

Hugo Leonardo Alves Pereira

Larissa Tavares Aguiar

Thaysa Leite Tagliaferri

ANÁLISE DE PROPRIEDADES DE MEDIDA DE UM MANOVACUÔMETRO DIGITAL

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2012

Hugo Leonardo Alves Pereira

Larissa Tavares Aguiar

Thaysa Leite Tagliaferri

ANÁLISE DE PROPRIEDADES DE MEDIDA DE UM MANOVACUÔMETRO DIGITAL

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Fisioterapia.

Orientadora: Isabela Maria Braga
Sclauser Pessoa

Co-orientadora: Verônica Franco Parreira

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2012

AGRADECIMENTOS

Não é possível realizar sozinho um trabalho como este. Gostaríamos de expressar a nossa eterna gratidão a cada pessoa que de alguma forma nos apoiou neste caminho para a conclusão do curso de Fisioterapia.

Agradecemos aos nossos pais, irmãos e familiares pelo apoio que nos foi dado durante essa etapa ímpar em nossas vidas! Sem o apoio e o amor imensurável de vocês não teríamos conseguido chegar tão longe!

Aos amigos e amores pela força nos momentos de dificuldade e pela paciência e incentivo em todas as ocasiões. Com vocês duplicamos as alegrias diárias e dividimos as angústias, deixando um pouco de lado a seriedade da vida!

À nossa orientadora Prof^a. Msc. Isabela Maria Braga Sclausen Pessoa pela disponibilidade, incentivo e paciência nos momentos difíceis. Sem a sua dedicação não seria possível completar um trabalho com qualidade. Obrigada pelos ensinamentos passados com uma didática modelar e pela confiança em nosso trabalho em equipe.

À Prof^a. Dr^a. Verônica Franco Parreira por nos agregar um conhecimento científico exemplar e uma ética profissional indiscutível. Agradecemos por todo aperfeiçoamento que nos foi dado profissionalmente e pessoalmente durante essa jornada.

Agradecemos também ao LabCare por todo conhecimento ofertado e por ter viabilizado experiências no exterior tão enriquecedoras. À toda equipe e às

funcionárias pelo convívio diário e às amizades que cresceram lá que levaremos pelo resto da vida.

Aos voluntários dessa pesquisa, o nosso mais profundo agradecimento. Graças a vocês o desenvolvimento desse estudo foi possível e contribuiu imensamente para o nosso aprendizado.

Finalmente, ressaltamos a amizade e a cooperação entre os integrantes desse trio por trabalharem em equipe em prol da tão esperada graduação em Fisioterapia. A todos nós, os merecidos parabéns!

RESUMO

A manovacuometria é um teste simples, rápido e não invasivo que mensura a força muscular respiratória (FMR). Diretrizes recomendam o uso de um manovacômetro digital devido à sua alta precisão. **Objetivo:** Avaliar a reprodutibilidade teste reteste e a validade concorrente do manovacômetro digital UFMG (Belo Horizonte, Minas Gerais) na mensuração das pressões inspiratórias e expiratórias máximas e da pressão inspiratória nasal em indivíduos saudáveis. **Métodos:** Foram avaliados 30 indivíduos saudáveis (20-30 anos) utilizando os manovacômetros digitais UFMG e MicroRPM[®]. A coleta foi realizada em dois dias. Para avaliar a confiabilidade foi utilizado o *Coeficiente de Correlação Intraclasse* (CCI) e teste *t* de *student* para amostras dependentes, e para a validade a correlação de *Pearson* e o teste *t* de *student* para amostras dependentes. O nível de significância considerado foi de 5% ($p < 0,05$). **Resultados:** Não foram encontradas diferenças significativas entre as médias das variáveis do manovacômetro digital UFMG analisadas nos dois dias, os valores de CCI foram significativos e de boa magnitude ($0,76 \leq \text{CCI} \leq 0,89$). A correlação entre equipamentos foi de alta magnitude para todas as variáveis ($0,82 \leq r \leq 0,85$) e não houve diferença significativa entre os valores obtidos nos dois instrumentos ($p > 0,05$). **Conclusão:** O manovacômetro digital UFMG apresentou valores de boa confiabilidade teste reteste e validade concorrente na avaliação da FMR em indivíduos saudáveis.

Palavras-chave: Pressões respiratórias máximas. Pressão inspiratória nasal. Músculos Respiratórios. Reprodutibilidade dos Testes. Validade dos Testes.

ABSTRACT

Introduction: The manovacuometer is a simple, quick and non-invasive test which measures the respiratory muscle strength (RMS). Guidelines recommend the use of a digital manovacuometer due to its high accuracy. **Objective:** To assess the test-retest reliability and concurrent validity of the digital manovacuometer UFMG (Belo Horizonte, Minas Gerais) in measuring the maximal inspiratory and expiratory pressures and nasal inspiratory pressure in healthy subjects. **Methods:** 30 healthy subjects were assessed (20-30 years old) using the digital manovacuometer UFMG and MicroRPM[®]. The data collection was made in two days. To assess reliability it was used the *Intraclass Correlation Coefficient* (ICC) and *Student t* test for dependent samples. To assess validity, *Pearson* correlation and *Student t* test for dependent samples were used. The level of significance was set at 5% ($p < 0,05$). **Results:** No significant differences were found between the means of the variables of the digital manovacuometer UFMG analyzed within two days and the ICC values were significant and with a good magnitude ($0.76 \leq \text{ICC} \leq 0.89$). The correlation between equipments was of high magnitude for all variables ($0,82 \leq r \leq 0,85$) and no significant difference were found between the values obtained for both instruments ($p > 0.05$). **Conclusion:** The digital manovacuometer UFMG showed good values for test-retest reliability and concurrent validity in the assessment of the RSM in healthy subjects.

Keywords: Maximal respiratory pressures. Nasal inspiratory pressure. Respiratory muscles. Reproducibility of results. Validity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Manovacuômetro digital NEPEB-LabCare/UFMG.....	21
Figura 2: Interface gráfica do software MANOVAC 4.1.....	24
Figura 3: Manovacuômetro digital MicroRPM® (Micro Medical, Reino Unido).....	26
Figura 4: Interface gráfica do software PUMA PC (Micro Medical, Kent, England).....	28
Figura 5: Espirômetro Pony®	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dados demográficos, antropométricos e espirométricos dos voluntários.....	42
Tabela 2. Variáveis da confiabilidade teste reteste do manovacuômetro UFMG.....	43
Tabela 3. Comparação entre os manovacuômetros UFMG e MicroRPM®.....	44
Tabela 4. Correlação entre as medidas obtidas com os manovacuômetros UFMG o MicroRPM®.....	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ATS/ERS: American Thoracic Society e a European Respiratory Society
- CCI: Coeficiente de Correlação Intra Classe
- cmH₂O: centímetros de água
- CPT: Capacidade pulmonar total
- CRF: Capacidade residual funcional
- CV: Capacidade vital
- CVF: Capacidade vital forçada
- EEFFTO: Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
- FC: Frequência cardíaca
- FMR: Força muscular respiratória
- IMC: Índice de massa corporal
- LabCare: Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório
- MRPD: Taxa de medição do desenvolvimento da pressão
- MRR: Taxa de medição do relaxamento
- NEPEB: Núcleo de Estudos e Pesquisa em Engenharia Biomédica
- PA: Pressão arterial
- PEmáx/MEP: Pressão expiratória máxima
- PMedMÁX: Pressão média máxima
- PPico UFMG: Pressão de pico
- PPlatô UFMG: Pressão platô
- PImáx/MIP: Pressão inspiratória máxima
- PRM: Pressões respiratórias máximas
- SBPT: Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia
- SNIP/*Sniff*: Pressão inspiratória nasal durante o fungar
- SpO₂: Saturação periférica da hemoglobina em oxigênio
- Tau: Constante de tempo do relaxamento.
- TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
- UFMG: Universidade Federal de Minas Gerais
- VC: Volume corrente

- VVM: Ventilação voluntária máxima
- VR: Volume residual

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	Importância das propriedades de medida.....	12
1.2	Medidas da Força Muscular Respiratória.....	14
1.3	Variabilidade na mensuração das pressões respiratórias máxima.....	17
1.4	Justificativa do estudo.....	18
1.5	Objetivo do estudo.....	19
2	MATERIAIS E MÉTODO.....	19
2.1	Tipo de estudo.....	19
2.2	Local de Realização.....	19
2.3	Amostra.....	19
2.3.1	Participantes.....	19
2.3.2	Critérios de inclusão.....	19
2.3.3	Critérios de exclusão.....	20
2.4	Aspectos Éticos.....	20
2.5	Principais instrumentos e medidas.....	21
2.5.1	Manovacuômetro digital (NEPEB-LabCare/UFMG, Belo Horizonte-MG, Brasil): Pressões respiratórias máximas.....	21
2.5.2	Manovacuômetro digital MicroRPM® (Micro Medical, Reino Unido): medida das pressões respiratórias máximas.....	26
2.6	Instrumentos de medidas complementares.....	29
2.6.1	Espirômetro.....	30
2.6.2	Oximetria de pulso.....	29
2.6.3	Estetoscópio e esfigmomanômetro.....	30
2.6.4	Balança mecânica.....	30
2.7	Variáveis analisadas.....	30
2.8	Procedimentos.....	31
2.8.1	Avaliação Inicial.....	31
2.8.2	Protocolo.....	32
2.9	Análise Estatística.....	32

3	RESULTADOS.....	34
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50
	REFERÊNCIAS.....	51
	APÊNDICE I - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	56
	APÊNDICE II - Entrevista.....	59
	ANEXO A - Aprovação do Comitê de Ética.....	62

1 INTRODUÇÃO

1.1 Importância das propriedades de medida

No processo de avaliação clínica, a mensuração de dados fisiológicos, por meio de testes, propicia ao fisioterapeuta identificar uma disfunção, assim como planejar, acompanhar e documentar a eficácia do tratamento. As propriedades de medida influenciam a qualidade dos resultados apresentados nas pesquisas assim como na segurança do profissional ao utilizá-las na prática clínica¹.

As propriedades de medida avaliam a sua qualidade por meio de critérios como confiabilidade, validade e responsividade². Além dessas características, para que os testes e instrumentos possam ter aplicabilidade clínica eles devem, idealmente, serem simples, acessíveis, de baixo custo e de fácil entendimento³. O aprimoramento da qualidade das medidas, na prática clínica, é essencial para uma maior credibilidade.².

O presente estudo abordou duas propriedades de medida: a confiabilidade e a validade. Um dos pré-requisitos de uma medida apropriada é a avaliação da confiabilidade, também conhecida como reprodutibilidade. Essa é uma característica essencial para uma medida ser considerada consistente, pois irá detectar erros cometidos pelo(s) examinador (es), instrumentos e/ou sujeito que está sendo medido. Desse modo, a confiabilidade irá indicar se os resultados encontrados durante a intervenção ou durante o estudo são realmente devido a mudanças reais e não a erros aleatórios^{2,3}. Dentre os diferentes tipos de confiabilidade, encontramos a confiabilidade intra e interexaminadores, intra-sujeito e a teste reteste².

A confiabilidade intraexaminador se refere à reprodutibilidade ou à estabilidade ao longo do tempo dos dados coletados por um mesmo examinador em momentos

diferentes. Esse critério relata a consistência do examinador de obter a mesma medida repetitivamente sob mesmas circunstâncias (sujeito a ser medido, protocolo e instrumento)^{2,3}.

A confiabilidade teste reteste ou intra instrumento é a capacidade do instrumento de medir uma variável com consistência, ou seja, é esperado que esse obtenha os mesmos resultados em repetidas mensurações. Os sujeitos são avaliados em dois momentos diferentes, mantendo estáveis as condições dos testes². Um pré-requisito para a confiabilidade teste reteste é uma alta confiabilidade do examinador de forma que uma baixa confiabilidade intra examinador pode confundir os resultados da avaliação intra-instrumento³.

A confiabilidade inter examinadores se refere à variação ou à reprodutibilidade das medidas obtidas por dois ou mais avaliadores quando esses avaliam um mesmo grupo de sujeitos preferencialmente em um mesmo momento. É importante que a confiabilidade intra examinadores esteja adequada antes que se avalie a confiabilidade inter examinador.²

A validade é outro pré-requisito para se obter uma medida apropriada para uso. Essa propriedade diz respeito à extensão pela qual um instrumento mede o que ele se propõe a medir². Quando um instrumento é validado, podemos confiar nos seus resultados, inferir sobre eles e interpretá-los clinicamente com segurança. A validade determinará a acurácia de um instrumento e irá garantir a obtenção de uma medida relativamente livre de erros sistemáticos (medidas que se afastam sistematicamente do valor verdadeiro)³. Dentre os diferentes tipos de validade, está a validade relacionada a critério a qual é obtida por meio da comparação do instrumento a ser testado com outro equipamento previamente validado, conhecido como padrão ouro².

A validade relacionada a critério é subdividida em três itens: validade de critério, validade concorrente e validade preditiva. A validade concorrente avalia se os valores encontrados por diferentes instrumentos são semelhantes³. Essa propriedade é avaliada quando há um novo instrumento a ser testado com potencial para ser mais eficiente, fácil, acessível, barato e prático de se lidar do que outro instrumento que já foi estabelecido e validado². Portanto, a confiabilidade é um pré-requisito para a validade, embora essa relação seja apenas unidirecional. Sendo assim, um instrumento considerado válido é também confiável, mas o contrário não é verdadeiro².

1.2 Medidas da Força Muscular Respiratória

A manovacuometria é considerada um método simples, rápido e não invasivo de avaliar a força muscular respiratória (FMR). Esse método consiste na mensuração das pressões respiratórias estáticas máximas (PRM) em nível da boca por meio de um manovacúmetro. A pressão inspiratória máxima (PI_{máx}) é a maior pressão gerada durante uma inspiração a partir da capacidade residual funcional (CRF) ou do volume residual, sendo essa um indicativo da força dos músculos inspiratórios. A pressão expiratória máxima (PE_{máx}) é a maior pressão gerada durante uma expiração máxima a partir da capacidade pulmonar total (CPT) e é um indicativo da força dos músculos expiratórios^{4,5}. Os valores maiores e mais reprodutíveis são obtidos quando a PI_{máx} é mensurada a partir do VR devido à maior geração de força por uma melhor relação comprimento-tensão dos músculos⁶ e quando a PE_{máx} é mensurada a partir da CPT^{5,7}.

A mensuração das PRM é uma forma rápida e não invasiva de obter dados relativos à FMR⁸. Esta é influenciada por diversos fatores como sexo, idade e hábitos de vida. De acordo com Chen e Kuo⁹, a FMR tende a diminuir com a idade, apresenta-se maior nos homens do que nas mulheres e tende a ser afetada pelo tabagismo e pela atividade física.

A mensuração das PRM é relevante para avaliar a função dos músculos respiratórios em indivíduos saudáveis, pacientes que apresentem dispneia, hiperinsuflação pulmonar, insuficiência respiratória, desnutrição, doenças neuromusculares ou deformidades na caixa torácica⁴. Além disso, essa medida é usada para acompanhar a evolução do paciente ao longo de um treinamento da musculatura respiratória, para avaliar a habilidade de tossir para analisar a possibilidade de desmame da ventilação mecânica e para avaliar uma diminuição da capacidade vital (CV) ou da ventilação voluntária máxima (VVM)^{4,5}.

A medida das PRM é apenas um dos diversos testes volitivos, isto é, testes que dependem da compreensão e da colaboração dos indivíduos em teste, usados para avaliar o funcionamento dos músculos respiratórios⁸. Dessa forma, os valores das medidas das PRM serão influenciados não apenas pela força muscular respiratória, mas também pela compreensão do procedimento e colaboração do sujeito, assim como pelos volumes respiratórios em que serão feitas as mensurações⁴.

As manobras voluntárias para aferir as PRM caracterizam-se por envolverem a ação sinérgica de vários grupos musculares inspiratórios ou expiratórios. Entre as manobras voluntárias encontram-se a medida da pressão inspiratória nasal durante o fungar, a medida da pressão transdiafragmática durante o fungar e a medida da pressão esofágica durante o fungar. Os dois últimos, apesar de serem considerados mais precisos e reprodutíveis, são procedimentos invasivos⁸. Assim, uma alternativa não invasiva para a mensuração da força muscular inspiratória é a medida da pressão inspiratória nasal durante o *Sniff* (*Sniff nasal inspiratory pressure* - *SNIP*). Este teste vem sendo considerado complementar à $P_{\text{Imáx}}$ na realização do diagnóstico de fraqueza muscular respiratória e mostra ser mais natural e de mais simples execução quando comparado à medida de $P_{\text{Imáx}}$ realizada em nível da boca¹⁰.

A *SNIP*, também conhecida como pressão inspiratória nasal, é uma manobra inspiratória utilizada para avaliar o pico de pressão nasal atingido por meio do fungar

a partir da CRF. Durante a manobra de inalação máxima ocorre um colapso da válvula nasal e a pressão gerada por essa oclusão irá refletir a pressão esofágica e, portanto, a força muscular inspiratória¹¹. Para ser útil, como todo teste de avaliação de força muscular, ele deve ser realizado com força máxima. Devido à característica balística da manobra e à sua realização em um tempo menor que 0,5s a ativação do diafragma é predominantemente refletida ao compará-la ao teste de PImáx^{12,13}.

Os valores da *SNIP* se correlacionam negativamente com a idade e parece não sofrer influência da altura¹². Ademais, os resultados de *SNIP* são semelhantes entre crianças e adultos apesar da diferença de massa muscular, o que pode ser explicado pela ativação predominante do diafragma, o qual varia pouco com a idade¹¹. Contudo, além do diafragma, outros músculos envolvidos na respiração como o escaleno, o esternocleidomastoideo e o trapézio, contribuem para o resultado do *SNIP* de maneira análoga à que contribuem para ventilação. Nava *et al.*¹³, em seu estudo, evidenciaram, por meio da eletromiografia, que a atividade diafragmática é maior na manobra da *SNIP* quando comparada com a manobra de PImáx. Entretanto, na mensuração da ativação dos intercostais e escalenos nenhuma diferença foi encontrada entre os testes. Além disso, Katagiri *et al.*¹⁴ demonstram que há também a ativação do músculo esternocleidomastóideo a partir de valores da *SNIP* superiores a -40 cmH₂O. Assim, a *SNIP* pode ser considerada uma medida que mensura a atividade muscular inspiratória de maneira global¹⁴.

Usualmente, a *SNIP* apresenta valores mais altos quando comparado à PImáx, provavelmente devido a uma maior ativação neuromuscular decorrente de uma manobra mais fácil de realizar¹¹.

As maiores vantagens da manobra *SNIP* são a simplicidade e facilidade de execução tanto para o sujeito quanto para o examinador. Contudo, se houver algum desvio de via aérea ou obstrução do nariz pode ser de difícil realização e consequentemente levar a resultados abaixo do valor verdadeiro^{8,15}.

1.3 Variabilidade na mensuração das pressões respiratórias máximas

Há uma grande variabilidade entre os valores de referência das PRM propostos por diversos autores, isto é, os valores esperados para indivíduos do mesmo sexo e faixa etária podem diferir consideravelmente^{7,16,17}. Tais variações podem ser atribuídas aos procedimentos distintos utilizados para a seleção das amostras, ao tamanho reduzido de algumas amostras, às características antropométricas, hábitos de vida e exposição ocupacional inerente à população estudada (variabilidade biológica) e às diferenças de técnicas e equipamentos^{8,18}. Além disso, os valores mudam com o tempo devido a “efeitos de coorte”¹⁹. Esses efeitos podem ser explicados por mudanças nas condições ambientais e nutricionais e pelo progresso tecnológico dos equipamentos utilizados e maior precisão nas condições de medida¹⁹.

Segundo um estudo de revisão realizado por Bárbara & Rodrigues⁵, as diferentes metodologias utilizadas na medição das PRM e as diferentes populações estudadas, contribuem para a variabilidade nos resultados obtidos por diferentes autores. O estudo ressalta que os equipamentos para a medida das PRM devem cumprir os seguintes requisitos de controle de qualidade: confiabilidade, precisão, facilidade de manuseio e calibração. Segundo alguns autores^{8,18,20}, os equipamentos devem ser capazes de diferenciar, durante as medições, a pressão de pico (maior pressão atingida e não sustentada) da pressão média máxima (a máxima pressão média sustentada durante um segundo) e da pressão platô (intervalo de um segundo imediatamente após o pico de pressão). A *American Thoracic Society* e a *European Respiratory Society* (ATS/ERS)⁸ recomendam o uso da pressão média máxima a qual requer software específico para calculá-la.

Atualmente não há uma uniformização da metodologia empregada na mensuração das PRM. Montemezzo *et al.*²¹ procuraram identificar, por meio de um questionário, os equipamentos, procedimentos e modos de interpretação dos resultados da medição das PRM de 19 fisioterapeutas brasileiros. Observaram que, em geral, o tipo de manovacuômetro mais utilizado é o analógico, com orifício de fuga, o

paciente é posicionado sentado e a aferição da medida de $Pl_{máx}$ se inicia a partir do VR e a medida de $PE_{máx}$ se inicia a partir da CPT.

Em virtude da influência dos procedimentos de medida nas PRM e à discrepância entre os valores de referência propostos por autores distintos a *ATS/ERS*⁸ propuseram uma abordagem padronizada para o desempenho durante o teste e avaliação das medidas das PRM, com o intuito de uniformizá-las.

1.4 Justificativa do estudo

Tendo em vista as recomendações da *ATS/ERS*⁸ e a necessidade de explorar variáveis adicionais durante o teste das PRM foi desenvolvido, na Universidade Federal de Minas Gerais (Núcleo de Estudos e Pesquisa em Engenharia Biomédica -NEPEB em parceria com o Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório - LabCare) um manovacuômetro digital. Uma vez que a aplicabilidade de uma medida na pesquisa em reabilitação e na tomada de decisão clínica depende da extensão em que os dados são reprodutíveis e acurados, torna-se essencial a avaliação da reprodutibilidade e validade das medidas realizadas por meio do manovacuômetro UFMG.³

1.5 Objetivo do estudo

Com o intuito de avaliar as propriedades de medida desse novo instrumento o presente estudo teve como objetivo avaliar a confiabilidade teste reteste e a validade de critério concorrente do manovacuômetro digital UFMG para avaliação das PRM e da *SNIP* em indivíduos saudáveis.

2 MATERIAS E MÉTODOS

2.1 Tipo de estudo

Estudo metodológico.

2.2 Local de Realização

O estudo foi realizado no Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório (LabCare) da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (EEFFTO) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

2.3 Amostra

2.3.1 Participantes

A amostra de conveniência foi de 30 sujeitos saudáveis com idade entre 20-29 anos, sendo 15 do sexo feminino e 15 do sexo masculino.

2.3.2 Critérios de inclusão

- Idade entre 20 a 29 anos, de ambos os sexos;
- Apresentar Índice de Massa Corporal (IMC) que não caracterize obesidade ($>30 \text{ kg/m}^2$) ou desnutrição ($<18,5 \text{ kg/m}^2$), segundo a Organização Mundial de Saúde²²;

- Apresentar parâmetros espirométricos dentro da normalidade, conforme os valores previstos para a população brasileira²³;
- Assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE I).

2.3.3 Critérios de Exclusão

- Incapacidade de compreensão ou realização de alguma manobra ou procedimento;
- Relato de gripe ou resfriado na semana anterior à coleta;
- Relato de febre nas três semanas anteriores à coleta;
- Relato de sinusite na semana anterior ao teste;
- Apresentar desvio de septo nasal ou cirurgia nasal prévia;
- Relato de doenças neuromusculares, respiratórias ou cardíacas que comprometam a realização dos procedimentos;
- História de tabagismo atual ou pregressa, bem como exposição ocupacional em ambiente de risco;
- Uso de medicamentos como corticóide oral, depressor do sistema nervoso central, barbitúrico e/ou relaxante muscular;
- Ter realizado atividade física exaustiva nas últimas 48 horas;
- Apresentar pressão arterial (PA) em repouso maior ou igual que 180/110 mmHg e/ou saturação periférica da hemoglobina em oxigênio (SpO₂) menor que 90% (38) e/ou frequência cardíaca (FC) maior que 85% da frequência cardíaca máxima prevista antes da execução dos testes de PRM;
- Apresentar dor muscular limitante durante a realização das manobras.

2.4 Aspectos Éticos

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa da UFMG sob o parecer nº. ETIC 0425.0.203.000-10 (ANEXO A). Os participantes do estudo foram

informados e instruídos quanto aos procedimentos, sendo que esses foram realizados apenas após a leitura e assinatura do TCLE (APÊNDICE I).

2.5 Principais instrumentos e medidas

2.5.1 Manovacuômetro digital (NEPEB-LabCare/UFMG, Belo Horizonte-MG, Brasil): Pressões respiratórias máximas

A avaliação das medidas das pressões respiratórias foi realizada pelo manovacuômetro digital desenvolvido no NEPEB em parceria com o LabCare da UFMG²⁴, mostrado na figura 1.



FIGURA 1 - Manovacuômetro UFMG. Foto dos autores.

O manovacuômetro é graduado em cmH_2O , possui uma variação de $\pm 500 \text{ cmH}_2\text{O}$ e a resolução das medidas é de $0,1 \text{ cmH}_2\text{O}$. Para a medida das PRM foi utilizado um

bocal do tipo mergulhador acoplado a uma peça acrílica com o orifício de fuga de 2mm⁸ para evitar, na presença de escape de ar, a elevação da pressão da cavidade oral causada pela contração dos músculos da face com o fechamento da glote²⁵. Para a medida da *SNIP* foi utilizada um prolongamento de silicone de 60 cm e um plugue nasal de silicone de formato cônico, com base e altura de 2,2 cm e com um orifício de 0,5 mm de diâmetro interno para a transmissão da pressão.

A forma de operacionalização do manovacuômetro ocorre por meio de uma interface que é visualizada na tela de um computador. Isso é possível devido a uma conexão entre o instrumento e um computador por meio de um cabo USB. O software (Gráfica User Interface – GUI; Software Manovac 4.1) desse manovacuômetro apresenta algumas funções como²⁴:

- Possibilita o cadastro de indivíduos com sua identificação, idade, sexo e dados antropométricos;
- Permite a seleção do tipo de teste a ser realizado (PImáx ou PEmáx) assim como dos comandos de início e término do teste, temporizador e exclusão de testes;
- Exibição do gráfico relativo ao teste em tempo real;
- Exibição de múltiplos valores numéricos dos testes;
- Possibilidade de armazenar os dados das variáveis das PRM, as datas, assim como os horários e tipo de teste (PImáx ou PEmáx);
- Registra informações relativas aos testes individualmente;
- Calcula automaticamente as variáveis como pressão média máxima, pico de pressão, pressão do platô, variação do platô, tempo para atingir o pico de pressão, área sob a curva do teste e tempo de teste.
- Possibilita incentivar o indivíduo a realizar um maior esforço por meio de uma barra de escala colorida, na qual a cor branca representa esforço máximo.

Variáveis operacionalizadas pelo software MANOVAC 4.1:

- Pressão Média Máxima (PMedMÁX; cmH₂O): indica o valor médio da máxima pressão sustentada por um período de um segundo²⁰.

- Pressão de pico (cmH₂O): indica o maior valor de pressão atingida durante a manobra²⁰.
- Pressão platô (cmH₂O): refere-se ao período de um segundo, logo após à Pressão de pico, em que a pressão máxima é desempenhada com menor variabilidade^{26,27}.
- Variação do platô (%): Refere-se à variação da Pressão Platô, em que a variação máxima de 5% é necessária para se considerar uma medida válida²⁴.
- Tempo para atingir o pico de pressão.
- Área sob a curva do teste e tempo de teste.

Os critérios de reprodutibilidade utilizados para as medidas de P_{Imáx} e P_{Emáx} foram uma variação menor que 20% entre três medidas e menor que 10% entre duas medidas realizadas de maneira adequada. O software MANOVAC 4.1 é programado para selecionar três medidas que atendam aos critérios de reprodutibilidade, e esses testes selecionados são identificados por cores. O teste de cor amarela (figura 2 (B)) é aquele que apresenta o maior valor de P_{MedMáx}, o de cor verde (figura 2 (C)) é aquele reprodutível que variou 10% ou menos, e o de cor azul (figura 2 (A)) é aquele reprodutível que variou 20% ou menos com o teste de maior valor de P_{MedMáx}. Em situações em que dois testes são reprodutíveis com o de maior P_{MedMáx} e apresentarem variação menor ou igual a 10% com o mesmo, ambos serão coloridos de verde e o de maior P_{MedMáx} de amarelo. Em casos em que dois testes são reprodutíveis com o de maior P_{MedMáx} e apresentarem variação menor ou igual a 20% com o mesmo, ambos serão identificados de verde e o de maior P_{MedMáx} de amarelo. Os testes que não apresentam essas cores são aceitáveis, contudo, não são necessariamente reprodutíveis com o teste de cor amarela. A figura 2 apresenta um exemplo de registro de P_{Emáx}.

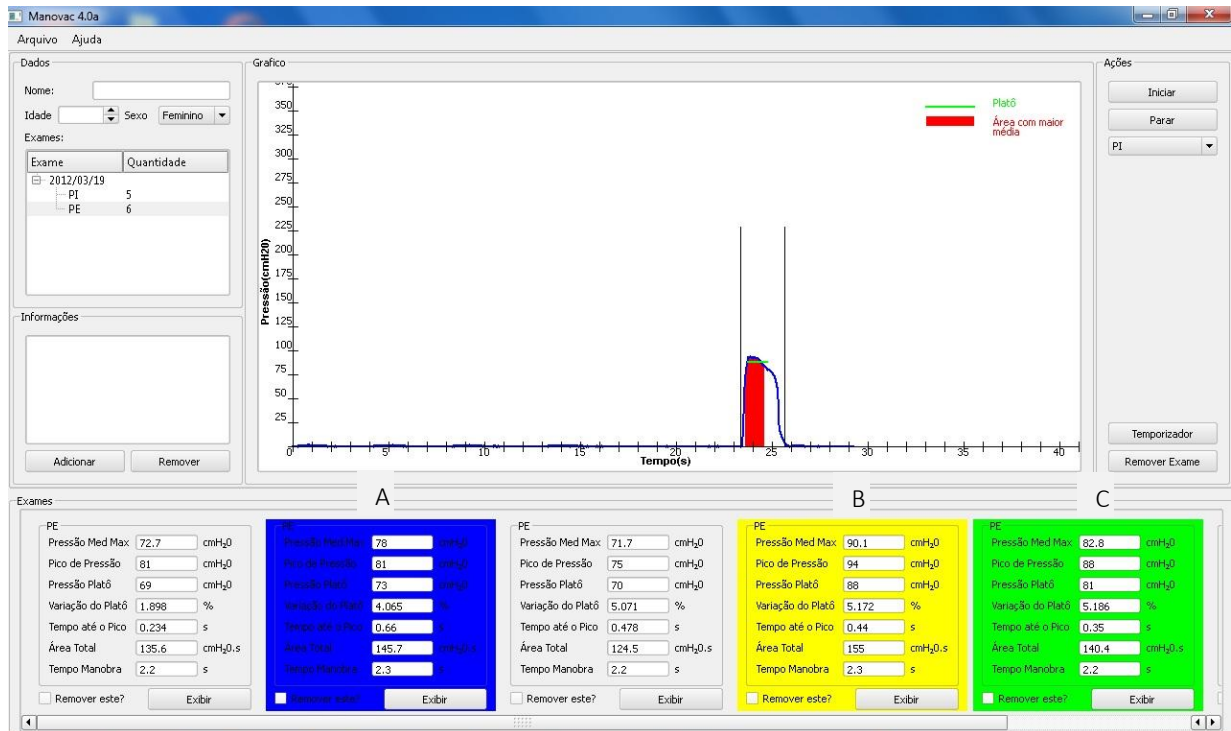


FIGURA 2 - Interface gráfica do software MANOVAC 4.1. Exemplo de teste de Pressão Expiratória Máxima, mostrando em amarelo (B) o teste de maior PMedMÁX, em verde (C) e azul (A) os testes que apresentaram variação menor ou igual a 10% e 20%, respectivamente, com o teste em amarelo.

Não foi estabelecido um número máximo de manobras a serem realizadas por um mesmo indivíduo, a interrupção da mensuração foi realizada a partir do relato de cansaço pelo participante ou pela percepção de esforço submáximo pelo avaliador, mas, um número mínimo de cinco manobras foi determinado.

Uma pinça nasal foi utilizada para ocluir o nariz durante toda a manobra de medição das PRM¹⁶. Os voluntários permaneceram na posição sentada, com o tronco a 90° em relação ao quadril e com os pés apoiados no chão¹⁷.

Os participantes foram orientados a respirar de forma tranquila, obedecendo ao seguinte comando verbal: “Ponha o ar para fora, ponha o ar para dentro...”. Dois a três ciclos respiratórios em nível de volume corrente (VC) precederam o teste de PImáx, sendo em seguida solicitada uma expiração até o VR, com indicação deste momento pela elevação da própria mão do participante. Em seguida, o examinador

procedeu ao fechamento do orifício de oclusão e foi solicitado ao participante que realizasse um esforço inspiratório máximo. O seguinte comando verbal foi utilizado: “Ponha todo o ar para fora e encha o peito de ar”^{28,29}.

O mesmo procedimento foi realizado para a medida da PEmáx, exceto pela instrução verbal final, que consistiu na solicitação de uma inspiração até a CPT seguida por esforço expiratório máximo^{28,29}.

Durante cada manobra os indivíduos receberam estímulo verbal para sustentar a pressão máxima durante 1,5s, para que a pressão máxima sustentada por um segundo pudesse ser observada⁸ e o intervalo entre cada uma delas foi de 60 segundos. As variáveis PMedMÁX, pressão de pico e platô foram selecionadas a partir da manobra com o maior valor de PMedMÁX entre as manobras reproduzíveis¹⁵, a não ser que esses valores fossem atingidos na última manobra^{15,16}. De acordo com a Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia SBPT²⁸, é recomendado que o teste continue caso o valor mais elevado seja obtido na última manobra, o que seria um indicativo do efeito aprendizagem.

Durante a medida da *SNIP*, o sujeito era posicionado sentado com os braços apoiados, e o receptor era inserido no orifício nasal menos obstruído, de acordo com a percepção de cada indivíduo, e a narina contralateral permaneceu sem oclusão. Era solicitado ao voluntário que respirasse em nível da CRF e realizasse, ao comando verbal, uma inspiração veloz e máxima pelo nariz. A mesma manobra era repetida a cada intervalo de 30 segundos. De acordo com a *ATS/ERS*⁸ a maior parte dos indivíduos atinge um platô da pressão de *SNIP* após 5-10 repetições do teste. Maillard *et al.*³⁰ demonstraram que o melhor valor de 10 manobras de *SNIP* realizadas por indivíduos saudáveis não diferiu entre duas sessões separadas por um dia ou com uma terceira sessão um mês após a primeira avaliação. Sendo assim, foram utilizadas 10 manobras e a pressão de pico de valor mais alto era selecionada como a pressão inspiratória nasal do indivíduo. Nos casos em que o

valor máximo foi atingido na décima manobra, foram solicitadas mais repetições do teste até que houvesse uma redução.

O manovacuômetro foi calibrado por meio de um calibrador digital (PC507, Hotek Technologies, Tacoma, Washington) (acurácia de 0.025% do fundo de escala) e uma bomba pneumática (8111-300, Presys, São Paulo, Brasil) como estabelecido por Ferreira *et al.*³¹.

2.5.2 Manovacuômetro digital MicroRPM® (Micro Medical, Reino Unido): medida das pressões respiratórias máximas

Para a avaliação da validade da medida obtida pelo manovacuômetro UFMG foi utilizado um manovacuômetro importado denominado MicroRPM® (*Micro Medical*, Reino Unido), mostrado na figura 3. Esse instrumento foi utilizado em outros estudos recentes^{15,32} e de acordo com Dimitriadis *et al.*³³ apresenta valores adequados de confiabilidade teste reteste das variáveis PImáx (MIP) e PEmáx (MEP).



FIGURA 3 - Manovacuômetro digital MicroRPM® (Micro Medical, Reino Unido) Foto dos autores

Esse equipamento permite a medida não invasiva da FMR por meio das medidas de MIP, MEP e *SNIP*, Além de ser um instrumento moderno, leve, pequeno e portátil, é também composto de um manômetro que avalia e digitaliza os resultados da MIP, MEP e *SNIP* (cmH₂O) e os mostra na própria tela do aparelho. A pressão de operacionalização é de ± 300 cmH₂O, a resolução das medidas é de 1 cmH₂O e a precisão é de $\pm 3\%$. Para a medida da *SNIP*, o equipamento oferece quatro plugues nasais de polietileno de diferentes tamanhos ($1,1 \leq \text{altura} \leq 1,9\text{cm}$; $3,1 \leq \text{espessura} \leq 3,5\text{cm}$; orifício interno de 0,5cm) que foram selecionados pelo próprio voluntário, de acordo com o que ele considerou que melhor encaixou em sua narina. Para as medidas de MIP e MEP, o aparelho possui dois filtros, um inspiratório e outro expiratório, para encaixe no aparelho e em um bocal do tipo mergulhador.

O manovacuômetro pode ser ainda conectado a um computador por meio de um cabo e sua operacionalização ocorre por meio do software próprio (*PUMA PC, Micro Medical, Kent, England*) que apresenta muitos recursos avançados incluindo³⁴:

- Visualização em tempo real das curvas de pressão e tempo;
- Sobreposição das curvas sucessivas;
- Valores previstos;
- Banco de dados do paciente;
- Exibição de incentivo;
- Taxa de medição do desenvolvimento da pressão (*MRPD*);
- Taxa de medição do relaxamento (*MRR*);
- Verificação da qualidade da manobra;
- Medição da variabilidade da manobra;
- Possibilidade de personalização da interface gráfica.

Além disso, o software analisa ainda as seguintes variáveis^{33,35}:

- **MEP:** Pressão expiratória máxima sustentada por um segundo. É calculada usando a maior média da pressão expiratória mantida por pelo menos um

segundo em toda a duração do exame. A figura 4 apresenta um exemplo de registro de MEP.

- **MIP:** Pressão inspiratória máxima sustentada por um segundo. É calculada usando a maior média da pressão inspiratória mantida por pelo menos um segundo durante toda a duração do exame.
- **SNIP:** *Sniff* pressão inspiratória nasal – O indivíduo realiza uma inspiração (*Sniff*) com força máxima, de forma rápida e curta enquanto está equipado com um receptor colocado no nariz e conectado ao manovacuômetro. A manobra não deve durar mais que 0,5 segundos e o registro da pressão deve ter uma subida regular. O valor da *SNIP* é então tido como o mais alto pico inspiratório de pressão atingido durante o teste.
- **MRPD:** Taxa máxima de desenvolvimento de pressão.
- **Tau:** Constante de tempo do relaxamento.
- **MRR:** Taxa máxima de relaxamento.

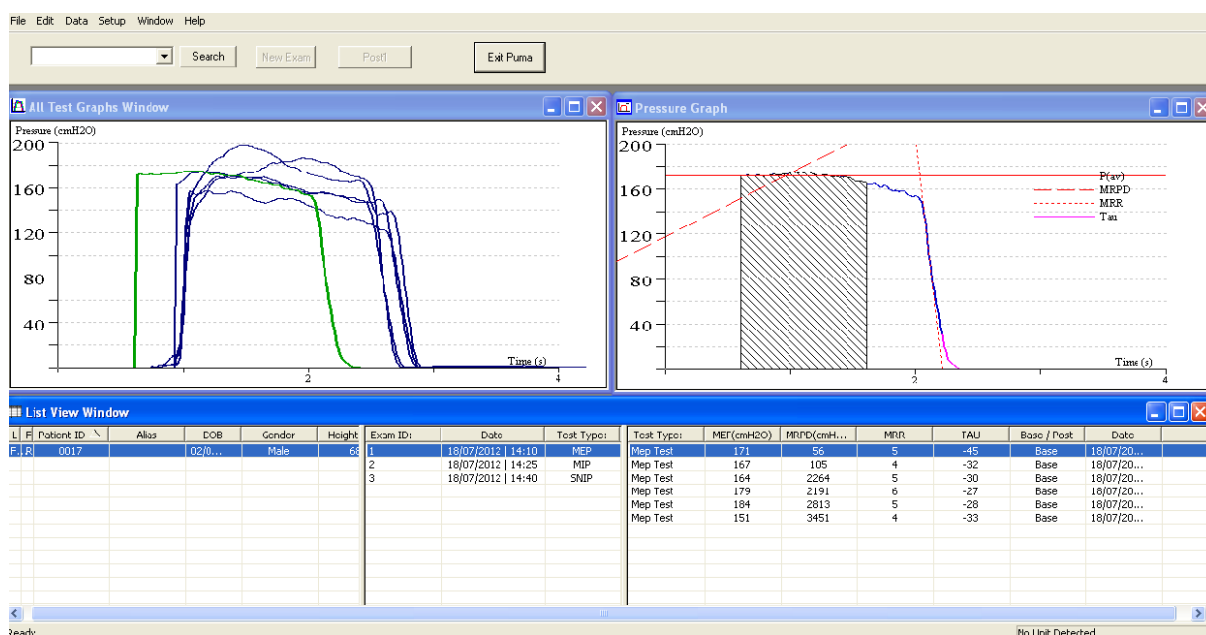


FIGURA 4 - Interface gráfica do software PUMA PC (Micro Medical, Kent, England). Exemplo de teste de Pressão Expiratória Máxima (MEP) com visualização personalizada da curva de pressão selecionada, das curvas sobrepostas, do banco de dados do indivíduo e das variáveis obtidas no teste.

2.6 Instrumentos de medidas complementares

2.6.1 Espirômetro

A espirometria é um teste de função pulmonar, muito utilizado, que mensura volumes e fluxos de ar movimentados durante uma manobra de expiração lenta ou forçada a partir da CPT. É importante para diagnosticar e quantificar distúrbios ventilatórios obstrutivos ou restritivos e, por isso, sua aplicação durante a avaliação de um paciente com doenças ou sintomas respiratórios é relevante³⁶.

O espirômetro Pony[®] (*Pony FX[®], Cosmed, Roma, Itália*) (Figura 5) foi o instrumento de medida utilizado neste estudo para avaliação da capacidade vital forçada (CVF). Foram seguidos os critérios de aceitabilidade e reprodutibilidade assim como também o controle de qualidade de acordo com as recomendações da SBPT³⁶ e os valores de referência usados para interpretação dos dados serão os descritos por Pereira *et al.*²³.



FIGURA 5- Espirômetro Pony[®]. Foto dos autores

2.6.2 Oximetria de pulso

O oxímetro de pulso da marca *Nonim (Plymouth, MN, EUA)* foi utilizados para avaliação da SpO₂ dos participantes antes de cada dia de coleta de dados.

2.6.3 Estetoscópio e esfigmomanômetro

A pressão arterial foi aferida antes de cada dia de coleta de dados, por meio de um estetoscópio (BD, *Becton Drive, Franklin Lakes, NJ, USA*) e um esfigmomanômetro (*Tycos, Welch Allyn Inc. Corporate Headquarters, New York-NY, USA*).

2.6.4 Balança mecânica

A avaliação antropométrica foi realizada por meio da medida do peso corporal e altura do sujeito, por uma balança com estadiômetro acoplado da marca *Filizola Ind. Ltda, (São Paulo, SP, Brasil)* para posterior cálculo do IMC (peso/altura²).

2.7 Variáveis analisadas

Para a avaliação da confiabilidade teste reteste, as variáveis selecionadas foram:

- Pressão média máxima (PMedMÁX) da manobra inspiratória e expiratória do manovacuômetro UFMG;
- Pressão platô (PPlatô) da manobra inspiratória e expiratória do manovacuômetro UFMG;
- Pressão de pico (PPico) da manobra inspiratória e expiratória do manovacuômetro UFMG;
- PPico da manobra Sniff do manovacuômetro UFMG.

Para a avaliação da validade concorrente, as seguintes variáveis foram utilizadas:

- PMedMÁX da manobra inspiratória do manovacuômetro UFMG;
- PMedMÁX da manobra inspiratória do manovacuômetro (Micromedical);
- PMedMÁX da manobra expiratória do manovacuômetro UFMG;
- PMedMÁX da manobra expiratória do manovacuômetro (Micromedical);
- PPico da manobra SNIP do manovacuômetro UFMG;
- PPico da manobra SNIP do manovacuômetro (Micromedical).

2.8 Procedimentos

Os voluntários compareceram ao laboratório em dois dias diferentes, de acordo com suas disponibilidades, porém no mesmo período do dia e respeitando o intervalo de no mínimo dois e no máximo 15 dias entre as coletas. Um examinador previamente treinado foi responsável pela realização das medidas necessárias para a avaliação da confiabilidade teste reteste e da validade concorrente.

2.8.1 Avaliação Inicial

Após a leitura e assinatura do TCLE, os sujeitos foram questionados sobre seus hábitos de vida (prática de exercícios físicos, doenças e medicações) e os sinais vitais eram aferidos (pressão arterial sistêmica, frequência cardíaca e saturação periférica de oxigênio). Medidas antropométricas como peso e altura também foram avaliadas para o cálculo do IMC. (APÊNDICE II)

No primeiro dia, o teste de espirometria foi realizado, para comprovar a ausência de distúrbios ventilatórios. Antes de cada teste a calibração do aparelho foi realizada com uma seringa *MedGraphics*[®] devido à influência de parâmetros como temperatura, umidade e pressão barométrica.

2.8.2 – Protocolo

Para avaliar a confiabilidade teste reteste do manovacuômetro UFMG, o mesmo examinador foi responsável pela realização das coletas das PRM e da *SNIP*. Os dados foram coletados em dois dias diferentes sob as mesmas condições de avaliação, ou seja, no mesmo período do dia, com o aparelho previamente utilizado e com o mesmo procedimento. A ordem de avaliação das pressões (*PImáx*, *PEmáx*, *SNIP*) foi determinada de forma aleatória.

Para avaliar a validade de critério concorrente, as PRM e a *SNIP* foram avaliadas com o manovacuômetro UFMG e o manovacuômetro importado MicroRPM®, para comparação dos resultados entre esses dois equipamentos. Essa avaliação foi realizada no segundo dia e a ordem de avaliação das pressões e dos instrumentos também foi aleatorizado.

2.9 Análise Estatística

O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para testar a normalidade dos dados. Para a avaliação da confiabilidade teste reteste das variáveis inspiratórias e expiratórias (*PMedMÁX*, *PPico* e *PPlatô*) e da *SNIP* no manovacuômetro UFMG a análise dos dados foi feita pelo Coeficiente de Correlação Intra-Classe (CCI) e para a comparação das médias das pressões no manovacuômetro UFMG foi utilizado o teste *t* de *student* pareado.

O CCI é calculado usando a estimativa da variância obtida por meio da análise de variância estatística e assim como outros coeficientes de confiabilidade, varia entre 0,00 e 1,0. Portney e Watkins (2009) sugerem que valores abaixo de 0,50 são indicativos de pobre confiabilidade, de 0,50 a 0,75 sugere moderada confiabilidade, enquanto valores acima de 0,75 representam boa confiabilidade².

O Teste-*t* pareado é utilizado para determinar se dados considerados pareados ou correlacionados são significativamente diferentes entre si. Esses dados são considerados pareados, pois cada medida tem outra correspondente para cada sujeito do estudo. Dessa forma, o teste analisa a diferença das médias dos escores de forma que o indivíduo é comparado apenas com ele mesmo².

Para avaliação da validade concorrente foi utilizado teste *t* de *student* para amostras dependentes e correlações de *Pearson* foram realizadas entre a PMedMÁX inspiratória e expiratória e a *SNIP* entre os dois instrumentos.

A correlação de *Pearson* é usada para descrever a força e a direção da relação entre duas variáveis. Os valores e os critérios usados para descrever a força dessa associação são os mesmos dos descritos acima para o CCI².

Para realização da análise estatística foi utilizado o programa estatístico SPSS versão 15.0. O nível de significância considerado foi de 5% ($p < 0,05$).

3 RESULTADOS

ANÁLISE DE PROPRIEDADES DE MEDIDA DE UM MANOVACUÔMETRO DIGITAL

MEASUREMENTS PROPERTIES OF A DIGITAL MANOVACUOMETER

Isabela M. B. S. Pessoa¹, Hugo Leonardo Alves Pereira², Larissa Tavares Aguiar²,
Thaysa Leite Tagliaferri², Verônica F. Parreira³.

¹Professora do curso de Fisioterapia da Universidade Católica de Minas Gerais – PUC/Minas, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

²Graduandos do Curso de Fisioterapia da UFMG.

³Professora Associada do Departamento de Fisioterapia da UFMG.

Correspondência:

Verônica Franco Parreira, Departamento de Fisioterapia – EEEFTO, Universidade Federal de Minas Gerais, Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 – Pampulha, CEP 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil.

e-mail: veronicaparreira@yahoo.com.br / veronica.parreira@pesquisador.cnpq.br

Título condensado: Propriedades de medida de manovacuometro digital

Running Head: Measurements properties of a digital manovacuometer

Palavras-chave: Pressões respiratórias máximas; Pressão inspiratória nasal; Músculos Respiratórios; Reprodutibilidade dos Testes; Validade dos Testes.

Key words: Maximal respiratory pressures; Nasal inspiratory pressure; Respiratory muscles; Reproducibility of results; Validity.

RESUMO

A força muscular respiratória (FMR) é mensurada através de um teste simples, rápido e não invasivo: a manovacuometria. Diretrizes recomendam o uso do manovacuômetro digital devido à sua alta precisão. **Objetivo:** Avaliar a reprodutibilidade teste reteste e a validade concorrente do manovacuômetro digital UFMG na mensuração das pressões inspiratórias e expiratórias máximas e da pressão inspiratória nasal uma vez que a consistência e a acurácia dos valores são essenciais para a credibilidade das medidas. **Métodos:** Foram avaliados 30 indivíduos saudáveis (20-30 anos) utilizando os manovacuômetros digitais UFMG e MicroRPM[®]. A coleta foi realizada em dois dias. Para avaliar a confiabilidade foi utilizado o Coeficiente de Correlação Intraclass (CCI), Alpha Cronbach's e o teste *t* de *student* para amostras dependentes, e para a validade a correlação de *Pearson* e o teste *t* de *student* para amostras dependentes. **Resultados:** Não foram encontradas diferenças significativas entre as médias das variáveis do manovacuômetro digital UFMG analisadas nos dois dias, os valores de CCI foram significativos e de boa magnitude ($0,76 \leq CCI \leq 0,89$) e os de Alpha Cronbach's variaram entre 0,87 e 0,94. A correlação entre equipamentos foi de alta magnitude para todas as variáveis e não houve diferença significativa entre os valores obtidos nos dois instrumentos ($p > 0,05$). **Conclusão:** O manovacuômetro digital UFMG apresenta valores adequados de confiabilidade teste reteste e validade concorrente na avaliação da FMR em indivíduos saudáveis.

Palavras-chave: Pressões respiratórias máximas. Pressão inspiratória nasal. Músculos Respiratórios. Reprodutibilidade dos Testes. Validade dos Testes.

ABSTRACT

Introduction: Respiratory muscle strength (RMS) is measured through a simple, quick and non-invasive test: the manovacuometry. Guidelines recommend the use of digital manovacuometer due to its high accuracy. **Objective:** To assess the test-retest reliability and concurrent validity of the digital manovacuometer UFMG in measuring the maximal inspiratory and expiratory pressures and nasal inspiratory pressure, since the consistency and accuracy of the values are essential for the credibility of the measures. **Methods:** 30 healthy subjects were assessed (20-30 years) using the digital manovacuometer UFMG and MicroRPM[®]. The data collection was made in two days. To assess reliability we used the Intraclass Correlation Coefficient (ICC) and *Student t* test for dependent samples. To assess validity Pearson correlation and *Student t* test for dependent samples were used. **Results:** No significant differences were found between the means of the variables of the digital manovacuometer UFMG analyzed within two days, the ICC values were significant and with a good magnitude ($0.76 \leq \text{ICC} \leq 0.89$). The correlation between equipment was of high magnitude for all variables and no significant difference were found between the values obtained in both instruments ($p > 0.05$). **Conclusion:** The digital manovacuometer UFMG showed appropriate values of test retest reliability and concurrent validity for the assessment of the RSM in healthy subjects.

Key words: Maximal respiratory pressures. Nasal inspiratory pressure. Respiratory muscles. Reproducibility of results. Validity.

INTRODUÇÃO

No sistema respiratório, a força dos músculos respiratórios (FMR) é refletida pela pressão desenvolvida por esses músculos (pressão motriz do sistema respiratório) a qual comanda a ventilação(1;2). A ventilação desempenha um papel fundamental na adequação das trocas gasosas externas, a principal função pulmonar(1). As manobras clássicas de avaliação da FMR são aquelas nas quais os sujeitos geram esforços inspiratórios (P_{Imáx}) e expiratórios máximos (P_{Emáx}) contra uma peça bucal ocluída gerando as pressões respiratórias estáticas máximas (PRM)(2;3). A força muscular inspiratória também é retratada pela pressão inspiratória nasal durante o fungar (*SNIP* - *Sniff* teste), uma manobra dinâmica realizada quando o indivíduo gera um pico de pressão pelo nariz(4).

A manovacuometria, mensuração das PRM, é usada para avaliar a função dos músculos respiratórios em indivíduos saudáveis, pacientes que apresentam dispneia, hiperinsuflação pulmonar, insuficiência respiratória, desnutrição, doenças neuromusculares ou deformidades na caixa torácica(5). Além disso, essa medida também é usada para avaliar a habilidade de tossir ou durante o desmame da ventilação mecânica (2;5;6). O *Sniff* teste possibilita a obtenção da variável *SNIP* e é especialmente importante para quantificar o declínio da FMR em pacientes com fraqueza da musculatura orofacial, como na esclerose lateral amiotrófica (7;8).

Montemezzo *et al.* (9) observaram que, em geral, o tipo de manovacuômetro mais utilizado no Brasil é o analógico, apesar de todas suas limitações como dificuldade de visualização da pressão sustentada, pequena faixa operacional e impossibilidade de análise gráfica. Os manovacuômetros digitais apresentam uma série de vantagens em relação aos analógicos como, por exemplo, permite a comunicação com *softwares* possibilitando a visualização da curva pressão versus tempo em tempo real, o que permite avaliar as pressões respiratórias durante todo o esforço, além de apresentarem um intervalo operacional maior e a possibilidade de armazenamento de dados(2;3;5).

Estudos com o manovacuômetro digital começaram a ser realizados a partir da década de 80(3). O manovacuômetro digital frequentemente reportado nos estudos para a mensuração das PRM e da *SNIP* é o MicroRPM[®] (*Micro Medical, England*) que tem custo elevado(10). O Núcleo de Estudos e Pesquisa em Engenharia Biomédica (NEPEB) em parceria com o Laboratório de Avaliação e

Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório (LabCare) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), desenvolveram um manovacuômetro digital, cuja a resolução das medidas é de 0,1 cmH₂O e a escala é de 500 cmH₂O(11).

Uma vez que a aplicabilidade de uma medida na pesquisa em reabilitação e na tomada de decisão clínica depende da extensão em que os dados são reprodutíveis e acurados, torna-se essencial a avaliação da reprodutibilidade e validade das medidas realizadas por meio do manovacuômetro UFMG, o qual é um instrumento novo com potencial para ser mais eficiente, fácil, acessível, barato e prático de se lidar do que aqueles já existentes. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar a reprodutibilidade teste reteste e a validade concorrente das PRM e da *SNIP* obtidas por meio do manovacuômetro desenvolvido na UFMG.

MATERIAIS E MÉTODO

Amostra

A amostra de conveniência foi composta por voluntários de ambos os sexos, selecionados na comunidade interna e externa da universidade onde o estudo foi realizado. Os critérios de inclusão foram: adultos saudáveis entre 20 e 30 anos, índice de massa corporal (IMC) dentro dos parâmetros de normalidade (igual ou superior a 18,5 kg/m² e inferior a 30 kg/m²)(12), apresentar parâmetros espirométricos dentro da normalidade, conforme os valores previstos para a população brasileira e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Os critérios de exclusão foram: incapacidade de compreensão ou realização de alguma manobra ou procedimento, apresentar história de tabagismo atual ou pregressa, bem como exposição a ambiente ocupacional de risco; história de doenças neuromusculares, respiratórias e/ou cardíacas; ter apresentado febre nas três semanas antecedentes e/ou gripe e/ou sinusite na semana anterior ao teste; relatar apresentar desvio de septo nasal ou cirurgia nasal prévia, fazer uso de medicamentos como corticoides orais, depressores do sistema nervoso central, barbitúricos e/ou relaxantes musculares; ter realizado atividade física exaustiva nas 48 horas anteriores ao teste; apresentar dor muscular limitante, apresentar uma pressão arterial (PA) em repouso maior ou igual a 180/110 mmHg e/ou saturação periférica da hemoglobina em oxigênio (SpO₂) menor que 90% e/ou frequência cardíaca maior que 85% da frequência cardíaca (FC) máxima antes da execução

das manobras, incapacidade de compreender e/ou executar os procedimentos do protocolo de pesquisa. O seguinte critério de interrupção foi observado: relato de desconforto respiratório e/ou muscular durante a realização dos testes.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição (CAAC 0425.0.203.000-10) e todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Instrumentos de medida

Manovacuômetro digital (NEPEB-LabCare/UFMG)

Para mensuração das PRM, o manovacuômetro foi conectado a um bocal do tipo mergulhador contendo um orifício de fuga de 2 mm conforme recomendação da ATS/ERS(2). O manovacuômetro é graduado em cmH_2O , possui uma variação de $\pm 500 \text{ cmH}_2\text{O}$ e a resolução das medidas é de $0,1 \text{ cmH}_2\text{O}$. A mensuração da *SNIP* foi realizada na opção de conexão da $\text{P}_{\text{Imáx}}$, sendo utilizado para a mesma, um prolongamento de silicone de 60 cm e um plugue nasal de silicone de formato cônico, com base e altura de 2,2 cm e com um orifício de 0,5 mm de diâmetro interno para a transmissão da pressão. As PRM foram operacionalizadas usando o *software* Manovac versão 4.1, por meio das variáveis pressão média máxima ($\text{PMed}_{\text{Máx}}$), pressão de Pico (PPico) e pressão platô (PPlatô) e a *SNIP* foi operacionalizada pela PPico (4;13-15). O manovacuômetro foi calibrado por meio de um calibrador digital (*PC507, Hotek Technologies, Tacoma, Washington*) (acurácia de 0.025% do fundo de escala) e uma bomba pneumática (8111–300, Presys, São Paulo, Brasil) como estabelecido por Ferreira *et al.*(11).

Manovacuômetro MicroRPM[®] (*Micro Medical, England*)

Esse equipamento permite a mensuração das PRM e da *SNIP*. É composto por um manômetro que avalia e digitaliza os resultados das variáveis $\text{P}_{\text{Imáx}}$, $\text{PE}_{\text{máx}}$ e *SNIP* em cmH_2O . A pressão de operacionalização é de $\pm 300 \text{ cmH}_2\text{O}$, a resolução das medidas é de $1 \text{ cmH}_2\text{O}$ e a precisão é de $\pm 3\%$. Para a medida da *SNIP*, o equipamento oferece quatro plugues nasais de polietileno de diferentes tamanhos ($1,1 \leq \text{altura} \leq 1,9 \text{ cm}$; $3,1 \leq \text{espessura} \leq 3,5 \text{ cm}$; orifício interno de $0,5 \text{ cm}$) os quais são selecionados pelo próprio voluntário, de acordo com o que ele considera ser mais adequado à sua narina. Para as medidas das PRM, o aparelho possui dois filtros, um inspiratório e outro expiratório, e o bocal é do tipo mergulhador. O

manovacuômetro pode ser conectado a um computador e sua operacionalização ocorre por meio do *software* próprio (*PUMA PC, Micro Medical, Kent, England*).

Procedimentos

A avaliação inicial contemplou os seguintes aspectos: dados pessoais, verificação da massa corporal e da estatura (balança com estadiômetro acoplado, Filizola Ind. Ltda, São Paulo, SP, Brasil), PA (estetoscópio, BD, *Becton Drive, Franklin Lakes, NJ, USA* e esfigmomanômetro, *Tycos, Welch Allyn Inc. Corporate Headquarters, New York-NY, USA*); FC e SpO₂ (*Nonim, USA*). Na sequência, foi realizada a prova de função pulmonar (*Pony FX[®], Cosmed, Roma, Itália*) de acordo com os critérios de aceitabilidade, reprodutibilidade e graduação de qualidade propostos pela SBPT(16), adotando-se como referência os valores previstos para a população brasileira(17). Após repouso de aproximadamente 10 minutos, os indivíduos realizaram a mensuração das PRM e da *SNIP* com o manovacuômetro UFMG. Para a avaliação da reprodutibilidade e da validade concorrente das PRM e da *SNIP* os indivíduos compareceram ao laboratório em um segundo dia, após um intervalo de 2-15 dias, e foram avaliados, no mesmo período do dia com os manovacuômetros UFMG e *MicroRPM[®]*. Todos os procedimentos foram realizados por um único examinador treinado.

Medida das PRM

Os indivíduos permaneceram na posição sentada, com pés e troncos apoiados, utilizando clipe nasal. Para a medida da Plmáx, os participantes foram orientados a respirar de forma tranquila, obedecendo ao seguinte comando verbal: “Ponha o ar para fora, ponha o ar para dentro...”. Dois a três ciclos respiratórios em nível de volume corrente precederam o teste de Plmáx, sendo em seguida solicitada uma expiração até o volume residual, com indicação deste momento pela elevação da mão do participante. Em seguida, o examinador procedeu ao fechamento do orifício de oclusão e foi solicitado ao participante que realizasse um esforço inspiratório máximo. O seguinte comando verbal foi utilizado: “Ponha todo o ar para fora e encha o peito de ar(3) (15). O mesmo procedimento foi realizado para a medida da PEmáx, exceto pela instrução verbal final, que consistiu na solicitação de uma inspiração até a capacidade pulmonar total seguida por esforço expiratório máximo(3;15).

O tempo mínimo de manobra foi de 1,5 segundos, para que a pressão máxima sustentada por um segundo pudesse ser observada(2) . A mensuração das pressões foi considerada completa quando o participante realizou três manobras aceitáveis (sem escape de ar entre os lábios e/ou no clipe nasal e com, pelo menos, um segundo e meio de duração)(3) e, dentre essas, três reprodutíveis (uma com variação igual ou inferior a 10% e a outra com variação de no máximo 20% com a PMedMÁX de maior valor)(2;3), desde que esse não tenha sido o último teste realizado(3). As variáveis PMedMÁX, pressão de pico e platô foram selecionadas a partir da manobra com o maior valor de PMedMÁX entre as manobras reprodutíveis.

Medida da *SNIP*

Os indivíduos foram posicionados sentados com os braços apoiados, e o receptor foi inserido no orifício nasal, sem obstrução de acordo com a percepção individual, e a narina contralateral permaneceu sem oclusão. Foi solicitado que o voluntário respirasse em nível da capacidade residual funcional e realizasse, ao comando verbal, uma inspiração rápida e máxima pelo nariz. Todos os voluntários realizaram pelo menos dez manobras, com intervalo de aproximadamente 30 segundos e a PPico de valor mais alto foi selecionada. Nos casos em que a última manobra foi a de maior valor o teste não foi interrompido até que um valor menor fosse obtido.

Análise Estatística

Inicialmente, procedeu-se a análise exploratória dos dados, pela estatística descritiva e da avaliação da normalidade (teste de *Shapiro-wilk*). Para avaliar a reprodutibilidade teste reteste das variáveis inspiratórias e expiratórias (PMedMÁX, PPico e PPlatô) e da *SNIP* no manovacômetro UFMG foi utilizado o Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI) e o teste *t* de *student* para amostras dependentes. Para avaliar a validade concorrente foi utilizada a correlação de *Pearson* (entre a PMedMÁX inspiratória e expiratória, assim como a *SNIP* obtidas nos dois instrumentos) e o teste *t* de *student* para amostras dependentes. O nível de significância considerado foi de 5% ($p < 0,05$).

RESULTADOS

Foram recrutados 31 indivíduos, contudo, um sujeito foi excluído por apresentar alteração na prova de função pulmonar. Sendo assim, 30 voluntários (15 homens e 15 mulheres) foram avaliados.

A tabela 1 apresenta as características demográficas, antropométricas e os dados espirométricos dos participantes.

Tabela 1 – Dados demográficos, antropométricos e espirométricos dos voluntários

Variáveis	Média (DP)
Sexo	15H/15M
Idade (anos)	23,50 (1,3)
IMC (Kg/m²)	22,80 (2,70)
VEF₁ (L)	3,80 (0,69)
VEF₁ (% previsto)	115,93 (0,62)
CVF (% previsto)	112,15 (0,70)
VEF₁/CVF	85,88 (4,34)

Dados apresentados como média e desvio padrão (DP); H: homem; M: mulher; IMC: índice de massa corporal; VEF₁: volume expiratório forçado no primeiro segundo; CVF: capacidade vital forçada; VEF₁/CVF: razão entre volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada;

A tabela 2 apresenta os resultados relativos à reprodutibilidade das variáveis do manovacuômetro UFMG. Todos os valores de CCI encontrados foram significativos e de boa magnitude (valores acima de 0,76). Não foram encontradas diferenças significativas entre as médias de nenhuma das variáveis analisadas entre os dois dias de teste ($p>0.05$).

Tabela 2 – Variáveis da confiabilidade teste reteste do manovacuômetro UFMG

Variáveis	Média (DP)	Média (DP)	IC 95%		CCI
	1º dia	2º dia	LS	LI	
Pressão Inspiratória					
PMedMÁX	108,74 (29,08)	106,73 (29,40)	-3,05	7,06	0,89
PPlatô	100,73 (26,62)	95,47 (30,25)	-2,08	12,60	0,76
PPico	120,90 (32,36)	118,17 (30,93)	-3,02	8,49	0,88
Pressão Expiratória					
PMedMÁX	130,92 (37,76)	135,78 (40,78)	-13,28	3,56	0,84
PPlatô	122,40 (38,04)	125,80 (38,40)	-12,05	5,25	0,82
PPico	139,47 (39,77)	143,60 (43,64)	-13,12	4,86	0,83
SNIP					
SNIP	90,37 (24,04)	94,33 (23,01)	-9,83	1,90	0,78

Dados apresentados como média e desvio padrão (DP); IC: intervalo de confiança, LI: limite inferior, LS: limite superior; CCI: coeficiente de correlação intraclass; PMedMÁX pressão média máxima; PPlatô: pressão platô; PPico: pressão de pico; SNIP: pressão de pico da manobra *sniff*

A tabela 3 apresenta os resultados relativos à comparação entre as variáveis das PRM dos dois manovacuômetros. Não houve diferença significativa entre os valores obtidos nos dois equipamentos para nenhuma das variáveis estudadas.

Tabela 3 – Comparação entre os manovacômetros UFMG e MicroRPM®

Variáveis analisadas	Média (DP) Manov. UFMG [#]	Média (DP) Manov. MM	IC 95%	
			LS	LI
PMedMÁX (Inspiratória)	108,74 (29,08)	109,93 (31,02)	-7,48	5,09
PMedMÁX (Expiratória)	130,92 (37,76)	137,77 (37,98)	-15,05	1,35
SNIP	90,37 (24,04)	89,80 (26,15)	-5,14	6,28

Dados apresentados como média e desvio padrão (DP); Manovac. UFMG: manovacômetro UFMG; Manov. MM: manovacômetro MicroRPM®; IC: intervalo de confiança, LI: limite inferior, LS: limite superior; PMedMÁX: pressão média máxima da manobra; SNIP: Pressão de pico da manobra *Sniff*. [#] Média das pressões coletadas no primeiro dia.

A tabela 4 apresenta as correlações entre os dados obtidos com os dois manovacômetros. Observou-se que a correlação obtida foi de alta magnitude (>0,80) para todas as variáveis.

Tabela 4 – Correlação entre as medidas obtidas com os manovacômetros

UFMG e MicroRPM®

Variáveis analisadas	Correlação (r)	Valor de p
PMedMÁX (Inspiratória)	0,85	$p < 0,01$
PMedMÁX (Expiratória)	0,83	$p < 0,01$
SNIP	0,82	$p < 0,01$

PMedMÁX: pressão média máxima da manobra; SNIP: Pressão de pico da manobra de pressão inspiratória nasal.

DISCUSSÃO

Os principais resultados deste estudo foram: 1 – foi observada uma reprodutibilidade (teste reteste) adequada das medidas do manovacômetro UFMG; 2- foi observada correlação de alta magnitude entre as variáveis dos manovacômetros UFMG e MicroRPM® e ausência de diferença significativa entre os valores obtidos com os dois manovacômetros refletindo a acurácia da medida.

Utilizar instrumentos e medidas confiáveis e válidos é importante tanto para pesquisadores como para clínicos, uma vez que propriedades de medida adequadas são essenciais para conferir credibilidade e garantir que os valores serão consistentes e reais. Considerando que um novo instrumento foi desenvolvido com potencial para ser mais eficiente, fácil, acessível, barato e prático de se lidar do que aqueles já existentes, testar a reprodutibilidade e a validade concorrente das suas medidas é importante(18).

Em relação à reprodutibilidade das PRM, Dimitriadis *et al.*(19) avaliaram a reprodutibilidade teste reteste do manovacômetro MicroRPM®. Os autores estudaram a PImáx e PEmáx em indivíduos saudáveis, com faixa etária entre 18 e

50 anos, na posição sentada e na ortostática, e reportaram valores adequados de reprodutibilidade ($CCI > 0,80$) tanto para mensuração da $PI_{máx}$ quanto da $PE_{máx}$. Os resultados do presente estudo sobre a reprodutibilidade do manovacuômetro UFMG são similares para a $PMedMáx$ (inspiratória e expiratória), variável equivalente à $PI_{máx}$ e $PE_{máx}$, com valores de $CCI > 0,90$ refletindo uma excelente concordância entre as medidas realizadas, corroborando portanto, a literatura.

A discussão da reprodutibilidade das demais variáveis avaliadas no presente estudo ($PP_{latô}$ e PP_{pico}) é dificultada pela ausência de estudos que as tenham operacionalizado. No entanto, cabe ressaltar que todos os valores de CCI foram superiores a 0,75, o que segundo Portney e Watkins(18) reflete uma boa concordância. Assim, a precisão das medidas do manovacuômetro UFMG pode ser considerada adequada para todas as variáveis analisadas.

Em relação à *SNIP*, Luo *et al.*(20) avaliaram a reprodutibilidade da *SNIP* e da pressão transdiafragmática elicitada pela estimulação do nervo frênico em 32 indivíduos saudáveis. Os resultados desse estudo demonstraram que o teste da *Sniff* apresentou variação máxima de 40% e o coeficiente de variação intra sujeitos foi de 11%. Os valores de reprodutibilidade foram similares ao da pressão transdiafragmática, o que pode representar uma vantagem da *SNIP* que é um teste não invasivo.

Não foram encontrados estudos que avaliaram a validade concorrente da $PI_{máx}$ e $PE_{máx}$. Em um estudo recente, Severino *et al.*(10) demonstraram que não houve diferença significativa entre os valores obtidos na medida da *SNIP* entre dois equipamentos digitais ($MVD300^{\text{®}}$ e $MicroRPM^{\text{®}}$), em 18 sujeitos saudáveis com idade entre 18 e 35 anos ($p > 0,05$). Além disso, foi demonstrada correlação significativa entre as medidas pela correlação de *Pearson* ($r = 0,63$). A análise Bland-Altman mostrou um viés igual a 7 cmH_2O , DP de 32,9 cmH_2O e IC de -57,5 cmH_2O até 71,5 cmH_2O . De acordo com os autores, como na análise Bland-Altman a amplitude encontrada nos limites de concordância foi extensa os resultados referentes à correlação dos dois instrumentos deve ser interpretada com cuidado. Não foram apresentados os valores de reprodutibilidade das medidas da *SNIP*.

Os dados obtidos por meio da manobra de $PI_{máx}$ podem apresentar muita variabilidade devido à grande influência da cooperação do indivíduo nos resultados, por isso valores baixos podem representar fraqueza muscular, falta de coordenação e motivação do sujeito ou vazamento de ar devido à fraqueza da musculatura

facial(4). Dessa maneira, a *SNIP* apresenta-se como um método alternativo ou complementar à medida da $PI_{máx}$, para diferenciar entre fraqueza muscular respiratória real e outros fatores relacionados aos testes volitivos.

Maillard *et al.*(21) conduziram um estudo com indivíduos saudáveis (28 ± 7 anos) para verificar a reprodutibilidade da *SNIP* e da $PI_{máx}$ entre três sessões, (intervalo de um dia e de um mês). Os resultados mostraram alta reprodutibilidade da *SNIP* ($CCI > 0,85$) e da $PI_{máx}$ ($CCI > 0,88$). Foi observado um coeficiente de variação de 6% para ambas as medidas, ilustrando assim que o teste do sniff é viável na prática clínica e que as duas manobras são complementares.

Uma limitação do presente estudo é o fato de que não foram avaliados indivíduos com disfunção respiratória ou com faixas etárias distintas, como idosos. Assim, estudos futuros com este objetivo podem ser interessantes.

A comercialização do manovacuômetro UFMG está sendo estruturada. É possível que sua manutenção e calibração regular sejam mais fáceis por se tratar de um equipamento nacional. Ainda que já exista um manovacuômetro digital produzido e comercializado no Brasil(9;22), esse possui algumas desvantagens quando comparado ao manovacuômetro UFMG, como um intervalo operacional menor, semelhante ao dos equipamentos analógicos (± 300 cmH₂O), e a ausência da curva pressão *versus* tempo em momento real.

CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo demonstram que a avaliação da FMR por meio das medidas de $PI_{máx}$, $PE_{máx}$ e *SNIP* em indivíduos saudáveis com o manovacuômetro UFMG apresenta valores adequados de confiabilidade teste reteste e alta concordância quando comparados ao MicroRPM[®], indicando que o mesmo pode ser utilizado tanto na prática clínica quanto no ambiente de pesquisa.

Referências

- (1) NEDER, J.A.; ANDREONI, S.; LERARIO, M.C.; NERY, L.E. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. **Braz J Med Biol Res** 1999 Jun;32(6):719-27.
- (2) ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. **Am J Respir Crit Care Med** 2002 Aug 15;166(4):518-624.
- (3) SOUZA, R.B. Pressões respiratórias estáticas máximas. **Jornal de Pneumologia** 2002;28(Sup 3):155-65.
- (4) ULDRY, C.; FITTING, J.W. Maximal values of sniff nasal inspiratory pressure in healthy subjects. **Thorax** 1995 Apr;50(4):371-5.
- (5) RODRIGUES, F.; BÁRBARA, C. Pressões respiratórias máximas: proposta de um protocolo de procedimentos. **Revista Portuguesa de Pneumologia** 2000;VI(4):297-307.
- (6) PARREIRA, V.F.; FRANÇA, D.C.; ZAMPA, C.C.; FONSECA, M.M.; TOMICH, G.M.; BRITTO, R.R. Pressões respiratórias máximas: valores encontrados e preditos em indivíduos saudáveis. **Revista Brasileira de Fisioterapia** 2007;11(5):361-8.
- (7) FITTING, J.W.; PAILLEX, R.; HIRT, L.; AEBISCHER, P.; SCHLUEP, M. Sniff nasal pressure: a sensitive respiratory test to assess progression of amyotrophic lateral sclerosis. **Ann Neurol** 1999 Dec;46(6):887-93.
- (8) STEFANUTTI, D.; BENOIST, M.R.; SCHEINMANN, P.; CHAUSSAIN, M.; FITTING, J.W. Usefulness of sniff nasal pressure in patients with neuromuscular or skeletal disorders. **Am J Respir Crit Care Med**, 2000 Oct;162(4 Pt 1):1507-11.
- (9) MONTEMEZZO, D.; VELLOSO, M.; BRITTO, R.R.; PARREIRA, V.F. Pressões respiratórias máximas: equipamentos e procedimentos usados por fisioterapeutas brasileiros. **Fisioterapia e Pesquisa** 2010;17(2):147-52.
- (10) SEVERINO, F.G.; RESQUETI, V.R.; BRUNO, S.S.; AZEVEDO, I.G.; VIEIRA, R.H.G.; FREGONEZI, G.A.F. Comparação entre o manovacuômetro nacional e o importado para medida da pressão inspiratória nasal. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, 2010;14(5):426-31.
- (11) FERREIRA, J.L.; PEREIRA, N.C.; OLIVEIRA Jr, M.; VASCONCELOS, F.H.; PARREIRA, V.F.; TIERRA-CRIOLLO, C.J. Maximum respiratory pressure measuring system: calibration and evaluation of uncertainty. **Revista de Controle e Automação**, 2010;21(6):588-97.
- (12) Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. **World Health Organ Tech Rep Ser** 2000;894:i-253.

- (13) HAMNEGAR, D. C.H.; WRAGG, S.; KYROUSSIS, D.; AQUILINA, R.; MOXHAM, J.; GREEN, M. Portable measurement of maximum mouth pressures. **Eur Respir J**, 1994 Feb;7(2):398-401.
- (14) EVANS, J.A.; WHITELAW, W.A. The assessment of maximal respiratory mouth pressures in adults. **Respir Care** 2009 Oct;54(10):1348-59.
- (15) MONTEMEZZ, O.D.; VIEIRA, D.S.R.; TIERRA-CRIOLLO, C.J.; BRITTO, R.R.; VELLOSO, M.; PARREIRA, V.F. Influence of 4 interfaces in the assessment of maximal respiratory pressures. **Respiratory Care** 2012;57(3):392-8.
- (16) PEREIRA, C.A.C. Espirometria. **Jornal de Pneumologia** 2002;28(Sup 3):1-82.
- (17) PEREIRA, C.A.C.; SATO, T.; RODRIGUES, S.C. Novos valores de referência para espirometria forçada em brasileiros adultos de raça branca. **Jornal Brasileiro de Pneumologia** 2007;33(4):397-406.
- (18) PORTNEY, L.G.; WATKINS, M.P. Foundations of clinical research. 3^a ed. 2009.
- (19) DIMITRIADIS, Z.; KAPRELI, E.; KONSTANTINIDOU, I.; OLDHAM, J.; STRIMPAKOS, N. Test/retest reliability of maximum mouth pressure measurements with the MicroRPM in healthy volunteers. **Respir Care** 2011 Jun;56(6):776-82.
- (20) LUO, Y.M.; HART, N.; MUSTFA, N.; MAN, W.D.; RAFFERTY, G.F.; POLKEY, M.I.; *et al.* Reproducibility of twitch and sniff transdiaphragmatic pressures. **Respir Physiol Neurobiol** 2002 Sep 4;132(3):301-6.
- (21) MAILLARD, J.O.; BURDET, L.; VAN, M.G.; FITTING, J.W. Reproducibility of twitch mouth pressure, sniff nasal inspiratory pressure, and maximal inspiratory pressure. **Eur Respir J** 1998 Apr;11(4):901-5.
- (22) Site do Instituto São Paulo. Acessado em Dezembro de 2012.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do presente estudo demonstram que a avaliação da FMR por meio das medidas de $P_{lm\acute{a}x}$, $P_{Em\acute{a}x}$ e $SNIP$ em indivíduos saudáveis com o manovacuômetro UFMG apresenta valores adequados de confiabilidade teste reteste e validade concorrente.

REFERÊNCIAS

1. HULLEY, S.B.; MARTIN, J.N.; CUMMINGS, S.R. Planejando medições: precisão e acurácia. In: HULLEY, S.B.; CUMMINGS, S.R.; BROWNER, W.S.; GRADY, D.; HEARST, N.; NEWMAN, T.B. (editors). **Delineando a pesquisa clínica: uma abordagem epidemiológica**. Porto Alegre: Artmed, 2003. p. 55-68.
2. PORTNEY, L.G.; WATKINS, M.P. **Foundations of Clinical Research**. 3. ed. 2009.
3. GADOTTI, I.C. *et al.* Importance and clarifications of measurement properties in rehabilitation. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 10, n. 2, p. 137-146, 2006.
4. PARREIRA, V.F. *et al.* Pressões respiratórias máximas: valores encontrados e preditos em indivíduos saudáveis. **Revista Brasileira De Fisioterapia**, v. 11, n. 5, p. 361-368, 2007.
5. RODRIGUES, F.; BÁRBARA, C. Pressões respiratórias máximas: proposta de um protocolo de procedimentos. **Revista Portuguesa De Pneumologia**, v. VI, n. 4, p. 297-307, 2000.
6. LARSON, J.L.; KIM, M.J. Reliability of maximal inspiratory pressure. **Nurs.Res**, v. 36, n. 5, p. 317-319, Sept. 1987.
7. BLACK, L.F.; HYATT, R.E. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. **Am.Rev Respir Dis.**, v. 99, n. 5, p. 696-702, May 1969.
8. ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. **Am.J Respir Crit Care Med**, v. 166, n. 4, p. 518-624, 15 Aug. 2002.

9. CHEN, H.I.; KUO, C.S. Relationship between respiratory muscle function and age, sex, and other factors. **J Appl.Physiol**, v. 66, n. 2, p. 943-948, Feb. 1989.
10. STEIER, J. *et al.* The value of multiple tests of respiratory muscle strength. **Thorax**, v. 62, n. 11, p. 975-980, Nov. 2007.
11. FITTING, J.W. Sniff nasal inspiratory pressure: simple or too simple? **Eur Respir J**, v. 27, n. 5, p. 881-883, May 2006.
12. ULDRY, C.; FITTING, J.W. Maximal values of sniff nasal inspiratory pressure in healthy subjects. **Thorax**, v. 50, n. 4, p. 371-375, Apr. 1995.
13. NAVA, S. *et al.* Recruitment of some respiratory muscles during three maximal inspiratory manoeuvres. **Thorax**, v. 48, n. 7, p. 702-707, July 1993.
14. KATAGIRI, M. *et al.* Neck and abdominal muscle activity during a sniff. **Respir Med**, v. 97, n. 9, p. 1027-1035, Sept. 2003.
15. SEVERINO, F.G. *et al.* Comparação entre o manovacuômetro nacional e o importado para medida da pressão inspiratória nasal. **Revista Brasileira De Fisioterapia**, v. 14, n. 5, p. 426-431, 2010.
16. NEDER, J.A. *et al.* Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. **Braz.J Med Biol.Res**, v. 32, n. 6, p. 719-727, June 1999.
17. COSTA, D. *et al.* New reference values for maximal respiratory pressures in the Brazilian population. **Jornal Brasileiro De Pneumologia**, v. 36, n. 3, p. 306-312, 2010

18. EVANS, J.A.; WHITELOW, W. A. The assessment of maximal respiratory mouth pressures in adults. **Respiratory Care**, v. 54, n. 10, p. 1348-1359, Oct. 2009.

19. DUARTE, A.A.O. *et al.* Validation of new brazilian predicted values for forced spirometry in caucasians and comparison with predicted values obtained using other reference equations. **Jornal Brasileiro De Pneumologia**, v. 33, n. 5, p. 527-535, 2007.

20. HAMNEGARD, C.H. *et al.* Portable measurement of maximum mouth pressures. **Eur Respir J**, v. 7, n. 2, p. 398-401, Feb. 1994.

21. MONTEMEZZO, D. *et al.* Pressões respiratórias máximas: equipamentos e procedimentos usados por fisioterapeutas brasileiros. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 17, n. 2, p. 147-152, 2010.

22. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. **World Health Organ Tech.Rep.Ser.**, v. 894, n. i-253, 2000.

23. PEREIRA, C.A.C. *et al.* Novos valores de referência para espirometria forçada em brasileiros adultos de raça branca. **Jornal Brasileiro De Pneumologia**, v. 33, n. 4, p. 397-406, 2007.

24. MONTEMEZZO, D. **Influência de quatro interfaces na mensuração das pressões respiratórias máximas.** 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação) - Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, 2010.

25. CAMELO JÚNIOR, J.S. *et al.* Pressões respiratórias máximas em adultos normais. **Jornal De Pneumologia**, v. 11, n. 4, p. 181-184, 1985.

26. WINDISCH, W. *et al.* Peak or plateau maximal inspiratory mouth pressure: which is best? **Eur Respir J**, v. 23, n. 5, p. 708-713, May 2004.

27. SILVA, J.L. **Desenvolvimento de um sistema digital de medição das pressões respiratórias máximas.** Belo Horizonte, 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação) - Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, 2006.
28. SOUZA, R.B. Pressões respiratórias estáticas máximas. **Jornal De Pneumologia**, v. 28, n. Sup 3, p. 155-165, 2002.
29. MONTEMEZZO, D. *et al.* Influence of 4 Interfaces in the Assessment of Maximal Respiratory Pressures. **Respiratory Care**, v. 57, n. 3, p. 392-398, 2012.
30. MAILLARD, J.O. *et al.* Reproducibility of twitch mouth pressure, sniff nasal inspiratory pressure, and maximal inspiratory pressure. **Eur Respir J**, v. 11, n. 4, p. 901-905, Apr. 1998.
31. FERREIRA, J.L. *et al.* Maximum respiratory pressure measuring system: calibration and evaluation of uncertainty. **Revista De Controle e Automação**, v. 21, n. 6, p. 588-597, 2010.
32. ARAÚJO, P.R.S. **Valores de referência para pressão inspiratória nasal Sniff na população brasileira.** 2010. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2010.
33. DIMITRIADIS, Z. *et al.* Test/retest reliability of maximum mouth pressure measurements with the MicroRPM in healthy volunteers. **Respiratory Care**, v. 56, n. 6, p. 776-782, June 2011.
34. Micro Direct Respiratory Pressure Meter Operating ManualLewiston, ME: 2006. p.1-10.
35. Micro Medical Software PUMA PCKent, England: 2002.

36. PEREIRA, C.A.C. Espirometria. **Jornal De Pneumologia**, 28, n. Sup 3, p. 1-82, 2002.

APÊNDICE I

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Obrigada pelo seu interesse em participar do estudo “AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES PSICOMÉTRICAS DO MANOVACUÔMETRO DIGITAL”

Informações

O (a) Sr. (a) está sendo convidado a participar de um projeto de pesquisa a ser desenvolvido no Departamento de Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Justificativa e objetivo

O objetivo desse projeto de pesquisa é avaliar a qualidade das medidas de um novo equipamento que foi desenvolvido pelo Núcleo de Estudos e Pesquisa em Engenharia Biomédica (NEPEB) em parceria com o Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório (LabCare) da UFMG. Esse equipamento, denominado manovacuômetro digital, é considerado um método simples, rápido e não invasivo para mensurar a força dos músculos respiratórios (FMR).

A força dos músculos respiratórios é um importante parâmetro clínico a ser analisado, pois a fraqueza dos músculos responsáveis pela mecânica respiratória está associada a diversas doenças.

Responsáveis:

Profa. Isabela Maria Braga Sclauser Pessoa (Orientadora), Prof. Dra. Verônica Franco Parreira (Co-Orientadora), Hugo Leonardo Alves Pereira, Larissa Tavares Aguiar e Thaysa Leite Tagliaferri (alunos de graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de Minas Gerais).

Procedimentos:

No primeiro dia de avaliação, o (a) Sr. (a) será questionado sobre seus hábitos de vida (prática de exercícios físicos, doenças e medicações) e os sinais vitais serão aferidos (pressão arterial sistêmica, frequência cardíaca e saturação periférica de oxigênio). Medidas antropométricas como peso e altura também serão avaliadas para o cálculo do índice de massa corporal (IMC). Será realizado um teste de função pulmonar (Espirometria) para avaliação do sistema respiratório.

A medida da força dos músculos respiratórios será realizada em dois dias, no mesmo horário, com um intervalo de no máximo 15 dias e sob as mesmas condições. Essas medidas serão realizadas com dois instrumentos diferentes, um aparelho desenvolvido na UFMG e um equipamento importado (Micro Medical®), com um período de descanso de aproximadamente 10 minutos entre eles. Para esse teste o (a) Sr. (a) permanecerá sentado em repouso e realizará inspirações e expirações profundas e rápidas em um equipamento de medida específico.

Benefícios esperados:

Os dados obtidos nesse estudo possibilitarão a aferição da validade do manovacuômetro digital produzido pela UFMG. Dessa forma, será verificado se o instrumento nacional irá fornecer medidas precisas, melhorando a qualidade dos resultados de pesquisas e da prática clínica. Além disso, o (a) Sr. (a) receberá uma avaliação do sistema respiratório.

Possíveis Riscos ou Desconfortos:

O estudo **não** oferece riscos ou desconfortos significativos, visto que **não** há nenhum procedimento desgastante para os participantes e **não** há utilização de instrumentos invasivos ou perfuro-cortantes.

Garantia de esclarecimento

Em qualquer momento da pesquisa, o (a) Sr. (a) tem o direito de receber informações acerca da pesquisa e dos testes que serão realizados.

Garantia de sigilo

Os dados obtidos durante a pesquisa são confidenciais e não serão usados para outros fins.

Direito de recusa

O (a) Sr. (a) pode recusar a participar ou pode retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer penalização ou prejuízo.

Ressarcimento e indenização

O (a) Sr. (a) não terá qualquer tipo de despesa para participar da pesquisa e não receberá remuneração.

CONSENTIMENTO: Declaro que li e entendi as informações contidas acima e que todas as dúvidas foram esclarecidas. Desta forma, eu _____ concordo em participar deste estudo.

Assinatura do responsável

Assinatura do pesquisador

Belo Horizonte,

____/____/____

Telefones e endereços para contato:**• Professora Verônica Franco Parreira**

Endereço: Av. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha. Belo Horizonte. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. Telefone: 3409-4794 / 9975-0523

• Isabela Maria Braga Sclauser Pessoa

Endereço: Rua José Mendes de Carvalho, 254- Castelo. Belo Horizonte. Telefone: 9956-2177

• Hugo Leonardo Alves Pereira

Endereço: Rua Gonçalo Ferreira, 230 – Fonte Grande – Contagem. Telefone: 87055037

• Larissa Tavares Aguiar

Endereço: Rua Itami, 255 – Guarani. Belo Horizonte. Telefone: 9313-2076

- **Thaysa Leite Tagliaferri**

Endereço: Rua Oswaldo Cruz, 601 apto. 401 – Nova Suíça. Belo Horizonte.
Telefone: 9606-2603

- **Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG (COEP)**

Endereço: Avenida Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II – 2º andar.
Campus Pampulha. Belo Horizonte. Telefone: 3409-459

APÊNDICE II

Projeto de pesquisa: Avaliação de propriedades psicométricas do manovacuômetro digital (UFMG/NEPEB)

ENTREVISTA

Data: ____/____/____ Horário: _____ Nº _____

I. Dados de Identificação

1. Nome: _____

2. Data de Nascimento: __/__/__

3. Idade: ____ anos

4. Sexo: __M __F

5. Altura: ____ cm

6. Peso: ____ Kg [sem calçados]

7. IMC: ____ kg/m² _____ [≥ 18 kg/m² / $\leq 29,99$ g/m²]

II. Histórico

Recente _____

Fatores de Inclusão	Sim	Não
1. História de tabagismo [ativo, fogão a lenha]		

2. Exposição ocupacional em ambiente de risco [exposição por 1 ano ou mais em ambiente com alta concentração de pó]		
3. Doenças associadas [neuromusculares, respiratórias, cardíacas] ASMA: 2 ou + episódios de chiados, aliviados com BD, em qualquer fase da vida]		
4. Presença de febre nas últimas três semanas		
5. Presença de gripe e/ou resfriado na última semana		
6. Uso de medicação - corticóide oral		
7. Uso de medicação - depressor do sistema nervoso central		
8. Uso de medicação – barbitúrico		
9. Uso de medicação - relaxante muscular		

III. Avaliação Respiratória

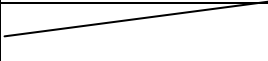
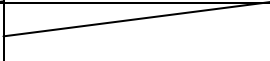
Parâmetros de Controle	Avaliação Inicial
PA (mmHg)	
FR (irpm)	
FC (bpm) FC _{máx} : [220-] = _____ 85% da FC _{máx} : _____	
SpO ₂ (%)	

Espirometria [sentado com clipe nasal]			
	Valores medidos	Valores previstos	% previsto*
CVF (L)			
VEF ₁ (L)			
VEF ₁ /CVF (%)			

PFE (L/s)			
FEF _{25-75%} (L/s)			
Volume retroextrapolado (L)		≤ 5% CVF ou ≤15L	-----

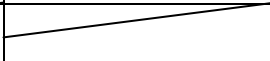
*Valores previstos: Pereira (2007)

IV.Manovacômetro UFMG – Avaliação 1

Medida	Pressão pico	Pressão platô	Pressão média máxima	Tempo de manobra
PI				
PE				
SNIFF				

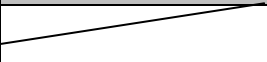
Ordem: _____

V.Manovacômetro UFMG – Avaliação 2

Medida	Pressão pico	Pressão platô	Pressão média máxima	Tempo de manobra
PI				
PE				
SNIFF				

Ordem: _____

VI.Manovacômetro Micro Medical®

Medida	Pressão pico	Pressão média máxima
PI		
PE		

SNIFF		
--------------	--	--

Ordem: _____

ANEXO A

Aprovação do Comitê de Ética



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP**

Parecer nº. ETIC 0425.0.203.000-10

**Interessado(a): Profa. Verônica Franco Parreira
Departamento de Fisioterapia
EEFFTO - UFMG**

DECISÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 13 de outubro de 2010, o projeto de pesquisa intitulado "**Valores de referência de pressões respiratórias máximas para a população brasileira**" bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.

**Prof. Maria Teresa Marques Amaral
Coordenadora do COEP-UFMG**