UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO

HANNAH MIRANDA ARAÚJO CHAGAS

**Determinação de valores de referência para a força de preensão palmar e força
muscular respiratória em adultos saudáveis.**

RIBEIRÃO PRETO

2018

HANNAH MIRANDA ARAÚJO CHAGAS

**Determinação de valores de referência para a força de preensão palmar e
força muscular respiratória em adultos saudáveis**

Versão original

Dissertação apresentada a Faculdade de
Medicina de Ribeirão Preto da Universidade
de São Paulo, para obtenção do título de
Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Alfredo José Rodrigues

Área de concentração: Clínica Cirúrgica

Opção: Anatomia e Morfologia e Medicina
Experimental

RIBEIRÃO PRETO

2018

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada à fonte.

Chagas, Hanna Miranda Araújo

Determinação de valores de referência para a força de
preensão palmar e força muscular respiratória em adultos
saudáveis. Ribeirão Preto, 2018.

64 p. : il. ; 30 cm

Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Medicina
de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Clínica Cirúrgica.

Orientador: Prof. Dr. Alfredo José Rodrigues.

1. Força muscular respiratória. 2. Pressão palmar. 3. Pressão
inspiratória máxima. 4. Pressão expiratória máxima. 5. Dinamômetro
manual. 6. Valores de referência.

Nome: CHAGAS, Hannah Miranda Araújo

Título: Determinação de valores de referência para a força de preensão palmar e força muscular respiratória em adultos saudáveis

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP para obtenção do título de mestre em ciências

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Profa. Dra. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Profa. Dra. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Pedro César e Eliana Miranda, por sempre acreditarem em mim e por terem abdicado de suas vidas em prol das realizações e da felicidade de seus filhos.

Aos meus irmãos, Dandhara Morena, Jumma Miranda e Pedro Neto, por sua preocupação, carinho e incentivo.

Ao meu cunhado Douglas e a minha irmã Jumma por estarem sempre à disposição e sempre me auxiliando durante todo o período da pós-graduação.

À toda minha família, por todo amor, incentivo, apoio e compreensão. Nada disso teria sentido se vocês não existissem na minha vida

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela dádiva da vida e por me permitir realizar tantos sonhos nesta existência. Obrigado por me permitir errar, aprender e crescer, por Sua eterna compreensão e tolerância, por Seu infinito amor, pela Sua voz “invisível” que não me permitiu desistir e principalmente por ter me dado uma família tão especial, enfim, obrigado por tudo.

Ao Prof. Alfredo, pela orientação, competência, profissionalismo e dedicação tão importantes. Aos professores, funcionários e colegas do Curso de Pós-Graduação do departamento de Cirurgia e Anatomia que estavam sempre à disposição e sempre nos auxiliando da melhor maneira possível.

À minha família, por apoiarem e compreenderem a distância e o meu isolamento em inúmeras comemorações ao longo de todos esses anos. À minha mãe e ao meu pai deixo um agradecimento especial, por todas as lições de amor, companheirismo, amizade, caridade, dedicação, abnegação, compreensão e perdão que vocês me dão a cada novo dia. Sinto-me orgulhoso e privilegiado por ter pais tão especiais. E aos meus irmãos, sempre prontos a me apoiar em tudo nesta vida.

Por fim, a todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização desta dissertação, o meu sincero agradecimento.

RESUMO

CHAGAS, Hannah Miranda Araújo. **Determinação de valores de referência para a força de preensão palmar e força muscular respiratória em adultos saudáveis**. 2018. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2018.

Diversos testes têm sido realizados como parte da avaliação na população com doenças cardiovasculares para avaliação de força global, dentre eles está a força da musculatura respiratória que quando reduzida no pré-operatório é um forte indicador de tempo de ventilação mecânica invasiva (VMI) prolongado, uma outra avaliação de força frequentemente aplicado no ambiente hospitalar é a avaliação da força de preensão palmar que está incluso na identificação do fenótipo da fragilidade física e índice nutricional. A consciência da importância da disfunção da musculatura respiratória em pacientes com insuficiência respiratória motivou o desenvolvimento de diversos estudos conduzidos em indivíduos saudáveis, a fim de se avaliar a força muscular de forma indireta através de valores de pressão inspiratória máxima ($PI_{MÁX}$) e pressão expiratória máxima ($PE_{MÁX}$). O objetivo deste trabalho foi determinar valores de referência e equações para predição da força de preensão palmar (FPP) e a força da musculatura respiratória em indivíduos adultos saudáveis da cidade de Ribeirão Preto (SP) e região. Foi utilizado um dinamômetro manual portátil hidráulico MN70142 – North Coast® (Sammons Preston). Foram estudados 114 voluntários, 71 mulheres e 70 homens, com idades entre 18 e 82 anos (média 47 ± 16 anos). A FPP média da mão dominante foi de $28,4 \pm 9,7$ quilograma/força (kgf) para mulheres (percentil 25%: 24kgf - percentil 75%: 32kgf) e $40,3 \pm 14,3$ kgf para homens ((percentil 25%: 32kgf - percentil 75%: 46kgf) ($p < 0,001$). A equação para predição da FPP da mão dominante obtida foi: $FPP = -20,928 + idade \times (-0,181) + estatura \times (36,011) + gênero \times (7,246)$. A Pressão Inspiratória máxima ($PI_{máx}$) foi de 77,06cmH₂O para o gênero feminino e 107,29cmH₂O para o gênero masculino. A Pressão expiratória máxima ($PE_{máx}$) foi de 83,28cmH₂O para o gênero feminino e de 112,07cmH₂O para o gênero masculino. A equação para predição da $PI_{máx}$ obtida foi: $PI_{máx} = 106,767 + gênero \times (29,513) + idade \times (-0,666)$. E a equação de predição da $PE_{máx}$ obtida foi: $PE_{máx} = 7,382 + idade \times (-0,309) + gênero \times (21,534)$. O presente estudo forneceu valores de referência e equações para a predição da força de preensão palmar, da $PI_{máx}$ e da $PE_{máx}$ de acordo com a faixa etária e o gênero, de indivíduos saudáveis residentes em Ribeirão Preto (SP) e região.

Palavras-chave: Força muscular respiratória. Preensão palmar. Pressão inspiratória máxima. Pressão expiratória máxima. Dinamômetro manual. Valores de referência.

ABSTRACT

CHAGAS, Hannah Miranda Araújo. **Determination of reference values for handgrip and respiratory muscle strength in healthy adults.** 2018. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2018.

Several tests have been performed as part of the evaluation in the population with cardiovascular diseases for global strength assessment, among them is the strength of the respiratory muscles which, when reduced in the preoperative period, is a strong indicator of the time of prolonged invasive mechanical ventilation (IMV), a another assessment of force frequently applied in the hospital environment is the evaluation of palmar grip strength that is included in the identification of the physical fragility and nutritional index phenotype. The awareness of the importance of respiratory muscle dysfunction in patients with respiratory failure motivated the development of several studies conducted in healthy individuals to evaluate muscle strength indirectly through maximal inspiratory pressure (PIMÁX) and maximal expiratory pressure (PEMÁX). The aim of this study was to determine reference values and equations for the prediction of palmar grip strength (FPP) and respiratory muscle strength in healthy adults in the city of Ribeirão Preto (SP) and region. A MN70142 - North Coast® portable handheld hydraulic dynamometer (Sammons Preston) was used. A total of 114 volunteers, 71 women and 70 men, aged between 18 and 82 years (mean 47 ± 16 years) were studied. The mean FP of the dominant hand was 28.4 ± 9.7 kilograms (kgf) for females (25% percentile: 24kgf - 75% percentile: 32kgf) and 40.3 ± 14.3 kgf for males (25th percentile The equation for predicting the FPP of the dominant hand obtained was: $FPP = -20.928 + \text{age} \times (-0.181) + \text{height} \times (36.011) + \text{gender} \times (7,246\%)$ ($p < 0.001$) The maximum inspiratory pressure (MIP) was 77.06cmH₂O for the female gender and 107,29cmH₂O for the male gender. The maximum expiratory pressure (MEP) was 83.28cmH₂O for the female gender and 112.07cmH₂O for the The prediction equation for PEmax obtained was: $PE_{\text{max}} = 7.382 + \text{age} \times (-0.309) + (-0.309) + \text{gender} \times (29.513) + \text{age} \times (-0.666) \text{ gender} \times (21,534)$ The present study provided reference values and equations for the prediction of palmar grip strength, MIP and MEP according to age group and gender, of individuals residents healthy duos in Ribeirão Preto (SP) and region.

Keywords: Respiratory muscle strength. Palmar pressure. Maximal inspiratory pressure. Maximal expiratory pressure. Manual dynamometer. Reference values.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Dinamômetro manual portátil hidráulico MN70142 -North Coast (Sammons Preston)	25
Figura 2: Manoplas de posicionamento referentes a “pegada” do dinamômetro, ajustas em cinco posições de acordo com o tamanho da empunhadura do indivíduo.....	26
Figura 3: Manovacuômetro digital portátil micro processado MVD300® (Globalmed, Porto Alegre, Brasil). 1- Tecla liga/desliga, 2-tecla de acesso ao Menu, 3- tecla de seleção/confirmação, 4-tecla de cancelamento/encerramento, 5 e 6 teclas de navegação e seleção de PI e PE. Manual operacional do MVD300® (Globalmed, Porto Alegre, Brasil)...	28
Figura 4: Saídas de aferições das pressões: 1- pressão expiratória (PE) e 2 - pressão inspiratória (PI). Modificado do manual operacional do MVD300® (Globalmed, Porto Alegre, Brasil).	29
Figura 5: Interface para aferição das pressões: 1 – linha de silicone, 2 – intermediário e 3 – bocal achatado com orifício de 2 mm. Manual operacional do MVD300® (Globalmed, Porto Alegre, Brasil).	29
Figura 6: Clipe Nasal para oclusão das narinas. Manual operacional do MVD300® (Globalmed, Porto Alegre, Brasil).....	29

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1:** Compilação dos principais modelos de equações propostas entre 1969 e 2010 para a avaliação da $PI_{máx}$ e $PE_{máx}$ em indivíduos saudáveis..... 19
- Tabela 2:** Equações propostas pelos autores Neder et al. (1999); Simões et al. (2009); Costa et al. (2010); Pessoa et al. (2014) propondo equações para a população brasileira. 21
- Tabela 3:** Formula de $PI_{máx}$ e $PE_{máx}$ proposta por Nawa et al. (2012) por meio de um modelo de regressão linear múltipla para pacientes submetidos a cirurgia cardíaca eletiva. 22
- Tabela 4:** Características gerais (idade, peso, altura e IMC) da amostra estudada e comparação dessas características entre sexos. Valores expressos pela média, desvio padrão e mediana. 34
- Tabela 5:** Comparação entre as medidas de pressões respiratórias ($PI_{máx}$ e $PE_{máx}$) e da força de preensão palmar de mão esquerda, direita e mão dominante da coorte estudada. Valores expressos por média, desvio padrão, mediana e percentis. 35
- Tabela 6:** Valores de medidas de pressão inspiratória máxima ($PI_{máx}$), pressão expiratória máxima ($PE_{máx}$) e força de preensão palmar (FPP) da mão dominante para homens em diferentes grupos etários. Valores expressos por média $\pm$ desvio padrão e mediana. 36
- Tabela 7:** Valores de medidas de pressão inspiratória máxima ($PI_{máx}$), pressão expiratória máxima ($PE_{máx}$) e força de preensão palmar (FPP) da mão dominante para mulheres em diferentes grupos etários. Valores expressos por média $\pm$ desvio padrão e mediana. 37
- Tabela 8:** Variáveis introduzidas no modelo de regressão múltipla para a força de preensão palmar (FPP) da mão dominante. Valores expressos por coeficiente não normalizado (beta e erro padrão), coeficiente normalizado (beta), tolerância, correlações e *colinearidade estatística* (tolerância pelo fator de inflação e variância (VIF)). 39
- Tabela 9:** Variáveis introduzidas no modelo de regressão múltipla para múltipla para a pressão inspiratória máxima ($PI_{máx}$). Valores expressos por coeficiente não normalizado (beta e erro padrão), coeficiente normalizado (beta), tolerância, correlações e colinearidade estatística (tolerância pelo fator de inflação e variância (VIF)). 41

Tabela 10: Variáveis introduzidas no modelo de regressão múltipla para a pressão expiratória máxima (PE_{máx}). Valores expressos por Coeficiente não normalizado, erro padrão, coeficiente normalizado, correlações e colinearidade estatística. 43

LISTA DE ABREVIATURAS

Fpp: Força de preensão palmar
Imc: Índice de massa corporal
FMR: Força muscular respiratória
VVM: Ventilação ventilatória máxima
PI_{máx}: Pressão inspiratória máxima
PE_{máx}: Pressão expiratória máxima
CPT: Capacidade pulmonar total
DPOC: Doença pulmonar obstrutiva crônica
SBPT: Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia
PI: pressão inspiratória
PE: Pressão expiratória
SpO₂: Saturação periférica de oxigênio
ATS: American Thoracic Society
ERS: European Respiratory Society
IC: Insuficiência cardíaca
TC6M: Teste de caminhada de seis minutos
ASHT: Sociedade Americana dos terapeutas das mãos
HC: Hospital das Clínicas
FMRP: Faculdade de medicina de Ribeirão Preto
MSD: Membro superior dominante
MSND: Membro superior não dominante

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 Preensão Palmar	15
1.2 Força Muscular Respiratória.....	16
2. OBJETIVOS.....	23
3. PACIENTES E MÉTODOS	24
3.1 LOCAL DE PESQUISA	24
3.2 SELEÇÃO DOS VOLUNTÁRIOS	24
3.3 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO.....	24
3.4 AVALIAÇÃO DA FORÇA DE PREENSÃO PALMAR.....	24
3.4.2 Procedimento de Coleta.....	26
3.4.3 Critérios para interrupção da coleta	26
3.4.4 Desinfecção dos aparatos de coleta	27
3.4.5 Coleta dos dados clínicos.....	27
3.5 MANOVACUOMETRIA	27
3.5.1 Equipamento e acessórios.....	27
3.5.2 Procedimento de Coleta.....	30
3.5.3 Critérios para interrupção da coleta	30
3.5.4 Desinfecção dos aparatos de coleta	31
3.5.5 Coleta dos dados clínicos.....	31
3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	31
4. Resultados	33
4.1 Características antropométricas da coorte estudada.....	33
4.2 MODELOS DE REGRESSÕES LINEARES MÚLTIPLAS	38
5. DISCUSSÃO	45
6. Conclusão	50

REFERÊNCIAS.....51

Anexos55

APÊNDICES57

1. INTRODUÇÃO

1.1 Preensão Palmar

O movimento de preensão palmar é utilizado em diversas atividades diárias, por este motivo a avaliação da força de preensão palmar (FPP) é frequentemente utilizada para avaliação clínica como um indicador de força, saúde geral e como parâmetro de funcionalidade dos membros superiores (BOISSY et al., 1999; MASSY-WESTROPP et al., 2004). Pode ser quantificada através da quantidade de força estática exercida pela mão ao redor de um dinamômetro (MASSY-WESTROPP et al., 2011), que por não se limitar à avaliação do membro superior é considerada um indicador da força corporal total, com aplicabilidade em testes de aptidão física ou capacidade de trabalho (BALOGUN; AKOMOLAFE; AMUSA, 1991). A FPP tem sido aplicada em pacientes com doenças crônicas, idosos e pacientes internados com o intuito de avaliar o tratamento e determinar o risco de declínio e complicações relacionados a saúde do indivíduo (TAEKEMA et al., 2010; YOSEF-BRAUNER et al., 2015). A avaliação na população idosa faz parte da avaliação de força, inclusa na identificação do fenótipo da fragilidade física, representado pela lentidão da marcha, diminuição da força de preensão manual, perda de peso não intencional, exaustão auto relatada e baixo nível de atividade física (FRIED et al., 2001). A diminuição da força de preensão palmar está intimamente associada à fragilidade física, independentemente do índice de massa corporal (IMC) e da circunferência do músculo do braço (SYDDALL et al., 2003).

Por estar relacionada a densidade mineral óssea, alguns pesquisadores (DI MONACO et al., 2000; KÄRKKÄINEN et al., 2009) sugerem que a força de preensão palmar pode ser uma ferramenta útil para a triagem de mulheres em risco de osteoporose pós-menopausa. Ademais, há estudos que sugerem que a baixa força de preensão palmar é preditor de mortalidade de doenças cardiovasculares e de câncer em homens (RANTANEN et al., 2003).

Embora haja na literatura valores de referência para a FPP em populações normais, os mesmos não podem ser considerados de uso universal, visto as diferenças metodológicas na obtenção e principalmente a diversidade das populações estudadas (CROSBY; WEHBE; MAWR, 1994; VAN HARLINGER; BLALOCK;

MERRITT, 2015). As diferenças metodológicas incluem as diferentes graduações para ajuste do dinamômetro, protocolos de execução do teste (CROSBY; WEHBE; MAWR, 1994) e diferenças em relação ao uso da mão dominante ou não na execução do teste, e que deve ser levado em consideração na análise dos testes (NICOLAY et al., 2005).

Existem inúmeros instrumentos disponíveis para aferir valores da FPP. Os aparelhos utilizados para a realização da medida da força de preensão palmar podem ser classificados em quatro categorias: hidráulicos, pneumáticos, mecânicos e *strain gauges* (ou células de carga). Os dinamômetros hidráulicos são sistemas selados, que medem a FPP em quilogramas (ou libras) força. Os instrumentos pneumáticos usam um mecanismo de compressão em uma bolsa de ar para determinar a FPP e são normalmente utilizados em indivíduos que apresentam dor a medida é realizada em milímetros de mercúrio ou libra/polegada (BOHANNON et al., 2006). Os dinamômetros mecânicos são instrumentos que medem a FPP em função da quantidade de tensão produzida em uma mola de aço. Já os *strain gauges* são aparelhos em que a força empreendida em uma célula de carga é captada eletronicamente, amplificada e transmitida para um monitor digital (INNES, 1999). O modelo hidráulico do dinamômetro Jamar® aparece como sendo o instrumento mais amplamente utilizado em estudos que medem valores de FPP (SCHLÜSSEL et al., 2008). O modelo hidráulico do dinamômetro Jamar® é o recomendado pela Sociedade Americana de Terapeutas da Mão (*American Society of Hand Therapists* - ASHT), sendo considerado o mais acurado e preciso instrumento para avaliar a FPP (INNES, 1999; SCHMIDT; TOEWS, 1970).

1.2 Força Muscular Respiratória

A avaliação da força muscular respiratória (FMR) consiste em um método de grande importância para a fisioterapia respiratória, pelo qual é possível investigar as condições de força e o desempenho mecânico dos músculos respiratórios (BLACK; HYATT, 1969). Sua avaliação é relativamente simples, de baixo custo e não invasiva, podendo ser utilizada em indivíduos saudáveis de diferentes faixas etárias, para avaliação clínica de pacientes com distúrbios de diversas etiologias (doença pulmonar obstrutiva crônica, asma, insuficiência respiratória, desnutrição, doenças neuromusculares e disfunções da caixa torácica), na avaliação de resposta ao treino

dos músculos respiratórios (PARREIRA et al., 2007), avaliação da eficácia da tosse (SIMOES et al., 2010), diagnóstico de insuficiência respiratória por falência muscular (AMERICAN THORACIC SOCIETY (ATS); EUROPEAN RESPIRATORY SOCIETY (ERS), 2002), auxílio na avaliação da mecânica respiratória e na indicação de intubação endotraqueal (GOLDWALSSER et al., 2000), desmame do ventilador mecânico e extubação, além do uso em pesquisas clínicas (PESSOA et al., 2014; SIMÕES et al., 2010).

A disfunção da musculatura respiratória é definida como a perda de ao menos uma das duas principais propriedades musculares: a força e a resistência, que caracterizam anormalidades distintas da função pulmonar e podem ser medidas separadamente. As pressões respiratórias máximas e a ventilação ventilatória máxima (VVM) são os parâmetros clínicos comumente utilizados para avaliar a força e a resistência dos músculos respiratórios, sendo um método prático de avaliação clínica (FREGONEZI et al., 2012). Através da avaliação da força da musculatura respiratória é possível avaliar a pressão inspiratória máxima (Plmáx) e a pressão expiratória máxima (PEmáx) e através dessas pressões é possível avaliar o grau de severidade da doença, auxiliar no acompanhamento e seguimento do curso da doença e predição de sequela (FREGONEZI et al., 2012).

Há diversas patologias que contribuem para a redução da força muscular, entre elas, doenças neuromusculares (esclerose lateral amiotrófica; miastenia gravis; polimiosite, distrofia muscular de Duchenne; síndrome de Guillain-Barré) ou condições sistêmicas que afetam a força do músculo esquelético (tireotoxicose; insuficiência cardíaca e má nutrição) (GOSWAMI et al., 2002; KHIRANI et al., 2014).

Existe uma taxa elevada de prevalência da disfunção muscular inspiratória em pacientes hospitalizados com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) em exacerbação (MESQUITA et al., 2013). Segundo Bessa, Lopes e Rufino (2015) valores baixos da Plmáx com PEmáx normal sugere fadiga do músculo inspiratório isoladamente, enquanto que, valores baixos da Plmáx e da PEmáx sugerem fadiga do músculo esquelético. O sexo, a idade e o peso devem ser considerados nas medidas da Plmáx (JALAYONDEJA, 2014). As mudanças que ocorrem em decorrência da idade aumentam o trabalho dos músculos respiratórios. Com a aumento da idade, além das comorbidades que normalmente vão surgindo, a massa muscular vai se tornando menor, contribuindo com a diminuição da resistência e da força dos músculos respiratórios (GIUA et al., 2014).

De acordo com American Thoracic Society e European Respiratory Society (2002) no sistema respiratório a força é geralmente estimada tanto pela pressão quanto pela mudança do volume pulmonar ou pelo deslocamento das estruturas da parede torácica. Como a distensão da fibra muscular influencia a força, devemos relacioná-la ao volume pulmonar no qual é feita a aferição. A força exercida ocorre em dois sentidos: durante a inspiração em que é gerada uma pressão negativa, sendo aferida a $P_{lm\acute{a}x}$; e durante a expiração é gerada pressão positiva, sendo aferida a $P_{Em\acute{a}x}$ (DIAS et al., 2001). As medidas das pressões máximas voluntárias ($P_{lm\acute{a}x}$ e $P_{Em\acute{a}x}$) são as que mais frequentemente estimam de forma não invasiva a força muscular respiratória (TROOSTERS; GOSSELINK; DECRAMER, 2005).

Os resultados dos valores obtidos da $P_{lm\acute{a}x}$ e $P_{Em\acute{a}x}$ por cada sujeito dependem de vários fatores individuais, tais como altura, peso, sexo, idade, aptidão física, volume pulmonar utilizado na execução das medidas, hábito tabágico, grau de escolaridade e motivação do indivíduo (ALDRICH; SPIRO, 1995; SOUZA et al., 2002).

Além dos fatores individuais, outros fatores também podem influenciar nos valores obtidos durante a avaliação da FMR. Dentre estes, temos o tipo de metodologia empregada que inclui o tipo de dispositivo utilizado (manômetro), tipo de interface (bocal), presença ou não e dimensão do orifício de fuga, uso do clipe nasal, postura adotada para execução dos testes, tipo de instruções e encorajamento das manobras pelo avaliador e número de manobras realizadas (MAYOS et al., 1991; MONTEMEZZO et al., 2012; SOUZA et al., 2002).

Assim, com o intuito de padronizar os procedimentos para avaliação da FMR, a American Thoracic Society (ATS) e a European Respiratory Society (ERS) propuseram em 2002 algumas medidas com o intuito de melhorar o desempenho dos resultados obtidos com o método. Em seguida, a Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (SBPT) publicou nas Diretrizes para Testes de Função Pulmonar, uma revisão bibliográfica incluindo estudos utilizados para mensuração da FMR e suas principais recomendações.

Diversos estudos disponíveis na literatura, datados desde a década de 60, sugeriram valores de referência para a força da musculatura respiratória e propuseram equações de predição para a população de indivíduos saudáveis, incluindo diferentes países e sujeitos de faixas etárias distintas (BRUSCHI et al., 1992; ENRIGHT et al., 1995; NEDER et al., 1999). No entanto, a diversidade de valores encontrados em

estudos que avaliam a função respiratória pode ocorrer devido a mudanças e diferenças das condições ambientais, diferenças nutricionais entre os indivíduos estudados e dos equipamentos utilizados, que aprimoraram a precisão das medidas devido a evolução tecnológica (HAMNEGARD, 1994; PELLEGRINO et al., 2005).

Black e Hyatt (1969), foram os primeiros a descreverem o método de avaliação da força da musculatura respiratória. Eles avaliaram a $PI_{máx}$ e $PE_{máx}$ em 120 pessoas, sendo 60 homens e 60 mulheres na faixa etária entre 20 e 74 anos e observaram uma intensa correlação negativa em ambos os sexos a partir dos 55 anos de idade.

Já no Brasil, quatro grupos de pesquisadores (CAMELO JÚNIOR; TERRA FILHO; MANÇO, 1985; COSTA et al., 2010; NEDER et al., 1999; SIMÕES et al., 2010) propuseram valores de referência para FMR a partir de amostras da população de São Paulo, sendo que os dois últimos estudos não contemplaram todas as recomendações metodológicas sugeridas pela ATS e ERS (2002).

Camelo Júnior, Terra Filho e Manço (1985) foram os primeiros a descrever valores de $PI_{máx}$ e $PE_{máx}$ de uma amostra da população brasileira na cidade de Ribeirão Preto/SP. Eles avaliaram 60 indivíduos saudáveis de ambos os sexos, com idade entre 20 e 49 anos. Posteriormente Neder et al. (1999), avaliaram 100 indivíduos saudáveis de ambos os sexos, com idade entre 20 e 80 anos, no estado de São Paulo. Os autores citados acima, por meio de uma análise de regressão múltipla, propuseram equações preditivas em que foi considerado para a elaboração dessas equações o gênero e a idade dos indivíduos avaliados.

Através de uma revisão dos principais estudos realizados em diferentes regiões foi possível expor as equações propostas para avaliar a força da musculatura inspiratória e expiratória em diferentes faixas etária (tabela 1).

Tabela 1- Compilação dos principais modelos de equações propostas entre 1969 e 2010 para a avaliação da $PI_{máx}$ e $PE_{máx}$ em indivíduos saudáveis

	Homens - $PI_{máx}$	Mulheres $PI_{máx}$
Black e Hyatt (1969):	$143 - 0,55 \times \text{idade(anos)}$	$104 - 0,51 \times \text{idade(anos)}$

Neder et al. (1999):	$-0,80 (\text{idade}) + 155,3$	$-0,49 (\text{idade}) + 110,4$
Parreira et al. (2007) e Costa et al. (2010)	$-1,24 \times \text{idade} + 232,37$	$-0,46 \times \text{idade} + 74,25$

	Homens – PEmáx	Mulheres - PEmáx
Black e Hyatt (1969):	$268 - 1,03 \times \text{idade (anos)}$	$170 - 0,53 \times \text{idade(anos)}$
Neder et al. (1999):	$-0,81 (\text{idade}) + 165,3$	$-0,61 (\text{idade}) + 115,6$
Parreira et al. (2007) e Costa et al. (2010)	$-1,26 \times \text{idade} + 183,31$	$-0,68 \times \text{idade} + 119,35$

Fonte: Compilação feita pela autora.

Existem diversos estudos que avaliam a força da musculatura respiratória em diversas circunstâncias, porem existem apenas quatro estudos brasileiros que propuseram equações de referência para a FMR na população brasileira. Dentre estes estudos foram utilizados manovacuômetro analógico ou digital, sempre utilizando o protocolo da American Thoracic Society e European Respiratory Society (2002). Segue na tabela abaixo as equações propostas pelos autores brasileiros dos quatro principais estudos na população brasileira (Tabela 2).

Tabela 2- Equações propostas pelos autores Costa et al. (2010); Neder et al. (1999); Pessoa et al. (2014); Simões et al. (2009) propondo equações para a população brasileira

AUTOR	Homens	Mulheres
NEDER et al. (1999)	$PI_{\text{máx}} = -0,80 (\text{idade}) + 155,3$ $PE_{\text{máx}} = -0,81 (\text{idade}) + 165,3$	$PI_{\text{máx}} = -0,49 (\text{idade}) + 110,4;$ $PE_{\text{máx}} = -0,61 (\text{idade}) + 115,6$
SIMÕES et al. (2009)	$PI_{\text{máx}} = -0,76 (\text{idade}) + 125;$ $PE_{\text{máx}} = -0,83 (\text{idade}) + 87,69;$	$PI_{\text{máx}} = -0,85 (\text{idade}) + 80,7 + (-0,3) \text{ peso};$ $PE_{\text{máx}} = -0,89 (\text{idade}) + 125,1 + (-0,18) \text{ peso};$
COSTA et al. (2010)	$PI_{\text{máx}} = -1,24 \times \text{idade} + 232,37$ $PE_{\text{máx}} = -1,26 \times \text{idade} + 183,31$	$PI_{\text{máx}} = -0,46 \times \text{idade} + 74,25$ $PE_{\text{máx}} = -0,68 \times \text{idade} + 119,35$
PESSOA et al. (2014)	$PI_{\text{máx}} (\text{cmH}_2\text{O}) = 63,27 - 0,55 (\text{idade}) + 17,96 (\text{sexo}) + 0,58 (\text{peso}).$	$PE_{\text{máx}} (\text{cmH}_2\text{O}) = -61,41 + 2,29 (\text{idade}) - 0,03 (\text{idade}^2) + 33,72 (\text{sexo}) + 1,40 (\text{cintura}).$

Fonte: Compilação feita pela autora

Nawa et al. (2012) realizaram um estudo retrospectivo utilizando os dados de 438 fichas de avaliação coletadas pelo serviço de fisioterapia cardiopulmonar da Divisão de Cirurgia Torácica e Cardiovascular do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo – HCRP-FMRP/USP e verificou a concordância existente entre os valores preditos pelas fórmulas de Black e Hyatt (1969) e Neder et al. (1999) com os valores coletados dos paciente eletivos à cirurgia cardíaca, onde, a partir dos resultados obtidos propôs uma nova formula para o cálculo da $PI_{\text{máx}}$ e $PE_{\text{máx}}$ específica para o grupo de pacientes que foram submetidos a cirurgia cardíaca eletiva (tabela 3). Todavia, trata-se de um estudo retrospectivo que se restringiu a valores obtidos em uma população específica de cardiopatas e de determinada faixa etária. Ademais, as mensurações foram feitas por diversos profissionais treinados e em treinamento. Assim, os valores obtidos por Nawa et al. (2012) pode não refletir valores de referência para indivíduos saudáveis.

Tabela 3- Formula de PImáx e PEmáx proposta por Nawa et al. (2012) por meio de um modelo de regressão linear múltipla para pacientes submetidos a cirurgia cardíaca eletiva

PIMÁX	$88,82 - 0,51 \times \text{idade} + 19,86 \times \text{Sexo}^*$	*Sexo: masculino 1 e feminino 0
PEMÁX	$91,36 - 0,30 \times \text{idade} + 29,92 \times \text{Sexo}^*$	*Sexo: masculino 1 e feminino 0

Fonte: Extraído de Nawa et al. (2012)

Visto que no serviço de fisioterapia na Divisão de Cirurgia Cardiovascular e Torácica do HC-FMRP/USP a mensuração tanto da preensão palmar quanto as pressões respiratórias são utilizadas na prescrição do atendimento fisioterapêutico e pesquisa clínica é indispensável se estabelecer valores de referência para indivíduos saudáveis considerando-se as diversas faixas etárias (FERREIRA; RODRIGUES; EVORA, 2009; LOURENÇO et al., 2013).

Desta maneira, a proposta do presente estudo é obter valores de referência para a força de preensão palmar e de pressões inspiratórias e expiratórias máximas em indivíduos saudáveis da cidade de Ribeirão Preto/SP e região, utilizando as recomendações metodológicas da ATS e ERS (2002) e os equipamentos e dispositivos rotineiramente utilizados para assistência e pesquisa Divisão de Cirurgia Cardiovascular e Torácica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto.

2. OBJETIVOS

Determinar valores de referência e propor novas equações de predição da força de preensão palmar, pressão inspiratória e expiratória máxima para os indivíduos saudáveis da cidade de Ribeirão Preto, no estado de São Paulo.

3. PACIENTES E MÉTODOS

3.1 LOCAL DE PESQUISA

Esta pesquisa foi realizada na cidade de Ribeirão Preto no período entre março de 2016 e junho de 2017.

3.2 SELEÇÃO DOS VOLUNTÁRIOS

Foram recrutados 141 voluntários saudáveis, 71 eram mulheres (50,36%) e 70 homens (49,64%) com faixa etária entre 18 a 82 anos subdivididos em oito grupos de acordo com a faixa etária, de ambos os gêneros, e de qualquer etnia, entre estudantes e funcionários do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP-USP) e Faculdades do Campus da Universidade de São Paulo em Ribeirão Preto. Também foram convidados a participar os acompanhantes dos pacientes internados no HCFMRP-USP que se encaixaram no perfil desta pesquisa. O convite para participação da pesquisa aos voluntários fora feito pessoalmente pela pesquisadora.

Após receberem os devidos esclarecimentos sobre sua participação no estudo, todos os voluntários que aceitaram participar tiveram que ler e assinar o “Termo de consentimento livre e esclarecido” (Apêndice A e B) (Processo HCRP nº 879/2016 e Processo HCRP nº 107581/2015 - Anexo I e II).

3.3 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Foram excluídos do estudo os indivíduos que não concordaram em participar do estudo e/ou não assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido; indivíduos incapazes de compreender os termos de pesquisa; indivíduos tabagistas ativos ou ex-tabagistas; portadores de qualquer pneumopatia aguda ou crônica, primária ou secundária; indivíduos que apresentaram gripe ou febre nas duas semanas anterior a aplicação dos testes; doença neuromuscular ou miopatia; atletas e indivíduos com doenças associadas ou que fazem uso de medicações que podem causar polineuropatias; nefropatas e hepatopatas. Indivíduos diabéticos foram excluídos apenas da avaliação da força de preensão palmar.

3.4 AVALIAÇÃO DA FORÇA DE PREENSÃO PALMAR

3.4.1 equipamento e acessórios

A avaliação da força de preensão palmar (FPP) foi realizada por meio de um dinamômetro manual portátil hidráulico MN70142 – North Coast® (Sammons Preston) com manopla ajustável em 5 posições (Figura 1). A posição ideal foi regulada de acordo com o tamanho da empunhadura do indivíduo mantendo a falange média do membro avaliado direcionada para o avaliador conforme ilustrado na (Figura 2).

Figura 1- Dinamômetro manual portátil hidráulico MN70142 -North Coast (Sammons Preston)

Fonte: <https://www.google.com.br>

Figura 2- Manoplas de posicionamento referentes a “pegada” do dinamômetro, ajustas em cinco posições de acordo com o tamanho da empunhadura do indivíduo

Fonte: Dados da pesquisa do autor

3.4.2 Procedimento de Coleta

Para a coleta da FPP foram seguidos os seguintes procedimentos:

1. O voluntário foi posicionado sentado em uma cadeira, sem apoio de braços, com pés devidamente apoiados no chão, quadris posicionados a 90° de flexão, junto ao encosto da cadeira.
2. O ombro aduzido, o cotovelo fletido a 90° e o antebraço e punho mantidos em posição neutra.
3. O marcador do pico de força permaneceu voltado para o avaliador.
4. Três medidas da FPP foram realizadas, alternando entre a mão direita e a mão esquerda, iniciando-se pelo membro superior dominante.
5. O avaliador estimulou verbalmente o voluntário para que fosse realizada a FPP máxima.

3.4.3 Critérios para interrupção da coleta

A interrupção da coleta foi realizada, caso o indivíduo apresentasse queixas ou sinais de desconforto respiratório (taquipneia, taquicardia), tontura, náuseas, dor

e/ou qualquer outro sintoma ou desconforto que o voluntário possa referir. Podendo também ser interrompida a coleta, a pedido do voluntário.

3.4.4 Desinfecção dos aparatos de coleta

A parte externa do dinamômetro manual portátil MN70142 – North Coast® passou por um processo de desinfecção com um pano umedecido com etanol a 70%.

3.4.5 Coleta dos dados clínicos

A coleta dos dados clínicos referidos nesta metodologia e necessários para análise dos resultados foi feita mediante formulários próprios (Apêndice C e D: Formulário de Coleta de Dados e Anamnese do voluntário).

3.5 MANOVACUOMETRIA

3.5.1 Equipamento e acessórios

A manovacuometria foi realizada por meio de um manovacuômetro digital portátil micro processado MVD300® (Globalmed, Porto Alegre, Brasil). Este manovacuômetro apresenta resolução da medida de 1 cmH₂O com escala de 480 cmH₂O. Possui dimensões de 95x40x200mm e peso de 270 gramas com as baterias. O equipamento pode ser utilizado conectado na energia elétrica. Possui porta serial RS-232 para comunicação com microcomputador e tem capacidade para armazenamento de exames (Figura 3).

Figura 3- Manovacuômetro digital portátil micro processado MVD300® (Globalmed, Porto Alegre, Brasil) 1- Tecla liga/desliga, 2-tecla de acesso ao Menu, 3- tecla de seleção/confirmação, 4-tecla de cancelamento/encerramento, 5 e 6 teclas de navegação e seleção de PI e PE. Manual operacional do MVD300® (Globalmed, Porto Alegre, Brasil)

Fonte: <https://www.google.com.br>

A interface do equipamento com o usuário é realizada através de uma linha de pressão de silicone conectada na saída de PI ou PE do equipamento. Conectada a esta linha de pressão de silicone está um intermediário que possibilitará a conexão com um bocal achatado que possui um orifício de 2 mm. A inserção da linha de pressão de silicone deverá ser alternada dependendo da aferição a ser realizada: pressão inspiratória (PI) ou pressão expiratória (PE) (Figuras 4 e 5). Um clipe nasal será utilizado para oclusão total das narinas durante os testes (Figura 6).

Após a realização de cada coleta o equipamento e acessórios foram submetidos a desinfecção adequada (item 3.4.4).

Figura 4- Saídas de aferições das pressões: 1- pressão expiratória (PE) e 2 - pressão inspiratória (PI). Modificado do manual operacional do MVD300® (Globalmed, Porto Alegre, Brasil)

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 5- Interface para aferição das pressões: 1 – linha de silicone, 2 – intermediário e 3 – bocal achatado com orifício de 2 mm. Manual operacional do MVD300® (Globalmed, Porto Alegre, Brasil)

Fonte: Dados da pesquisa do autor

Figura 6- Clipe Nasal para oclusão das narinas. Manual operacional do MVD300® (Globalmed, Porto Alegre, Brasil)

Fonte: Dados da pesquisa do autor

3.5.2 Procedimento de Coleta

As mensurações foram realizadas de acordo com as recomendações da ATS e ERS (2002) e de acordo com as instruções do fabricante do manovacuômetro.

Para a execução da coleta os participantes foram posicionados sentados em uma cadeira com os pés e o tronco apoiados, mantendo 90° de flexão do tronco em relação ao quadril.

Ao voluntário foi demonstrada as manobras previamente, e recebeu motivação verbal para que fossem realizados os esforços respiratórios máximos. Um clipe nasal foi colocado nas narinas para oclusão total das mesmas possibilitando a realização dos testes através da respiração bucal.

Desta maneira, foram seguidos os seguintes procedimentos para a coleta das pressões inspiratória e expiratória:

A) Pressão inspiratória:

1. O voluntário foi instruído a realizar exalação total até o volume residual.
2. O voluntário deverá inspirar rápida e profundamente até a capacidade pulmonar total através do bocal acoplado ao equipamento.
3. O procedimento foi realizado por três vezes consecutivas respeitando o período de descanso de 1 minuto entre uma coleta e outra.

B) Pressão expiratória:

1. O voluntário foi instruído a realizar inspiração total até a capacidade pulmonar total.
2. O voluntário deverá exalar profundamente até o volume residual através do bocal acoplado ao equipamento.
3. O procedimento foi realizado por três vezes consecutivas respeitando o período de descanso de 1 minuto entre uma coleta e outra.

O maior valor encontrado para os procedimentos descritos nos itens A e B acima será considerado para fins de análise.

3.5.3 Critérios para interrupção da coleta

A coleta foi interrompida quando o indivíduo se queixou ou apresentou sinais de desconforto respiratório (taquipnéia, taquicardia, roncos e/ou sibilos), queda de saturação periférica de oxigênio (SpO₂) a menos de 90%, cianose, náuseas, e/ou

qualquer outro sintoma ou desconforto que o voluntário possa referir. Podendo também, ser interrompida a pedido do voluntário.

3.5.4 Desinfecção dos aparatos de coleta

A parte externa do manovacuômetro MVD300® foi desinfetado com um pano umedecido com etanol a 70%.

O bocal e extensão do equipamento (peças constituídas de material plástico e silicone reutilizáveis) utilizados em cada coleta foram encaminhados à Central de Materiais do Hospital das Clínicas FMRP/USP para limpeza e esterilização. As peças foram submetidas à termo desinfecção (50 °C) com uso de detergente desincrustante de acordo com as tarefas realizadas na rotina deste setor. Terminado este procedimento as peças foram novamente enxaguadas em água e secas. Ao final as peças foram acondicionadas em saco plástico lacrado até a utilização.

3.5.5 Coleta dos dados clínicos

A coleta dos dados clínicos referidos nesta metodologia e necessários para análise dos resultados foi feita mediante formulários próprios (Apêndice C e D): Formulário de Coleta de Dados e Anamnese do voluntário

3.6 ANALISE ESTATÍSTICA

Os resultados estão expressos nas tabelas como média $\pm$ desvio-padrão ou erro padrão, mediana com percentis e proporções. As comparações entre gêneros foram feitas utilizando o “teste exato de Fisher” para as proporções e Mann-Whitney. Para comparação entre grupos etários utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis.

Modelos multivariados foram gerados por regressão linear incorporando essas variáveis pelo método hierárquico com todas as variáveis incluídas conjuntamente no modelo (“*forced entry*”) para as pressões respiratórias e força de preensão palmar. A idade, o peso, e a altura foram considerados variáveis preditoras para obtenção do modelo de força de preensão palmar. Para os modelos de pressões inspiratórias e expiratórias foram obtidos modelos considerando idade, o peso, a altura e subsequentemente modelos foram obtidos com e sem a inclusão da força de

preensão palmar mensurada. A multicolinearidade entre as variáveis foi avaliada pela tolerância de exame e pelo fator de inflação variância (VIF) e tolerância. A significância adotada foi de 5% ($\alpha = 0,05$). A análise estatística foi feita utilizando-se o software SPSS versão 21.0 (SPSS-IBM) para Windows.

4. RESULTADOS

4.1 CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS DA COORTE ESTUDADA

Foram avaliados um total de 141 voluntários, 71 (%) eram mulheres e 70 (%) homens com faixa etária entre 18 a 82 anos. A Tabela 4 mostra os dados antropométricos da coorte estudada. Embora homens e mulheres tenham diferenças significativas de peso e estatura ($p < 0,001$), o IMC não difere significativamente ($p = 0,430$). Os homens apresentaram valores de peso e estatura significativamente superior aos das mulheres.

A estatística descritiva da FPP (mão dominante), Plmáx e PEmáx na amostra estudada no gênero masculino é apresentada na tabela 6 e na população feminina é apresentada na tabela 7. Entre os homens (tabela 6) observou-se que a FPP difere significativamente entre as faixas etárias ($p = 0,002$), mas não há diferenças significativas nas Plmáx ($p = 0,080$) e PEmáx ($p = 0,307$). Dentre as mulheres (tabela 7) observou-se diferenças significativas entre as faixas etárias tanto na Plmáx ($p = 0,004$) como na PEmáx ($p = 0,048$), mas não na FPP ($p = 0,200$).

A estatística descritiva da FPP, Plmáx e PEmáx na amostra estudada é apresentada na Tabela 5. Os valores médios da FPP, Plmáx e PEmáx foram superiores nos homens quando comparado as mulheres.

Tabela 4- Características gerais (idade, peso, altura e IMC) da amostra estudada e comparação dessas características entre sexos. Valores expressos pela média, desvio padrão e mediana

		Todos	Sexo		p valor (masc. X fem.)
			Feminino	Masculino	
Sexo		141	71	70	
Idade (anos)	Média	47,51	47,56	47,46	0,985
	desvio-padrão	15,98	16,06	16,01	
	mediana	47,00	47,00	46,50	
Peso (kg)	Média	76,24	70,32	82,24	<0,001
	desvio-padrão	15,21	15,90	11,83	
	mediana	76,00	66,00	80,00	
Altura (cm)	Média	1,67	1,61	1,73	<0,001
	desvio-padrão	0,10	0,08	0,07	
	mediana	1,67	1,60	1,73	
IMC	Média	27,32	27,24	27,40	0,430
	desvio-padrão	4,87	5,64	3,99	
	mediana	26,57	26,22	26,64	
Grupo IMC*	<18,5	n	2	2	0,419
		%	1,40	2,80	
	18,5 a 24,9	n	44	24	
		%	31,20	33,80	
	25 a 29,9	n	67	30	
		%	47,5	42,30	
	=>30	n	28	15	
		%	19,900	21,10	

*IMC= índice de massa corporal divididos por grupos de acordo com os dados da World Health Organization (< 18,5 kg magro ou baixo peso; 18,5 a 24,9 kg normal ou eutrofico; 25 a 29,9 kg sobrepeso ou pre-obeso; igual ou maior que 30 kg obesidade)

Fonte: Dados oriundos da pesquisa da autora

Tabela 5- Comparação entre as medidas de pressões respiratórias (PI_{máx} e PE_{máx}) e da força de preensão palmar de mão esquerda, direita e mão dominante da coorte estudada. Valores expressos por média, desvio padrão, mediana e percentis

		Todos	Sexo		p valor (masc. X fem.)
			Feminino	Masculino	
Pressão inspiratória máxima (mmHg)	média	91,68	77,06	107,29	<0,001
	desvio padrão	33,68	24,73	35,11	
	mediana	89,50	75,00	106,00	
	percentil 25%	64,00	60,00	84,00	
	percentil 75%	113,00	94,00	126,00	
Pressão expiratória máxima (mmHg)	média	97,09	83,28	112,07	<0,001
	desvio padrão	29,46	19,73	31,05	
	mediana	94,00	83,00	111,00	
	percentil 25%	78,00	70,00	94,00	
	percentil 75%	114,00	93,50	132,00	
Força preensão palmar mão direita	média	34,69	28,45	40,28	<0,001
	desvio padrão	13,65	9,69	14,31	
	mediana	33,00	27,00	40,00	
	percentil 25%	26,00	24,00	32,00	
	percentil 75%	41,00	32,50	46,00	
Força preensão palmar mão esquerda	média	32,20	25,65	38,06	<0,001
	desvio padrão	13,89	9,44	14,66	
	mediana	30,00	24,00	38,00	
	percentil 25%	22,00	21,00	29,00	
	percentil 75%	40,00	28,50	45,00	
Força preensão palmar mão dominante	média	34,69	28,57	40,18	<0,001
	desvio-padrão	13,60	9,96	14,13	
	mediana	33,00	27,00	40,00	
	Percentil 25%	26,00	24,00	31,00	
	Percentil 75%	41,00	32,50	46,00	

Fonte: Dados oriundos da pesquisa da autora

Tabela 6- Valores de medidas de pressão inspiratória máxima (PI_{máx}), pressão expiratória máxima (PE_{máx}) e força de preensão palmar (FPP) da mão dominante para homens em diferentes grupos etários. Valores expressos por média $\pm$ desvio padrão e mediana

Sexo masculino						
Grupo etário	n	PI_{máx}		PE_{máx}		FPP (mão dominante)
		média	mediana	média	mediana	média
18-20	2	81,50 $\pm$ 2,12	81,50	90,00 $\pm$ 43,84	90,00	27,50 $\pm$ 7,78
21-30	12	120,00 $\pm$ 23,90	126,00	118,70 $\pm$ 17,04	119,50	42,67 $\pm$ 6,79
31-40	12	120,36 $\pm$ 43,06	110,00	112,27 $\pm$ 22,44	112,00	46,64 $\pm$ 14,38
41-50	15	118,00 $\pm$ 27,87	111,50	118,21 $\pm$ 30,05	113,50	45,50 $\pm$ 20,31
51-60	10	92,00 $\pm$ 30,26	105,00	127,00 $\pm$ 48,37	115,00	43,33 $\pm$ 7,04
61-70	14	96,82 $\pm$ 36,76	93,00	100,36 $\pm$ 36,41	98,00	33,50 $\pm$ 9,50
71-80	4	78,33 $\pm$ 40,53	80,00	96,33 $\pm$ 3,21	95,00	23,50 $\pm$ 8,10
>80	1	47,00	47,00	73,00	73,00	22,00

Fonte: Dados oriundos da pesquisa da autora

Tabela 7- Valores de medidas de pressão inspiratória máxima (PI_{máx}), pressão expiratória máxima (PE_{máx}) e força de preensão palmar (FPP) da mão dominante para mulheres em diferentes grupos etários. Valores expressos por média $\pm$ desvio padrão e mediana

Sexo Feminino							
Grupo etário	n	PI_{máx}		PE_{máx}		FPP (mão dominante)	
		média	mediana	média	mediana	média	mediana
18-20	0	-	-	-	-	-	-
21-30	13	91,23 $\pm$ 22,44	94,00	85,46 $\pm$ 13,82	85,00	34,23 $\pm$ 11,69	32,00
31-40	15	74,50 $\pm$ 21,57	74,50	89,71 $\pm$ 24,08	88,50	27,43 $\pm$ 5,71	27,50
41-50	10	88,71 $\pm$ 25,42	85,00	87,38 $\pm$ 15,06	93,50	28,57 $\pm$ 8,77	27,00
51-60	13	81,00 $\pm$ 22,45	79,00	84,64 $\pm$ 21,43	84,00	27,90 $\pm$ 6,35	27,00
61-70	16	67,36 $\pm$ 23,08	62,50	79,43 $\pm$ 18,17	80,00	26,14 $\pm$ 13,31	24,50
71-80	4	42,75 $\pm$ 6,65	42,50	55,25 $\pm$ 4,99	54,50	20,00 $\pm$ 0,00	20,00
>80	0	-	-	-	-	-	-

Fonte: Dados oriundos da pesquisa da autora

4.2 MODELOS DE REGRESSÕES LINEARES MÚLTIPLAS

Nas tabelas 8 a 10 são demonstradas as variáveis incluídas no modelo de regressão múltipla para a predição da força de preensão palmar (FPP) da mão dominante e $Pl_{\text{máx}}$ e $PE_{\text{máx}}$. A figura 7 (de A a C) apresentam os gráficos de distribuição dos resíduos padronizados para os modelos de FPP e pressões respiratórias.

A equação de referência para a predição da FPP é apresentada abaixo (Tabela 8). Note que o gênero, a estatura e a idade apresentaram influência significativa no modelo.

Os gráficos e as figuras “A” e “B” mostram que os resíduos têm distribuição muito próxima ao normal e estão dispersas de forma aleatória e homogênea, embora a distribuição de resíduos do modelo para a determinação da FPP apresente pequeno desvio da normalidade (figura, “B”).

Na tabela 9 são demonstradas as variáveis incluídas no modelo de regressão múltipla para a predição da $Pl_{\text{máx}}$. Através deste modelo foi possível propor a equação de referência para a predição da $Pl_{\text{máx}}$ apresentado a baixo. Note que apenas o gênero e a idade influenciaram significativamente no modelo e foram incluídos nas equações de predição.

A figura 8 (A a C) mostram que os resíduos têm distribuição muito próxima ao normal e estão dispersas de forma aleatória e homogênea.

Regressões múltiplas para a força de preensão palmar da mão dominante

Tabela 8- Variáveis introduzidas no modelo de regressão múltipla para a força de preensão palmar (FPP) da mão dominante. Valores expressos por coeficiente não normalizado (beta e erro padrão), coeficiente normalizado (beta), tolerância, correlações e *colinearidade estatística* (tolerância pelo fator de inflação e variância (VIF))

	Coeficiente não normalizado		Coeficiente normalizado			Correlações	Colinearidade estatística	
Modelo	β	erro padrão	β	t	Significância	parcial	tolerância	VIF
Constante	-20,895	25,237	-	-0,828	0,409	-	-	-
Sexo	7,244	2,848	0,267	2,543	0,012	0,224	0,526	1,903
Idade	-0,181	0,068	-0,215	-2,664	0,009	-0,234	0,893	1,120
Altura	35,959	15,747	0,259	2,284	0,024	0,202	0,452	2,214
Peso	0,001	0,078	0,001	0,010	0,992	0,001	0,742	1,347

Fonte: Dados oriundos da pesquisa da autora

$R=0,541$, $R^2=0,293$, $p=0,034$;

*Gênero = 1 se masculino e 0 (zero) se feminino

Força preensão palmar membro dominante= $-20,928 + \text{idade} \times (-0,181) + \text{estatura} \times (36,011) + \text{gênero} \times (7,246)$

Gráfico 1- Histograma de distribuição dos resíduos (A), gráfico P-P de normalidade para a distribuição de resíduos (B) e gráfico de resíduos observados versus preditos (C) para a FPP (força de preensão palmar) da mão dominante

Fonte: Dados oriundos da pesquisa da autora

Tabela 9- Variáveis introduzidas no modelo de regressão múltipla para múltipla para a pressão inspiratória máxima (PI_{máx}). Valores expressos por coeficiente não normalizado (beta e erro padrão), coeficiente normalizado (beta), tolerância, correlações e colinearidade estatística (tolerância pelo fator de inflação e variância (VIF))

	Coeficiente não normalizado		Coeficiente normalizado			Correlações	Colinearidade estatística	
Modelo	β	erro padrão	B	t	Significância	parcial	tolerância	VIF
Constante	106,767	61,262	-	1,743	0,084	-	-	1,891
Sexo	29,513	7,103	0,440	4,155	0,000	0,359	0,529	1,102
Idade	-0,666	0,167	-0,322	-3,99	0,000	-0,346	0,907	1,398
Altura	0,049	0,206	0,022	0,238	0,812	0,022	0,715	2,169

R=0,554; R²=0,307; p<0,001

*Gênero = 1 se masculino e 0 (zero) se feminino.

$$PI_{máx}=106,767+ \text{gênero} \times (29,513) + \text{idade} \times (-0,666)$$

Fonte: Dados oriundos da pesquisa da autora

Gráfico 2- Histograma de distribuição de resíduos (A), gráfico P-P de normalidade para a distribuição de resíduos (B) e gráfico de resíduos observados versus preditos (C) para a PImax (pressão inspiratória máxima)

Fonte: Dados oriundos da pesquisa da autora

Tabela 10- Variáveis introduzidas no modelo de regressão múltipla para a pressão expiratória máxima (PE_{máx}). Valores expressos por Coeficiente não normalizado, erro padrão, coeficiente normalizado, correlações e colinearidade estatística

Coeficiente não normalizado			Coeficiente normalizado			Correlações	Colinearidade estatística	
Modelo	β	erro padrão	B	t	Significância	parcial	tolerância	VIF
(Constant)	7,382	53,666	-	0,138	0,891	-	-	-
Sexo	21,534	6,212	0,367	3,467	0,001	0,304	0,527	1,898
Idade	-0,309	0,146	-0,170	-2,11	0,037	-,191	0,907	1,102
Peso	-0,033	0,180	-0,017	-,185	0,854	-,017	0,716	1,396
Altura	57,752	33,444	0,196	1,727	0,087	0,157	0,459	2,176

R=0,535 R²=0,286; p<0,001

*Gênero = 1 se masculino e 0 (zero) se feminino.

$$PE_{\text{max}} = 7,382 + \text{idade} \times (-0,309) + \text{gênero} \times (21,534)$$

Fonte: Dados oriundos da pesquisa da autora

Gráfico 3- Histograma de distribuição de resíduos (A), gráfico P-P de normalidade para a distribuição de resíduos (B) e gráfico de resíduos observados versus preditos (C) para a PEmax (pressão expiratória máxima)

Fonte: Dados oriundos da pesquisa da autora

5. DISCUSSÃO

A amostra estudada apresentou características demográficas e antropométricas similares às descritas para a população brasileira em geral. Os resultados encontrados mostram que a FPP, PImáx e PEmáx podem ser adequadamente preditas por meio de atributos demográficos e antropométricos. Adicionalmente observou-se, em concordância com a literatura, que a FPP da mão dominante apresenta valores médios significativamente superior aos encontrados para a mão não dominante (INNES, 1999; NOVAES et al., 2009; SCHLUSSEL et al., 2008).

Anteriormente ao presente estudo, apenas dois autores propuseram equações de referência para a FPP. O estudo desenvolvido por Novaes et al. (2009) não incluía pessoas abaixo de 50 anos de idade. Em contraponto, o estudo de Lopes et al. (2017) avaliou uma gama maior de pessoas, que englobava indivíduos saudáveis entre 20 e 60 anos. Entretanto, é sabido que a avaliação da FPP tem sido aplicada em pacientes com doenças crônicas e pacientes internados com o intuito de avaliar a eficácia do tratamento e determinar o risco de declínio e complicações relacionados a saúde do indivíduo, bem como, frequentemente utilizada como indicador de fragilidade em idosos, assunto amplamente discutido na literatura (FRIED et al., 2001; SYDDALL et al., 2003). Na tentativa de suprir o viés apresentado em trabalhos anteriores utilizamos uma faixa etária mais abrangente, incluindo pessoas que se encontram na faixa acima dos 60 anos de idade juntamente com indivíduos mais novos, abaixo dos 20 anos como avaliado anteriormente.

Observamos conforme já descrito por outros autores (GRACIANO et al., 2012; LOPES et al., 2017; NOVAES et al., 2009) que os indivíduos do gênero masculino apresentam valores de FPP da mão dominante, superiores aos apresentados pelo gênero feminino, independente da faixa etária. A discrepância entre os valores de FPP podem ser explicados, em parte, pela maior frequência de utilização do membro dominante em atividades diárias, onde é exigida uma maior força em uma das mãos, em geral a mão dominante. Essas variações na FPP entre os gêneros têm sido atribuída às diferenças na composição corporal que existe entre homens e mulheres (LOPES et al., 2017). Os exemplos como podem observar em indivíduos estróficos, a massa muscular dos homens e das mulheres corresponde a aproximadamente 45% e 30% da massa corporal total respectivamente. Além disso embora o número de

fibras muscular seja semelhante entre os sexos, a FPP sofre influência do tamanho das fibras musculares, que é cerca de 15% menor nas mulheres (BUDZiareck; DUARTE; BARBOSA, 2008; GRACIANO et al., 2012; STOLL et al., 2000). Também é importante notar que o maior peso corporal e estatura dos homens contribuem para uma grande área de secção transversa da musculatura do braço e mão, o que permite maior geração de força (BUDZiareck; DUARTE; BARBOSA, 2008; INNES, 1999).

A FPP apresentou forte correlação com a idade, estatura e gênero, indicando que essas variáveis são importantes para sua predição. Aspectos esses que diferem de estudos anteriores, onde a FPP apresenta uma maior correlação com outras características como peso corporal e estatura (BUDZiareck; DUARTE; BARBOSA, 2008; INNES, 1999; NOVAES et al., 2009; SCHLUSSEL et al., 2008). Lopes et al. (2017) observou que 71% da variabilidade observada sobre o membro dominante podia ser explicada pelo gênero, circunferência do antebraço e comprimento da mão, enquanto cerca de 70% da variabilidade no membro não dominante podia ser explicado pelo gênero e pelo comprimento da mão. Isso pode ser atribuído à distribuição de massa muscular no braço e mão, influenciando, dessa forma, o tamanho da mão e, conseqüentemente, a alavanca relacionada à FPP (INNES, 1999). Contudo, os detalhes dessa relação requerem maiores esclarecimentos, tendo em vista a influência de outros fatores como o nível de atividade física habitual e a capacidade das células de produzir energia para a contração muscular (FIGUEIREDO et al., 2000).

Valores de referência mais abrangente para FPP são de grande valia, porém, esses valores quando disponíveis na literatura sempre apresentam algum tipo de limitações práticas. O estudo de Lopes et al. (2017) fica limitado a indivíduos em uma certa faixa de idade, entre 20-60 anos, conseqüentemente as equações propostas por esse autor não podem ser aplicadas em idosos, somado ao fato de que sua amostragem poderia, em parte, estar enviesada, devido a metodologia utilizada. Adicionalmente, Novaes et al. (2009) apresentam valores avaliados por meio de aparelhos de medição com baixo grau de confiabilidade. Nesse contexto é importante ressaltar que um dinamômetro mecânico possui uma eficácia inferior aos atuais dinamômetros hidráulicos, reconhecidamente mais acurados para a avaliação da FPP. Quando essa informação é obtida, ou seja, quando valores de referência abrangentes e confiáveis são apresentados conseqüentemente geram uma aplicabilidade muito mais ampla, em indivíduos de faixa etária diversas, auxiliando de

forma direta em diversas situações durante o atendimento clínico. Trazendo para uma realidade mais próxima, dentro dos trabalhos desenvolvidos no HC-FMRP-USP os valores de referência de FPP auxiliam com maior fidedignidade na avaliação pré e pós-operatória de pacientes submetidos a cirurgias de grande porte como a exemplo as cirurgias cardíacas.

Sultan, Hamilton e Ackland (2012) realizaram uma revisão sistemática com o objetivo de investigar se a força de preensão manual pré-operatória está associada a desfechos desfavoráveis no pós-operatório e observou que a força de preensão manual pré-operatória abaixo da normalidade está associada a maior morbidade, mortalidade e internação prolongada após a cirurgia.

Outra avaliação frequentemente realizada em no HC/FMRP-USP para avaliação dos pacientes submetidos a cirurgias de grande porte na tentativa de auxiliador nas condutas terapêuticas é a avaliação da força da musculatura respiratória, que consiste na capacidade de contração dos músculos da respiração, avaliada através da PImáx e PEmáx (RODRIGUES et al., 2011). Existem diversos estudos que demonstram como a avaliação da FMR é aplicada na prática clínica, e o presente estudo vem a corroborar a utilização da PImáx e PEmáx nessa conduta, podendo ser adequadamente preditas por meio de atributos demográficos e antropométricos.

Foi observado em nosso estudo e corroborado por diversos outros autores, que a FMR é superior nos homens, e tendem a ter uma redução com o avanço da idade (BRUSCHI et al., 1992; ENRIGHT et al., 1994; ENRIGHT et al., 1995; HAUTMANN et al., 2000; NEDER et al., 1999; PANDE et al., 1998). Não houve no gênero masculino diferenças significativas na PImáx e PEmáx mesmo em faixas etárias diferentes. Em contraste, dentre as mulheres observamos diferenças significativas entre nas diferentes faixas etárias tanto na PImáx como na PEmáx. Na população do sexo feminino analisada os valores de PEmáx se manteve com uma média aproximada entre as faixas etárias dos 21 aos 60 anos apresentando um decréscimo a partir dos 61 anos de idade, acentuando-se após os 70 anos.

Existem diversos estudos sobre a população brasileira em que avaliam a força da musculatura respiratória em diversas circunstâncias, porém, existem apenas quatro estudos que propuseram equações de referência para a FMR (COSTA et al., 2010; NEDER et al., 1999; PESSOA et al., 2014; SIMÕES et al., 2010). Em nosso estudo por meio de um modelo de regressão múltipla observamos que as variáveis

que apresentaram maior correlação como a FMR são o gênero e a idade e precisam ser incorporadas durante a elaboração de equações de predição da FMR para o gênero masculino, assim como observado por Costa et al. (2010), Neder et al. (1999) e Simões et al. (2009). Já para o gênero feminino as variáveis idade, gênero e peso foram importantes para a elaboração da P_{lmáx} e P_{Emáx}. No estudo de Pessoa et al. (2014) a variável idade apresentou o melhor poder preditivo para as pressões respiratórias máximas. Para a predição da P_{lmáx} foi considerado as variáveis idade, gênero e peso, para a P_{Emáx} a variável idade, idade ao quadrado, gênero e circunferência da cintura foram necessárias para predição das equações.

Atualmente não há consenso entre os pesquisadores sobre quais atributos são mais adequados para gerir equações de predição para a P_{lmáx}. Alguns autores (JOHAN et al., 1997) consideram a altura um preditor positivo. Outros, entretanto, um preditor negativo (GOPALAKRISHNA et al., 2011; HARIK-KHAN; WISE; FOZARD, 1998; JOHAN et al., 1997) havendo ainda, estudos onde essa variável não apresenta nenhuma predição (BLACK; HYATT, 1969; BRUSCHI et al., 1992; COSTA et al., 2010; ENRIGHT et al., 1994; ENRIGHT et al., 1995; HAUTMANN et al., 2000; NEDER et al., 1999; PANDE et al., 1998; SIMÕES et al., 2010).

Diversos autores correlacionaram a fraqueza muscular respiratória e valores reduzidos da força de preensão palmar como indicador de maior tempo de VMI em pacientes submetidos a cirurgia cardíaca eletiva (RODRIGUES et al., 2011; SULTAN; HAMILTON; ACKLAND, 2012; ZANINI et al., 2016). Através destes estudos é possível mostrar a relevância da aferição das P_{lmáx} e P_{Emáx} e da FPP para um serviço de cirurgia cardíaca.

Zanini et al. (2016) observou que quanto maior os valores de P_{Emáx} no pré operatório menor é o tempo de VMI no pós operatório de cirurgia cardíaca eletiva, confirmando os resultados obtidos no estudo de Rodrigues et al. (2011) e evidenciando a importância da realização da avaliação da musculatura respiratória no pré-operatório de cirurgia cardíaca eletiva, de forma a possibilitar o fortalecimento prévio desta musculatura, minimizando o risco de complicações respiratórias associadas a um maior tempo de VMI no pós operatório.

Visto que a avaliação da força muscular respiratória e a força de preensão palmar é realizada de forma não invasiva, com baixo custo podendo ser realizado em tempo real e a “beira leito”, estas duas formas de avaliação são importantes ferramentas, que podem auxiliar a minimizar as complicações respiratórias no pós-

operatório de cirurgias cardíacas e consequentemente diminuindo o tempo de internação hospitalar (RODRIGUES et al., 2011; SULTAN; HAMILTON; ACKLAND, 2012; ZANINI et al., 2016).

Nawa et al. (2012) por meio de um estudo retrospectivo verificou a concordância existente entre os valores preditos pelas fórmulas de Black e Hyatt (1969) e Neder et al. (1999) com os valores coletados dos pacientes submetidos a cirurgia cardíaca eletiva, onde, a partir dos resultados obtidos, propuseram uma nova equação para o cálculo da $PI_{máx}$ e $PE_{máx}$ específica para o grupo de pacientes que foram submetidos a cirurgia cardíaca eletiva. Todavia, esses resultados apenas confirmam a necessidade de se propor equações de referências mais restritivas, isto é, para cada região, pois as equações propostas por Nawa et al. (2012) mostram as divergências existentes nas equações propostas por Black e Hyatt (1969) e Neder et al. (1999). Isso pode ser explicado pelo fato de cada região do Brasil possuir especificidades diferentes como variáveis ambientais e aspectos sociais bem diferentes. Portanto é importante enfatizar que para avaliar de forma eficaz a força muscular respiratória e a FPP em adultos por meio das equações de referência, será preciso obter equações específicas para cada região brasileira.

6. CONCLUSÃO

O presente estudo forneceu valores de referência e equações para a predição da força de preensão palmar e pressões inspiratórias e expiratórias máximas, de acordo com a faixa etária e o gênero, de indivíduos saudáveis residentes em Ribeirão Preto (SP) e região.

REFERÊNCIAS

- ALDRICH, T. K.; SPIRO, P. Maximal inspiratory pressure: does reproducibility indicate full effort? **Thorax**, v. 50, n. 1, p. 40-43, 1995.
- AMERICAN THORACIC SOCIETY (ATS); EUROPEAN RESPIRATORY SOCIETY (ERS). ATS/ERS Statement on respiratory Muscle Testing. **Am. J. Respir. Crit. Care Med.**, v. 166, p. 518-624, 2002.
- BALOGUN, J. A.; AKOMOLAFE, C. T.; AMUSA, L. O. Grip strength: effects of testing posture and elbow position. **Arch. Phys. Med. Rehabil.**, v. 72, n. 5, p. 280-283, 1991.
- BESSA, E. J. C.; LOPES, A. J.; RUFINO, R. The importance of measurement of respiratory muscle strenght in pulmonology practice. **Pulmão RJ**, Rio de Janeiro, v. 24, n.1, p. 37-41, 2015.
- 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, 1969.
- BOHANNON, R. W. et al. Reference values for adult grip strength measured with a Jamar dynamometer: a descriptive meta-analysis. **Physiotherapy**, v. 92, p. 11–15, 2006.
- BOISSY, P. et al. Maximal grip force in chronic stroke subjects and its relationship to global upper extremity function. **Clin. Rehabil.**, v. 13, n. 4, p. 354-362, 1999.
- BRUSCHI, C. et al. Reference values of maximal respiratory mouth pressures: a population-based study. **Am. Ver. Respir. Dis.**, v. 146, n. 3, p. 790-793, 1992.
- BUDZIARECK, M. B.; DUARTE, R. R. P.; BARBOSA, M. C. G. Reference values and determinants for handgrip strength in healthy subjects. **Clin. Nutr.**, v. 27, n. 3, p. 357-362, 2008.
- CAMELO JÚNIOR, J. S.; TERRA FILHO, J.; MANÇO, J. Pressões respiratórias máximas em adultos normais. **J. Pneumol.**, Londrina v. 11, n. 4, p. 181-184, 1985.
- COSTA, D. et al. New reference values for maximal respiratory pressures in the Brazilian population. **J. Bras. Pneumol.**, São Carlos (SP), v. 36, n. 3, p. 306-312, 2010.
- CROSBY, C. A.; WEHBE, M. A.; MAWR, B. Hand strength: normative values. **J. Hand. Surg. Am.**, v. 19, n. 4, p. 665-670, 1994.
- DI MONACO, M. et al. Handgrip strength is an independent predictor of distal radius bone mineral density in postmenopausal women. **Clin. Rheumatol.**, v. 19, n. 6, p. 473-476, 2000.
- DIAS, R. M. et al. **Testes de função pulmonar**: do laboratório à aplicação clínica com 100 exercícios para diagnóstico. São Paulo: Atheneu, 2001. 211 p.
- ENRIGHT, P. L. et al. Respiratory muscle strength in the elderly. Correlates and reference values. Cardiovascular Health Study Research Group. **Am. J. Respir. Crit. Care Med.**, v. 149, n. 2, p. 430-438, 1994.
- ENRIGHT, P. L. et al. Spirometry and maximal respiratory pressure references from healthy Minnesota 65- to 85-year-old women and men. **Chest**, v. 108, n. 3, p. 663-669, 1995.
- FERREIRA, P. E.; RODRIGUES, A. J.; EVORA, P. R. Effects of an inspiratory muscle rehabilitation program in the postoperative period of cardiac surgery. **Arq. Bras. Cardiol.**, v. 92, n. 4, p. 275-282, 2009.
- FIGUEIREDO, F. A. et al. Utility of standard nutritional parameters in detecting body cell mass depletion in patients with end-stage liver disease. **Liver Transpl.**, v. 6, n. 5, p. 575-581, 2000.

FREGONEZI, G. et al. Variação diurna de parâmetros de função pulmonar e de força muscular respiratória em pacientes com DPOC. **J. Bras. Pneumol.**, v. 38, n. 2, p. 145-278, 2012.

FRIED, L. P. et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. **J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.**, v. 56, n. 3, p. 146-156, 2001.

GOLDWALSSER, R. S. et al. Desmame da ventilação mecânica. In: CARVALHO, C. R. R. **Ventilação mecânica**. São Paulo: Atheneu, 2000. p. 271-301.

GOPALAKRISHNA, A. et al. Normative values for maximal respiratory pressures in an Indian Mangalore population: cross-sectional pilot study. **Lung India**, v. 28, n. 4, p. 247-252, 2011.

GOSWAMI, R. et al. Prevalence of diaphragmatic muscle weakness and dyspnoea in Graves' disease and their reversibility with carbimazole therapy. **Eur. J. Endocrinol.**, v. 147, p. 299-303, 2002.

GRACIANO, P. A. et al. Handgrip strength: reference values in healthy subjects. **Rev. Bras. Nutr. Clin.**, v. 29, n. 1, p. 63-67, 2012.

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

HARIK-KHAN, R. I.; WISE, R. A.; FOZARD, J. L. Determinants of maximal inspiratory pressure: the Baltimore longitudinal study of aging. **Am. J. Respir. Crit. Care Med.**, v. 158, n. 5, p. 1459-1464, 1998.

HAUTMANN, H. et al. Maximal inspiratory mouth pressures (PIMAX) in healthy subjects--what is the lower limit of normal? **Respir. Med.**, v. 94, n. 7, p. 689-693, 2000.

INNES, E. Handgrip strength testing: a review of literature. **Aust. Occup. Ther. J.**, Australia, v. 46, n. 3, p. 120-140, 1999.

JOHAN, A. et al. Maximal respiratory pressures in adult chinese, malays and indians. **Eur. Respir. J.**, v. 10, n. 12, p. 2825-2828, 1997.

KÄRKKÄINEN, M. et al. Physical tests for patient selection for bone mineral density measurements in postmenopausal women. **Bone**, v. 44, n. 4, p. 660-665, 2009.

KHIRANI, S. et al. Respiratory muscle decline in Duchenne muscular dystrophy. **Pediatr. Pulmonol.**, v. 49, n. 5, p. 47-81, 2014.

LOPES, J. et al. Reference equations for handgrip strength: normative values in young adult and middle-aged subjects. **Clin. Nutr.**, São paulo, v. 37, n. 3, p. 914-918, 2017.

LOURENÇO, I. S. et al. Pressure support-ventilation versus spontaneous breathing with "T-Tube" for interrupting the ventilation after cardiac operations. **Rev. Bras. Cir. Cardiovasc.**, v. 28, n. 4, p. 455-461, 2013.

MASSY-WESTROPP, N. et al. Measuring grip strength in normal adults: reference ranges and a comparison of electronic and hydraulic instruments. **J. Hand. Surg. Am.**, v. 29, n. 3, p. 514-519, 2004.

MASSY-WESTROPP, N. M. et al. Hand Grip Strength: age and gender stratified normative data in a population-based study. **BMC Res. Notes**, v. 127, n. 4, p. 1-5, 2011.

MAYOS, M. et al. Measurement of maximal static respiratory pressures at the mouth with different air leaks. **Chest**, v. 100, n. 2, p. 364-366, 1991.

MESQUITA, R. et al. Respiratory muscle strength during and after hospitalization for COPD exacerbation. **Respir. Care**, v. 58, n. 12, p. 2142-2149, 2013.

- MONTEMEZZO, D. et al. Influence of 4 interfaces in the assessment of maximal respiratory pressures. **Respir. Care**, v. 57, p. 392-398, 2012.
- NAWA, R. K. et al. Predicted preoperative maximal static respiratory pressures in adult cardiac surgeries: evaluation of two formulas. **Rev. Bras. Cir. Cardiovasc.**, Ribeirão Preto, v. 27, n. 2, p. 240-250, 2012.
- NEDER, J. A. et al. Reference values for lung function tests: II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. **Braz. J. Med. Bio. Res.**, Ribeirão Preto, v. 32, n. 6, p. 719-727, 1999.
- NICOLAY, C. W. et al. Grip strength and endurance: influences of anthropometric variation, hand dominance, and gender. **Int. J. Ind. Ergon.**, v. 35, n. 7, p. 605-618, 2005.
- NOVAES, R. D. et al. Reference equations for predicting of handgrip strength in Brazilian middle-aged and elderly subjects. **Fisioter. Pesqui.**, São Paulo, v. 16, n. 3, p. 217-22, 2009.
- PANDE, J. N. et al. Respiratory pressures in normal Indian subjects. **Indian J. Chest Dis. Allied. Sci.**, v. 40, n. 4, p. 251-256, 1998.
- PARREIRA, V. F. et al. Pressões respiratórias máximas: valores encontrados e preditos em indivíduos saudáveis. **Rev. Bras. Fisioter.**, v. 11, n. 5, p. 361-368, 2007.
- PELLEGRINO, R. et al. Interpretative strategies for lung function tests. **Eur Respir J**, Genova, v. 26, n. 5, p. 948-968, 2005.
- PESSOA, I. M. et al. Predictive equations for respiratory muscle strength according to international and brazilian guidelines. **Braz. J. Phys. Ther.**, v. 18, n. 5, p. 410-418, 2014.
- RANTANEN, T. et al. Handgrip strength and cause-specific and total mortality in older disabled women: exploring the mechanism. **J. Am. Geriatr. Soc.**, v. 51, n. 5, p. 636-641, 2003.
- RODRIGUES, A. J. et al. Preoperative respiratory muscle dysfunction is a predictor of prolonged invasive mechanical ventilation in cardiorespiratory complications after heart valve surgery. **Eur. J. Cardiothorac. Surg.**, Ribeirão Preto, v. 39, n. 5, p. 662-666, 2011.
- SCHLUSSEL, M. M. et al. Reference values of handgrip dynamometry of healthy adults: a population-based study. **Clin. Nutr.**, v. 27, n. 4, p. 601-607, 2008.
- SCHMIDT, R. T.; TOEWS, J. V. Grip strength as measured by the Jamar dynamometer. **Arch. Phys. Med. Rehab.**, v. 51, n. 6, 1970.
- SIMOES, R. P. et al. Maximal respiratory pressure in healthy 20 to 89 year-old sedentary individuals of central Sao Paulo state. **Rev. Bras. Fisioter.**, v. 14, n. 1, p. 60-67, 2010.
- SOUZA, R. B. D. et al. Pressões respiratórias estáticas máximas. **J. Pneumol.**, v. 28, n. 3, p. 155-165, 2002.
- STOLL, T. et al. Maximal sometric muscle strength: normative values and gender-specific relation to age. **Clin. Rheumatol.**, v. 19, n. 2, p. 105-113, 2000.
- SULTAN, P.; HAMILTON, M. A.; ACKLAND, G. L. Preoperative muscle weakness as defined by handgrip strength and postoperative outcomes: a systematic review. **BMC Anesthesiol.**, London, v. 12, p. 1, 2012.
- SYDDALL, H. et al. Is grip strength a useful single marker of frailty? **Age ageing**, v. 32, n. 6, p. 650-656, 2003.
- TAEKEMA, D. G. et al. Handgrip strength as a predictor of functional, psychological and social health. A prospective population-based study among the oldest old. **Age Ageing**, v. 39, n. 3, p. 331-337, 2010.

TROOSTERS, T.; GOSSELINK, R.; DECRAMER, M. Respiratory muscle assessment. **Eur. Respir. Mon.**, v. 31, n. 4, p. 57-71, 2005.

VAN HARLINGER, W.; BLALOCK, L.; MERRITT, J. L. Upper limb strength: study providing normative data for a clinical handheld dynamometer. **PM R**, v. 7, n. 2, p. 135-140, 2015.

YOSEF-BRAUNER, O. et al. Effect of physical therapy on muscle strength, respiratory muscles and functional parameters in patients with intensive care unit-acquired weakness. **Clin. Respir. J.**, v. 9, n. 1, p. 1-6, 2015.

ZANINI, M. et al. Preoperative maximal expiratory pressure is associated with duration of invasive mechanical ventilation after cardiac surgery: an observational study. **Heart Lung**, Porto Alegre, v. 45, n. 3, p. 244-248, 2016.

ANEXOS

ANEXO I – Aprovação Comitê de Ética em Pesquisa

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA
DE RIBEIRÃO PRETO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Ribeirão Preto, 30 de março de 2016.

Ofício nº 1063/2015
CEP/MGV

PROCESSO HCRP nº 879/2016

Prezados Pesquisadores,

O trabalho intitulado **“AVALIAÇÃO DA FORÇA DE PREENSÃO PALMAR EM INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS” – Projeto de Pesquisa Versão 3 de 22/03/2016**, foi analisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, em sua 424ª Reunião Ordinária realizada em 28/03/2016, e enquadrado na categoria: **APROVADO, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido Versão 02 de 16/03/2016**.

De acordo com Carta Circular nº 003/2011/CONEP/CNS, datada de 21/03/2011, o sujeito de pesquisa ou seu representante, quando for o caso, deverá rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE – apondo sua assinatura na última do referido Termo; o pesquisador responsável deverá da mesma forma, rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE – apondo sua assinatura na última página do referido Termo.

Este Comitê segue integralmente a Conferência Internacional de Harmonização de Boas Práticas Clínicas (IGH-GCP), bem como a Resolução nº 466/2012 CNS/MS.

Lembramos que devem ser apresentados a este CEP, o Relatório Parcial e o Relatório Final da pesquisa.

Atenciosamente.

DRª MARCIA GUIMARÃES VILLANOVA
Coordenadora do Comitê de Ética em
Pesquisa do HCRP e da FMRP-USP

Ilustríssimos Senhores

CAMILA BOTTURA

PROF. DR. ALFREDO JOSÉ RODRIGUES (Orientador)

Depto. de Cirurgia e Anatomia

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Campus Universitário – Monte Alegre
14048-900 Ribeirão Preto SP

Comitê de Ética em Pesquisa do HCRP e FMRP-USP
FWA-00002733; IRB-00002186 e
Registro Plataforma Brasil /CONEP nº 5440
(016) 3602-2228
cep@hcrp.usp.br

www.hcrp.usp.br

Anexo II – Aprovação do Comitê de ética em pesquisa

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA
DE RIBEIRÃO PRETO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Ribeirão Preto, 24 de setembro de 2015

Ofício nº 3389/2015
CEP/MGV

Prezados Senhores,

O trabalho intitulado **“AVALIAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA EM INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS” – versão 2, de 18/08/2015**, foi analisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, em sua 415ª Reunião Ordinária realizada em 21/09/2015 e enquadrado na categoria: **APROVADO**, bem como o **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – versão 2, de 18/08/2015**, de acordo com o Processo HCRP nº 10758/2015.

De acordo com Carta Circular nº 003/2011/CONEP/CNS, datada de 21/03/2011, o sujeito de pesquisa ou seu representante, quando for o caso, deverá rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE – apondo sua assinatura na última do referido Termo; o pesquisador responsável deverá da mesma forma, rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE – apondo sua assinatura na última página do referido Termo.

Este Comitê segue integralmente a Conferência Internacional de Harmonização de Boas Práticas Clínicas (ICH-GCP), bem como a Resolução nº 466/12 CNS/MS.

Lembramos que devem ser apresentados a este CEP, o Relatório Parcial e o Relatório Final da pesquisa.

Atenciosamente.

DRª. MARCIA GUIMARÃES VILLANOVA
Coordenadora do Comitê de Ética em
Pesquisa do HCRP e da FMRP-USP

Ilustríssimos Senhores

LÍVIA ARCÊNCIO DO AMARAL

PROF.DR. ALFREDO JOSÉ RODRIGUES(Orientador)

Depto. de Cirurgia e Anatomia

APÊNDICES

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Pesquisa: **“Avaliação da força de preensão palmar em indivíduos saudáveis”**.

Aluna: Camila Bottura

Orientador: Prof . Dr. Alfredo José Rodrigues

1. Natureza da pesquisa: Você é convidado (a) a participar desta pesquisa, que tem como finalidade investigar a sua força de preensão palmar (aperto de mão) através da utilização de um aparelho. Esta avaliação será realizada por um profissional capacitado em uma coleta única.

2. Envolvimento na pesquisa: Ao participar deste estudo você deve permitir que um membro deste projeto faça uma entrevista onde serão feitas algumas perguntas sobre seu estado de saúde e realize a coleta para avaliar a sua força de aperto de mão.

3. Riscos e desconforto: A participação nesta pesquisa não traz complicações legais. Os procedimentos utilizados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme a Resolução n. 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

Nenhum dos procedimentos utilizados oferece riscos a sua saúde e dignidade. Os procedimentos realizados para a avaliação da sua força do aperto de mão usualmente não geram desconfortos, mas, por se tratar de uma avaliação de força muscular, pode ocorrer desconforto ou mal estar relacionado, como tontura e dor. Desta maneira a coleta pode ser suspensa quando você considerar necessário, ou quando os pesquisadores considerarem pertinente com o objetivo de diminuir este desconforto.

6. Confidencialidade: Todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Os relatos da pesquisa serão identificados com um código, e não com o seu nome. Apenas os membros da pesquisa terão conhecimento dos dados.

7. Benefícios: Ao participar desta pesquisa você não deverá ter nenhum benefício direto. No entanto, no futuro, essas informações poderão ser usadas em benefício de outros pacientes.

8. Pagamento: Você não terá nenhum tipo de despesa por participar desta pesquisa, bem como nada será pago por sua participação.

9. Liberdade de Participação: É garantida a liberdade da retirada do consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo. Não está previsto o pagamento de indenizações e o(a) senhor(a) poderá procurar seus direitos legais caso sintase lesado. Em qualquer etapa do estudo, o(a) senhor(a) poderá ter acesso aos profissionais

responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. A pesquisadora Camila Bottura encontra-se disponível através do telefone (16) 3602-2497 e do e-mail camila.bottura@usp.br e, o orientador responsável pela pesquisa Prof. Dr. Alfredo José Rodrigues na Divisão de Cirurgia Torácica e Cardiovascular do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto – FMRP/USP, no Campus da USP ou, através do telefone: (16) 3602-2497. Ainda o (a) Senhor (a) poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto através do telefone (16) 3602-2228 para outras dúvidas éticas.

10. Para participar desta pesquisa você deverá assinar este termo de consentimento livre e esclarecido e rubricar todas as páginas deste documento em duas vias. O pesquisador responsável também assinará as duas vias deste documento sendo que uma das vias permanecerá com você.

Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para participar desta pesquisa. Portanto, preencha os itens que segue:

Tendo em vista os itens acima apresentados,
Eu _____, Portador do RG nº _____, de
forma livre e esclarecida, manifesto meu interesse em participar da pesquisa **“Avaliação da
força de preensão palmar em indivíduos saudáveis”**. Ribeirão Preto
, ____ de _____ 20 ____.

Nome e assinatura do participante da pesquisa ou responsável legal

Camila Bottura

Pesquisadora responsável

APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Pesquisa: “**Avaliação da força muscular respiratória em indivíduos saudáveis**”.

Aluna: Lívia Arcêncio do Amaral.

Orientador: Prof. Dr. Alfredo José Rodrigues

1. Natureza da pesquisa: Você é convidado (a) a participar desta pesquisa, que tem como finalidade investigar a sua força máxima para inspirar e expirar (força para puxar e soltar o ar) através da realização de um sopro em um aparelho. Esta avaliação será realizada por um profissional capacitado em uma coleta única.

2. Envolvimento na pesquisa: Ao participar deste estudo você deve permitir que um membro deste projeto faça uma entrevista onde serão feitas algumas perguntas sobre seu estado de saúde e realize a coleta para avaliar a sua força máxima para respirar.

3. Riscos e desconforto: A participação nesta pesquisa não traz complicações legais. Os procedimentos utilizados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme a Resolução n. 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. Nenhum dos procedimentos utilizados oferece riscos a sua saúde e dignidade. Os procedimentos realizados para a avaliação da sua força respiratória usualmente não geram desconfortos, mas, por se tratar de uma avaliação respiratória, pode ocorrer desconforto ou mal estar relacionado, cansaço, além de enjoo ao realizar o sopro. Você receberá todas as instruções de como realizar o teste para reduzir estes possíveis desconfortos. Além disso, serão realizados períodos de descanso entre os testes para diminuir o cansaço e outros desconfortos que possam surgir. Ainda, a coleta pode ser suspensa quando você considerar necessário, ou quando o pesquisador considerar necessário com o objetivo de diminuir este possível desconforto.

6. Confidencialidade: Todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Os relatos da pesquisa serão identificados com um código, e não com o seu nome. Apenas os membros da pesquisa terão conhecimento dos dados.

7. Benefícios: Ao participar desta pesquisa você não deverá ter nenhum benefício direto. No entanto, no futuro, essas informações poderão ser usadas em benefício de outros pacientes.

8. Pagamento: Você não terá nenhum tipo de despesa por participar desta pesquisa, bem como nada será pago por sua participação.

9. Liberdade de Participação: É garantida a liberdade da retirada do consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo. Não está previsto o pagamento de indenizações e o(a) senhor(a) poderá procurar seus direitos legais caso sinta-

se lesado. Em qualquer etapa do estudo, o(a) senhor(a) poderá ter acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. A pesquisadora Livia Arcêncio do Amaral encontra-se disponível através do telefone (16) 3602-2497 e do e-mail liviaarcencio@usp.br e, o orientador responsável pela pesquisa Prof. Dr. Alfredo José Rodrigues na Divisão de Cirurgia Torácica e Cardiovascular do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto – FMRP/USP, no Campus da USP ou, através do telefone: (16) 3602-2497. Ainda o (a) Senhor (a) poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto através do telefone (16) 3602-2228 para outras dúvidas éticas.

10. Para participar desta pesquisa você deverá assinar este termo de consentimento livre e esclarecido e rubricar todas as páginas deste documento em duas vias. O pesquisador responsável também assinará as duas vias deste documento sendo que uma das vias permanecerá com você.

Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para participar desta pesquisa. Portanto, preencha os itens que segue:

Consentimento Livre e Esclarecido:

Tendo em vista os itens acima apresentados, Eu _____, Portador do RG nº _____, de forma livre e esclarecida, manifesto meu interesse em participar da pesquisa **“Avaliação da força muscular respiratória em indivíduos saudáveis”**.

Data: __/__/__ _____

Data, nome e assinatura do participante da pesquisa ou responsável legal

Livia Arcêncio do Amaral - Pesquisadora responsável

Ribeirão Preto, ____ de _____ 20____.

APÊNDICE C - FORMULÁRIO DE COLETA DE DADOS CLÍNICOS E ANAMNESE

Ficha de Avaliação

Nome: _____ Sexo: _____

Idade: _____ Data de Nascimento: ____/____/____

Profissão: _____

Peso: _____ Altura: _____ IMC: _____

Comorbidades:

☐ HAS☐ DM☐ Tabagista _____ maços/dia;☐ Ex-Tabagista _____ maços/dia;Possui alguma doença cardíaca? ☐ Sim ☐ Não

Qual? _____

Possui alguma doença neuromuscular ou miopatia? ☐ Sim ☐ Não

Qual? _____

Faz uso diário de algum medicamento: ☐ Sim ☐ Não

Qual? _____

Pratica atividade física? ☐ Sim ☐ Não

Qual? _____ Quantas vezes na semana? _____

Membro superior dominante ☐ Direito ☐ Esquerdo

Tem alguma dor incapacitante no membro superior dominante?

☐ Sim ☐ Não Onde? _____**Sinais Vitais**

PA= _____ FC= _____ SpO2= _____

FC maxima= _____ (220 –idade)

Hand Grip Test

	MS Direito	MS Esquerdo
1ª		
2ª		
3ª		

APÊNDICE D - FORMULÁRIO DE COLETA DE DADOS CLÍNICOS E ANAMNESE

Ficha de Avaliação

Nome: _____ Sexo: _____

Idade: _____ Data de Nascimento: ____/____/____

Profissão: _____

Peso: _____ Altura: _____ IMC: _____

Comorbidades:

☐ HAS☐ DM☐ Tabagista _____ maços/dia;☐ Ex-Tabagista _____ maços/dia;Possui alguma doença pulmonar? ☐ Sim ☐ Não

Qual? _____

Foi exposto à fumaça ou poluente por tempo prolongado? ☐ Sim ☐ Não

Não

Possui alguma doença cardíaca? ☐ Sim ☐ Não

Qual? _____

Possui alguma doença neuromuscular ou miopatia? ☐ Sim ☐ Não

Qual? _____

Faz uso diário de algum medicamento: ☐ Sim ☐ Não

Qual? _____

Apresentou gripe ou febre nas últimas 3 semanas: ☐ Sim ☐ Não

Qual? _____

Pratica atividade física? ☐ Sim ☐ Não

Qual? _____ Quantas vezes na semana? _____

Sinais Vitais

PA= _____ FC= _____ SpO2= _____

FC máxima= _____ (220 -idade)

Manovacüômetria

PI_{máx}: ____/____/____ cmH₂O PE_{máx}: ____/____/____ cmH₂O