

Procedimento para calibração de esfigmomanômetros mecânicos

Procedure for calibration of mechanical sphygmomanometers

RESUMO

O presente trabalho demonstra procedimentos de calibração para esfigmomanômetros baseado nas normas NIE-DIMEL-006, aplicável à esfigmomanômetros mecânicos, NITDISMA-007, para exame-ensaio de pressão de esfigmomanômetros mecânicos e da Portaria Inmetro n.º 153, de 12 de agosto de 2005. Foi utilizado como equipamento calibrador o aparelho HandyPress, devido sua alta precisão dada por certificado rastreável. Foram avaliados dois esfigmomanômetros, um novo e com certificado de calibração de fábrica e o outro antigo, sem nenhum tipo de certificado de calibração. Os ensaios básicos preconizados pelas normas consistem em teste de deflação rápida, escapamento de ar e teste de integridade da válvula de deflação. Logo após, realizou-se a calibração do manômetro usando o aparelho calibrador com certificado de calibração e ajuste de fábrica, foram encontrados erros de no máximo 1mmHg, já o esfigmomanômetro antigo apresentou erros de até 12mmHg. Durante o estudo foram observadas as fontes de erro para cada procedimento, e encontrou-se que as maiores fontes de erro eram provenientes das conexões mal estabelecidas, ressecamento do manguito e pôr fim do próprio manômetro. Através dos estudos e observação dos gráficos gerados, aliado a percepção do funcionamento de um esfigmomanômetro foi possível concluir que o equipamento médico-hospitalar tem como extrema necessidade a calibração periódica por empresa responsável, já que se deve seguir o estrito uso de normas vigentes para garantir a precisão e permitir sua utilização em ambiente hospitalar.

PALAVRAS-CHAVE: Calibração. Esfigmomanômetro. Mecânico.

ABSTRACT

The present work demonstrates calibration procedures for sphygmomanometers based on NIE-DIMEL-006 standards, applicable to mechanical sphygmomanometers, NIT-DISMA-007, for pressure test examination of mechanical sphygmomanometers and Inmetro Ordinance No. 153 of 12 December August 2005. The HandyPress apparatus was used as calibrating equipment, due to its high accuracy given by a traceable certificate. Two sphygmomanometers were evaluated, one new and with a factory calibration certificate and the other with no type of calibration certificate. The standard tests advocated by the standards consist of rapid deflation testing, air leakage and deflation valve integrity testing. Soon after, the pressure gauge was calibrated using a calibrated device with certificate of calibration and factory setting, errors of up to 1mmHg were found, whereas the old sphygmomanometer presented errors of up to 12mmHg. During the study, the sources of error were observed for each procedure, and it was found that the major sources of error came from poorly established connections, dryness of the cuff and an end to the pressure gauge itself. Through the studies and observation of the generated graphs, together with

João Vitor Ferro Simões
joaosimoes@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

Sérgio Okida
sergiookida@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

Recebido:

Aprovado:.

Direito autorial: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



the perception of the operation of a sphygmomanometer, it was possible to conclude that the medical-hospital equipment has the extreme need for periodic calibration by a responsible company, since the strict use of current standards must be followed to ensure the accuracy and allow its use in hospital environment.

KEYWORDS: Calibration. Sphygmomanometer. Mechanical.

INTRODUÇÃO

A hipertensão arterial é definida pelo Ministério da Saúde como “[...] uma doença crônica caracterizada pelos níveis elevados da pressão sanguínea nas artérias” e é “um dos principais fatores de risco para a ocorrência de acidente vascular cerebral, enfarte, aneurisma arterial e insuficiência renal e cardíaca” (Ministério da Saúde, 2019). Segundo o Ministério da Saúde (2019), em 2017, “o Brasil registrou 141.878 mortes devido a hipertensão e todos os dias 388,7 pessoas se tornam suas vítimas fatais”.

Assim, os cuidados da medida da pressão arterial como o uso de esfigmomanômetros calibrados, são fundamentais pois podem significar exclusão ou confirmação do diagnóstico de hipertensão arterial (Letícia Palota; Marina P. Cordella ; Sandra M. Oliveira, 2004, p. 3).

Calibração é definida pelo INMETRO(Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia) como:

[...] a operação que estabelece, sob condições especificadas, numa primeira etapa, uma relação entre os valores e as incertezas de medição fornecidos por padrões e as indicações correspondentes com as incertezas associadas; numa segunda etapa, utiliza esta informação para estabelecer uma relação visando a obtenção dum resultado de medição a partir duma indicação (INMETRO, 2019).

O equipamento é avaliado e seus dados são registrados em um certificado de calibração que compara os resultado com os padrões fornecidos pelas normas.

O presente estudo visou o estudo de um protocolo de calibração de esfigmomanômetros, visto que a hipertensão arterial é, como apresentado anteriormente, um grave problema para a população brasileira e a calibração do equipamento medidor de pressão possibilita diagnósticos mais corretos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados os seguintes materiais para os testes e calibrações práticos:

- a) Esfigmomanômetro aneroide novo, inicialmente sem uso;
- b) Esfigmomanômetro aneroide antigo sabidamente defeituoso;
- c) Aparelho calibrador HandyPress com certificado rastreável número 062/2018 emitido pela R&D Mediq
- d) Manguito;

- e) Conector de manguito tipo “T”;
- f) Cano de PVC de 100mm de diâmetro.

Para realizar a calibração dos esfigmomanômetros foi utilizado o aparelho calibrador HandyPress, que atende as normas NIE-DIMEL-006, NIT-DISMA-007 e a Portaria Inmetro n.º 153, de 12 de agosto de 2005 para testes de esfigmomanômetros não invasivos.

Para cada ensaio, foi realizado o seguinte procedimento: o cano de 100mm foi envolvido com a braçadeira do esfigmomanômetro (Figura 1), a entrada de ar (pera) foi alocada no “T” com saídas para a braçadeira e para o aparelho calibrador (Figura 2). O manguito que interliga a pera com o conector “T” foi vedado para que qualquer fonte de erro seja exclusiva do aparelho esfigmomanômetro.

Figura 1 – Montagem do sistema



Fonte: Autoria própria (2019)

Figura 2 – conexão no aparelho calibrador



Fonte: Autoria própria (2019)

O manguito deve ser inspecionado visualmente para garantir que não possui nenhum tipo de rasgo, furo ou corte. Caso possua qualquer defeito visual significativo, o equipamento deve ser encaminhado para a manutenção.

O ponteiro do manômetro deve ser inspecionado quanto a sua posição no 0 do indicador. A indicação não pode conter um erro superior ao definido pela portaria Inmetro n.º 153 (2005), de 3mmHg.

O teste de escapamento de ar avalia quanto o aparelho perde de pressão através do tempo. O HandyPress possui uma função que já se encontra dentro da norma, portanto, após montar o sistema demonstrado na figura 1 só se faz necessário inflar a braçadeira até atingir uma pressão superior ou igual a 280 mmHg. Através da norma a pressão não deve ter uma queda de mais de 20mmHg após 5 minutos de teste.

Pelo teste de deflação rápida é possível identificar entupimentos que possam comprometer a retirada do aparelho do paciente em caso de emergência. O teste consiste em cronometrar o tempo de deflação do aparelho de 200 mmHg para 15mmHg com abertura total da válvula, pela norma este tempo não pode ser superior a 3,5 segundos.

Através do teste da válvula de deflação é possível observar se o sistema de válvula compreendido na pera está com algum tipo de problema de vedação. Para a realização do teste é necessário que o sistema esteja com uma pressão de 200mmHg. É cronometrado o tempo que leva para o sistema ser desinflado até 170 mmHg com intervalos regulares de abertura parcial da válvula.

A calibração do manômetro se deu através da captura de 7 pontos de inflação e deflação da braçadeira, sendo ponto a ponto comparados os valores dados pelo manômetro com os valores mostrados na tela do aparelho calibrador.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As tabelas apresentadas abaixo assim como as curvas de calibração foram geradas pelo aparelho calibrador, utilizando-se de uma planilha fornecida pelo fabricante. Foram utilizados dois esfigmomanômetros, um calibrado e ajustado de fábrica e outro antigo e sabidamente desajustado, porém sem nenhum certificado de calibração anterior.

Para o esfigmomanômetro novo com regulagem de fábrica foram observados erros de no máximo 1mmHg, os dados da calibração podem ser vistos na tabela 1. O aparelho também foi aprovado nos ensaios básicos de deflação rápida, escapamento de ar e válvula de deflação de acordo com a Portaria INMETRO Nº 153 - 2005.

Então é possível obter a curva de calibração (equação 1), que funciona como uma estimativa do valor real da pressão.

Tabela 1 – Resultados da calibração do esfigmomanômetro novo

Pressão de Referência	Carga		Descarga		Histerese (mmHg)
	VI (mmHg)	Erro (mmHg)	VI (mmHg)	Erro (mmHg)	
40	41	1	41	1	0
80	81	1	81	1	0
120	121	1	121	1	0
160	161	1	161	1	0
200	201	1	201	1	0
240	240	0	241	1	1
280	281	1	281	1	0

Fonte: Planilha gerada pelo HandyPress

$$Pr = 1,001 * Pi - 0,889 \quad (1)$$

Onde:

Pr = Pressão Real;

Pi = Pressão indicada.

Para o esfigmomanômetro usado foi detectado um erro de até 12 mmHg, erro este muito acima do permitido por norma de 3mmHg para calibração de uso recorrente. Os dados, mostrados na Tabela 2, mostram erros maiores associados à pressões maiores, este fato pode ser dado através da lei de Hooke, princípio o qual é regido o funcionamento do manômetro mecânico. A curva de calibração experimental se encontra na equação 2.

Tabela 2 – Tabela de resultados do esfigmomanômetro usado

Pressão de Referência	Carga		Descarga		Histerese (mmHg)
	VI (mmHg)	Erro (mmHg)	VI (mmHg)	Erro (mmHg)	
40	41	1	41	1	0
80	82	2	82	2	0
120	121	1	123	3	2
160	164	4	166	6	2
200	208	8	208	8	0
240	248	8	250	10	2
280	292	12	291	11	1

Fonte: Planilha gerada pelo HandyPress

$$Pr = 0,956 * Pi + 1,801 \quad (2)$$

O sistema de funcionamento de um manômetro de pressão é dado através da lei de Hooke.

De acordo com Halliday, Resnick (2012, p.154), a Lei de Hooke (equação 3), é dada por:

$$F = \Delta l * k \quad (3)$$

Onde:

F = força aplicada;

Δl = Variação de comprimento da peça;

K = Constante de elasticidade da peça.

HELERBROCK, Rafael(2019) afirma que “Pressão é uma grandeza escalar definida como o módulo da força aplicada dividida por unidades de área”, substituindo:

$$P * A = \Delta l * k$$

Isolamos Δl :

$$\Delta l = P * \frac{k}{A} \quad (4)$$

Vemos então na equação 4 que a variação de comprimento da peça (pelo qual é mostrado a pressão no visor do manômetro) depende da pressão aplicada vezes a constante de elasticidade sobre a área (constante definida pela área da entrada do manômetro). Fica então visível que quanto maior a pressão aplicada, mais o erro será visível, já que se trata de uma equação de produtos.

CONCLUSÃO

A calibração de esfigmomanômetros é de extrema importância para o controle da hipertensão e deve ser realizada sempre por técnicos qualificados e com equipamentos de calibração com certificado de rastreabilidade válidos, para garantir que procedimentos descritos nas normas mencionadas neste trabalho foram atendidos.

As técnicas descritas neste estudo podem ser utilizadas para aprimoramento de técnicas existentes e também para facilitar estudos futuros, visto que todos os procedimentos descritos possuem como base as normas vigentes estabelecidas pelo instituto de medições (INMETRO).

Através dos ensaios realizados nos esfigmomanômetros foi constatado que as maiores fontes de erro dos esfigmomanômetros estudados provêm do manguito ressecado, de conexões mal estabelecidas e do sistema mecânico do manômetro desgastado, já que seu funcionamento se dá através da lei de Hooke que, como visto nas equações descritas, possui constantes que podem ser alteradas devido à choques mecânicos e desgaste do elemento elástico. Para dizermos se o padrão se repete em outros equipamentos, seria necessário realizar um estudo quantitativo baseado nos itens qualitativos descritos neste estudo.

REFERÊNCIAS

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL – INMETRO. Procedimentos de exame/ensaio de ATM de esfigmomanômetros mecânicos. NIT-DISMA-007, Nov. 2009;

Letícia Palota; Marina P. Cordella ; Sandra M. Oliveira. A verificação da calibração dos manômetros e condições dos esfigmomanômetros aneroides: um programa de educação continuada para enfermeiros supervisores do Hospital de Base, Nov. 2004;

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL – INMETRO. Procedimentos Para Verificação de esfigmomanômetros mecânicos. NIE-DIMEL-006, Mai. 2008;

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL – INMETRO. Portaria Inmetro n.º 153 , de Ago. 2005;

HELERBROCK, Rafael. "Pressão"; Brasil Escola. Disponível em:
<<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/pressao.html>>. Acesso em 11 de agosto de 2019;

Ministério da Saúde. Hipertensão (pressão alta): o que é, causas, sintomas, diagnóstico, tratamento e prevenção. c2019 Disponível em:
<<http://www.saude.gov.br/saude-de-az/hipertensao>> Acesso em 15 de Agosto de 2019;

INMETRO. Perguntas Mais Frequentes sobre Metrologia Científica, c2012. Disponível em:
<<http://www.inmetro.gov.br/metcientifica/FAQ.asp?iacao=imprimir>> Acesso 17 de Agosto de 2019;

CASTILHO, INGRID. Hipertensão é diagnosticada em 24,7% da população, segundo a pesquisa Vigitel, Mai. 2019. Disponível em:
<<http://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/45446-no-brasil-388-pessoasmorrem-por-dia-por-hipertensao>> Acesso em 15 de Agosto de 2019;

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física. 9. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, c2012 vol 1.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Ministério Público Federal e a Justiça Federal (TRF4), pelo repasse recursos à Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Ponta Grossa (UTFPR-PG) para a compra dos equipamentos de calibração de equipamentos médico-hospitalares. Agradecemos também a UTFPR-PG à chance e recursos destinados para o desenvolvimento de pesquisa na área de engenharia biomédica.