fatores desencadeantes, como a duração e frequência da crise são de fundamental importância<sup>1-8</sup>. Estudos recentes recomendam medicamentos de uso sistêmico e/ou tópico, bem como, terapias adjuvantes<sup>1,3,8</sup>. A aspiração direta dos seios nasais também é indicada em situações como no hospedeiro imunocomprometido, em pacientes gravemente enfermos e na ausência de resposta à antibioticoterapia<sup>8</sup>. Adicionalmente, outros estudos propõem e utilizam como uma forma de tratamento conservador a terapia ultrassônica de baixa intensidade (TUSBI) aplicada sobre a região nasal (seios maxilares e frontal)<sup>9-15</sup>.

A terapia ultrassônica (1 e 3-MHz) é uma forma de energia mecânica, de baixa potência e intensidade, produzida através da passagem de corrente elétrica de alta frequência por um material com características piezoelétricas<sup>14-16</sup>. A principal forma de propagação da onda sonora no tecido biológico é longitudinal, em que as partículas vibram paralelamente à direção da propagação da onda<sup>15,16</sup>. Classicamente, a literatura demonstra que a onda ultrassônica contínua primariamente aquece o tecido, determinando os efeitos térmicos. Já a onda ultrassônica pulsada é utilizada para atuar no nível celular e/ou molecular, principalmente através da alteração da permeabilidade da membrana, gradientes de concentração iônica e atividade bioquímica celular<sup>14-17</sup>. Nos últimos anos, a energia ultrassônica tem sido empregada em inúmeros tratamentos e terapias adjuvantes, tais como: no reparo tecidual<sup>16</sup>, na redução do quadro algico muscular e articular<sup>17,18</sup>, na modulação da resposta inflamatória<sup>19,20-22</sup> e também na redução de aderências tendinosas<sup>17-19</sup>. Algumas investigações relatam que a aceleração do reparo tecidual cutâneo, promovida pela TUSBI, é consequência da modulação local de mediadores/sinalizadores celulares como o óxido nítrico (NO), a histamina e outras citocinas, que interferem na fase inflamatória da cicatrização, além de produzir do aumento no número de fibroblastos e síntese de colágeno<sup>16-19</sup>. No entanto, ainda são escassos na literatura os estudos clínicos a respeito do uso da TUSBI como forma de tratamento ou terapia adjuvante na RNC<sup>9-12</sup>, embora esta hipótese de que a TUSBI através de seus efeitos físico-químicos teciduais<sup>13,21,22</sup> pudesse restabelecer a permeabilidade da mucosa intersticial, diminuir a viscosidade da secreção acumulada nos seios paranasais, favorecer a eliminação da secreção nasal e, conseqüentemente, melhorar a obstrução/congestão nasal pareça bastante plausível<sup>13-15</sup>. Deste modo, o principal objetivo desse estudo foi avaliar os efeitos agudos da aplicação nasal de TUSBI de 1-MHz em modo contínuo sobre o nível de obstrução nasal e os principais sintomas de indivíduos com RNC.

---

## MÉTODOS

---

O estudo experimental foi conduzido de acordo com os padrões nacionais e internacionais para pesquisas em seres humanos (Resolução 196/96-CNS/OMS e complementares), e aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos - CEP, sob parecer nº 021/2007.

### Desenho Do Estudo

Estudo experimental placebo-controlado tipo pré e pós-teste para avaliar os efeitos agudos da aplicação nasal de TUSBI de 1-MHz no nível de obstrução nasal de indivíduos com RNC. A amostra foi constituída por 26 pacientes com RNC, em tratamento clínico por  $\geq$ 12

semanas no ambulatório de otorrinolaringologia da instituição de origem, que foram encaminhados ao setor de fisioterapia no período de 1º de julho de 2007 a 28 de setembro de 2008.

### **Critérios de admissão/encaminhamento**

Os critérios de inclusão para este estudo foram: pacientes de ambos os sexos, com faixa etária entre 18 e 60 anos de idade, que preencheram os critérios de diagnóstico das diretrizes brasileiras de rinossinusites, estando em tratamento clínico por  $\geq 12$  semanas, no intervalo do uso de medicações sistêmicas/nasais  $\geq 1$  semana, e que tenham validado sua participação voluntária assinando o termo de consentimento livre e esclarecido padronizado.

Os critérios de exclusão foram: presença de doenças crônicas (diabetes, hipertensão), tabagismo, febre, ou afecções dermatológicas na face, tais como; acnes, polipose nasossinusal, tumores, cistos (avaliadas por tomografia computadorizada) e lesões faciais cutâneas, erupções e alergias dérmicas, além de outras doenças que contraindicassem o uso da TUSBI ou que pudessem influenciar nos resultados finais dos testes. Todos os participantes foram orientados a não modificarem comportamento alimentar, não ingerirem produtos com cafeína, bebidas alcoólicas ou medicamentos sistêmicos e/ou nasais (principalmente os simpatomiméticos) nas 24 horas que antecediam a coleta de dados.

### **Grupos e protocolo experimental**

Depois de preenchidos todos os critérios de admissão, os 26 pacientes diagnosticados com RNC (10 homens e 16 mulheres) foram encaminhados ao setor de fisioterapia e sequencialmente alocados em dois grupos por ordem de chegada: os ímpares formaram o grupo controle-placebo (CP, n= 12) e os pares formaram o grupo que receberia a terapia ultrassônica de 1-MHz (US, n= 14). Todos os pacientes foram submetidos aos mesmos procedimentos do estudo, os quais eram realizados pelo mesmo pesquisador, entretanto, no grupo CP utilizou-se o transdutor desconectado do equipamento gerador de ultrassom AVATAR IV® (KLD - Biosystems - São Paulo, Brasil), que permaneceu desligado. Os pacientes foram submetidos a uma avaliação fisioterapêutica com questões pertinentes às contraindicações ao uso da TUSBI na área da face (seios maxilares e septo nasal).

Em ambiente ventilado com temperatura de 24°C, no período vespertino, foram registrados o peso corporal e a estatura para cálculo do IMC, e aferidos os sinais vitais de todos os pacientes da amostra. Os indivíduos foram também orientados a quantificar, através de uma escala visual analógica (EVA) escalonada de 0 - 10, os níveis dos principais sintomas da RNC apresentados no momento, que incluíam: dor facial, obstrução nasal, rinorreia, pigarro, tosse e epistaxe.

Em seguida, foi iniciado o protocolo experimental, que consistiu na acomodação dos pacientes em decúbito dorsal com a cabeça em eixo longitudinal ao corpo, onde permaneceram em repouso durante 20 minutos para realização da assepsia na face (uso de antisséptico tópico). Logo depois, foi realizada a análise do volume total de secreção expelida (VSEx, mL), avaliada pela instilação simultânea de 2,5 mL de soro fisiológico (NaCl - 0,9%) em cada narina, coleta do lavado nasal expelido e armazenagem para quantificação. Também foi verificado o grau de obstrução e ou permeabilidade nasal determinado pelo volume do fluxo de ar expirado (VAEx, cm<sup>3</sup>) avaliado através do teste do espelho de Glatzel<sup>23,24</sup>.

Após as medidas de VSEx e VAEx, foi aplicado sonogel (H<sub>2</sub>O) na região dos seios maxilares e septo nasal e iniciada a irradiação ultrassônica de baixa intensidade nos seguintes parâmetros:  $I_{SATA}$  (*spatial average temporal average intensity*) = 1-MHz, 1.0 W.cm<sup>-2</sup>, modo contínuo, por 4 minutos. O transdutor de 1-MHz do equipamento de ultrassom foi movido sistematicamente em círculos sobre os seios maxilares e o septo nasal durante 4 minutos<sup>11,20</sup>. Após 20 min. da aplicação nasal de TUSBI, foram novamente avaliados os VSEx e VAEx e quantificados (EVA) os níveis dos sintomas de RNC nos pacientes de ambos os grupos experimentais. O transdutor ultrassônico de 1-MHz possui área de irradiação efetiva (ERA) de 0,5 cm<sup>2</sup> e foi aferido e calibrado antes do início do estudo em balança de precisão do Departamento de Engenharia da instituição de origem. O nível de irradiação ultrassônica (W.cm<sup>-2</sup>, 5%) utilizado nesse estudo foi o recomendado para ultrassom terapêutico pela *W.F.U.M.B. (Word Federation Ultrasound Medicine and Biology)* e *FDA (Food and Durgs Association)*<sup>14</sup>.

### **Análise dos dados**

O cálculo do tamanho da amostra foi realizado pelo software *Statemat*® 2.0, que com uma estimativa ideal para amostra com poder de teste de 90% e erro de alfa de 0,05, indicou n= 24 voluntários (pacientes com RNC). As variáveis estudadas foram consideradas normais pelo teste de *Shapiro-Wilk* e os valores foram expressos como média  $\pm$  desvio padrão (DP). Para verificar as diferenças entre as variáveis foi aplicado o teste-t de *Student* pareado e não-pareado, e para determinar as diferenças intergrupos utilizou-se análise de variâncias (ANOVA) duas vias, seguido do teste de *Tukey* para múltiplas comparações como *post hoc*. O nível de significância mínimo adotado para as diferenças foi de  $p \leq 0,05$ . O software utilizado para as análises foi *Prism 5.0*® (*GraphPad*, San Diego, CA, USA).

## **RESULTADOS**

As características gerais, a composição corporal e os valores dos sinais vitais nos indivíduos com RNC estão apresentados na Tabela 1, onde podemos observar que

não houve diferenças significantes entre os parâmetros verificados nos grupos controle-placebo (CP) e irradiados (US) com ultrassom terapêutico de 1-MHz, o que caracterizou uma homogeneidade na amostragem.

Na Tabela 2, estão apresentados os principais sintomas observados nos pacientes com RNC antes e após única aplicação nasal de TUSBI de 1-MHz ou placebo nos grupos experimentais. Observou-se que com exceção da tosse e da epistaxe, houve uma significativa redução nos valores dos demais sintomas de RNC no grupo US quando comparado ao grupo CP.

**Tabela 1.** Características gerais, composição corporal e sinais vitais nos grupos de indivíduos com rinossinusite crônica (RNC).

| Variáveis       | CP (N= 12) | US (N= 14) | Valor de p |
|-----------------|------------|------------|------------|
| Homens/Mulheres | 5 / 7      | 5 / 9      |            |
| Idade (anos)    | 26 ± 9     | 27 ± 13    | 0,212      |
| Peso (Kg)       | 78 ± 2     | 72 ± 4     | 0,134      |
| IMC (Kg.cm-2)   | 30.3 ± 3   | 28.6 ± 4   | 0,097      |
| PAM (mmHg)      | 102 ± 4    | 105 ± 1    | 0,163      |
| FC (bpm)        | 90 ± 3     | 92 ± 4     | 0,127      |
| FR (rpm)        | 18 ± 2     | 20 ± 3     | 0,118      |

Valores expressos em média ± desvio padrão (DP). Teste-t de Student. IMC, índice de massa corporal; PAM, pressão arterial média; FC, frequência cardíaca e FR, frequência respiratória.

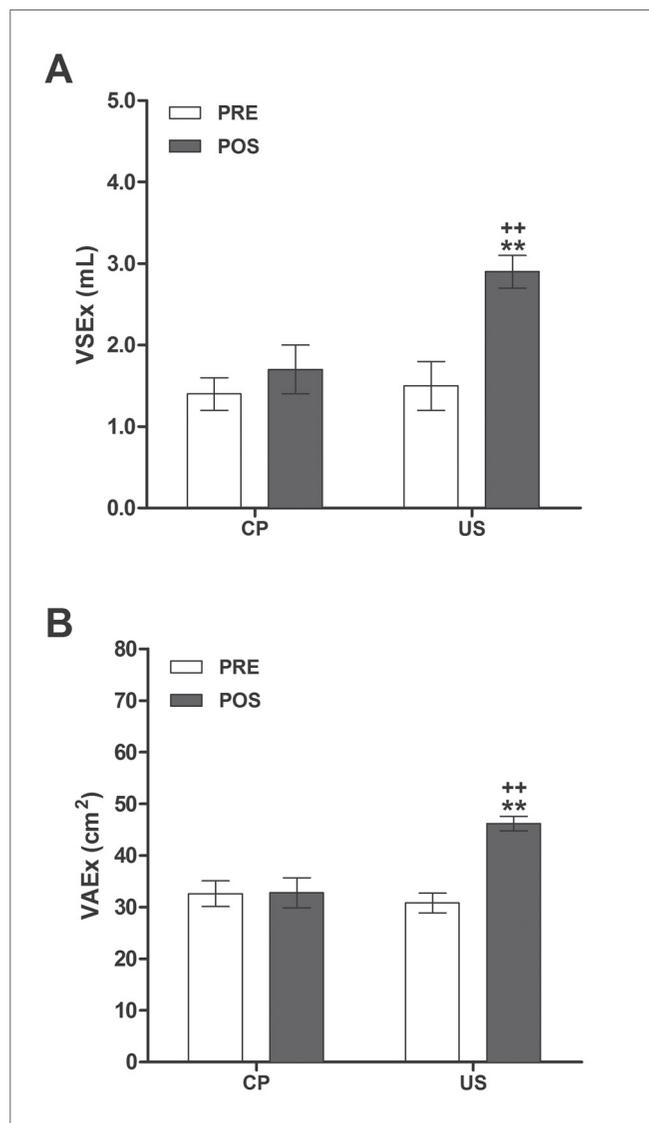
**Tabela 2.** Avaliação dos principais sintomas da rinossinusite crônica (RNC) antes e após única intervenção com ultrassom de 1-MHz (US) ou placebo (CP) nos grupos experimentais.

| Sintomas<br>(escala visual<br>analgica-EVA) | CP (n = 12) |           | US (n = 14) |           |          |
|---|-------------|-----------|-------------|-----------|----------|
|   | Pré         | Pós       | Pré         | Pós       |          |
| Dor facial                                  | 7,9 ± 0,2   | 7,3 ± 0,5 | 7,5 ± 0,5   | 2,1 ± 0,2 | 0,2***++ |
| Obstrução nasal                             | 8,3 ± 0,2   | 8,0 ± 0,3 | 7,9 ± 0,4   | 3,0 ± 0,5 | 0,5***++ |
| Rinorreia                                   | 5,9 ± 0,3   | 6,3 ± 0,4 | 6,1 ± 0,3   | 2,0 ± 0,2 | 0,2***++ |
| Pigarro                                     | 5,0 ± 0,4   | 4,0 ± 0,5 | 4,9 ± 0,3   | 2,7 ± 0,3 | 0,3*+    |
| Tosse                                       | 1,8 ± 0,2   | 2,1 ± 0,3 | 1,9 ± 0,2   | 1,6 ± 0,4 |          |
| Epistaxes                                   | 1,6 ± 0,1   | 1,8 ± 0,2 | 1,6 ± 0,2   | 1,4 ± 0,3 |          |

Valores expressos como média ± desvio padrão. Escala visual analógica, EVA (0 - 10). CP= grupo controle-placebo, US= grupo ultrassom terapêutico, Teste t de Student para amostras pareadas, e análise de variâncias (ANOVA) duas vias, seguido pelo teste de Tukey para múltiplas comparações como post hoc.

\*p ≤ 0,05 e \*\*p ≤ 0,01 para Pré vs. Pós;  
+p ≤ 0,05 ++p ≤ 0,01 para CP vs. US.

A Figura 1A demonstra um aumento (p ≤ 0,01) dos valores de VSEx no grupo US após TUSBI, quando comparado aos valores do grupo CP. Assim como, na Figura 1B, que apresenta aumento (p ≤ 0,01) nos valores de VAEx no grupo US. O que representa uma redução de 64% do nível de obstrução/congestão nasal nos sujeitos com RNC tratados com TUSBI de 1-MHz em modo contínuo em comparação ao grupo CP. Pois, conforme esperado após aplicação da TUSBI desligada (placebo), não mostrou diferenças significantes pré e pós-teste.



**Figura 1.** Efeitos da aplicação nasal da terapia ultrassônica de baixa intensidade (TUSBI) no nível de obstrução nasal de indivíduos com rinossinusite crônica (RNC). - Painel (A), volume de secreção nasal expelida (VSEx, mL). Painel (B), volume de ar expirado (VAEx, cm<sup>2</sup>) nos grupos controle-placebo (CP) e irradiados (US) com TUSBI de 1-MHz (1W.cm<sup>-2</sup>). Valores apresentados como média ± desvio padrão. Teste t de Student para amostras pareadas e análise de variâncias (ANOVA) duas vias, seguido pelo teste de Tukey para múltiplas comparações como post hoc. \*p ≤ 0,05 e \*\*p ≤ 0,01 para Pré vs. Pós; +p ≤ 0,05 ++p ≤ 0,01 para CP vs. US.

---

## DISCUSSÃO

---

Nesse estudo são apresentados os efeitos agudos da aplicação nasal de TUSBI de 1-MHz em modo contínuo sobre o nível de obstrução nasal e de outros sintomas da RNC. Os dados obtidos mostraram que uma única aplicação de TUSBI de 1-MHz na dose (SATA) de 1.0 W.cm<sup>-2</sup> nos seios maxilares e septo nasal durante 4 minutos produziu um significativo aumento nos valores de VSEx e VAEx, assim como, também promoveu uma redução significativa nos níveis dos outros sintomas da RNC apresentados nos grupos experimentais.

Os achados observados neste estudo corroboram as investigações de Naghdi et al.<sup>12</sup>, que também relataram uma melhora expressiva na frequência de aparecimento dos principais sintomas da RNC, tais como: dor facial, grau de congestão/obstrução nasal, rinorreia, distúrbios do cheiro e tosse após o uso de TUSBI de 1 e 3-MHz, assim como estão de acordo com os relatos de Ansari et al.<sup>9,10</sup>, nos quais sinais e sintomas como cefaleia, dor facial e rinorreia melhoraram significativamente após uso do ultrassom terapêutico na região da face. Esses estudos mostraram também que houve uma melhora da espessura da mucosa sinusal, abertura dos óstios meatais e regressão das lesões nos seios paranasais após o 15º dia de tratamento com TUSBI na intensidade (SATA) de 1.0 W.cm<sup>-2</sup>, durante 5 minutos, aplicada nos seios maxilares e frontal<sup>10,12</sup>. Adicionalmente, os estudos de Barros et al.<sup>11</sup> apresentaram que apenas 2 aplicações semanais de TUSBI em modo pulsado, com intensidade entre 1.0 - 1.5 W.cm<sup>-2</sup>, durante 3 minutos, não foram suficientes para melhorar a obstrução nasal em 13 indivíduos com RN com ou sem antibioticoterapia; no entanto, foi capaz de reduzir significativamente a ocorrência de alguns sintomas como cefaleia e dor facial nestes indivíduos.

Nosso estudo demonstrou que a TUSBI de 1-MHz em modo contínuo, na dose (SATA) de 1.0 W.cm<sup>-2</sup> durante 4 min., irradiada nos seios maxilares e septo nasal, não somente foi capaz de reduzir em 64% o nível de obstrução/congestão nasal, como também produziu melhora nos níveis dos principais sintomas da RNC (Tabela 1). Vale salientar que em 90% dos pacientes irradiados com TUSBI, os efeitos agudos de descongestão nasal com alívio dos outros sintomas perduraram nas duas horas subsequentes à aplicação, o que confirma as potencialidades terapêuticas da TUSBI na RNC.

A melhora apresentada nos níveis de VSEx e VAEx, ou seja, do grau de obstrução/congestão nasal e dos níveis dos outros sintomas como dor facial, rinorreia e pigarro nos pacientes com RNC após única aplicação da TUSBI, provavelmente ocorreu devido aos efeitos mecânicos (vibração)<sup>14-16</sup> do ultrassom na mucosa e secreção nasal, pois estudos mostram que o ultrassom terapêutico modifica a tixotropia do muco nasossinusal, ou seja, a capacidade

de um material semissólido (muco) submetido à agitação sofrer fluidificação progressiva, e retornar às características iniciais após período de repouso<sup>14-16,25</sup>. Além disso, está descrito que o muco nasossinusal possui tixotropia parcial, ou seja, após alguns minutos de repouso sem agitação, não retorna completamente às suas características reológicas iniciais<sup>25</sup>, fato que corrobora os achados deste estudo, visto que os valores de VSEx aumentaram significativamente, indicando importante efeito mucolítico, que favoreceu a excreção da secreção pelo lavado nasal observada nos pacientes com RNC<sup>25-28</sup>.

Do mesmo modo, os efeitos observados nos VSEx, VAEx e nos níveis dos outros sintomas da RNC podem ter ocorrido pelo aumento na temperatura local, ou seja, pelos conhecidos efeitos térmico da TUSBI contínua. Efeitos esses que também modificam as propriedades viscoelásticas (reológicas) do muco nasossinusal, ocasionando uma ruptura das ligações dissulfeto das mucoproteínas<sup>26-28</sup>, e conseqüentemente a fluidez da secreção nasal, facilitando a drenagem pelo lavado nasal no grupo que recebeu a TUSBI<sup>13-15,25-28</sup>, visto que somente a instilação nasal de solução salina (lavado) sem a adição de TUSBI não mostrou o mesmo efeito nos níveis do VSEx, VAEx e nos demais sintomas da RNC do grupo controle-placebo.

Além disso, não é possível descartar os efeitos diretos da energia ultrassônica de baixa intensidade<sup>14,16</sup> nos tecidos biológicos, os quais podem ter afetado a permeabilidade das membranas celulares<sup>15-17,20,21</sup>, os processos enzimáticos e inflamatórios<sup>19,21,29</sup>, além de facilitar a fibrinólise local<sup>17-22</sup>, uma vez que está bem estabelecido que a TUSBI modifica os fatores de sinalização celular e humorais, principalmente através da biodisponibilidade do NO, proporcionando a regulação da permeabilidade intersticial e o reequilíbrio na dinâmica dos fluidos teciduais<sup>9,12,13,29</sup> e, assim, favorecer a descongestão da mucosa nasofaríngea com melhora do edema intersticial e do nível de obstrução/congestão nasal observadas nos pacientes com RNC. Para fortalecer esta pressuposição, relatos recentes na literatura demonstraram correlações fortes entre os índices de congestão da mucosa nasal e os graus de fibrose e densidade vascular em pacientes com RNC<sup>30</sup>, caracterizando que a fibrose e a densidade vascular nasal estão diretamente associadas aos níveis de congestão da mucosa nasal.

---

## CONCLUSÃO

---

Diante dos dados obtidos, acrescidos dos relatos da literatura, pode-se concluir que a aplicação da TUSBI de 1-MHz, modo contínuo, com intensidade espacial e temporal de 1 W/cm<sup>2</sup> durante 4 minutos nos seios maxilares e septo nasal, proporciona melhora a obstrução e o fluxo aéreo nasal, favorecendo a evolução do quadro clínico de pacientes com RNC, assim como estabelece novas

potencialidades terapêuticas para TUSBI na fisioterapia respiratória. No entanto, apesar dos benefícios terapêuticos evidenciados, destacamos ainda a necessidade de mais estudos com variações dos parâmetros, para melhor caracterização dos mecanismos envolvidos nos efeitos benéficos, além da identificação de possíveis efeitos adversos do uso terapêutico da TUSBI na RNC. Reiteramos ainda a necessidade de os pacientes serem avaliados criteriosamente para que não haja diagnósticos equivocados e tratamentos retardados, evitando assim agravamentos do quadro clínico e complicações da doença.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos participantes do estudo, aos profissionais do ambulatório de otorrinolaringologia do Hospital Universitário Cassiano Antonio de Moraes – HUCAM/ UFES a valiosa colaboração nesta investigação e também ao engenheiro elétrico Manoel Ramos Penha pela colaboração com a mensuração, calibração e manutenção do equipamento de ultrassom utilizado neste estudo.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Araujo E, Sakano E, Weckx LLM. I Consenso Brasileiro de Rinossinusite. *Rev Bras Otorrinolaringol.*1999;65(3):3-30.
2. Ibiapina CC, Sarinho ESC, Cruz Filho AAS, Camargos PAM. Rinite, sinusite e asma: indissociáveis? *J Bras Pneumol.* 2006; 32(4):357-66.
3. Osguthorpe JD. Adult rhinosinusitis: diagnosis and management. *Am Fam Physician.*2001;63:69-76.
4. Weckx LLM; Sakano E, Araujo E, Castro F; Aun, W. Rinite infecciosa. In: Sociedade Brasileira de Otorrinolaringologia; Sociedade Brasileira de Rinologia; Sociedade Brasileira de Alergia e Imunopatologia. Consenso sobre rinites. *Rev Bras Otorrinolaringol.*1999;66(3):32.
5. Voegels RL, Lorenzetti FTM, D'Antonio WEPA, Ikino CMY, Butugan O. Complicações orbitárias em pacientes com sinusite aguda. *Rev Bras Otorrinolaringol.*2002;68(2):222-8.
6. Slavin RG, Spector SL, Bernstein IL, Kaliner MA, Kennedy DW, Virant FS, et al. The diagnosis and management of sinusitis: a practice parameter update. *J Allergy Clin Immunol.* 2005;116(suppl6):S13-S47.
7. Lund VJ. Therapeutic targets in rhinosinusitis: infection or inflammation? *Medscape J Med.*2008;10(4):105-9.
8. Rosenfeld RM, Andes D, Bhattacharyya N, Cheung D, Eisenberg S, Ganiats TG, et al. Clinical practice guideline: adult sinusitis. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2007;7(Suppl.3):S1-31.
9. Ansari NN, Naghdi S, Farhadi M. Therapeutic ultrasound as a treatment for chronic sinusitis. *Physiot Res Internat.*2004;9(3):144 -6.
10. Ansari NN, Naghdi S, Farhadi M, Jalaie S. A preliminary study into the effect of low-intensity pulsed ultrasound on chronic maxillary and frontal sinusitis. *Physiother Theory Pract.*2007;23(4):211-8.
11. Barros SEB, Montenegro A, Moreira AM. Procedimento fisioterapêutico em indivíduos com sinusite submetidos ou não à terapia medicamentosa. *Rev Bras Cien Saúde.*2004;8(1):61-8.
12. Naghdi S, Ansari NN, Farhadi M. A clinical trial on the treatment of chronic rhinosinusitis with continuous ultrasound. *Physiot Res Internat.*2008; 9(3):233-8.
13. Bartley J, Young D. Ultrasound as a treatment for chronic rhinosinusitis. *Med Hypotheses.* 2009;73:15-7.
14. Ter Harr G. Therapeutic applications of ultrasound. *Prog Biophys Mol Biol.*2007; 93(1-3):111-29.
15. Robertson VJ; Baker KG. A review of therapeutic ultrasound: effectiveness studies. *Phys Ther.*2001;81:1339-50.
16. Baker KG, Robertson VJ, Duck FA. A review of therapeutic ultrasound: biophysical effects. *Phys Ther.*2001;81(7):1351-8.
17. Mendonça AC; Ferreira AS; Barbieri CH; Thomazine JA; Mazzer N. Effects of low-power pulsed ultrasound on second-intention healing of total skin injuries in rats. *Acta Ortop Bras.*2006;14(3):152-7.
18. Matheus JPC; Oliveira FB; Gomide LB; Milani JGPO; Volpon JB; Shimano AC. Effects of therapeutic ultrasound on the mechanical properties of skeletal muscle after contusion. *Rev Bras Fisioter.*2008; 12(3):241-7.
19. Fisher BD, Hiller CM, Rennie SGA. A comparison of continuous ultrasound and pulsed ultrasound on soft tissue injury markers in the rat. *J Phys Ther Sci.*2003; 15(2):65-70.
20. Gonçalves WLS, Cirqueira JP, Soraes LS, Bissoli NS, Moyses MR. Use of low intensity ultrasonic therapy in the reduction of gynecoid lipodystrophy: a safe therapy or transitory cardiovascular risk? A pre-clinical study. *An Bras Dermatol.*2005;80(Supl.3):S352-9.
21. Gonçalves WLS, Cirqueira JP, Abreu GR, Moyses MR. Implicações da lipoclasia dermossônica no metabolismo energético e na composição corporal de ratos Wistar saudáveis. *Rev Bras Fisioter.*2009;13(1):24-30.
22. Gonçalves WL, Graceli JB, Santos RL, Cicilini MA, Bissoli NS, Abreu GR, et al. Ultrasound lipoclasia on subcutaneous adipose tissue to produce acute hyperglycemia and enhance acute inflammatory response in healthy female rats. *Dermatol Surg.* 2009; 35(11):1-5.
23. Foxen EH, Preston TD, Lack JA. The assessment of nasal air-flow: a review of past and present methods. *J Laryngol Otol.*1971;85:811-25.
24. Brescovich S, Roithmann R. Modified glatzel mirror test reproducibility in the evaluation of nasal patency. *Braz J Otorhinolaryngol.*2008; 74(2):215-22.
25. Martins ALP, Jamami M, Costa D. Estudos das propriedades reológicas do muco brônquico de pacientes submetidos a técnicas de fisioterapia respiratória. *Rev Bras Fisioter.*2005;9(1):33-9.
26. Marriott C. The viscoelastic nature of mucus secretion. *Chest.*1981; 80(6):804-8.
27. Majima Y, Harada T, Shimizu T, Takeuchi K, Sakakura Y, Yasuoka S, et al. Effect of biochemical components on rheologic properties of nasal mucus in chronic sinusitis. *Respir Crit Care Med.*1999;160 (2):421-6.
28. Shibuya Y, Wills PJ, Cole PJ. Effect of osmolality on mucociliary transportability and rheology of cystic fibrosis and bronchiectasis sputum. *Respirology.*2003;8:181-5.
29. Suchkova VN, Baggs RB, Sahni SK, Francis CW. Ultrasound improves tissue perfusion in ischemic tissue through a nitric oxide dependent mechanism. *Thromb Haemost.*2002;88(5):865-70.
30. Zang HR, Wang T, Li YC, Zhang SZ, Fan EZ, Han DM. Value of nasal mucosa congestion index in choosing treatment strategies for chronic rhinosinusitis. *Acta Otolaryngol.* 2009;129(11):1237-41.