

Avaliação dos diferentes métodos de medida de força de compressão em três equipamentos mamográficos diferentes*

Evaluation of diverse methods for measuring compression force in three different mammographic systems

Rochelle Lykawka¹, Patrícia Biasi², Clauzi Rodrigo Guerini³, Marcelo Schneider Bemvenuti⁴, Gabriela Hoff⁵

Resumo **Objetivo:** Verificar a concordância dos resultados apresentados por diferentes métodos de medida e as variações apresentadas na aplicação deles em diferentes equipamentos mamográficos. **Materiais e Métodos:** Foram realizadas 10 medidas de força de compressão para cada método proposto em cada equipamento avaliado (Mammomat 3000-Siemens, Mammo Diagnostic UC-Philips e Alpha ST-GE), sendo avaliadas as diferenças entre esses equipamentos mamográficos para aplicação dos mesmos métodos de medida e as diferenças entre os métodos aplicados. **Resultados:** Diferenças significativas foram observadas entre os resultados para os diferentes métodos propostos, sendo o valor medido com auxílio de “balança tipo de banheiro”, o que subestimou o valor da força de compressão. Cada sistema de compressão mostrou diferentes respostas para os métodos propostos. **Conclusão:** Diferenças foram verificadas para os sistemas de compressão e métodos utilizados. Dessa forma, a escolha do modo de realização do teste de compressão torna-se importante para aceitação de equipamentos mamográficos, e a competência para a definição do método mais adequado e realista é do responsável técnico. Sugere-se que a medida de força de compressão seja realizada com auxílio de dinamômetro de extensão e não de compressão se não se conhece o funcionamento do sistema de compressão do mamógrafo.

Unitermos: Mamografia; Força de compressão; Controle da qualidade.

Abstract **Objective:** To evaluate the intermethod agreement in the measurement of compression force as well as variations in the testing of different mammography systems. **Materials and Methods:** Ten compression force measurements were performed for each proposed method on each mammography apparatus (Mammomat 3000-Siemens, Mammo Diagnostic UC-Philips and Alpha ST-GE), with an evaluation of the differences among the mammographic equipments as far as the application of such measurement methods is concerned, as well as the differences among the applied methods. **Results:** Significant differences were observed among the results for the different systems and methods, and the values measured with the aid of a bathroom-scale-type dynamometer resulted in compression force underestimation. Each compression system presented different responses for the proposed methods. **Conclusion:** Differences were observed among compression systems and among proposed methods. Thus the choice of the way the compression test is performed is critical for the acceptance of the mammography equipment, the technical lead being the most competent to define the most appropriate and realistic testing method. It is suggested that the compression force measurement should be performed with an extension dynamometer, rather than with a compression dynamometer, in cases where the mammography compression system functioning is not known.

Keywords: Mammography; Compression force; Quality control.

Lykawka R, Biasi P, Guerini CR, Bemvenuti MS, Hoff G. Avaliação dos diferentes métodos de medida de força de compressão em três equipamentos mamográficos diferentes. *Radiol Bras.* 2011 Mai/Jun;44(3):172-176.

INTRODUÇÃO

Para exames de mamografia, a compressão é fundamental na realização de um exame para geração de imagem com qua-

lidade diagnóstica. Além de reduzir a dose, a compressão impede o movimento da paciente e auxilia na distribuição dos tecidos mamários, reduzindo a sobreposição e facilitando a visualização das estruturas da mama nas imagens⁽¹⁻³⁾.

Atualmente, diferentes métodos são sugeridos para a realização do teste de verificação da força de compressão⁽⁴⁻⁶⁾, além do desenvolvimento de dinamômetros específicos para a realização deste teste⁽³⁾. Este trabalho foi desenvolvido com o ob-

* Trabalho realizado na AFIM Assessoria em Física Médica Ltda. e pelo Grupo de Experimentação e Simulação em Física Médica da Faculdade de Física da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), Porto Alegre, RS, Brasil.

1. Especialista em Física do Radiodiagnóstico – Associação Brasileira de Física Médica (ABFM), Sócio-gerente da AFIM Assessoria em Física Médica Ltda., Porto Alegre, RS, Brasil.

2. Graduanda em Física Médica, Estagiária da AFIM Assessoria em Física Médica Ltda., Porto Alegre, RS, Brasil.

3. Supervisor de Proteção Radiológica em Medicina Nuclear – Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), Sócio-gerente da AFIM Assessoria em Física Médica Ltda., Porto Alegre, RS, Brasil.

4. Pós-graduado em Gerenciamento de Projetos, Sócio-gerente da AFIM Assessoria em Física Médica Ltda., Porto Alegre, RS, Brasil.

5. Doutora, Professora TI 40 da Faculdade de Física da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), Porto Alegre, RS, Brasil.

Endereço para correspondência. Dra. Gabriela Hoff, Avenida Ipiranga, 6681, P10/sala 207, Partenon. Porto Alegre, RS, Brasil, 90619-900. E-mail: ghoff.gesic@gmail.com

Recebido para publicação em 4/9/2010. Aceito, após revisão, em 27/4/2011.

jetivo de verificar a concordância dos resultados apresentados por diferentes métodos e as variações comumente apresentadas na prática de sua realização em diferentes equipamentos de mamografia.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste trabalho foram realizados os testes sugeridos no Guia de Radiodiagnóstico, citado na Resolução RE 1016 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa)⁽⁴⁾. Além disso, seguiram-se as metodologias propostas nos Protocolos de Controle da Qualidade do Comitê Europeu⁽⁵⁾ e da Associação Americana de Físicos em Medicina⁽⁶⁾. Foram utilizados diferentes instrumentos de me-

dição de força (dinamômetros): um Keithley, um comum da marca Sunrise e um da RMI, modelo 163, específico para mamografia, além de um dinamômetro de extensão KRATOS (com escala até 100 kgf), sempre preso ao prato de compressão na região entre 2 e 5 cm da parede torácica. Também foram utilizados diferentes materiais para oferecer resistência: bolas de tênis (conforme recomenda o Protocolo Europeu), bolas plásticas, da marca Killp Plásticos Ltda., e compressas hospitalares.

Os testes foram realizados nos equipamentos mamográficos Mammomat 3000 da marca Siemens, Mammo Diagnostic UC da marca Philips e Alpha ST da marca GE.

A coleta de dados com o instrumento da RMI foi realizada de diferentes maneiras:

com o compressor sobre o prato de apoio desse dinamômetro; com uma bola de tênis ou bola plástica entre o compressor e o prato de apoio; e com compressas hospitalares dobradas em 2, 4 e 16 partes entre o compressor e o prato de apoio. Já a coleta de dados com o dinamômetro estilo “balança de banheiro” foi realizada considerando as seguintes situações: com uma ou duas bolas de tênis ou de plástico entre a superfície da balança e o compressor; e com compressas dobradas em 2, 4 e 16 partes entre a superfície da balança e o compressor. O dinamômetro de extensão foi utilizado entre a cabeça do equipamento e o compressor.

A Figura 1 ilustra a geometria de algumas dessas coletas de dados.

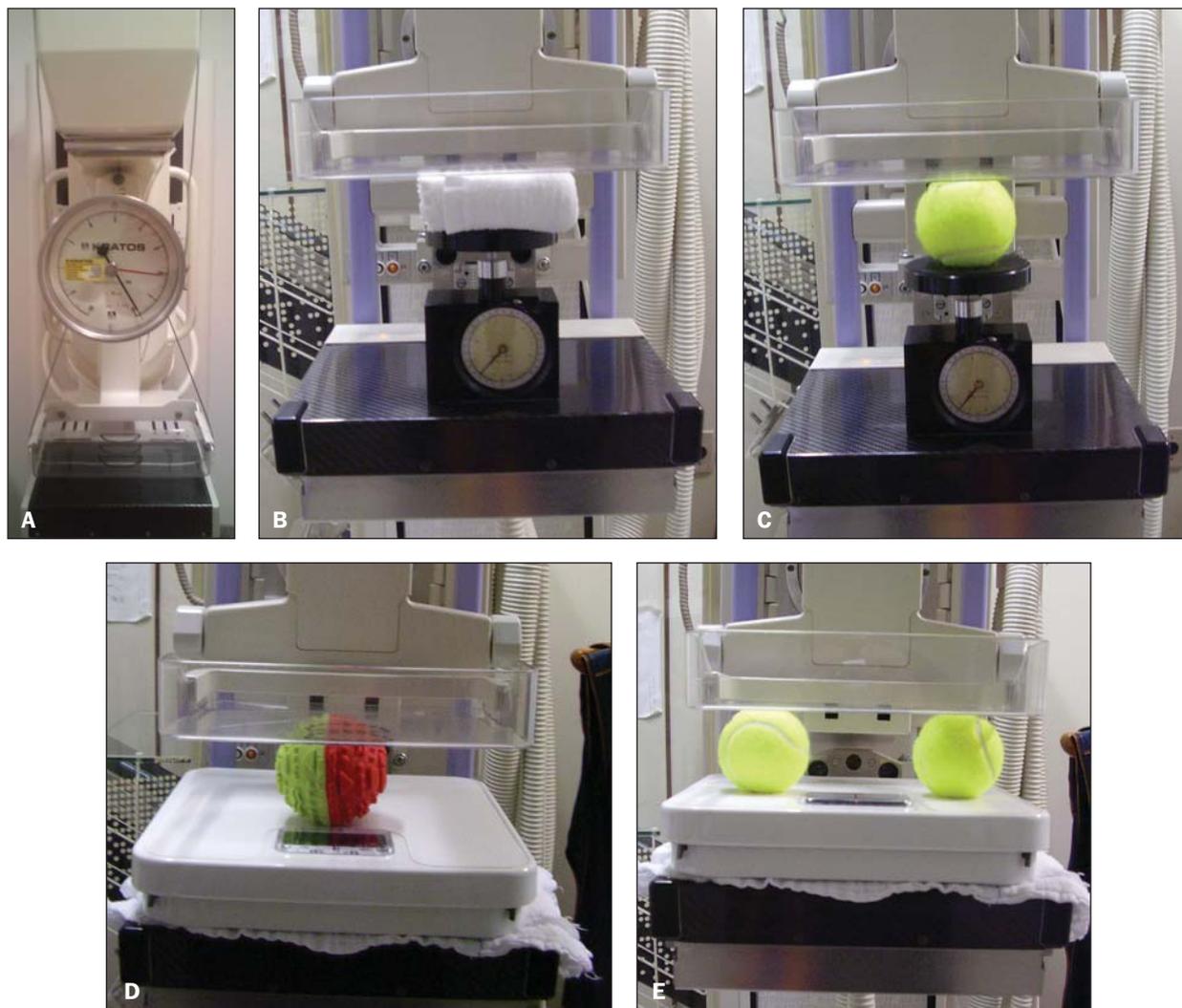


Figura 1. Fotografias exemplificando a coleta de dados com os dinamômetros KRATOS (A), RMI utilizando compressa dobrada em 16 partes (B) entre o prato da balança e o compressor e uma bola de tênis (C), e Keithley com uma bola de plástico (D) e com duas bolas de tênis (E) entre o prato da balança e o compressor.

As medidas realizadas com o dinamômetro de extensão, conforme recomenda o Protocolo Europeu, foram definidas como referência comparativa entre os diferentes métodos utilizados. Assim, diferentes métodos de medidas foram verificados, buscando comparar os resultados obtidos para diferentes mamógrafos, instrumentos de medida e objetos de resistência. A Tabela 1 mostra o panorama de coleta de dados.

Foram realizadas 10 medidas com cada geometria de coleta de dados. Além do valor médio de compressão máxima do equipamento, foi verificada a existência de mais de um estágio de compressão. Foram realizadas coletas considerando o *bucky* de tamanho 18 cm × 24 cm na comparação dos equipamentos. No equipamento Mammomat 3000 foram realizadas medidas adicionais para o compressor, utilizando o *bucky* de 24 cm × 30 cm, sendo que os resultados não apresentaram diferenças significativas com a mudança do tamanho do compressor. Os dinamômetros de compressão Keithley e Sunrise não apresentaram diferenças significativas (variações inferiores a 5% nos valores médios) nas medidas e na presença do segundo estágio de compressão, por isso optou-se por mostrar os resultados obtidos com o instrumento Keithley.

Com esta proposta metodológica foi possível comparar as recomendações dos protocolos europeu⁽⁵⁾, americano⁽⁶⁾ e brasileiro⁽⁴⁾, e também verificar se existem diferenças entre a aplicação de diferentes objetos de resistência utilizados para representar a resistência da mama no sistema de

compressão. Foi verificado, ainda, se a força de compressão resultante é dependente do material de resistência utilizado.

RESULTADOS

Os resultados serão apresentados em uma sequência de gráficos contendo o valor médio e o desvio-padrão das medidas de força de compressão realizadas para o primeiro e segundo estágios de compressão. A Figura 2 mostra os resultados de forma gráfica para cada equipamento e método avaliado.

Os dados de força de compressão, não apresentados em algum equipamento (ou seja, coluna sem informação nos gráficos da Figura 2), equivalem à notificação de teste não executado em razão de alguma limitação técnica do método ou do próprio equipamento, discutidos a seguir.

Todos os equipamentos testados tiveram seus relatórios entregues às instituições parceiras para realização das correções.

DISCUSSÃO

O equipamento Mammomat 3000 apresentou mais estágios secundários (85%) entre os equipamentos testados. Por limitações técnicas da posição do compressor e altura do instrumento de medida RMI, neste equipamento não foi possível a realização do teste com bola plástica. Este equipamento apresentou resultados de força de compressão sempre abaixo do limite máximo normativo, de 18 kgf.

As medidas com o instrumento Keithley (sem objeto de resistência), RMI e KRATOS apresentaram valores médios entre 11 e 13 kgf. Este equipamento apresentou a menor variação de resultados quando se compararam os métodos de medida avaliados neste trabalho.

Já o equipamento Mammo Diagnostic UC apresentou estabilidade quanto ao movimento de compressão, sendo o que apresentou menor número de segundos estágios de compressão (23%). Este equipamento não possibilitou a utilização do dinamômetro de extensão. Foi também o único que apresentou, para os testes que apresentaram segundo estágio de compressão com e sem os objetos de resistência utilizando o dinamômetro RMI, valores de força de compressão próximos ao limite máximo normativo nacional, de 18 kgf. Entretanto, os desvios-padrão calculados para cada medida mostraram valores superiores a esse limite. O equipamento Mammo Diagnostic UC também foi o único que não apresentou estágios secundários quando objetos de resistência foram adicionados. Para o método de medida da força de compressão com dinamômetro Keithley, esta sempre se apresentou abaixo do limite mínimo estabelecido por norma. O teste com dinamômetro de extensão não pôde ser realizado, não por limitações do equipamento, mas por solicitação do responsável técnico pelo equipamento.

O equipamento Alpha ST não possibilitou a medida com objetos de resistência e o instrumento RMI, devido a limitações

Tabela 1 Resumo das geometrias de coleta de dados.

Dinamômetro		Objeto de resistência	Geometria
RMI	Compressão	Nenhum	Objeto de resistência entre o compressor e o prato de medida
		Uma bola de tênis	
		Uma bola de plástico	
		Compressa dobrada em 2 partes	
		Compressa dobrada em 4 partes	
Keithley/Sunrise	Compressão	Compressa dobrada em 16 partes	Objeto de resistência entre o compressor e a superfície da balança
		Uma bola de tênis	
		Uma bola de plástico	
		Duas bolas de tênis	
		Duas bolas de plástico	
KRATOS	Extensão	Compressa dobrada em 2 partes	Compressor preso ao braço do dinamômetro com cabo de aço
		Compressa dobrada em 4 partes	
		Compressa dobrada em 16 partes	
		Nenhum	
		Nenhum	

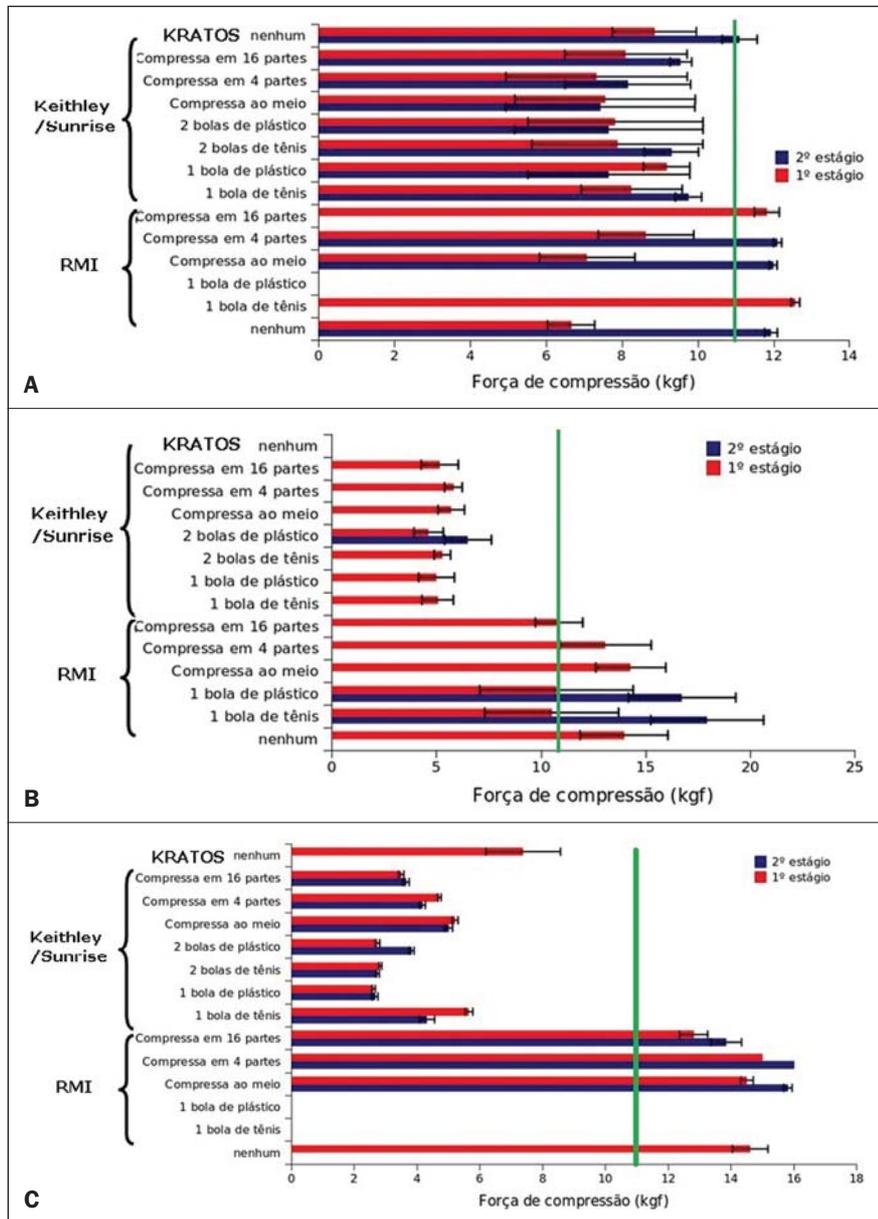


Figura 2. Gráficos do valor médio de compressão medido para cada método e seus respectivos desvios-padrão, para os estágios de compressão apresentados, considerando os equipamentos Mammomat 3000 (A), Mammo Diagnostic UC (B) e Alpha ST (C). A linha contínua verde representa o limite mínimo de força de compressão, de 11 kgf, definido pela Portaria nº 453.

do equipamento. Todas as medidas de força de compressão ficaram abaixo do limite máximo estabelecido pela norma nacional. Já as medidas realizadas com os dinamômetros RMI e KRATOS ficaram entre 11 kgf e 17 kgf, ou seja, dentro dos limites de força de compressão estabelecidos pela normativa nacional.

Quanto à comparação entre os métodos, pode-se afirmar que as menores variações das medidas, em relação ao dinamômetro de extensão, foram verificadas entre as me-

didadas realizadas com o instrumento RMI. Já as maiores variações foram observadas quando o dinamômetro tipo “balança de banheiro” foi utilizado. Isto pode ter sido causado pelo fato de este instrumento ocupar uma área maior que a área da mama e, muitas vezes, forçar a base do compressor, fazendo com que o sistema de compressão perceba de forma diferente o objeto a ser comprimido, fazendo com que esta técnica minimize os resultados do teste de força de compressão.

Sabe-se que a utilização da compressão com força superior ao limite normativo nacional pode gerar danos ao tecido mamário. Além disso, compressão com força inferior à definida por norma nacional pode dificultar a visualização de estruturas importantes para a realização do diagnóstico.

Os dinamômetros utilizados eram calibrados e apresentavam constância em ambiente de medida padrão. Dessa forma, as variações apresentadas entre as 10 medidas, com o mesmo dinamômetro, devem ter sido causadas por instabilidades no sistema de compressão de cada mamógrafo. As diferenças verificadas entre os valores médios de força de compressão para o mesmo equipamento podem ter sido causadas pelo método proposto (principalmente a inclusão de um objeto de resistência que simula a mama) e pelo sistema de compressão do equipamento. De modo global, os equipamentos apresentaram menores variações percentuais nas medidas em segundo estágio de compressão, quando estas ocorreram.

Cabe ressaltar que objetos simuladores como bolas de tênis e bolas plásticas têm suas características que variam com o passar do tempo, o que pode alterar a resposta do teste, quando estes objetos forem utilizados.

As diferenças encontradas entre os métodos reforçam a importância da utilização de um método que apresente maior exatidão e precisão nos resultados da compressão de uma mama, já que é um item fundamental para a geração de imagem de qualidade diagnóstica em exames de mamografia.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados pode-se observar que existem diferenças significativas entre os métodos aplicados, provavelmente causadas pelas diferenças nos sistemas de compressão de cada equipamento.

O resultado do teste de compressão é dependente do método utilizado e do sistema de compressão do equipamento mamográfico. As menores variações foram verificadas com o dinamômetro de extensão e as maiores variações foram observadas com os dinamômetros de compressão

tipo “balança de banheiro” (medidas subestimadas).

Os objetos de resistência possibilitam melhor simulação da compressão sobre a mama e por isso devem ser utilizados quando dinamômetros de compressão forem os instrumentos de medida. Entretanto, recomenda-se a observação do tempo de uso dos objetos de resistência (bolas de tênis ou plástico), pois a força de resistência destes se alteram em função do tempo de uso.

Considerando os resultados apresentados, sugere-se que medidas de força de compressão sejam realizadas com dinamômetro de extensão, desde que o dinamômetro seja preso ao prato de compressão na região entre 2 e 5 cm da parede torácica. Esta localização pode simular melhor a força de reação da mama e apresenta menor variação dos dados (possibilitando re-

petibilidade aos resultados), sendo o método, dentre os testados, que sofre menor influência do sistema de compressão do mamógrafo.

É importante perceber que os resultados apresentaram diferenças significativas para os diferentes sistemas de compressão e métodos utilizados. Dessa forma, a escolha do modo de realização do teste de compressão torna-se de fundamental importância para aceitação de equipamentos mamográficos, sendo de competência do responsável técnico a definição do método mais adequado e realista.

REFERÊNCIAS

1. Hoff G. Cálculo da dose em glândula mamária, utilizando o código de transporte de Monte Carlo MCNP, para as energias utilizadas em mamografia [dissertação]. Rio de Janeiro, RJ: Universidade do Estado do Rio de Janeiro; 2005.

2. Rothenberg LN. Exposures and doses in mammography. In: Haus AG, Yaffe MJ, editors. Syllabus: a categorical course in physics – technical aspects of breast imaging. 3rd ed. Chicago, IL: Radiological Society of North America; 1994. p. 113–20.
3. Godinho ER, Koch HA. Rastreamento do câncer de mama: aspectos relacionados ao médico. *Radiol Bras.* 2004;37:91–9.
4. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Radiodiagnóstico médico: desempenho de equipamentos e segurança. Série A. Normas e manuais técnicos. Brasília, DF: Ministério da Saúde; 2005.
5. Perry N, Broeders M, de Wolf C, et al. European guidelines for quality assurance in breast cancer screening and diagnosis. 4th ed. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities; 2006.
6. Butler PF. Changes in the 1999 ACR mammography quality control manual. In: Haus AG, Yaffe MJ, editors. Categorical course in diagnostic radiology physics: physical aspects of breast imaging current and future considerations. Oak Brook, IL: Radiological Society of North America; 1999. p. 123–99.