

Resistência à tração diametral de cimentos de ionômero de vidro submetidos à aplicação de ondas de ultrassom

Diametral tensile strength of glass ionomer cements subjected to of ultrasound waves

Mônica Irma Aparecida Valdeci de SOUZA^a, Elcilaine Rizzato AZEVEDO^a,
Lourdes Aparecida Martins dos SANTOS-PINTO^a, Ângela Cristina Cilense ZUANON^a

^aDepartamento de Clínica Infantil, Faculdade de Odontologia, UNESP – Univ Estadual Paulista,
14801-903 Araraquara - SP, Brasil

Resumo

Introdução: O cimento de ionômero de vidro é um material odontológico que apresenta limitações de uso devido às suas propriedades mecânicas, como baixa resistência ao desgaste, microdureza, compressão e tração diametral. Com base nisso, este estudo investigou o efeito da excitação ultrassônica sobre o CIV, em diferentes tempos de aplicação, por meio da resistência à tração diametral. **Material e método:** Os materiais utilizados foram o Ketac Molar Easymix (KME) e o Ketac Cem Easymix (KCE). Foram confeccionados 10 corpos de prova para cada condição estudada: grupo controle, e os grupos que receberam aplicação de ultrassom por 15s, 30s e 45s, para ambos materiais. A excitação ultrassônica foi aplicada durante a reação de presa inicial do CIV, logo após sua inserção na matriz de silicone. Os valores de resistência à tração diametral foram analisados pelo teste Shapiro Wilk e Anova ($\alpha = 0.05$). **Resultado:** A aplicação de excitação ultrassônica não apresentou efeito estatisticamente significativo na resistência à tração diametral dos materiais testados, independente do tempo de aplicação ($p \geq 0,05$). O KME apresentou resistência estatisticamente maior que o KCE ($p = 0,023$). **Conclusão:** A utilização das ondas ultrassônicas não influenciou na resistência à tração diametral dos CIV testados independentemente do seu tempo de aplicação.

Descritores: Resistência à tração diametral; cimento de ionômero de vidro; ultrassom.

Abstract

Introduction: The glass ionomer cement is a dental material that has limitations of use due to its mechanical properties, such as low wear resistance, hardness, tensile and compressive diametral. Based on this, this study investigated the effect of ultrasonic excitation on the GIC in different application times, through the diametral tensile strength. **Material and method:** The materials used were Ketac Molar EasyMix (KME) and Ketac Cem EasyMix (KCE). Were made 10 specimens for each condition studied: control group, and the groups that received application of ultrasound for 15s, 30s and 45s, for both materials. The ultrasonic excitation was applied during the initial setting reaction of GIC, soon after its insertion into the silicone matrix. The values of the diametral tensile strength were analyzed by Shapiro Wilk test and ANOVA ($\alpha = 0.05$). **Result:** The application of ultrasonic excitation showed no statistically significant effect on diametral tensile strength of the materials tested, regardless of the time of application ($p \geq 0.05$). The KME resistance showed statistically greater than the KCE ($p = 0.023$). **Conclusion:** The use of ultrasound waves did not influence the diametral tensile strength of CIV tested regardless of their time of application.

Descriptors: Diametral tensile strength; glass ionomer cement; ultrasound.

INTRODUÇÃO

O cimento de ionômero de vidro convencional (CIV) é um material odontológico composto por pó, que contém vidro de aluminossilicato com elevado teor de fluoreto, e um líquido, constituído pelo ácido polialcenóico e seus copolímeros¹. O ácido ataca as partículas de vidro destacando os íons alumínio e cálcio, que reagem entre si por meio de reação ácido/base, tendo como produto um sal, inicialmente poliacrilato de cálcio

e posteriormente poliacrilato de alumínio². Esse material possui propriedades de liberação de flúor, adesão química à estrutura dentária, coeficiente de expansão térmica similar ao dente e biocompatibilidade, sendo muito utilizado na clínica odontológica^{1,3,4}.

Apesar de apresentar ótimas propriedades e ser muito versátil, podendo ser utilizado em restaurações, base cavitária,

cimentação de peças protética e ortodônticas, o CIV possui algumas limitações, como baixa resistência ao desgaste, à fratura e a tração diametral^{2,3}. Além disso, apresenta pouca variedade de cores e baixa translucidez, que limitam ainda mais sua aplicabilidade estética⁵.

Com a finalidade de tornar o CIV mais resistente, foi-lhe incorporado alumina, carbono e até limalha de prata, o que provocou aumento em sua viscosidade, dificuldade de manipulação e comprometimento da estética devido a sua maior opacidade⁴.

No início da década de 90, radicais resinosos foram incorporados à sua composição, possibilitando melhorias em suas propriedades físicas e mecânicas, tornado superior ao CIV convencional². Uma das maneiras de avaliar as propriedades mecânicas do CIV é o teste de resistência à tração diametral⁶⁻¹¹.

Yap et al.⁹ (2003) sugeriram que aumento na velocidade de reação de presa desse material poderia resultar em melhoria de suas propriedades em um período de tempo mais curto. Alguns autores têm demonstrado que esse aumento pode ser adquirido por meio da aplicação de ondas de ultrassom (US) sobre o material imediatamente após sua inserção^{4,12}.

O US é um equipamento constituído por transdutores que convertem impulsos elétricos de alta frequência em vibrações mecânicas, que se propagam pelo meio na forma de ondas¹³. Parte da energia proveniente dessas ondas é perdida e dissipada na forma de calor, aumentando assim a temperatura do cimento e acelerando sua reação de presa inicial¹⁴⁻¹⁷.

A aplicação dessas ondas vibratórias sobre o CIV possibilita a desaglomeração das partículas de vidro e aumenta a área superficial de atuação do ácido poliácrico. Promove também diminuição do número e do volume de bolhas apreendidas em seu interior e melhora a compactação do material^{14,9,18}.

Assim, este trabalho tem o objetivo de avaliar, por meio do ensaio mecânico de tração diametral, a influência e o tempo de aplicação de ondas de US sobre CIV.

MATERIAL E MÉTODO

Foram utilizados os CIV, Ketac Molar Easymix e Ketac Cem Easymix (ESPE Dental AG, Seefeld, Germany), os quais foram manipulados de acordo com as instruções do fabricante em temperatura ambiente (23 ± 1 °C) e umidade relativa do ar de $50 \pm 5\%$. O cimento foi inserido em uma matriz de silicone com dimensões internas de 3mm de altura por 6mm de diâmetro, com o auxílio de uma seringa Centrix (Centrix-Shelton, EUA). Para avaliar a resistência à tração diametral foram confeccionados dez corpos de prova para cada condição estudada, de acordo com a Tabela 1.

Nos grupos controles (1A e 1B), imediatamente após a inserção do material na matriz, o CIV foi coberto com uma tira de poliéster, sobre a qual foi depositado um peso de 100 kgf, por 60 segundos, para acomodação e extravasamento de excesso de material. Nos outros grupos experimentais, após a proteção com a tira matriz de poliéster, foi aplicado o US na superfície superior do corpo de prova de acordo com o tempo determinado para cada grupo experimental (Figura 1). A ponta ativa do aparelho de US (Profi III Bios - Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil), ajustado com 80% de sua potência de 24W e com 28 kHz de frequência, foi deslizada sobre toda superfície superior do corpo

de prova, sem irrigação de água. A ponta utilizada era modelo Perio "E" (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil).

Após a remoção da matriz de silicone, os corpos de prova foram protegidos superficialmente com vaselina sólida e armazenados em 100% de umidade relativa, a 37 °C, por 24 horas, e então submetidos ao ensaio de compressão tangencial em máquina de ensaio universal (EMIC, São José dos Pinhais, PR, Brasil), a uma velocidade de 0,5 mm/min.

Os valores obtidos foram verificados quanto a normalidade de distribuição dos dados, homogeneidade de variâncias (teste de Shapiro Wilk) e análise das variâncias (ANOVA), com nível de significância de 5%.

RESULTADO

A aplicação de US não influenciou na resistência média à tração diametral dos grupos, independente do tempo de aplicação. Houve diferença estatística entre os diferentes materiais em todos os tempos de aplicação de ondas de ultrassom (Tabela 2).

DISCUSSÃO

O cimento de ionômero de vidro (CIV) convencional possui reação de presa ácido/base⁴ lenta e contínua, a qual permite melhoria em suas propriedades mecânicas com o

Tabela 1. Grupos experimentais divididos de acordo com o material utilizado, grupo e tempo de aplicação de ondas de US (n = 10)

Material	Grupo	Tempo de US (s)
Ketac Molar Easymix	1A	0
	2A	15
	3A	30
	4A	45
Ketac Cem Easymix	1B	0
	2B	15
	3B	30
	4B	45

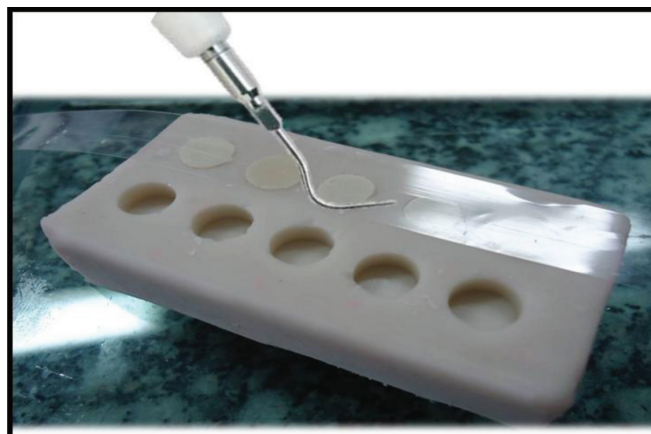


Figura 1. Ondas ultrassônicas em contato com a superfície superior do corpo de prova.

Tabela 2. Valores de resistência média à tração diametral (MPa) de diferentes CIV em função do tempo (s) de aplicação de ondas ultrassônicas

CIV	Tempo de Aplicação US			
	0	15	30	45
KME	8,6440 ^a (±2,91)	6,3220 ^a (±3,30)	6,5670 ^a (±1,59)	6,4270 ^a (±1,87)
KCE	4,7280 ^b (±1,37)	5,7110 ^b (±2,14)	6,3100 ^b (±2,77)	6,3760 ^b (±1,17)

Letras minúsculas idênticas na mesma linha indicam semelhança estatística.

passar do tempo, nas primeiras 24 horas, o material atinge seu endurecimento final¹⁸, que pode se estender até 6 (seis) meses após sua manipulação^{6,19}.

Como muitas falhas clínicas ocorrem por causa da tensão causada por estresse, um dos testes rotineiramente utilizado para determinar as propriedades mecânicas do CIV é o teste de resistência à tração diametral^{6,7-10}, que consiste em uma força de compressão aplicada sobre o corpo de prova¹¹, uma vez que é difícil medir a resistência à tração de materiais frágeis como o CIV.

Alguns autores têm mostrado que a aplicação de ultrassom melhora as propriedades mecânicas desse material^{4,9,12,13}, pois acelera sua reação de presa inicial, aumenta a área superficial das partículas, o que promove um maior contato com o ácido poliacrílico, e, conseqüentemente, uma mistura mais homogênea entre o pó e o líquido é obtida¹⁴. A excitação ultrassônica possibilita diminuição do número e do volume das bolhas no interior do material melhorando suas propriedades mecânicas²⁰.

Vérez-Fraguela et al.²¹ (2000) relataram que a aplicação contínua do ultrassom sem irrigação por mais de 30s causou pulpíte aguda resultante do trauma mecânico da vibração nos tecidos pulpares. Há relatos na literatura de que a elevação de temperatura causada no material pelo US não é capaz de causar danos irreversíveis à polpa dental²². Estudos prévios, como os de Arcoria et al.²³ (1992) e Lopes et al.²⁴ (2010), permitiram observar que a utilização do ultrassom em diferentes tempos de aplicação aumentou a resistência a flexão e a dureza superficial dos cimentos testados.

Na literatura há diversos fatores que influenciam na resistência mecânica dos CIV, como: proporção pó/líquido, pressão, umidade, tempo de manipulação^{25,26} e distribuição das partículas de vidro³. McLean² (1987) afirmou que o tamanho das partículas é essencial na determinação de suas propriedades mecânicas. O Ketac Molar Easymix (KME) é um cimento restaurador, com partículas de tamanho médio de 50 µm, enquanto o Ketac Cem Easymix (KCE) é indicado para cimentação, com partículas de tamanho aproximado de 15 µm. O tamanho das partículas dos materiais utilizados pode ter resultado na diferença significativa na resistência máxima a tração diametral entre os mesmos, sendo maior para o primeiro^{1,2}.

Neste trabalho a utilização do US não influenciou a resistência à tração diametral dos CIV testados, em nenhum dos tempos utilizados. Estes resultados também estão de acordo com relatos de Barata et al.²⁷ (2008), que, após aplicarem 20 segundos de ondas de US sobre CIV, observaram melhora do comportamento do material após o teste de compressão, sem, porém, observar diferença após resistência a tração diametral. Segundo os autores, a razão para isso ocorrer ainda não é clara, mas pode estar associada ao comportamento viscoelástico do CIV e ao modo como os corpos de prova são fraturados. No teste de tração diametral, as amostras são comprimidas diametralmente, enquanto para o teste de compressão, as amostras são fraturadas paralelamente ao seu longo eixo.

Resultados contrários ao do presente trabalho têm sido relatados na literatura. Em 2004, Twomey et al.¹⁶ (2004) observaram maiores valores de resistência a compressão dos CIV Ketac Molar Quick e Fuji IX Fast após aplicação de ondas ultrassônicas por 45 segundos.

Lopes et al.²⁴ (2010) relataram que a utilização do US por 30 segundos sobre os CIV Ketac Molar Easymix e Fuji IX GP promoveu diminuição da rugosidade e aumento da microdureza superficial. Arcoria et al.²³ (1992) observaram o aumento na resistência à flexão após 10s de excitação ultrassônica nos cimentos Fujj-II e Ketac-fil.

O fato dos CIVs terem sido testados somente no período de 24 horas após sua espatulação pode ser considerado uma limitação do trabalho, uma vez que sabe-se que as propriedades mecânicas desse material podem melhorar até 6 meses após sua reação de presa inicial¹⁹.

Sendo assim, o aprofundamento no estudo da utilização do US sobre CIV para promover melhorias em suas propriedades torna-se importante para aumentar o sucesso clínico.

CONCLUSÃO

A utilização das ondas ultrassônicas não influenciou na resistência à tração diametral dos CIV testados independentemente do seu tempo de aplicação.

REFERÊNCIAS

1. Mount GJ. Glass ionomers: a review of their current status. *Oper Dent.* 1999; 24: 115-24. PMID:10483449.
2. McLean JW. Limitations of posterior compost resins and extending their use with glass-ionomer cements. *Quintessence Int.* 1987; 18: 517-29. PMID:3507719.
3. Mount GJ. Glass ionomer cements: ast, present and future. *Oper Dent.* 1994;19:82-90. PMID:9028245.
4. McLean JW. Glass-ionomer cement. *Br Dent J.* 1988; 164: 293-300. PMID:3289597. <http://dx.doi.org/10.1038/sj.bdj.4806434>

5. Kramer PF, Pires LAG, Tovo MF, Kersting TC, Guerra S. Grau de infiltração marginal de duas técnicas restauradoras com cimento de ionômero de vidro em molares deciduos: Estudo comparativo "in vitro". *J Appl Oral Sci.* 2003; 11(2): 114-9. PMID:21409323. <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-77572003000200006>
6. Gladys S, Van Meerbeek B, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Comparative physico-mechanical characterization of new hybrid restorative materials with conventional glass-ionomer and resin composite restorative materials. *J Dent Res.* 1997; 76: 883-94. PMID:9126185. <http://dx.doi.org/10.1177/00220345970760041001>
7. Xie D, Brantley WA, Culbertson BM, Wang G. Mechanical properties and microstructures of glass-ionomer cements. *Dent Mater.* 2000; 16: 129-38. [http://dx.doi.org/10.1016/S0109-5641\(99\)00093-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0109-5641(99)00093-7)
8. Pereira LC, Nunes MC, Dibb RG, Powers JM, Roulet JF, Navarro MF. Mechanical properties and bond strength of glass-ionomer cements. *J Adhes Dent.* 2002; 4: 73-80. PMID:12071632.
9. Yap AUJ, Pek YS, Cheang P. Physico-mechanical properties of a fast-set highly viscous GIC restorative. *J Oral Rehabil.* 2003; 30: 1-8. PMID:12485377. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2842.2003.01006.x>
10. McKinney JE, Antonucci JM, Rupp NW. Wear and microhardness of glass-ionomer cements. *J Dent Res.* 1987; 66: 1134-9. PMID:3476584. <http://dx.doi.org/10.1177/00220345870660060801>
11. Corrêa LGP, Ogasawara T. Estudos comparativos de alguns cimentos ionoméricos convencionais. *Matéria.* 2006; 11(3): 297-305. <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-70762006000300019>
12. Cattani-Lorentre MA, Dupuis V, Payan J, F Moya, Meyer JM. Effect of water on the physical properties of resin-modified glass ionomer cements. *Mater Dent.* 1999; 15(1): 71-8. [http://dx.doi.org/10.1016/S0109-5641\(99\)00016-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0109-5641(99)00016-0)
13. Balamuth L. *Ultrasonics and dentistry.* Sound. 1963; 2: 15-9.
14. Towler MR, Bushby AJ, Billington RW, Hill RG. A preliminary comparison of the mechanical properties of chemically cures and ultrasonically cures glass ionomer cements, using nano-indentation techniques. *Biomaterials.* 2001; 22: 1401-6. [http://dx.doi.org/10.1016/S0142-9612\(00\)00297-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0142-9612(00)00297-0)
15. Kleverlaan CJ, van Duinen RN, Feilzer AJ. Mechanical properties of glass ionomer cements affected by curing methods. *Dent Mater.* 2004; 20(1): 45-50. [http://dx.doi.org/10.1016/S0109-5641\(03\)00067-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0109-5641(03)00067-8)
16. Twomey E, Towler MR, Crowley CM, Doyle J, Hanspshire S. Investigation into the ultrasonic setting of glass ionomer cements. Part II: setting times and compressive strengths. *J Mater Sci Mater Med.* 2004; 39: 4631-2.
17. Tanner DA, Rushe N, Towler MR. Ultrasonically set glass polyalkenoate cements for orthodontic applications. *J Mater Sci Mater Med.* 2006; 17(4): 313-8. PMID:16617409. <http://dx.doi.org/10.1007/s10856-006-8229-7>
18. Mitra SB, Kedrowski BL. Long-term mechanical properties of glass ionomers. *Dent Mater.* 1994; 10(2): 78-82. [http://dx.doi.org/10.1016/0109-5641\(94\)90044-2](http://dx.doi.org/10.1016/0109-5641(94)90044-2)
19. Fagundes TC, Barata TJE, Bresciani E, Cefaly DFG, Carvalho CAR, Navarro MFL. Influence of ultrasonic setting on tensile bond strength of glass-ionomer cements to dentin. *J Adhes Dent.* 2006; 8(6): 401-7. PMID:17243598.
20. Towler MR, Crowley CM, Hill RG. Investigation into the ultrasonic setting of glass ionomer cement: Part I: postulated modalities. *J Mater Sci Lett.* 2003; 22 (7): 539-41. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1022946605523>
21. Vérez-Fraguela JL, Vallés MAV, Calvo LJE. Effects of ultrasonic dental scaling on pulp vitality in dogs: an experimental study. *J Vet Dent.* 2000; 17: 75-9. PMID:11968922.
22. Mitchell DF, Jensen JR. Preliminary report on the reation of the dental pulp to cavity preparation on ultrasonic device. *J Acad Dent Am.* 1957; 66: 57-62.
23. Arcoria CJ, Butler JR, Wagner MJ and Vitasek BA. Bending strength of Fuji® and Ketac® glass ionomers after sonication. *J Oral Rehabil.* 1992; 19: 607-13. PMID:1469496. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2842.1992.tb01490.x>
24. Lopes JHP, Guimarães MS, Coldebella CR, Zuanon ACC. Evolution of ultrasonic waves application on glass ionomer cements: superficial roughness and hardness. *ROBRAC: Rev Odontol Bras Central.* 2010; 19(48): 42-7.
25. Prentice LH, Tyas MJ, Burrow MF. The effect of mixing time on the handling and compressive strength of an encapsulated glass-ionomer cement. *Dent Mater.* 2005; 21(8): 704-8. PMID:16026665. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2004.09.006>
26. Algera TJ, Kleverlaan CJ, Pahl-Andersen B, Feilzer AJ. The influence of environmental conditions on the material properties of setting glass-ionomer cement. *Dent Mater.* 2006; 22: 852-6. PMID:16376421. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2005.11.013>
27. Barata TJE, Bresciani E, Adachi A, Fagundes TC, Carvalho CAR, Navarro MF. Influence of ultrasonic setting on compressive and diametral tensile strengths of glass ionomer cements. *Mater Res.* 2008; 11: 55-61. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-14392008000100011>

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

AUTOR PARA CORRESPONDÊNCIA

Ângela Cristina Cilense Zuanon
Departamento de Clínica Infantil, Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP,
Rua Humaitá, 1680, 1º andar, Centro, 14801-903 Araraquara - SP, Brasil
e-mail: aczuanon@foar.unesp.br

Recebido: 11/01/2013
Aprovado: 06/05/2013