



**INSTITUTO DE MEDICINA INTEGRAL PROF. FERNANDO
FIGUEIRA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE MATERNO-
INFANTIL**

DOUTORADO

**AVALIAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA NO
PERÍODO GESTACIONAL EM PRIMIGESTAS**

ANDREA LEMOS BEZERRA DE OLIVEIRA

**RECIFE
2009**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Andrea Lemos Bezerra de Oliveira

Mestre em Fisiologia- UFPE

Telefones: (081) 3328-6797 (081) 9232-5707

e-mail: lemosandrea@bol.com.br

Ariani Impieri de Souza

Doutora em Nutrição- UFPE

Telefones: (081) 2122-4779 (081) 8822-7351

e-mail: ariani@imip.org.br

Arméle Dornelas de Andrade

Doutora em Pneumo-Alergologia - Université d'Aix-Marseille III (França)

Telefones: (081) 2126-8496 (081) 8781-8965

e-mail: armeledornelas@yahoo.com.br

José Eulalio Cabral Filho

Doutor em Farmacologia - UNIFESP

Telefones: (081) 3446-1998 (081) 9103-6683

e-mail: eulalio@imip.org.br

ANDREA LEMOS BEZERRA DE OLIVEIRA

AVALIAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA NO
PERÍODO GESTACIONAL EM PRIMIGESTAS

Tese de Doutorado apresentada ao Colegiado da Pós-Graduação em Saúde Materno-Infantil do Instituto de Medicina Integral Professor Fernando Figueira como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Saúde Materno-Infantil.

Linha de Pesquisa: Assistência Pré-natal, Parto e Puerpério.

ORIENTADORA:	ARIANI IMPIERI DE SOUZA
CO-ORIENTADORES:	ARMÉLE DORNELAS DE ANDRADE
	JOSÉ EULÁLIO CABRAL FILHO

RECIFE

2009

ANDREA DE LEMOS BEZERRA DE OLIVEIRA

AVALIAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA NO
PERÍODO GESTACIONAL EM PRIMIGESTAS

Tese de Doutorado apresentada ao Colegiado da Pós-Graduação em Saúde Materno-Infantil do Instituto de Medicina Integral Professor Fernando Figueira como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Saúde Materno-Infantil.

Aprovado em: 21 / 09 / 2009

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a. Dr.^a. Ariani Impieri de Souza

INSTITUTO DE MEDICINA INTEGRAL PROF. FERNANDO FIGUEIRA

Prof. Dr. Aurélio Molina da Costa

INSTITUTO DE MEDICINA INTEGRAL PROF. FERNANDO FIGUEIRA

Prof.^a. Dr.^a. Caroline Wanderley Souto Ferreira Anselmo

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

Prof.^a Dr.^a Isabela Cristina Coutinho Neiva Coelho

INSTITUTO DE MEDICINA INTEGRAL PROF. FERNANDO FIGUEIRA

Prof.^a Dr.^a Karla Mônica Ferraz Teixeira Lambertz

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

*A minha Jóia Única, Breno, companheiro inseparável de todas
as horas;*

*A minha Dádiva Divina, meu filho João Guilherme, alegria extra
da minha vida.*

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor, meu Deus, pelo dom da vida e pelas bênçãos alcançadas.

Ao meu companheiro de todos os momentos, Breno, pela atenção, paciência, carinho, compreensão e, principalmente pelo seu amor. Mais uma conquista conjunta.

Ao meu filho, João Guilherme, pela graça e alegria do convívio.

Aos meus pais, José Bezerra e Luzinete Lemos pelo amor, dedicação e todo investimento em minha pessoa.

A minha irmã Andrezza, pelo apoio nas horas mais inesperadas, inapropriadas e desesperadas.

À professora Ariani Impieri de Souza, pela orientação, disponibilidade constante, atenção e confiança depositada.

Ao professor José Eulálio Cabral Filho, pela orientação, paciência, tempo despendido e disposição incansável no auxílio aos outros. Seus comentários foram valiosíssimos.

À professora Arméle Dornelas de Andrade, pela orientação e por todo o apoio, acompanhamento, atenção, incentivo e carinho, sempre dispensados, ao longo da minha trajetória acadêmica.

Ao professor José Natal Figueiroa pelo auxílio valioso no cálculo da estatística, atenção e paciência sempre despendida.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Saúde Materno-Infantil pelos ensinamentos e disponibilidade demonstrados.

Às secretárias da Pós-graduação, Janice Dias e Ana Carolina Farias , pela atenção e delicadeza no atendimento, agilidade e eficiência nas suas atribuições.

Às gestantes e mulheres, pacientes do IMIP, que se dispuseram a participar desta pesquisa.

À equipe de Enfermagem do ambulatório de pré-natal do IMIP, sempre disponíveis a ajudar.

Às alunas Milena Andrade e Patrícia Cysneiros, pela contribuição no andamento do projeto.

À Roberta Lorena, pelo valioso auxílio e zelo com o banco de dados.

À Cíntia Vasconcelos, pelo incentivo e apoio na plantação da semente desse trabalho, pelos momentos de “baby-sitter” e pela disposição constante em ajudar.

Às amigas Tatiana Paffer e Juliana Menezes, pelas substituições nos momentos em que precisei me ausentar.

Aos amigos Antonietta Cláudia, Jáder Carneiro, Aleide Karine e Alessandra Teixeira, pela frequente disponibilidade carinho, apoio e amizade.

Aos amigos da turma II do doutorado do IMIP, pelo convívio harmonioso, tranqüilo e enriquecedor.

“Tudo evolui; não há realidades eternas: tal como não há verdades absolutas”

Nieztche

SUMÁRIO

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....	x
LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE FIGURAS	xiii
RESUMO.....	xiv
ABSTRACT.....	xvi
1. Contextualização.....	01
2. Objetivos.....	09
3. Métodos.....	11
4. Resultados/Publicações.....	21
4.1 1º artigo.....	21
4.2 2º artigo.....	46
4.3 3º artigo.....	65
5. Considerações Finais.....	84
6. Referências Bibliográficas.....	86
Apêndice.....	95
Anexos.....	99

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CI	Capacidade Inspiratória
cm	Centímetros
cmH ₂ O	Centímetros de Água
CV	Capacidade Vital
CRF	Capacidade Residual Funcional
CPT	Capacidade Pulmonar Total
DIR	Distância Inter-reto Abdominal
DUM	Data da Última Menstruação
FR	Frequência Respiratória
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia
IMC	Índice da Massa Corpórea
IMIP	Instituto de Medicina Integral Prof. Fernando Figueira
IPAQ	Questionário Internacional de Atividade Física
Kg	Kilograma
MET	Equivalente Metabólico
mm	Milímetro
PE _{máx}	Pressão Expiratória Máxima
PI _{máx}	Pressão Inspiratória Máxima
VC	Volume Corrente
VM	Volume Mínuto
VRE	Volume de Reserva Expiratório

LISTA DE TABELAS

Artigo 1	Página
Table 1 . Sample description related to anthropometric data and correlation between respiratory pressures (PImax and PEmax) and independent variables.....	43
Table 2. Inspiratory and expiratory mean pressure values (PImax and PEmax).....	43
Table 3. Comparison of respiratory pressures means and correlation with gestational age between pregnancy trimesters.....	44
Table 4. Linear regression model result for maximum expiratory pressure (PEmax).....	44
Table 5. Linear regression model result for maximum inspiratory pressure (PImax).....	45
 Artigo 2	
Table 1. Anthropometric, morphological and cardiorespiratory differences between primigestas and nulligestas women from 20 to 29 years of age...	62
Table 2. Mean values of the inter-recti supra-umbilical (IR-SUD), umbilical (IR-UD) and infra-umbilical (IR-IUD) distance for the primigestas and nulligestas women groups.....	62

Artigo 3

Tabela 1 – Valores antropométricos e cardiorrespiratórios (média ± desvio padrão) de nuligestas e primigestas de 20 a 29 anos.....	81
Tabela 2. Comparação das médias das pressões respiratórias máximas (P _{Imáx} e P _{Emáx}) entre nuligestas e primigestas nos diferentes trimestres de gestação.....	81

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 - Mudanças nos volumes e capacidades pulmonares entre o 7 ^º e 9 ^º mês de gestação.....	02
Figura 2 – Fluxograma de captação de pacientes.....	16
 Artigo 1	
Figure 1. Patients Recruitment Flowchart Diagram.....	42
 Artigo 2	
Figure 1. Pearson´s correlations between maximum inspiratory (PI _{max}) and maximum expiratory pressure (PE _{max}) with inter-recti abdominal distance: A and B: supra-umbilical (IR-SUD); C and D: umbilical (IR-UD); E and F: infra-umbilical (IR-IUD) in primigestas women from 20 to 29 years of age.....	64
 Artigo 3	
Figura 1- Comparação entre os valores de pressão inspiratória máxima (PI _{máx}) entre as primigestas e nuligestas de acordo com a idade.....	82
Figura 2- Comparação entre os valores de pressão expiratória máxima (PE _{máx}) entre as primigestas e nuligestas de acordo com a idade.....	83

RESUMO

Objetivos: o objetivo deste estudo foi descrever os valores médios da força muscular inspiratória (PI_{máx}) e expiratória (PE_{máx}) durante o período gestacional em primigestas, compará-los com valores de nuligestas e determinar a associação com variáveis clínicas (idade gestacional, frequência respiratória, dispnéia no repouso e esforço) antropométricas (idade, altura, peso e índice de massa corpórea) e morfológicas (altura de fundo de útero e distância inter-reto abdominal). **Métodos:** realizou-se um estudo de corte transversal envolvendo 120 primigestas de baixo risco obstétrico, da 5^a a 40^a semana gestacional e 40 nuligestas, na faixa etária de 20 a 29 anos, eutróficas, não praticantes de atividade física, atendidas no ambulatório da mulher do Instituto de Medicina Integral Prof. Fernando Figueira. Os valores de P_Imax e P_Emax foram obtidos a partir do Volume Residual e Capacidade Pulmonar Total através de um manovacuômetro digital; a distância inter-reto foi avaliada em 3 níveis (supra-umbilical, umbilical e infra-umbilical) através de um paquímetro digital e a dispnéia pela escala de Borg. A comparação entre dois grupos foi realizada pelo teste *t* de Student. A associação entre as variáveis independentes e as pressões foi realizada pelo coeficiente de correlação de Pearson e regressão linear múltipla, assim como a relação dos fatores grupo e idade sobre as pressões. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos do referido hospital sob o número de protocolo: 986/2007. **Resultados:** A P_Imax para as primigestas foi 88.5 (DP= 16.52) cmH₂O e para as nuligestas foi 94.22 (DP= 22.63) (p=0.08). A P_Emax para as primigestas foi 99.76 (DP= 18.19) e para as nuligestas foi 98.67 (DP = 20.78) (p= 0.75). Não houve correlação entre a idade gestacional e a P_Imax (r = - 0.06 ; p= 0.49) ou a P_Emax (r = - 0.11; p= 0.22). A altura e dispnéia de esforço foram as únicas variáveis que mostraram correlação, apenas com a P_Imax, apresentando-se no modelo final de regressão linear: (0.6+ 57.9 altura – 1.68 dispnéia esforço). A relação entre idade cronológica e P_Imáx / P_Emáx não diferiu entre primigestas e nuligestas (coeficiente angular para ambas = 0.282 e 0.453 respectivamente). A altura de fundo uterino e distância inter-reto não esteve associada a P_Imax ou P_Emax. **Conclusão:** As pressões respiratórias em mulheres de 20 a 29 anos foram similares entre primigestas e nuligestas e mantiveram-se constantes durante a gestação. A altura e a dispnéia de esforço interferiram apenas na P_Imáx durante a gestação. Apesar de haver aumento da distância da musculatura reto

abdominal isto não influenciou a força respiratória. Tais achados fornecem elementos para compreensão da biomecânica muscular respiratória no período gestacional.

PALAVRAS-CHAVE: pressões respiratórias máximas, músculos respiratórios, gravidez, músculos abdominais

ABSTRACT

Objectives: the aim of this study was to describe the mean values of inspiratory (P_Imax) and expiratory (P_Emax) muscle strength during pregnancy in primigestas, compare them to nulligestas values and to determine the relationship to clinic (gestational age, respiratory frequency, rest and effort dyspnea) anthropometric (age, height, weight, body mass index) and morphologic variables (uterine fundal height, inter-recti abdominis distance). **Methods:** This is a cross-sectional study involving 120 low obstetric risk primigestas, from 5th to 40th gestational week and 40 nulligestas, aging from 20 to 29 years old, eutrophic, that did not exercise, from the Integral Medicine Institute Prof. Fernando Figueira women outpatient clinic. P_Imax and P_Emax values were obtained from Residual Volume and Total Pulmonar Capacity through a digital pressure transducer; inter-rectus distance was assessed in three levels (supra-umbilicus, at umbilicus and infra-umbilicus) by a digital caliper and dyspnea by Borg's scale. Comparison between groups was made by Student t test. Association between independent variables and the pressures was made by Pearson's correlation coefficient and multiple regression analysis, as well as for the group and age factors relationship upon pressures. The study had Institutional approval of the Ethics and Reserarch Committee under the registration number 986/2007. **Results:** P_Imax for primigestas was 88.5 (SD= 16.52) cmH₂O and for nulligestas was 94.22 (SD= 22.63) (p=0.08). P_Emax for primigestas was 99.76 (SD= 18.19) and for nulligestas was 98.67 (SD = 20.78) (p= 0.75). There was no correlation between gestational age and P_Imax (r = - 0.06 ; p= 0.49) or P_Emax (r = - 0.11; p= 0.22). Height and effort dyspnea were the only variables that have correlation, only to P_Imax, appearing in the final linear regression model: (0.6+ 57.9 height – 1.68 effort dyspnea). Chronologic age and P_Imax/P_Emax relationship did not differ between primigestas and nulligestas (angular coefficient for both = 0.282 and 0.453 respectively). Uterus fundus height and inter-rectus distance was not associated to P_Imax or P_Emax. **Conclusion:** the respiratory pressures in women from 20 to 29 years of age were similar between primigestas and nulligestas and were constant during pregnancy. Height and effort dyspnea interfered only to P_Imax during pregnancy. Despite of there is an increase of the inter-recti abdominis distance this has not had an influence on respiratory strength. These findings

furnish elements to the comprehension of the respiratory muscles biomechanics during pregnancy.

KEY-WORDS: maximum respiratory pressures, respiratory muscles, pregnancy, abdominal muscles.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

No período gestacional há uma série de alterações fisiológicas para melhor adaptação às exigências materno-fetais, e o sistema respiratório é bastante requisitado para suprir as novas necessidades desse período^{1,2}. A maioria dessas mudanças é iniciada e mantida pelos hormônios gestacionais, é quase sempre estabelecida no final do primeiro trimestre e é necessária para acomodar o aumento da demanda do feto em crescimento³.

Dentre as alterações anatômicas do sistema respiratório que acontecem na gestação destaca-se o alargamento do tórax, já que os diâmetros ântero-posterior e transversal aumentam cerca de 2 cm. As costelas inferiores afastam-se progressivamente na gestação e o ângulo subcostal aumenta progressivamente de uma média de 69,5°, no início da gravidez para 103,5°, no termo⁴. Como consequência, há um acréscimo de 5-7 cm na circunferência da caixa torácica durante a gestação^{4,5}. Essas mudanças são parcialmente compensadas pelo relaxamento dos ligamentos das costelas de tal forma que a complacência da caixa torácica fica reduzida em 35% a 40%^{5,6}.

O abdômen em expansão influencia a posição do diafragma, que se eleva em até 5 cm acima de sua posição de repouso habitual⁴. Esta alteração leva a um aumento da pressão abdominal com um reposicionamento cefálico do músculo diafragma, que associado à redução da Capacidade Residual Funcional (CRF) tende a aumentar a sua área de aposição em relação ao gradil costal⁵. Quando o diafragma se contrai, ocorre o aumento da pressão abdominal, que é transmitida ao tórax através da zona de aposição para expandir a caixa torácica inferior. Portanto, na gravidez a melhor interação deste músculo com as costelas inferiores, permite um aumento da sua capacidade em gerar tensão, confirmado através de estudo fluoroscópico, que quantificou a maior excursão do diafragma durante a respiração corrente na gravidez^{7,8}.

Vários estudos longitudinais e transversais^{1,5,6,9-16} têm avaliado os efeitos da gestação nos volumes e capacidades pulmonares e concordam que, de fato, há uma queda na capacidade residual funcional (CRF) da gestante em torno de 17-21%. Alguns autores^{9,10,14,15} demonstram que essa queda ocorre em virtude tanto do decréscimo progressivo no volume de reserva expiratória (VRE) de 15-20% quanto no volume residual de 20-25% (VR).

A redução da CRF é compensada por um aumento recíproco na capacidade inspiratória (CI) em torno de 5%-10% em virtude do aumento do volume corrente (VC), uma vez que o volume de reserva inspiratório (VRI) não se altera^{10,14-19}. Como consequência há uma manutenção^{5,11,14,16,17,20-23} ou discreta diminuição (4%-5%)^{9,15,24} da capacidade pulmonar total (CPT). Como a CPT é mantida e o VR tende a diminuir discretamente, a capacidade vital (CV) é preservada^{6,11,13-15,20,21,25,26} (Figura 1).

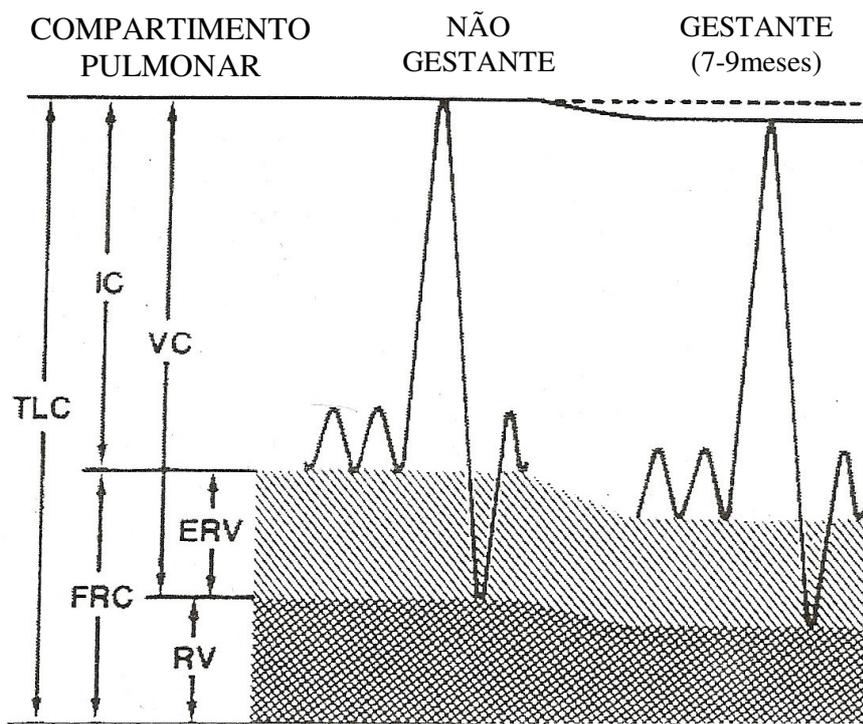


Figura 1-Mudanças nos volumes e capacidades pulmonares entre o 7º e 9ºmês de gestação (Elkus e Popovich¹⁸). TLC: capacidade pulmonar total, FRC: capacidade residual funcional, IC: capacidade inspiratória, RV: volume residual, ERV: volume de reserva expiratório, VC: volume corrente.

Essas alterações nos volumes e capacidades pulmonares iniciam-se precocemente, entre a 10ª e 12ª semana gestacional, e progride atingido o máximo em torno da 36ª semana concomitante ao deslocamento cefálico do diafragma decorrente do crescimento uterino^{5,9,15,27}.

O efeito fisiológico respiratório mais consistente da gravidez é o aumento do volume minuto (VM) em torno de 3-4 l/min (35%-55%) observado já na 8ª semana gestacional. Essa alteração do VM é o reflexo do aumento de 30-50% no volume corrente (VC), já que a frequência respiratória (FR) não sofre alteração significativa, aumentando apenas cerca de 2 incursões por minuto^{1,5,8-10,15,18,20,28,29}.

As mudanças na ventilação são acompanhadas pelo aumento da ventilação alveolar em torno de 50% a 80%^{5,9,25,30,31}, pois apesar de haver um aumento do espaço morto, a relação espaço morto/volume corrente não se altera³⁵. Conseqüentemente a pressão parcial arterial de dióxido de carbono (PCO₂) reduz de 40mmHg para 32-34 mmHg, já na 8^o semana de gestação^{16,17,32,33}, enquanto que a pressão parcial arterial de oxigênio (PO₂) não se modifica ou apresenta um discreto aumento de 8 a 15mmHg^{20,30,34,35}. No entanto, essa alcalose respiratória é compensada pela perda renal de bicarbonato, mantendo níveis entre 18 e 21 mEq/l, o que proporciona, dessa forma, a normalidade nos valores de pH^{33,35,36}.

Esses ajustes ventilatórios associados à redução da CRF proporcionam uma maior eficiência na mistura gasosa e permitem atender às exigências gestacionais quanto ao consumo de oxigênio aumentado de 15% a 20%^{9,15,28,31,37}.

A hiperventilação provocada pela gravidez ocorre precocemente entre a 7^o e 8^o semana gestacional, com pequena progressão no segundo e terceiro trimestre³⁰ e resulta de uma complexa interação entre alterações no equilíbrio ácido-básico e outros fatores que diretamente afetam a ventilação como aumento do *drive* inspiratório (estímulo inspiratório), da sensibilidade quimiorreflexa central, do metabolismo e diminuição do fluxo sanguíneo cerebral. Tudo isso mediado pelos efeitos combinados dos hormônios esteróides sexuais femininos, a progesterona e o estrógeno^{38,39}.

As várias evidências de que a progesterona é um estimulante respiratório fornecem suporte para atribuir a esse hormônio o papel principal responsável pela hiperpnéia gestacional⁴⁰⁻⁴³. Os estudos em gestantes mostram uma correlação negativa^{44,45,46} entre a concentração plasmática de progesterona e os níveis de P_aCO₂ e correlação positiva⁵ entre aumento do *drive* ventilatório e níveis de progesterona indicando sua participação direta no processo da hiperventilação. Assim o aumento da ventilação parece ser estimulado por um limiar mais baixo do centro respiratório ao gás carbônico provocado pela progesterona⁴⁷.

Essa resposta ventilatória à progesterona é ainda mediada pelo estrógeno que aumenta o número e disponibilidade dos seus receptores nas áreas respiratórias do sistema nervoso central^{41,44,48,49}. Entretanto, mesmo conhecendo a contribuição hormonal no aumento do *drive* ventilatório, os mecanismos fisiológicos de suas ações ainda tem sido motivo de investigações.

Apesar da complexidade das inter-relações entre os diversos componentes envolvidos no controle respiratório, sugere-se, em dados recentes, que a progesterona e o estrogênio estimulam a ventilação através de mecanismos centrais e periféricos atuando de forma direta nas células quimiorreceptoras e indireta na estimulação de neurônios envolvidos na integração de sinais dessas células^{39,44,49}.

Como repercussão clínica da hiperventilação gestacional, há uma maior percepção da respiração normal e aproximadamente 75% das gestantes relatam queixas subjetivas de dispnéia no repouso e no esforço^{50,51,52}. A dispnéia gestacional aparece no primeiro trimestre, sendo mais intensa a partir da 30ª semana de gestação, e geralmente não interfere nas atividades de vida diária, nem compromete a capacidade aeróbica no exercício^{52,53,54}.

Embora as causas da dispnéia não estejam claramente elucidadas, a literatura sugere uma relação causal multifatorial envolvendo estímulos hormonais, aumento do requerimento ventilatório, percepção aumentada da hiperventilação e crescimento do trabalho respiratório imposto pelas alterações morfológicas tóraco-abdominal^{38,49,53,55}.

Alterações na resistência das vias aéreas como provável causa da dispnéia é descartada, uma vez que há um aumento de 30% na condutância dessas vias, mantendo a sua funcionalidade na gestação^{6,10}. Assim, os valores espirométricos, como volume expiratório forçado no 1º segundo (VEF₁) e a capacidade vital forçada não mostram mudanças significativas^{9,10,13,56,57}, o pico de fluxo expiratório também se mantém inalterado^{58,59,60} ou discretamente diminuído⁶¹ e o volume de fechamento, reflexo da função das vias aéreas inferiores conserva sua normalidade^{62,63,64}.

Alguns autores^{5,9,38,65} acreditam que mudanças na função pulmonar são, provavelmente, pequenas para explicar o surgimento da dispnéia, mas que as alterações da caixa torácica poderiam influenciar o surgimento desse sintoma. Field et al.⁵⁵ sugerem que, durante a gravidez, mais esforço é exigido para executar a respiração normal devido às alterações na mecânica respiratória, ou seja, a expansão do abdômen com conseqüente elevação das costelas inferiores, aumentos do ângulo subcostal e da circunferência da caixa torácica poderiam alterar as condições de funcionamento dos músculos respiratórios.

Parece razoável considerar que as progressivas mudanças gestacionais na forma e configuração do abdome, diafragma e caixa torácica poderiam comprometer a resposta

mecânica dos músculos respiratórios e isso ser a causa ou contribuir para o aumento do desenvolvimento da dispnéia gestacional. Contudo, não há suporte na literatura para confirmação de tal fato, pois realizando uma revisão bibliográfica nas bases de dados da PUBMED/ MEDLINE entre os anos de 1966 e 2009, os estudos encontrados foram escassos, envolviam amostras pequenas e não havia valores de referência para a população gestante^{5,8,54,65,66}.

Nenhum dos estudos^{5,8,54,65,66} que verificaram, durante a gestação, a pressão inspiratória (PImáx) e a expiratória (PEmáx), reflexo da força muscular respiratória, averiguaram quaisquer influências antropométricas e morfológicas sobre os valores encontrados. Tais estudos apresentam valores médios de PImáx que variam entre 76 cmH₂O a 88 cmH₂O e PEmáx entre 78 cmH₂O e 107 cmH₂O. No entanto, envolvem amostras pequenas (8⁸, 10⁶⁶, 13⁵⁴, 18⁵, e 23⁶⁵ gestantes) e a maioria^{8,54,65} não relata ou controla a paridade e envolvem apenas o 3º trimestre gestacional^{8,54,66}.

Outro fator a ser considerado no desenvolvimento da PEmáx durante a gestação são as repercussões da distensão abdominal. Com a progressão da gravidez, os músculos abdominais vão sendo submetidos a um progressivo e contínuo alongamento. Há um aumento de 115% no comprimento muscular dos retos abdominais⁶⁷, que de acordo com Fast et al⁶⁸ tornam-o mais enfraquecidos. Associado a isso, sob influência hormonal, essas duas faixas musculares dos retos podem afastam-se a partir da linha alba. O aumento dessa distância inter-reto recebe o nome de diástase dos músculos retos abdominais e é um fenômeno bastante comum, apresentando uma relação significativa com a progressão da gestação^{69,70}. Ocorre em cerca de 66% das gestantes no último trimestre e pode aparecer também durante o trabalho de parto^{70,71}.

Tais alterações anatômicas podem causar prejuízo no vetor de força, diminuindo a capacidade de contração da musculatura^{67,72}, com conseqüente repercussão funcional nos diversos sistemas⁷⁰, inclusive o respiratório, uma vez que os retos têm uma grande ação na caixa torácica durante a expiração⁷³.

FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA

A força da musculatura respiratória é mensurada através de um manômetro de pressões negativas e positivas, conhecido como Manovacuômetro. Trata-se de um método não invasivo que permite, portanto, mensurar a força dos músculos inspiratórios

através da pressão negativa (PImáx) e expiratórios pela pressão positiva (PEmáx) gerada⁷⁴.

Conceitualmente, para se determinar PEmáx, o indivíduo deve ser orientado a inspirar até a capacidade pulmonar total (CPT) e então expirar o máximo possível no Manovacômetro. A maior pressão alcançada por pelo menos um segundo é a PEmáx. Para se obter a PImáx pede-se ao indivíduo que, após haver expirado completamente, deixando apenas o volume residual (VR), puxe todo o ar profundamente no Manovacômetro. A pressão mais negativa alcançada e sustentada por pelo menos um segundo compreende a PImáx⁷⁵.

Durante a mensuração da pressão inspiratória máxima e da pressão expiratória máxima, os volumes a partir dos quais as manobras são iniciadas devem ser levados em consideração, pois sabe-se que a pressão máxima gerada durante uma contração isométrica varia diretamente com o comprimento em repouso do músculo⁷⁶. Consequentemente, os valores para PImáx e PEmáx dependem do volume pulmonar no qual os testes são realizados. Recomenda-se, portanto, que tal mensuração seja realizada a partir do volume residual e capacidade pulmonar total para que se obtenha uma melhor relação comprimento- tensão para geração da força^{75,76}.

As medidas das pressões respiratórias são importantes para o diagnóstico de fraqueza muscular respiratória e a quantificação de sua severidade em diversas condições clínicas como doenças neuromusculares e cardiopulmonares^{78,79}. Também se mostram útil no acompanhamento de participantes de programas de treinamento respiratório, além de ser importante no diagnóstico diferencial nos quadros inespecíficos de dispnéia e dificuldade de tosse e nos protocolos de desmame da ventilação invasiva^{80,81,82}. Serve ainda para detectar a fraqueza muscular que acompanha desordens endócrinas⁸⁰ e processos patológicos como desnutrição⁸³, doenças metabólicas⁸⁰ e terapia por esteróide⁸⁴.

A PImáx é indicativa da capacidade ventilatória, do desenvolvimento da insuficiência respiratória e determinante do volume corrente, enquanto que a PEmáx é fundamental para diagnosticar desordens neuromusculares e a eficácia da tosse e sua medida é o único teste amplamente disponível para a avaliação da força dos músculos expiratórios^{75,85}.

Nos últimos 40 anos, vários estudos têm sido realizados mundialmente, em diversas populações como idosos, adolescentes, adultos e crianças, com a finalidade de propor valores normais de pressões respiratórias máximas⁸⁶⁻⁹⁷.

A maioria desses estudos estabelece equações de referências que relacionam a PImáx e/ou PEmáx com algumas variáveis como sexo, idade, peso, altura e superfície corpórea e apresentam uma grande variabilidade nos resultados. Apesar da falta de consenso existente entre a predição desses valores, as equações de referência derivadas desses estudos são úteis na avaliação da força muscular respiratória, pois a partir delas, pode-se obter uma estimativa de valores normais esperados para cada indivíduo.

Há ainda o relato na literatura do comportamento dessas pressões em diversas situações clínicas como na doença respiratória^{98,99}, lesão medular^{100,101}, obesidade¹⁰², doenças neuromusculares^{103,104}, com poucos estudos na gestação^{5,8,65}.

Apesar de bem descritas e discutidas na literatura as alterações dos volumes e capacidades pulmonares, bem como as alterações estruturais envolvendo a caixa torácica e o diafragma durante a gestação, o comportamento da força muscular respiratória ainda não está bem definido.

A partir das informações descritas, poder-se-ia suspeitar que a presença, de tais alterações estruturais, causaria interferência no desenvolvimento da força muscular respiratória. No entanto, ainda é incerto até que ponto a elevação do diafragma, o aumento da circunferência torácica e a distensão abdominal interferem nos valores de PImáx e PEmáx. Não se sabe quais as variáveis morfológicas e funcionais que podem influenciar a geração dessa força nesse período.

Assim, em virtude da lacuna existente, o presente estudo surgiu de suposições descritas da literatura dos possíveis fatores que podem interferir na capacidade de geração de força muscular respiratória na gestação. Portanto, a presente proposta visa avaliar o comportamento da força muscular inspiratória e expiratória durante o período gestacional e realizar uma associação com variáveis clínicas, antropométricas e anatômicas.

Isto possibilitará um acréscimo de informações novas e mais consistentes e melhora da compreensão sobre a influência gestacional no comportamento da força muscular respiratória durante esse período.

O melhor conhecimento das pressões respiratórias na gestação, poderá facilitar o acompanhamento de gestantes com histórico de doenças neuromusculares ou respiratórias, bem como auxiliar na distinção entre um sintoma de dispnéia fisiológica

gestacional e aquela fisiopatológica causada por fraqueza muscular, reflexo do surgimento ou agravamento de alguma condição patológica.

Ademais, esse estudo servirá potencialmente para um melhor embasamento científico nos futuros protocolos de exercícios respiratórios para população gestante de uma maneira geral ou mesmo com algum comprometimento do sistema respiratório e possível orientação para respiração no trabalho de parto. Além de melhor orientar os programas de condicionamento físico para gestantes, permitindo assim uma maior especificidade na sua elaboração.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Descrever os valores médios da força muscular inspiratória (P_{Imáx}) e expiratória (P_{Emáx}) durante o período gestacional em primigestas comparando-os com nuligestas.

2.2 Objetivos Específicos

Artigo 1

Em primigestas:

- Estimar os valores médios de P_{Imáx} durante o período gestacional a partir do Volume Residual;
- Estimar os valores médios de P_{Emáx} durante o período gestacional a partir da Capacidade Pulmonar Total;
- Correlacionar os valores de P_{Imáx} e P_{Emáx} com:
 - idade cronológica;
 - variáveis antropométricas (peso, altura e índice de massa corpórea)
 - idade gestacional;
 - distância inter-reto abdominal;
 - altura de fundo uterino;
 - grau de dispnéia em repouso e no esforço;
 - frequência respiratória;
- Determinar a influência de cada variável independente na força muscular respiratória.

Artigo 2

Em Primigestas e Nuligestas:

- Caracterizar e comparar as amostras quanto à idade, nível de atividade física e variáveis antropométricas (peso, altura, índice de massa corpórea- IMC);

- Estimar os valores médios da distância inter-reto abdominal nos níveis supra-umbilical, umbilical e infra-umbilical;
- Comparar as médias dos valores das distâncias inter-reto abdominal entre as primigestas e nuligestas;
- Correlacionar os valores de P_{Imax} e P_{E_{max}} com as distâncias inter-reto abdominal nos níveis supra-umbilical, umbilical e infra-umbilical;
- Determinar a prevalência do aumento da distância inter-reto abdominal nas primigestas;

Artigo 3

Em Primigestas e Nuligestas

- Caracterizar e comparar as amostras quanto à idade, nível de atividade física e variáveis antropométricas (peso, altura, IMC)
- Estimar os valores médios de P_{Imáx} a partir do Volume Residual;
- Estimar os valores médios de P_{E_{máx}} a partir da Capacidade Pulmonar Total;
- Comparar as médias dos valores de P_{Imáx} obtidas durante o período gestacional com as médias de valores obtidos da população de nuligestas;
- Comparar as médias dos valores de P_{E_{máx}} obtidas durante o período gestacional com as médias de valores obtidos da população de nuligestas;
- Determinar a associação entre idade e os valores de P_{Imáx} e P_{E_{máx}} nos grupos

3. MÉTODOS

3.1 Local do Estudo

O estudo foi realizado no Instituto de Medicina Integral Professor Fernando Figueira (IMIP), entidade não-governamental de direito privado, sem fins lucrativos, que atua nas áreas de assistência médico-social, ensino, pesquisa e extensão comunitária.

O IMIP é localizado na cidade do Recife, Pernambuco, no Nordeste do Brasil. Trata-se de um hospital terciário com atendimento em todas as áreas de saúde.

3.2 Período do Estudo

A coleta dos dados foi realizada no período compreendido de janeiro de 2008 a março de 2009.

3.3 Desenho do Estudo

Foi realizado um estudo de corte transversal.

3.4 População do Estudo

A população foi composta por mulheres atendidas no ambulatório de pré-natal de baixo risco e no ambulatório de ginecologia no IMIP, no período do estudo.

3.5 Amostra

3.5.1 Amostragem

Foi obtida uma amostra de conveniência, entre as gestantes identificadas na sala de espera do atendimento pré-natal de baixo risco e nuligestas atendidas no ambulatório

da mulher no turno da manhã de segunda à sexta-feira de acordo com os critérios de elegibilidade (critérios de inclusão e exclusão).

3.5.2 Tamanho Amostral

O tamanho da amostra foi calculado adotando-se a recomendação de Vittinghoff¹⁰⁵ sobre o número de preditores que devem ser incluídos em modelos de regressão. Segundo essa recomendação, deve haver pelo menos 10 sujeitos para cada preditor. Nesse estudo contemplou-se a inclusão de 12 preditores nos modelos de regressão. Portanto, por este cálculo foram necessárias 120 gestantes para inclusão no estudo.

A fim de garantir a compatibilidade com a distribuição gaussiana para o grupo de nuligestas foram incluídas 40 mulheres

3.6 Critérios de Elegibilidade

3.6.1 Critérios de Inclusão

- Primigestas ou nuligestas
- Idade entre 20 e 29 anos
- Não praticantes de exercício físico
- Eutróficas
- Para as primigestas
 - Idade gestacional entre 5^a – 40^a semanas pela data da última menstruação (DUM) e/ou ultra-sonografia do 1^o trimestre
 - Gestação única
 - Baixo risco obstétrico

3.6.2 Critérios de Exclusão

- Deformidades de coluna ou caixa torácica
- Tabagismo
- Pneumopatias, gripes ou resfriados
- Doenças neuro-musculares
- Incapacidade de compreender ou realizar o procedimento

3.7 Definição e Operacionalização das Variáveis

3.7.1 Variável dependente

- Pressão Inspiratória (PImáx) e Expiratória (PEmáx) máximas

3.7.2 Variáveis independentes

- Idade gestacional
- Idade cronológica
- Altura
- Peso
- Índice de Massa Corpórea (IMC)
- Grau de dispnéia no repouso
- Grau de dispnéia no esforço
- Distância inter-reto abdominal
 - Supra-umbilical
 - Umbilical
 - Infra-umbilical
- Altura do fundo do útero
- Frequência respiratória

3.7.3 Definição de Termos e Variáveis

Termos

- **Atividade física:** qualquer movimento corporal produzido pela contração do músculo esquelético e que resulta em gasto energético maior que os níveis de repouso¹⁰⁶.
- **Baixo risco obstétrico:** ausência de doença clínica prévia à gestação ou doenças diagnosticadas durante a gestação que necessite de cuidados especiais ou internamento antecipado, tais como: malformação uterina, mioma uterino, gestações múltiplas, cardiopatias, diabetes mellitus, hipertensão, nefropatias, doenças neuro-musculares, asma, descolamento prematuro de placenta, diabetes gestacional, placenta prévia, cérvix incompetente, polidrâmnio, oligoâmnio.

- **Deformidades de coluna ou caixa torácica:** alterações ósseas e musculares que possam comprometer a mensuração das medidas de PImáx e PEMáx, tais como pectus carinatum (peito de pombo), pectus excavatum (peito de sapateiro), escoliose acima de 30°, cifose importante.
- **Eutrófica:** Considerou-se o IMC adequado para idade gestacional de acordo com Atalah et al.¹⁰⁷(Anexo 2) e para as nuligestas valores propostos pela Organização Mundial de Saúde¹⁰⁸: entre 20-25 kg/m².
- **Força Muscular Respiratória:** geração de tensão, pelos músculos respiratórios. Será mensurada através de pressões respiratórias estáticas máximas geradas no nível da boca por um aparelho transdutor de pressão denominado manovacuômetro.
- **Nuligesta:** mulheres que nunca engravidaram.
- **Primigesta:** mulheres que se encontravam na primeira gestação.
- **Tabagismo:** hábito de fumar, independente do tempo e da quantidade de cigarros.

Variáveis

- **Altura do fundo do útero:** variável numérica, discreta, correspondente a distância em cm entre a borda superior da sínfise púbica e o fundo uterino.
- **Distância inter-reto abdominal:** variável numérica, contínua identificada como a separação das 2 faixas musculares do músculo reto abdominal, medida em mm, através do paquímetro, nos níveis supra-umbilical (4,5cm acima do umbigo), umbilical e infra-umbilical (4,5cm abaixo do umbigo).
- **Grau de Dispneia no esforço:** variável numérica, discreta, considerada como a sensação subjetiva de falta de ar relatada pela paciente no repouso, mensurada pela escala proposta por Borg¹⁰⁹ onde 0 indica nenhuma dificuldade e 10 a máxima dificuldade (Anexo 3).
- **Grau de Dispneia em repouso:** variável numérica, discreta, considerada como a sensação subjetiva de falta de ar relatada pela paciente após esforço (como por exemplo: subir escadas, caminhada rápida), mensurada pela escala proposta por Borg¹⁰⁹ onde 0 indica nenhuma dificuldade e 10 a máxima dificuldade (Anexo 3).

- **Idade gestacional:** variável numérica, discreta, referente ao número de semanas completas da gestação calculada a partir da data da última menstruação e/ou ultra-sonografia.
- **Idade cronológica:** variável numérica, discreta, expressa em anos completos, calculada a partir da data do nascimento da paciente.
- **Índice de Massa Corpórea:** variável numérica, contínua, expressa em kg/m^2 , calculada a partir do peso em kilogramas, dividido pelo quadrado da altura em cm.
- **Nível de atividade física:** variável numérica, contínua, expressa em equivalente metabólico (MET).minuto/semana ou classificada em leve, moderada e alta de acordo com os critérios propostos pelo Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) ¹¹⁰(Anexo 4), validado para o português por Pardini, Matsudo, Araújo et al. ¹¹¹ e cuja interpretação encontra-se no Anexo 5.
- **Pressão Inspiratória Máxima (PI_{máx}):** variável numérica, contínua, expressa em cmH_2O , considerada como a medida da máxima pressão negativa (inspiratória) estática gerada na boca através de um bocal conectado a um manômetro de pressão a partir do volume residual.
- **Pressão Expiratória Máxima (PE_{máx}):** variável numérica, contínua, expressa em cmH_2O , considerada como a medida da máxima pressão positiva (expiratória) estática gerada na boca através de um bocal conectado a um manômetro de pressão a partir da capacidade pulmonar total.

3.8 Procedimentos para Seleção dos Participantes

As primigestas consideradas elegíveis foram questionadas quanto ao interesse em participar do estudo. Após a explicação do estudo, era solicitada a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice 1) caso a paciente desejasse participar. Em seguida eram coletados os dados pessoais, antropométricos e a mesma seguia para a sala de fisioterapia onde eram mensuradas as pressões respiratórias e mensuradas a distância dos retos abdominais e altura do fundo uterino. O mesmo procedimento foi realizado com as nuligestas. O diagrama seguinte apresenta o fluxograma de captação de pacientes (Figura 2).

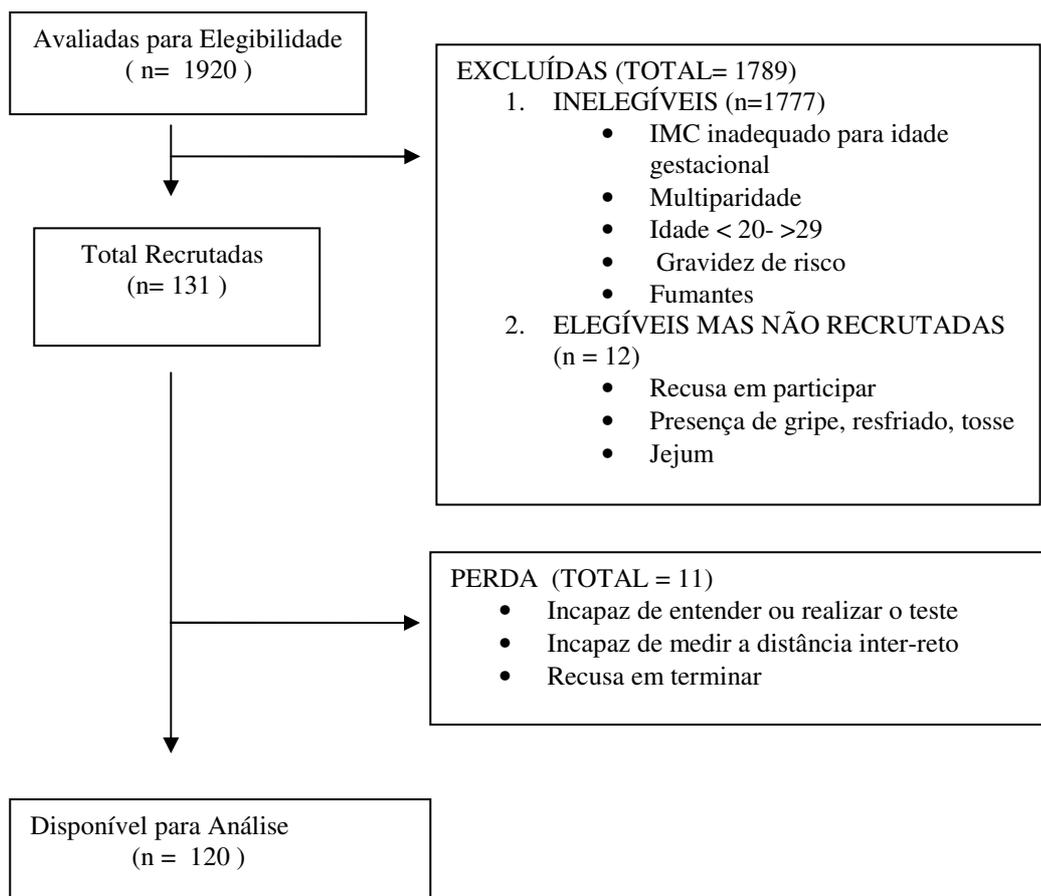


Figura 2. Fluxograma de captação das pacientes primigestas.

3.9 Procedimentos para Coleta de Dados

Os dados foram coletados utilizando um formulário padrão (Apêndice 2) pela pesquisadora e 2 alunas de fisioterapia que receberam treinamento específico para coleta. Os dados pessoais foram coletados dos prontuários enquanto que o procedimento de coleta para as outras variáveis encontram-se descrito abaixo:

- **PImáx e PEmáx**

Os valores de pressões respiratórias máximas (PImáx e PEmáx) foram obtidos utilizando um manovacuômetro com resolução de medida de 1 cmH₂O e escala de fundo de 480 cmH₂O (Marca G-MED; modelo: MVD 300). As mensurações foram realizadas com as participantes em posição sentada, utilizando o clipe nasal do instrumento e respirando através de uma boquilha oval : 2,8 X 0,7 cm de dimensão.

A calibração do aparelho foi efetuada por um serviço autorizado (MDI produtos e Sistemas Ltda - RS) de acordo com os padrões de calibração do Instituto Nacional de Metrologia- INMETRO a cada 6 meses.

Com uma das mãos a participante segurou a boquilha firmemente, pressionando-a contra os lábios, para evitar o vazamento perioral durante a realização das manobras. Entre a boquilha e o manovacuômetro foi conectado um tubo intermediário com um orifício de 2mm de diâmetro com o intuito de prevenir o fechamento da glote evitando, desse modo, que a gestante gerasse pressão (negativa ou positiva) adicional com os músculos faciais ou faríngeos. Antes de realizar a técnica as gestantes receberam instruções sobre como deveriam utilizar o manovacuômetro e 3 manobras consideradas como teste foram executadas.

Para a mensuração da PImáx, a participante foi orientada a expirar profundamente até o Volume Residual, seguida de inspiração profunda e rápida sustentada no manovacuômetro. Para mensuração da PEmáx, a gestante foi orientada a inspirar de forma profunda até Capacidade Pulmonar Total, seguida de uma expiração profunda e rápida e sustentada no manovacuômetro.

Todas as participantes executaram pelo menos 3 manobras de PImáx e 3 manobras de PEmáx para cada volume pulmonar estudado e um intervalo de descanso de 1 minuto entre uma manobra e outra foi fornecido. Foram registradas apenas as manobras tecnicamente aceitáveis e reprodutíveis, ou seja, aquelas mantidas estáveis por pelo menos um segundo e sem vazamento de ar e com variação $\leq 10\%$. O maior valor de pressão positiva e negativa mensurado no manovacuômetro foi selecionado para a análise final.

▪ **Distância Inter-reto Abdominal (DIR)**

A medida da separação dos músculos retos abdominais foi obtida com a utilização de um paquímetro (STARRET[®], 779) com acurácia de 0,02mm. Utilizando-se a postura de decúbito dorsal, quadris e joelhos fletidos a 120°, pés apoiados sobre o leito e com os braços estendidos para frente na direção dos joelhos, a gestante ou nuligesta realizava flexão anterior do tronco até que as espinhas das escápulas saíam do leito. Demarcavam-se 3 pontos: 4,5cm acima

da cicatriz umbilical, no nível da cicatriz umbilical e 4,5cm abaixo da cicatriz umbilical e com o auxílio da paquímetro foi obtido o valor da DIR⁷⁰.

A calibração do aparelho, realizada a cada 6 meses, foi executada pelo serviço autorizado da STARRET[®], de acordo com a padronização INMETRO.

- **Altura do Fundo do Útero**

A mensuração da altura do fundo uterino foi realizada com a gestante em decúbito dorsal com o abdome descoberto e membros inferiores estendidos. A extremidade inicial (0cm) da fita métrica foi fixada na borda superior da sínfise púbica, passando a mesma entre os dedos indicador e médio e quando a borda cubital da mão atingia o fundo uterino foi realizada a medida em cm¹¹²

- **Índice de Massa Corpórea**

O peso e altura da paciente foi avaliado através de uma balança digital (Filizola®, modelo PL-150) com antropômetro Personal Line com capacidade máxima de 150Kg e sensibilidade de 100g, As gestantes foram pesadas descalças sem objetos nas mãos ou nos bolsos. Posteriormente foi obtido o cálculo do Índice de massa corpórea, considerando-se a fórmula: $IMC = \frac{\text{peso}}{\text{altura}^2}$).

- **Grau de Dispneia**

Para averiguar o grau de dispneia foi empregada a escala de percepção à dispneia modificada de Borg¹⁰⁸. Sua graduação segue uma numeração de 0 a 10, sendo 0 considerado nenhum relato de dispneia e 10 sensação máxima desse sintoma. A gestante era questionada quanto a sensação de desconforto ou dificuldade respiratória durante o repouso e sob esforço como subir escadas, terreno íngremes ou caminhar rápido (Anexo 3).

- **Nível de Atividade Física**

O Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ)¹⁰⁹, versão 8, foi aplicado para categorizar o nível de atividade física da gestante ou nuligesta baseado em informações nos últimos 7 dias. (Anexo 4 e 5).

3.10 Processamento e Análise dos Dados

3.10.1 Processamento dos Dados

A digitação do banco de dados foi realizada no programa Excel, com dupla entrada, por 2 digitadores diferentes, em momentos diferentes. Ao término da digitação foram comparados os 2 bancos de dados e criada a versão definitiva. O banco de dados foi exportado para o programa EPI- INFO 3.4 para Windows e submetido a análise da distribuição de frequência das principais variáveis, corrigindo-se eventuais erros. Em caso de dúvidas de digitação, os formulários foram consultados.

3.10.2 Análise dos Dados

A análise estatística foi realizada utilizando o programa estatístico EPI-INFO 3.4 para Windows, STATA 9.2 e MINITAB 1.4

Inicialmente, para as variáveis de distribuição normal, foi calculada a média com o respectivo desvio-padrão e na comparação entre os grupos foi utilizado o test *t* de student e o teste ANOVA.

Considerou-se como variáveis dependentes a Pimáx e Pemáx e como variáveis independentes: a idade cronológica, idade gestacional, distância interreto, altura, peso, IMC, altura de fundo de útero, frequência respiratória e grau de dispnéia. A correlação de Pearson foi utilizada para testar a associação entre as pressões respiratórias e as variáveis independentes com distribuição normal

Para avaliar a contribuição das variáveis independentes sobre a PImax e PEmax, foi utilizada uma análise de regressão múltipla, considerando-se um nível de significância de 20% para a entrada dessas variáveis no modelo. Equações de regressão linear múltipla foram construídas separadamente para a PImáx e PEmáx. A equação de regressão foi expressa através do quadrado da correlação múltipla (R^2) onde R^2 é a proporção de variação explicada pelas variáveis incluídas na equação de regressão e é um índice de força dessa relação. Todos os testes foram aplicados com nível de confiança de 95%, considerando significativo quando $p < 0,05$.

3.11. Considerações Éticas

O presente projeto atendeu aos postulados da Declaração de Helsinque e seguiu os termos preconizados pelo Conselho Nacional de Saúde (portaria 196 de 1996) para a pesquisa em seres humanos, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ètica e Pesquisa em Seres Humanos do IMIP sob o número de protocolo : 986/2007.

5. RESULTADOS / PUBLICAÇÕES

1º ARTIGO SUBMETIDO AO PERIÓDICO:

RESPIRATORY PHYSIOLOGY &

NEUROBIOLOGY

FATOR DE IMPACTO: 2.2

RESPIRATORY MUSCLE STRENGTH IN PREGNANCY

Andrea Lemos¹, Ariani Impieri de Souza¹, José Eulálio Cabral-Filho¹, Armele Dornelas de Andrade²

¹Instituto de Medicina Integral Prof. Fernando Figueira –Pernambuco- Recife- - Brasil

²Universidade Federal de Pernambuco – Departamento de Fisioterapia- Pernambuco - Recife-Brazil

Corresponding author: Andrea Lemos
Rua Jorge de Albuquerque, 31- apto- 1401
Casa Forte - Recife –PE- Brazil – CEP: 52060-100

ABSTRACT

Muscle respiratory strength studies during pregnancy are very scarce. The aim of this paper is to describe maximum inspiratory (PI_{max}) and expiratory (PE_{max}) mean pressure values in women during their first pregnancy and to determine the relationship between the anthropometric, morphologic and physiologic variables of these pressures. One hundred and twenty women (120) primigravidas were studied from the 5th to 40th gestational week, ages ranging from 20 to 29 years old, euthropic and with low risk pregnancies. PI_{max} and PE_{max} mean values were 88.5 ± 16.52 and 99.76 ± 18.19 respectively. There was no association between gestational age and PI_{max} ($r = -0.06$; $p = 0.49$) or PE_{max} ($r = -0.11$; $p = 0.22$). Height was the only anthropometric variable indicating a significant PI_{max} ($r = 0.20$; $p = 0.02$) association. Fundal uterus height and inter-recti abdominis distance were not associated to respiratory pressure values. Considering respiratory muscle strength did not change during pregnancy, the values found could be interpreted as adequate physiological parameters of the pregnancy cycle.

1. Introduction

Pregnancy induced hormonal and anatomical effects on the respiratory system have been well documented in the literature since the 30's (McGinty, 1938). Uterus growth is followed by a 4-5 cm diaphragm elevation and thoracic circumference increase of 5-7 cm with a resulting 34° increase of the subcostal angle (Thomson and Cohen, 1938; Contreras et al., 1991).

During pregnancy there is a progressive decrease of the expiratory reserve volume (ERV) of 15 – 20% and of 20-25% of the residual volume (RV) resulting in a functional residual capacity (FRC) reduction of 17-21%. A discrete inspiratory capacity (IC) augmentation of 300ml in average is determined, compensating the FRC reduction and maintaining vital capacity (VC) (Cugell et al., 1953; Alaily and Carrol, 1978; Contreras et al., 1991).

Tidal volume (V_T) increases by 30-50% due to the progesterone stimulus in the hypothalamus and is the main factor causing the minute volume (MV) increase, since respiratory frequency (fR) increases by 2 incursions per minute and this does not cause a significant alteration (Rees et al., 1990; Kolarzyk et al., 2005) . As a result of this hyperventilation, dyspnea complaints are present in 60 to 70% of pregnant women (Milne et al., 1978; Garcia-Rio et al., 1996).

Notwithstanding the above mentioned reports on anatomic, volume and pulmonary capacities during pregnancy, the behavior of respiratory muscular strength during this period remains uncertain. Respiratory strength assessment, reflected by inspiratory and expiratory pressures, has been the topic of study in different populations including the elderly (McElvaney et al., 1989; Enright et al., 1994), young adults (Leech et al., 1983), teenages (Smith et al., 1994), children (Gaultier and Zinman, 1983, Wilson

et al., 1984), and patients with respiratory (Rochester et al., 1979) and neurologic diseases (Gounden, 1997).

However, when relating to the pregnant population, studies found (Gilroy et al., 1988; Contreras et al., 1991, Garcia-Rio et al., 1996) are scarce, not conclusive; involve insufficient sampling in addition to being lacking in reference values for this specific population.

Considering the need to understand respiratory anatomic and functional alterations on inspiratory (P_Imax) and expiratory pressures (P_Emax) during pregnancy, due to the lack of studies in the researched literature investigating such interactions, the objects of the present study were twofold: (1) to describe the mean P_Imax and P_Emax values in primigravidas, (2) to determine the correlation between age, gestational age, height, weight, body mass index (BMI), respiratory frequency (f_R), uterus fundal height (UFH), inter-recti abdominal distance and dyspnea upon P_Imax and P_Emax.

2. Methods and Materials

This is a cross-sectional study performed from January 2008 to March 2009 in a public prenatal care clinic in the city of Recife-Brazil.

The sample size was calculated based on Vittinghoff's (2005) recommendation concerning the number of predictors to be included in regression models. According to this recommendation the number required should be a minimum of 10 subjects per predictor. This study consisted of 12 predictors in the regression models, totaling a sample of 120 pregnant women.

The sample selected sequentially and by convenience included primigravidas between the 5th and 40th week with the following eligibility criteria: age range between 20 and 29 years old, not practicing physical exercises, eutrophic and with low obstetrical risk pregnancies. Pregnant women with spinal and/or thoracic deformities,

smoking history, pulmonary or neuromuscular pathologies, unable to understand and/or accomplish the procedure were excluded. The presence of flu or common cold as well as any clinical event capable of placing pregnancy at risk were also excluding factors.

Institutional Approval of the Ethics and Research Committee was secured under the registration number 986/2007 and the pregnant women who agreed to participate signed an Informed and Independent Consent Form.

2.1 Procedure

All pregnant women underwent a prior evaluation for the obtainment of personal and anthropometric data. Gestational age was calculated based on the last menstruation date (LMD) confirmed by the first trimester ultrasound when LMD was uncertain.

According to the eligibility criteria all pregnant women exhibited an adequate BMI when related to pregnancy age, consistent with the Atalah et al. (1997) method.

Physical activity level was measured by the International Physical Activity Questionnaire – IPAQ, version 8, in the short form, and classified in three levels: low, moderate and high (IPAQ, 2005).

2.2 P_Imax and P_Emax

P_Imax and P_Emax values were obtained by the use of a digital pressure transducer -range:450 cmH₂O- (G-MED[®]; MVD300) with systematic calibration. The 2mm opening in the mouthpiece was used to prevent oral pressure.

Before introducing the study's protocol, each volunteer received the same explanation and demonstration on the pressure transducer use to obtain accurate measurement of maximum respiratory pressures. As a test, three prior maneuvers were performed before P_Imax and P_Emax collection.

P_Imax was obtained based on the RV with the pregnant oriented to exhale and then inhale deeply into the pressure transducer. P_Emax was obtained based on Total Pulmonary Capacity (TPC) with the women oriented to inhale to maximum capacity and then to exhale deeply into the pressure transducer. During the expiratory effort, the women were instructed to place one of their hands over the cheeks to avoid enlargement and the resulting pressure. A one minute interval was made between maneuvers.

All measurements were accomplished with the volunteers seated on a chair with backrest, feet resting on the floor, hips and knees at 90° using a nasal clip.

Similar verbal encouragement was equally provided to each of the women, as well as visual feedback through the device monitor to achieve maximum effort when measuring took place.

Each parameter of every measured volume was accomplished by at least 3 maneuvers, with only the technically acceptable ones being registered, that is to say the ones maintained stable for at least one second, with no air leak and a 10% variation between values. The highest positive and negative pressure values measured by the manovacuometer were selected for final analysis.

2.3 Inter-recti abdominis distance

The inter-recti abdominis muscle distance was measured by a digital caliper (STARRET®; 779) with a 0.02 mm accuracy. The pregnant woman were placed on a dorsal decubitus position with hips and knees bent, feet resting on the bed and arms extended alongside the body. Three points were then marked: 4.5cm above the umbilicus, at the level of the umbilicus and 4.5cm below the umbilicus according to the Boissonnault and Blaschak (1988) protocol. The pregnant performed a frontal flexion of the trunk until the inferior borders of the scapulas were out of the bed. At each flexion

the medial distance between the two recti was palpated and marked with a demographic pencil and following measurements were taken with a caliper.

2.5. Uterine Fundal Height

Uterine fundal height was measured with the pregnant woman in the dorsal decubitus position with extended hips and knees and uncovered abdomen by use of a flexible, not extendable metric tape. The tape was held by its initial extremity in the superior border of the pubic symphysis passing through the index and middle fingers until the cubital border of the hand reached the uterus fundus (Cunningham et al., 2001).

2.6. Dyspnea

To assess dyspnea degree the pregnant women were asked whether they felt any respiratory difficulty at rest and under physical exertion (climbing stairs, rough terrain, fast walking, for example) the information was then classified according to the Borg modified dyspnea perception scale where 0 indicates no difficulty and 10 maximum difficulty (Borg, 1998).

2.7. Statistical Analysis

Data indicate Gaussian distribution by the Kolmogorov-Smirnov normality test. P_Imax and P_Emax were considered independent variables and age, gestational age, inter-recti distance, height, weight, BMI, uterus fundal height, respiratory frequency and dyspnea degree were considered independent variables. The Pearson correlation was used to test the association between respiratory pressures and independent variables. The ANOVA test was used to compare pressures' means between pregnancy trimesters.

Multiple regression analysis was utilized to assess the impact of independent variables on P_Imax and P_Emax. Multiple linear regression equations were separately developed for P_Imax and P_Emax. In the initial models, variables presenting a significance level < 0.20 in the bivariate analysis were included. The final models were obtained through the backward procedure with maintenance of the significance level of 0.05 only. For statistical analysis the MINITAB 14.0 software was utilized.

3. Results

From the 120 pregnant women studied, 12 of them were in the first trimester, 52 in the second and 56 in the third one. In the first trimester it was observed that one woman was in the 5th gestational week, another in the 9th week, while the remaining (83%) were from the 11th to 13th gestational week. In the second and third trimester the distribution of the women was equitative along the weeks. The mean age of the women was of 23.34 ± 2.7 and pregnancy time was 27.3 ± 8.79 (Table 1). Figure 1 depicts the recruitment flowchart of the patients included in the study.

When correlating independent variables with respiratory pressures only height demonstrated a significant correlation with P_Imax (Table 1).

The mean P_Imax value found was 88.5 ± 16.52 whilst P_Emax obtained a 99.76 ± 18.19 (Table 2) mean.

There was no difference between P_Imax and P_Emax during pregnancy trimesters and no correlation between pregnancy age and the pressures in each trimester (Table 3).

As for the dyspnea degree assessed, 22% had the complaint at rest while with physical exertion 84.2% reported it.

All patients included in the study did not practice any physical exercise and classification for physical activity level by IPAQ (2005) indicated 60% at a low level, 34.1% at a moderate level and 5.8% at a high level.

Adjustment of the multiple linear regression model determined that PEmax is not associated with the group of predictor variables ($p=0.127$) while PImax demonstrated an independent association with height and dyspnea during physical exertion reflected by the following equation: $P_{Imax} = 0.6 + 57.9 \text{ height} - 1.68 \text{ dyspnea}$ under effort. Models adjustments are in Tables 4 and 5.

4. Discussion

To our knowledge this is the first large sample study analyzing the influence of morphologic, anthropometric and physiological variables of respiratory muscle strength during pregnancy. Therefore, it does contribute with more consistent information when compared with the ones presently available.

The PImax and PEmax values obtained in this study reflected a mean of 88.5cm H₂O and 99.7 cm H₂O respectively which is similar to the results found in the literature, as in Gilroy et al. (1988) and Contreras et al. (1991). Gilroy et al., 1988 in the North-American population, average age of 30 years old who analyzed 5 pregnant women in the third trimester, at RV and TPC levels found a mean PImax values of 88 cmH₂O and PEmax of 92 cmH₂O, not different from the values found one month following delivery. Contreras et al. (1991) study corroborates such data. Their sample of 10 Chilean primiparous and multiparous women, with mean age of 28 years old, obtained their values at functional residual capacity (FRC) and found a mean PImax of 86 cmH₂O and 93 cmH₂O for PEmax throughout pregnancy, which did not suffer any alteration 6 months following delivery. However, Jensen et al. (2008) observed a smaller value for

P_Imax, 76.0, and a higher one for P_Emax of 104 in 15 pregnant women, 30 years old in the third trimester with measures on FRC and TPC respectively.

It is difficult to compare the results of this study with the ones in the literature, once there are no reference values for the pregnant population and the prediction equations for the adult population comprise a relatively broad age group (Black and Hyatt 1969, Wilson et al., 1984; Bruschi et al., 1992; Johan et al., 1997.). In addition there is a natural variability between subjects in the order of 7-10% (Black and Hyatt, 1969; Leech et al., 1983; Wilson et al., 1984; Bruschi et al., 1992; Enright et al., 1994), that according to Hautmann (2000) it could reflect individual muscular differences. However, notwithstanding this deficiency, the data in this study allows for better investigation evidence pertaining to the consistency of the P_Imax and P_Emax values obtained in the cited preliminary studies.

Respiratory muscular strength was maintained stable throughout pregnancy suggesting the lack of impact of pregnancy on the values of respiratory pressures. Although these findings are consistent with the ones in other studies (Garcia-Rio et al, 1996; Contreras et al, 1991) equally not showing significant change in different pregnancy trimesters, this fact is outstanding because of the differences demonstrated in the behavior of pulmonary capacities and volumes indicating significant changes throughout pregnancy (Cugell et al, 1953; Alaily and Carrol, 1978; McAuliffe et al., 2004).

The fact that in the first trimester a tendency to statistical significance occurred for the P_Emax correlation with the gestational week could be explained because one of the women was in a very early gestational stage (5th week), so, distant enough from the high concentration of the sample in the end of this trimester. This case, by itself, caused a considerable effect in the final result.

Weight and BMI reflected very low magnitude or no correlations therefore, they were not associated to P_Imax and P_Emax. There are controversies related to the effect of these variables on respiratory pressures. Some studies (Leech et al., 1983; Johan et al., 1997; Harik-Khan et.al. 1998) demonstrated that there is a positive correlation and suggest the fact stems from the increase of diaphragmatic muscular mass following pulmonary function improvement with weight gain to a certain level. Other studies, nevertheless, (Ringquist, 1966; Wilson et al., 1984; Bruschi et al., 1992; Hautman et al., 2000) did not show such association and do not furnish a clear interpretation for this finding.

However, it should be noted that the present sample comprised pregnant women with adequate BMI for gestational age and some authors (Sahebjami, 1998; Gibson, 2000) demonstrated alterations of P_Imax and P_Emax in obese patients resulting from the energetic demand increase to expand the lungs.

Respiratory pressure values were maintained stable when related to age. This result was expected because of the established age group determined to avoid the 30 year old age, where significant pulmonary function decrease begins interfering with pressure values (Rea et al., 1983; Vincken et al., 1987).

Univariate analysis in the occurrence of dyspnea at rest and under physical exertion did not reflect association with respiratory pressures. Such findings corroborate the Garcia-Rio et al., 1996 study when comparing respiratory pressures of 11 dyspneic and 12 non-dyspneic pregnant women and not finding any difference between the two groups demonstrating that muscular strength is not the cause of pregnancy dyspnea but the association stemming from the inspiratory drive increase resulting from progesterone stimulation. Nevertheless, in the final linear regression model for P_Imax, dyspnea under effort indicated a significant negative association, demonstrating

interference in the generation of inspiratory strength. Thus this association: highest complaint of effort dyspnea and lower inspiratory strength value could reflect a mechanical adjustment shortcoming caused by the respiratory drive increase during pregnancy and an inadequate recruitment of the inspiratory capacity (Jensen et al., 2008). In spite of the fact that the Garcia-Rio et al. (1996) study did not determine any difference between the two groups, numerically the dyspneic group depicted a P_Imax mean inferior (78.0 cmH₂O) to the non-dyspneic group (82 cmH₂O and 106 cmH₂O).

Height was the only anthropometric variable demonstrating a significant association, but only to P_Imax. This finding could be explained by its influence over rib cage conformation affecting pulmonary volume (Tan et al., 2009). However, prior studies have shown conflicting results concerning the interference of this variable. Some depict a positive correlation (Leech et al., 1983; Carpenter et al., Wilson et al., 1984), while others did not find any correlation (Vincken et al., 1987; Hautmann et al., 2000) or found a negative correlation (Hari-Khan et al., 1998).

Notwithstanding the fact that regression analysis shows the effect of height and effort dyspnea on respiratory strength, the low determination coefficient (R^2) makes it difficult to improve P_Imax predictability once they only account for 7% of P_Imax variation.

Respiratory frequency was another parameter not interfering in the P_Imax and P_Emax values. During pregnancy this parameter does not suffer significant alteration, does not contribute to minute volume increase and is devoid of any association to dyspnea perception (Kolarzyk et al., 2005; Jensen et al., 2009).

Respiratory pressures were maintained regardless of uterine height and inter-rectis distance. Such was an unexpected finding considering that with the abdominal distention progression resulting from uterus growth there is an adjustment of the coronal

and sagittal planes of the abdominis rectis that could interfere in the generation of muscular strength (Gilleard e Brown, 1996). This result, therefore, confronts the assumption that major abdominal distention and the abdominis rectis opening could interfere with respiratory strength during pregnancy.

One explanation for major morphological alterations in the abdominal muscle not interfering in the respiratory strength generation could be provided by muscular plasticity. Studies (Goldspink et al., 1991; De Deyne, 2001; Lindsey et al., 2002) have demonstrated a significant addition of sarcomeres in skeletal muscle fibers when submitted to prolonged tension. As a result there is an adequate superposition of actin and myosin filaments with the resulting increase of the maximum tension by the muscle in its new extended position.

In addition, diaphragmatic elevation associated to FRC reduction causes the expansion of the apposition zone of the diaphragm related to the ribcage facilitating the ability to generate tension (Gilroy et al., 1988; Contreras et al., 1991).

It is well known that pulmonary volume, incentive and technique learning interfere in respiratory pressures measurement (Black and Hyatt, 1969; Bruschi et al., 1992). This study sought to minimize such interference by the obtainment of pressures' values from RV and TPC to get more muscle tension according to muscle tension-length relationship (Kera and Maruyama, 2001). All volunteers were encouraged the same way and oriented to perform inspiration or expiration prior to the maximum fast manner because this interferes with the values reached (Zakynthinos et al., 1999). This way, evaluating the volunteers only once, the learning effect was minimized. In addition, because the physical activity level can interfere with pressure values, this parameter was controlled by including pregnant women who did not practice physical exercises.

5. Conclusion

The present study suggests that inspiratory and expiratory maximum pressure values are not altered during the course of pregnancy from 20-29 years of age. Height and effort dyspnea have a minor influence in the inspiratory strength, while the distension and separation of the abdominal muscle, the rest dyspnea, as well as other anthropometric variables do not influence respiratory strength values in pregnant women.

This result conveys new information suggesting that increased dyspnea during pregnancy can be the result of the muscle mechanical restriction in the face of the increased tidal volume resulting from thoracic compliance reduction without the involvement of the abdominal compartment.

Considering the literature scarce data related to respiratory strength reference values for pregnancy, it is a requirement, in terms of continuity, that a longitudinal study involving all of the pregnancy and puerperal cycle be performed to add more data to this analysis.

References

- Alaily, A.B., Carrol, K.B., 1978. Pulmonary ventilation in pregnancy. *Br. J. Obstet. Gynecol.* 85, 518-524.
- Atalah, S., Castillo, L.C., Castro, S.R., Aldea, P.A., 1997. Propuesta de um nuevo estándar de evaluación nutricional em embarazadas. *Rev. Méd. Chile.* 125, 1429-1436.
- Black, L.F., Hyatt, R.E., 1969. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am. Rev. Respir. Dis.* 99, 696-702
- Boissonnault, J.S., Blaschak, M., 1988. Incidence of diastasis recti abdominis during the childbearing year. *Phys. Ther.* 68, 1082-1086.
- Borg G., 1998. Borg's perceived exertion and pain scales. Champaign: Human Kinetics Publishers.
- Bruschi, C., Cerveri, I., Zoia, M., Fanfulla, F., Fiorentini, M., Casali, L., 1992. Reference values of maximal respiratory mouth pressures: a population-based study. *Am. Rev. Respir. Dis.* 146, 790-793.
- Carpenter, M.A., Tockman, M.S., Hutchinson, R.G., Davis, C.E., Heiss, G., 1999. Demographic and anthropometric correlates of maximum inspiratory pressure. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 159, 415-422.
- Cugell, D.W., Frank, N.R., Gaensler, E.A., Badger, T.L., 1953. Pulmonary function in pregnancy. *Am. Rev. Tub.* 67, 568-597.
- Cunningham, F.G., Gant, N.F., Leveno, K.J., Gilstrap, L.C., Hauth, J.C., Wenstrom, K.D., 2001. *Willians Obstetrics*. McGraw-Hill Professional, 21ed.
- Contreras, G., Gutiérrez, M., Beroíza, T., Fantín, A., Oddó, H., Villarroel, L., Cruz, E., Lisboa, C., 1991. Ventilatory drive and respiratory muscle function in pregnancy. *Am. Rev. Resp. Dis.* 144, 837-841.

De Deyne, P.G., 2001. Application of passive stretch and its implications for muscle fibers. *Phys. Ther.* 81, 819-827.

Enright, P.L., Kronmal, R.A., Manolio, T.A., Schenker, M.B., Hyatt, R.E. 1994. Respiratory muscle strength in the elderly. Correlates and reference values. Cardiovascular Health Study Research Group. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 149, 430-438.

Gaultier, C., Zinman, R., 1983. Maximal static pressures in healthy children. *Respir. Physiol.* 51, 45-61.

Garcia-Rio F, Pino JM, Gómez L, Alvarez-Sala R, Villasante C, Villamor J., 1996. Regulation of breathing and perception of dyspnea in healthy pregnant women. *Chest.* 110, 446-453.

Gibson, G.J., 2000. Obesity, respiratory function and breathlessness. *Thorax* 55 (suppl 1), S41-S44.

Gilleard, W.L., Brown, J.M., 1996. Structure and function of the abdominal muscles in primigravid subjects during pregnancy and the immediate postbirth period. *Phys Ther.* 76, 750-762.

Gilroy, R.J., Mangura, B.T., Laviertes, M.H., 1988. Rib cage and abdominal volume displacements during breathing in pregnancy. *Am. Rev. Resp. Dis.* 137, 678-672.

Gounden, P., 1997. Static respiratory pressures in patients with post-traumatic tetraplegia. *Spinal Cord* 35, 43-47.

Goldspink, G., Scutt, A., Martindale, J., Jaenicke, T., Turay, L., Gerlach, G.F., 1991. Stretch and force generation induce rapid hypertrophy and myosin isoform gene switching in adult skeletal muscle. *Biochem. Soc. Trans.* 19, 368-373.

Harik-Khan, R., Wise, R.A., Fozard, J.L., 1998. Determinants of maximal inspiratory pressure. The Baltimore longitudinal study of aging. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 158, 1459-1464.

Hautmann, H., Hefele, S., Schotten, K., Huber R.M., 2000. Maximal inspiratory mouth pressures (PIMAX) in healthy subjects- what is the lower limit of normal? *Respir. Med.* 94, 689-693.

IPAQ. Guidelines for data processing and analysis of the international physical activity questionnaire (IPAQ)- short and long forms. www.ipaq.ki.se/ipaq.htm. November 2005.

Jensen, D., Ofir, D., O'Donnell, D.E., 2009. Effects of pregnancy, obesity and aging on the intensity of perceived breathlessness during exercise in healthy humans. *Resp. Physiol. Neurobiol.* 167, 87-100.

Jensen, D., Webb, K.A., Davies, G.A.L., O'Donnell D. E., 2008. Mechanical ventilatory constraints during incremental cycle exercise in human pregnancy: implications for respiratory sensation. *J. Physiol.* 586, 4735-4750.

Johan, A., Chan, C.C., Chia, H.P., Chan, O.Y., Wang, Y.T., 1997. Maximal respiratory pressures in adult Chinese, Malays and Indians. *Eur. Respir J.* 10, 2825-2828.

Kera, T., Maruyama, H., 2001. Study of influence factor on maximal mouth pressure part I- Influence of posture. *J. Phys. Ther. Sci.* 13, 153-160.

Kolarzyk, E., Szot, W.M., Lyszczarz, J., 2005. Lung function and breathing regulation parameters during pregnancy. *Arch. Gynecol. Obstet.* 272, 53-58.

Leech, J.A., Ghezzi, H., Stevens, D., Becklake, M., 1983. Respiratory pressures and function in young adults. *Am. Rev. Respir. Dis.* 128: 17-23.

Lindsey, C.A., Makarov, M.R., Shoemaker, S., Birch, J.G., Buschang, P.H., Cherkashin, A.M., Welch, R.D., Samchuvok, M.L., 2002 The effect of the amount of limb lengthening on skeletal muscle. *Clin. Orthop. Rel. Res.* 402, 278-287.

- McAuliffe, F., Kametas, N., Espinoza, J., Greenough, A., Nicolaides, K., 2004. Respiratory function in pregnancy at sea level and at high altitude. *B.J.O.G.* 111, 311-315
- McElvaney, G., Blackie, S., Morrison, N.J., Wilcox, P.G., Fairbairn, M.S., Pardy, R.L., 1989. Maximal static respiratory pressures in the normal elderly. *Am. Rev. Respir. Dis.* 139, 277-281.
- McGinty, A.P., 1938. The Comparative effects of pregnancy and phrenic nerve interruption on the diaphragm and their relation to pulmonary tuberculosis. *Am. J. Obst. and Gynecol.* 35, 237-248.
- Milne, J.A., Howie, A.D., Pack, A.I., 1978. Dyspnea during normal pregnancy. *Br. J. Obstet. Gynaecol.* 85,260-263.
- Rea, H., Becklake, M.R., Ghezzi, H., 1983. Lung function changes as a reflection of tissue aging in young adults. *Bull. Eur. Physiopathol. Respir.* 185, 5-19.
- Rees, G.B., Pipkin, F.B., Symonds, E.M., Patrick, J. M., 1990. A longitudinal study of respiratory changes in normal human pregnancy with cross-sectional data on subjects with pregnancy-induced hypertension. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 162, 826-830.
- Ringquist, T., 1966. The ventilator capacity in healthy subjects. An analysis of causal factors with special reference to the respiratory forces. *Scand. Clin. Lab. Invest.* 88 (suppl), 1-179.
- Rochester, D.F., Arora, N.S., Braun, N.M., 1979. The respiratory muscles in chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Bull. Europ. Physiopath. Resp.* 15, 951-975.
- Sahebji H., 1998. Dyspnea in obese healthy men. *Chest* 114, 1373-1377.
- Smyth, R.J., Chapman, K.R., Ribuck, A.S., 1984. Maximal inspiratory and expiratory pressures in adolescents: normal values. *Chest* 86, 568-572

Tan, M.P., Wynn, N.N., Umerow, M., Henderson, A., Gillham, A., Junejo, S., Bansal, S.K., 2009. Arm Span to height ratio is related to severity of dyspnea, reduced spirometry volumes, and right heart strain. *Chest* 135, 448-454.

Thomson, K.J., Cohen, M.E., 1938. Studies in the circulation in pregnancy II. Vital capacity observations in normal pregnant women. *Surg. Gynecol. Obstet.* 66, 591-603.

Vincken, W., Ghezzi, H., Cosio, M.G., 1987. Maximal static respiratory pressures in adults: normal values and their relationship to determinants of respiratory function. *Bull. Eur. Physiopathol. Respir.* 23, 435-439.

Vittinghoff, E. Glidden, D.V., Stephen, C., 2004. Regression methods in biostatistics: linear logistic, survival and repeated measures model. Springer, Verlag.

Wilson, S.H., Cooke, N.T., Edwards, R.H.T., Piro, S.G., 1984. Predicted normal values for maximal respiratory pressures in Caucasian adults and children. *Thorax* 39, 535-538.

Zakynthinos, S., Vassilakopoulos, T., Mavrommatis, A., Roussos, C., Tzelepis, G., 1999. Effects of different expiratory maneuvers on inspiratory muscle force output. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 159, 892-895.

Figure and Tables legends

Figure and Tables legends

Figure 1. Patients Recruitment Flowchart Diagram

Table 1 . Sample description related to anthropometric data and correlation between respiratory pressures (P_Imax and P_Emax) and independent variables.

Table 2. Inspiratory and expiratory mean pressure values (P_Imax and P_Emax)

Table 3. Comparison of respiratory pressures means and correlation with gestational age between pregnancy trimesters.

Table 4. Linear regression model result for maximum expiratory pressure (P_Emax).

Table 5. Linear regression model result for maximum inspiratory pressure (P_Imax).

Figure 1

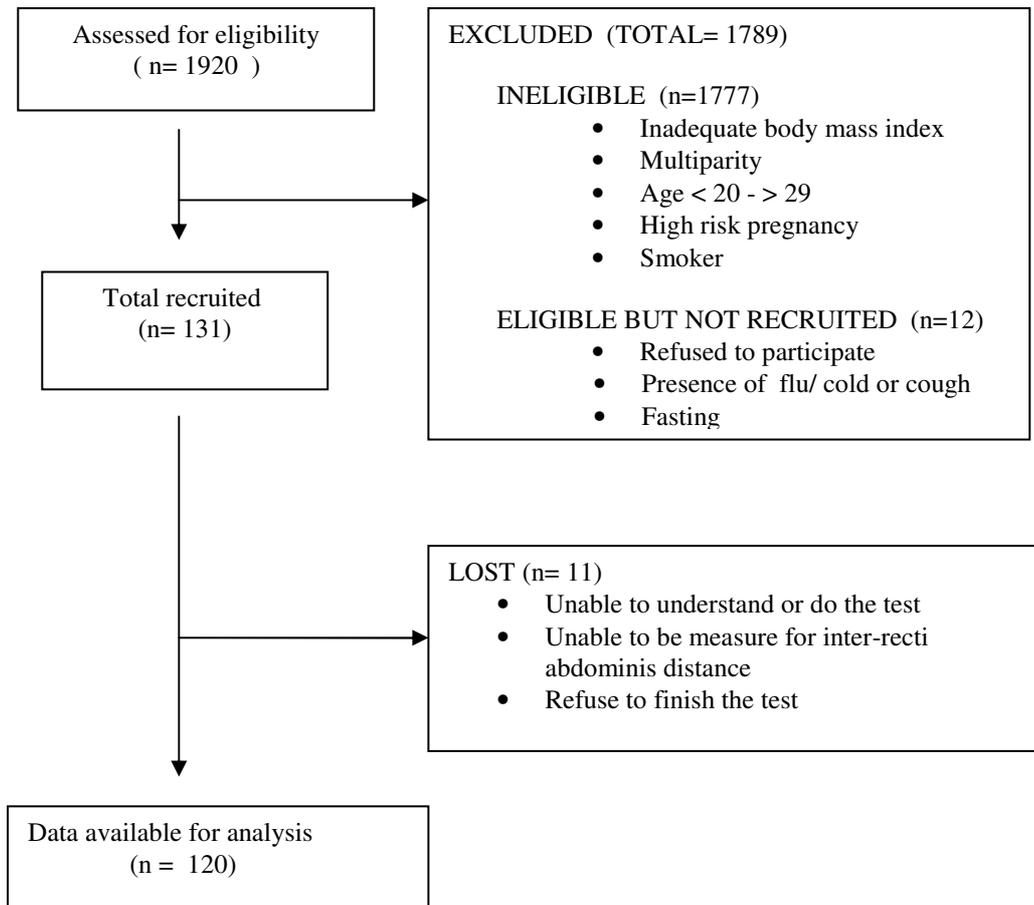


Table 1

Independent Variables	Mean \pm Standard deviation	Dependent Variables			
		PI _{max} (cmH ₂ O)		PE _{max} (cmH ₂ O)	
		r **	p-value	r **	p-value
Age (years)	23.34 \pm 2.7	- 0.03	0.75	0.08	0.41
GA (weeks)	27.3 \pm 8.79	- 0.06	0.49	- 0.11	0,22
Height (m)	1.59 \pm 0.06	0.20	0.02	0.00	0.94
Weight (Kg)	63.43 \pm 6.9	0.13	0.16	- 0.06	0.48
BMI (Kg/m ²)	24.83 \pm 1.91	0.0	0.82	- 0.09	0.31
fR (rpm)	18.18 \pm 2.68	- 0.17	0.06	- 0.11	0.21
FUH (cm)	24.64 \pm 10.12	- 0.04	0.66	- 0.09	0.30
IR-SUD (mm)	20.07 \pm 7,66	0.05	0.57	- 0.06	0.52
IR-UD (mm)	25.03 \pm 8.64	0.02	0.81	- 0.02	0.87
IR-IUD (mm)	18.23 \pm 7.5	- 0.02	0.80	- 0.08	0.41
Rest Dyspnea *	0.00 (0.00)	- 0.14	0.11	- 0.14	0.12
Effort Dyspnea *	3.00 (2.00)	-0.17	0.07	- 0.16	0.08

* Median (QR) ** Pearson correlation coefficient. Maximum inspiratory Pressure (PI_{max}) and expiratory pressure (PE_{max}) and independent variables: gestational age (GA), body mass index (BMI), respiratory frequency (fR), fundal uterus height (FUH), inter-rectis supra-umbilical distance (IR-SUD), inter-rectis umbilical distance (IR-UD), inter-rectis infra-umbilical distance (IR-IUD).

Table 2

Variable	N	Minimum	Maximum	Median	Mean	SD	CI 95%
PI _{max} (cmH ₂ O)	120	60	136	86.5	88.5	16.52	88.5-91.5
PE _{max} (cmH ₂ O)	120	62	152	100	99.76	18.19	96.5-103.1

CI95%: Mean Confidence Interval

Table 3

Trimesters	n (%)	PI _{max}	r (p) [†]	PE _{max}	r (p) [†]
		(mean ± SD)		(mean ± SD)	
1 st (5 th -13 th gestational week)	12 (10.0)	88.2 ± 14.39	0.07 (0.816)	102.5 ± 27.19	- 0.56 (0.056)
2 nd (14 th -27 th gestational week)	52 (43.3)	90.4 ± 17.05	0.17 (0.221)	102.2 ± 18.6	0.17 (0.214)
3 rd (28 th -40 th gestational week)	56 (46.7)	86.8 ± 16.52	- 0.13 (0.343)	96.94 ± 15.2	0.017 (0.905)
p*		0.509		0.285	

* p-value for comparisons among gestational trimesters (ANOVA); [†] p-value for Pearson's correlation coefficients

Table 4

Variables - PE _{max}	Initial Model		Final Model	
	Coefficient	p-value	Coefficient	p-value
Rest Dyspnea	- 1.62	0.364	*	
Effort Dyspnea	- 1.28	0.231	*	
n		120		120
R ²		3.5%		

* ANOVA Test for both variables: p = 0.127

Table 5

Variables - P _I max	Initial Model*		Final Model*	
	Coefficient	p-value	Coefficient	p-value
Height	48.6	0.194	57.9	0.022
Weight	0.05	0.866	**	
fR	- 0.93	0.101	**	
Rest Dyspnea	- 1.07	0.504	**	
Effort Dyspnea	- 1.32	0.175	- 1.68	0.046
n		120		120
R ²		9.6%		7.1 %

* ANOVA Test: initial model (p= 0.042); final model (p= 0.014); ** not in the final model.

2º ARTIGO SUBMETIDO AO PERIÓDICO:

PHYSICAL THERAPY

FATOR DE IMPACTO: 2.15

**PREGNANCY INTER-RECTI ABDOMINIS DISTANCE HAS NO IMPACT
ON RESPIRATORY STRENGTH**

Andrea Lemos¹, Ariani Impieri de Souza¹, José Eulálio Cabral-Filho¹, Armele Dornelas de Andrade²,

¹Instituto de Medicina Integral Prof. Fernando Figueira –Pernambuco- Recife- - Brasil

²Universidade Federal de Pernambuco – Physical Therapy Department- Pernambuco - Recife-Brazil

Corresponding author: Andrea Lemos

Rua Jorge de Albuquerque, 31- apto- 1401
Casa Forte - Recife –PE- Brazil – CEP: 52060-100

ABSTRACT –

Background and Purpose: Inter-recti abdominis distance (IRD) rise during pregnancy can cause harm on abdominal strength and its function. However there are no studies showing the impact of this distance on the respiratory system during pregnancy. This study aimed at evaluating the association between IRD and respiratory muscle strength in primigestas women and determining the prevalence of IRD rise in primigestas compared to nulligestas women.

Participants: One hundred and twenty pregnant women and forty non-pregnant women participated in the study.

Methods: IRD was measured by a digital caliper 4.5cm above and 4.5cm below the umbilicus, as well as at the umbilicus level. Respiratory strength was measured through the maximum inspiratory (P_Imax) and expiratory (P_Emax) pressure using a digital pressure transducer. Group differences were detected by Student *t* test and Pearson correlation was used to see the association between the respiratory pressure and IRD.

Results: There was no correlation between P_Imax and P_Emax in any of the abdominal anatomical levels assessed, despite the positive correlation found for IRD during the weeks of gestation. The nulligesta IRD values were significantly lower from those found on pregnant women ($p = < 0.01$) for all the three umbilicus levels. Prevalence values changed from 27.5% to 99% depending on the literature parameter used.

Discussion and Conclusion: IRD rises along pregnancy and it seems does not interfere in the P_Imax and P_Emax values. Since there is no evidence in the literature for an accurate value for a cut off point to identify a pathological IRD, it was difficult to establish the prevalence in this study. There is a need to define reliable patterns as reference to diagnose a pathologic IRD according to age and gender.

Manuscript word count: 2.360

Introduction

During pregnancy the abdominal muscles are submitted to intense progressive stretching. The waist can increase up to 50cm and the recti abdominis muscle can stretch up to 20cm¹.

Under hormonal influence of relaxin and of progesterone, which acts in the conjunctive fiber provoking modifications in the collagen fibers inside the abdominal muscles and also on the linea alba, both strips of the recti abdominis muscle, which are normally parallel, drift apart. Conventionally, this increase in the inter-recti abdominis distance (IRD) receives the name of recti abdominis muscle diastasis^{1, 2}. It is a fairly common phenomenon occurring in nearly two thirds of pregnant women, in their last trimester, and presents higher frequency (52%) in the umbilical region³.

An extensive distension of the abdominal muscle can cause damage on its force vector reducing its contraction capacity⁴. However, in the researched literature^{5,6,7}, there is little evidence about the effect of this separation on abdominal strength capacity and consequently on its functionality. These studies report that the increase in the IRD potentially reduces abdominal capacity to stabilize the trunk⁶, lowers synergic action with perineal muscles⁷, may interfere in the abdominal pressure during the labor expulsive stage, and that it can have a possible effect on the respiratory system⁶. However an adequate parameter to determine a cutting point which indicates the presence of a diastasis, considered pathological with functional repercussions in the various systems, has not yet been established.

Despite the possibility of IRD influence on the functional activity of the respiratory system, until now no study was found in the research literature, verifying the influence of this condition over the capacity of generating respiratory muscle strength.

The present study aimed at evaluating the association between inter-recti abdominis distance and respiratory muscle strength, measured through maximum inspiratory and expiratory pressures (P_Imax and P_Emax) on primigestas women; and also to determine the prevalence of the increase of this distance on primigestas compared with nuligestas women.

Materials and Method

This is a cross-sectional study in which 120 primigestas from the 5th to the 40th week of gestation and 40 nuligestas aged 20 to 29 participated.

All participants were selected at the Women's Clinic from a public service in the city of Recife, Brazil. After being presented to the study, they freely supplied consentment to participate. The collection of data occurred during the period between January 2008 and March of 2009, with approval by the Ethical and Research on Human Beings Committee of the present Institution, under protocol number: 986/2007.

To calculate the primigestas' sample size the expected frequency of the event (diastasis) of 66%³ was used, and a relative error estimated at 15% was considered, which when associated to a 35% loss, resulted in 118, being the final sample of 120 women. For the group of nulligestas, because there is no value in the literature which shows the diastasis variation for an adequate estimate of the average, 40 women were included so that the compatibility with the gaussian distribution could be guaranteed allowing comparison among the groups.

The eligible and included participants fell under the following criteria: non physical activity practitioners, eutrophic, and low obstetric risk for the pregnant women. According to the inclusion criteria, all pregnant women had an adequate body mass index (BMI) for the gestational age, as suggested by Atalah et al.⁸, and the

nulligestas women had a BMI between 20 and 25 kg/m² ⁹. The exclusion criteria considered were the following: presence of deformities in the column and/or thoracic cavity, history of smoking, pneumopathies or neuromuscular pathologies, incapacity to understand and/or carry out the procedure.

Procedures

All women were submitted to an evaluation which consisted in the collection of personal and anthropometric data. The gestational age was calculated from the last menstruation date (LMD), confirmed by the ultra-sound of the 1st trimester, when there was doubt about the LMD.

The IRD was measured through the use of a digital caliper (Starret; 799*), which was calibrated every six months. The woman was placed in a dorsal decubitus position, with flexed hips and knees, feet leaned on the bed and arms rested on each side of the body. Three points were marked: 4.5 cm above the umbilicus, at the level of the umbilicus, and 4.5 cm below the umbilicus. The participant flexed the trunk until the lower ends of the scapulas no longer touched the bed. At each flexion the medial edge of the recti muscle borders was palpated, marked with a dermatographic pencil and measured with the caliper perpendicular to these borders³.

The level of physical activity was measured through the International Physical Activity Questionnaire – IPAQ, version 8, in the short version¹⁰.

PImax and PEmax values were obtained using a \pm 450 cmH₂O differential digital pressure transducer (G-MED®; MVD300[†]). The measurements were carried out with the woman sitting on a chair, feet flat on the ground, hips and knees at a 90° angle,

*Laroy S. Starrett, 1880 Av - Pinheirinho - Itu/SP -Brazil - Zip Code: 13306-900

[†] Pedro Chaves Barcelos Street, 571- Porto Alegre-/RS-Brazil- Zip Code: 90450-010

using a nasal clip and breathing through a connector with a 2mm hole and an oval mouthpiece (2.8 X 0.7cm).

Before carrying out the procedures, every volunteer received an explanation and demonstration of the use of the pressure transducer, for proper measuring of maximum respiratory pressures 3 testing procedures were executed prior to the collection.

The P_Imax was obtained from the Residual Volume, where the woman was asked to exhale and then inhale deeply in the manovacuometer. The P_Emax was obtained from the Total Pulmonar Capacity, where the woman was asked to inhale and then exhale deeply into the manovacuometer. Each woman was verbally encouraged to reach maximum effort at the moment respiratory pressures were being measured

For each volume at least 3 procedures were carried out with 1 minute interval in between them. Only those measurements that were maintained stable for at least one second, without air leaking and with a variation of 10% among the values were registered. The highest values of positive and negative pressures were selected for the final analysis.

Data analysis

The data showed gaussian distribution verified through the normality test of Kolmogorov-Smirnov. The mean values among the groups were compared by Student *t* test, while the associations among the respiratory pressures and the inter-recti distance values, as well as the gestational age, were verified by the Pearson Correlation Coefficient.

For the statistical analysis the MINITAB 1.4 and STATA 9.2 softwares were used and all tests were applied with a confidence level of 95%, considering significant a p-value < 0.05.

Results

Table 1 shows the sample characterization related to anthropometric, morphological and cardiorespiratory variables expressed by mean and standard deviation.

There was a positive correlation between gestational age and the supra-umbilical ($r= 0.22$; $p= < 0.01$), umbilical ($r= 0.46$; $p= < 0.01$) and infra-umbilical ($r= 0.35$; $p= < 0.01$) IRD values.

Table 2 shows the results of the IRD values found with the respective confidence intervals in the two groups of women.

There was no significant correlation of the P_{Imax} and P_{E_{max}} values with the inter-recti abdominis distance in any of the measured anatomical levels (Figure 1).

Discussion

The results of the present study show that there was no association between the inter-recti abdominis distance and respiratory muscle strength. Therefore, in spite of the fact that this distance increases along pregnancy this alteration does not interfere over respiratory pressures.

To our knowledge this is the first study to investigate the interference of the recti abdominis separation on the pregnant women respiratory system, and these findings deserve attention. In fact, an interference in the capacity of generating respiratory strength from the recti abdominis separation should be expected, once with the pregnancy progression these muscles curve around the abdominal dome altering its vertical orientation. Between the 18th and 30th week of gestation there is an increase in the width of the separation between the recti abdominis and in all the insertion angles in the coronal and sagittal planes, modifying its torque of action⁶. According to Gilleard

and Brown⁶, these alterations can affect the entire abdominal muscular group due to the aponeurotic connections among them and consequently affect the magnitude of torque.

One probable explanation mechanism for the findings of the present study can be based on the muscular plasticity process. When a muscle is submitted to a progressive and continuous stretching there is an increase in the number of sarcomeres in series – at the end of the fiber towards the tendon – process which is denominated myofibrillogenesis, resulting in muscular hypertrophy and development of maximum tension in the new length^{11,12,13}. There are findings supporting this statement which show an increase in the midsagittal abdominal length of between 4.5 and 11 cm during pregnancy^{6,14}.

Another finding which points to the occurrence of a possible recti abdominis muscle hypertrophy during pregnancy comes from the morphological findings of the study of Coldrom et al¹⁵, which shows an increase of the cross-sectional area and width of this musculature with persistence in the post-partum period, from 8 weeks to 12 months. Moreover, studies^{16,17,18} in animal models (rats and rabbits) show that there is an increase in the diameters of both type I and type II fibers in the abdominal recti during pregnancy, suggesting that probably such alterations could also occur in humans.

Another clinical hypothesis to justify the maintenance of the pregnancy abdominal function which is currently diffused is that the state of hypocapnia present during pregnancy, due to hyperventilation, would lead to a tissue alcalose condition with consequent constriction of the various smooth muscles and modification of their ionic exchanges¹⁹. As the abdominal fascia is in constant progressive tension during pregnancy and this mechanical tension is necessary for the transition of its fibroblasts into myofibroblasts²⁰, this would facilitate the contraction of the same through the alfa

smooth muscle actin contained in the myofibroblasts¹⁹. According to Lee et al²⁰, these adaptations could be a protective mechanism to counterbalance the morphological alterations of the abdominal musculature.

Thus, from the data presented above we can infer that it is possible that the abdominal musculature could maintain its capacity to generate tension, despite the increase of the inter-recti distance, and consequently continue to generate muscular strength both in the expiratory and inspiratory phases of the respiratory cycle. The abdominal visceral mass is a co-participant in the inspiratory action of the diaphragm, mechanism denominated as insertional component, which controls the descent of the phrenic center maintaining its fibers cranially oriented to exert its function in the lower ribs^{21,22}.

Moreover, it is important to point out that during pregnancy there is an elevation of the diaphragm of about 4-5cm, with a consequent increase of the appositional zone, which places it in a mechanically advantageous position to generate tension and expand the thoracic cavity^{23,24,25}. This physiological adaptation could compensate over a possible mechanical disadvantage caused by an increase of the distance between the recti. Therefore, the increase of the IRD would not be enough to interfere on inspiratory mechanics.

In relation to the prevalence of diastasis, it is difficult to establish a value since there are no reference studies with significant samples indicating values considered normal in a non-pregnant female population. Most studies^{3,7,26,27} use the parameter of 2cm, without questioning, or the criteria established by Noble¹, who adopts as pathological an IRD above a width of “two fingers”, or approximately 3cm, lacking a morphological or biomechanical basis.

Another parameter which has been useful as a guide for more current studies^{15,19}, is the study of Rath et al²⁸, which by using pelvic-abdominal tomography found values of 5-6mm; 19-23mm and 5-6mm for the locations: halfway between the umbilicus and the xiphoid process, on the umbilicus and halfway between the umbilicus and the pubic symphysis respectively, in individuals of under 45 years of age. From these values, the authors considered the presence of diastasis a spread that exceeds 10mm in the supra-umbilical level, 27mm at umbilicus and 9mm in the infra-umbilical level. However, these results are also questionable, since there was no distinction between the gender, the sample was small (20 subjects), and it included a wide age range (10-45 years).

Depending on the parameter used to consider the presence of pregnancy diastasis in the present study, there will be significant alterations of prevalence. If the standard cited by Rath et al²⁸ is considered, there will be a prevalence of 99.0%, that is, just 1 patient of 14 weeks of gestation would not meet the pre-established standards. If the parameter of 20mm is used, as cited in most studies²⁹, the prevalence would be 78.3%. And if the Noble¹ (30mm) parameter is considered, the prevalence would be 27.5%.

The values of inter-recti distances in nulligestas reached an average of 5.7mm, 8.6mm and 4.32mm for the supra-umbilical, umbilical and infra-umbilical distances, respectively. Such values did not differ from those proposed by Rath et al²⁸ for the supra and infra-umbilical distances, however, the umbilical separation was one third of the predicted value. Therefore, using the values postulated by Rath et al²⁸, in which an approximate increase of 40% was considered for the supra and infra-umbilical distances, and of 17% for the umbilical, for the diagnosis of diastasis normality, the following values can be suggested from the upper limit of the confidence intervals of the data in this study: 10mm for the supra and infra umbilical levels and 13mm for the umbilical level, in the age range of between 20 and 29 years.

The use of the caliper in this study, instrument capable of high reproductibility measurements^{30,31}, supports the consistency of the present findings and calls attention to the importance in reliability of the values used as standards in the literature for the definition of pregnancy diastasis in most studies.

Conclusion

The findings show that there is an increase in the distance between the recti abdominis with the advancement of the gestational age, however this increase seems does not interfere in the values of inspiratory and expiratory pressures in primigestas from 20-29 years of age.

Moreover, our findings question the parameters utilized in the literature to define the presence of pregnancy pathological diastasis and suggest the necessity of establishing reliable reference patterns for the different age groups according to the gender.

References

1. Noble E. *Essencial exercises for the childbearing year*, 4th ed. New Life Images: Harwich; 2003
2. Axer H, Keyserlingk DG, Prescher A. Collagen fibers in linea alba and rectus sheaths. *J Surg Res*. 2001;96:127-134.
3. Boissonnault JS, Blaschak M. Incidence of diastasis recti abdominis during the childbearing year. *Phys Ther*. 1988;68:1082-1086.
4. Booth D, Chennells M, Jones D, Price A. Assessment of abdominal muscle exercises in non-pregnant, pregnant and postpartum subjects, using electromyography. *Aust J Physiother*. 1980;26:177-197.
5. Thornton SL, Thornton SJ. Management of gross divarication of the recti abdominis in pregnancy and labour. *Physiotherapy*. 1993;79:457-458.
6. Gilleard WL, Brown JM. Structure and function of the abdominal muscles in primigravid subjects during pregnancy and the immediate postbirth period. *Phys Ther*. 1996;76:750-762.
7. Spitznagle TM, Leong FC, Van Dillen L. Prevalence of diastasis recti abdominis in a urogynecological patient population. *Int Urogynecol J*. 2007;18:321-328.
8. Atalah S, Castillo, LC, Castro SR, Aldea PA.. Propuesta de um nuevo estándar de evaluación nutricional em embarazadas. *Rev Méd Chile*. 1997;125:1429-1436.
9. World Health Organization (WHO) Child Growth Standards: Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age. *Methods and development. WHO (nonserial publication)*. Geneva, Switzerland: WHO, 2006.

10. IPAQ. Guidelines for data processing and analysis of the international physical activity questionnaire (IPAQ)- short and long forms. www.ipaq.ki.se/ipaq.htm. November 2005
11. Williams PE, Goldspink G. Changes in sarcomeres length and physiological properties in immobilized muscle. *J Anat.* 1978;127:459-468.
12. Goldspink G, Scutt A, Martindale J, Jaenicke T, Turay L, Gerlach GF. Stretch and force generation induce rapid hypertrophy and myosin isoform gene switching in adult skeletal muscle. *Biochem Soc Trans.* 1991;19:368-373.
13. De Deyne PG. Application of passive stretch and its implications for muscle fibers. *Phys Ther.* 2001;81:819-827.
14. Fast A, Weiss L, Ducommun EJ, Medina E, Butler JG. Low-back pain in pregnancy: abdominal muscles, sit-up performance, and back pain. *Spine.* 1990; 15:28-30.
15. Coldron Y, Stokes MJ, Newham DJ, Cook K. Postpartum characteristics of rectus abdominis on ultrasound imaging. *Manual Therapy.* 2008;13:112-121.
16. Martin WD. A study of the effect of pregnancy on muscle fibers of the rectus abdominis muscle of the rat. *Anat Rec.* 1979;195:455-462.
17. Lalatta CG, Barazzoni AM, Lucchi ML, Bortolami R. Fiber sizes and histochemical characteristics of the rectus abdominis muscle of the rabbit under conditions of pregnancy and mechanically induced stress. *Anatomy Record.* 1988;222:136-144.
18. Lalatta CG, Barazzoni AM, Lucchi ML, Bortolami R. Histochemical types and sizes of fibers in the rectus abdominis muscle of guinea pig: adaptive response to pregnancy. *Anatomy Record.* 1987;217:23-29.

19. Hinz B. Masters and servants of the force: the role of matrix adhesions in myofibroblast force perception and transmission. *Eur J Cell Biol.* 2006;85:175-181.
20. Lee DG, Lee LJ, McLaughlin L. Stability, continence and breathing: the role of fascia following pregnancy and delivery. *J Bodywork Mov Ther.* 2008;12:333-348.
21. De Troyer A. Mechanical role of the abdominal muscles in relation to posture. *Respiration Physiology.* 1983;53:341-353.
22. De Troyer A, Estenne M. Functional anatomy of respiratory muscles. *Clin Chest Med.* 1988; 9:175-192.
23. Thomson KJ, Cohen ME. Studies in the circulation in pregnancy II. Vital capacity observations in normal pregnant women. *Surg Gynecol Obstet.* 1938; 66:591-603.
24. Gilroy RJ, Mangura BT, Laviertes MH. Rib cage and abdominal volume displacements during breathing in pregnancy. *Am Rev Resp Dis.* 1988;137:678-672.
25. Contreras G, Gutiérrez M, Beroíza T, Fantín A, Oddó H, Villarroel L, et al. Ventilatory drive and respiratory muscle function in pregnancy. *Am Rev Resp Dis.* 1991;144:837-841.
26. Bursch SG. Interrater reliability of diastasis recti abdominis measurements. *Phys Ther.* 1987;67:1077-1079
27. Sheppard S. The role of transversus abdominis in postpartum correction of gross divarication recti. *Manual Therapy.* 1996;1:214-216.

28. Rath AM, Attali P, Dumas JL, Goldlust D, Zhang J, Chevrel JP. The abdominal linea alba: an anatomico-radiologic and biomechanical study. *Surg Radiol Anat.* 1996;18:281-288.
29. Lo T, Candido G, Jansen P. Diastasis of the recti abdominis in pregnancy: risk factors and treatment. *Physiot Canada.* 1999: 32-37.
30. Boxer S, Jones S. Intra-rater reliability of rectus abdominis diastasis measurement using dial calipers. *Aust Phys.* 1997;43:109-114.
31. Hsia M, Jones S. Natural resolution of rectus abdominis diastasis. Two single case studies. *Austral J Physiot.* 2000; 46:301-307

Tables

Table 1. Anthropometric, morphological and cardiorespiratory differences between primigestas and nulligestas women from 20 to 29 years of age.

Variables	Group		p-value
	Nulligestas Mean \pm SD	Primigestas Mean \pm SD	
Age (years)	24.05 \pm 3.02	23.34 \pm 2.7	0.16
Height (m)	1.62 \pm 0.07	1.59 \pm 0.06	0.004
Weight (Kg)	58.9 \pm 6.19	63.43 \pm 6.9	< 0.01
BMI (Kg/m ²)	22.15 \pm 1.64	24.83 \pm 1.91	< 0.01
PAL (MET-min/week)	878.61 \pm 709.01	930.12 \pm 1535.55	0.83
PImax (cmH ₂ O)	94.22 \pm 22.63	88.50 \pm 16.52	0.08
PEmax (cmH ₂ O)	98.67 \pm 20.78	99.76 \pm 18.19	0.75
IR-SUD (mm)	5.76 \pm 4.06	20.07 \pm 7.66	< 0.01
IR-UD (mm)	8.99 \pm 4.47	25.03 \pm 8.64	< 0.01
IR-IUD (mm)	5.88 \pm 4.38	18.23 \pm 7.5	< 0.01

BMI: body mass index, PAL: physical activity level, Pimax; maximum inspiratory pressure, Pemax: maximum expiratory pressure, IR-SUD: inter-recti supra umbilical distance, IR-UD: inter-recti umbilical distance; IR-IUD: inter-recti infra-umbilical distance.

Table 2. Mean values of the inter-recti supra-umbilical (IR-SUD), umbilical (IR-UD) and infra-umbilical (IR-IUD) distance, for the primigestas and nulligestas women groups.

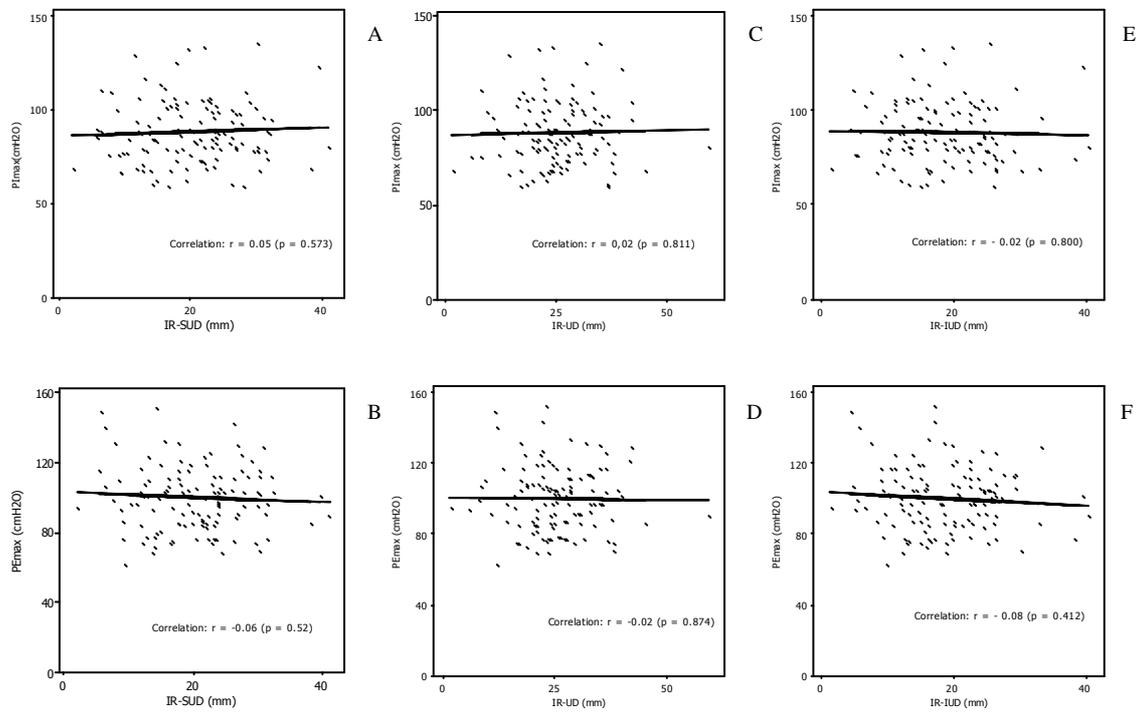
Primigestas	Minimum	Maximum	Median	Mean	DP	CI 95%
IR-SUD (mm)	1.90	40.94	20,51	20,07	7.66	18.69-21.46
IR-UD (mm)	1.63	59.10	24.42	25.03	8.64	23.47-26.60
IU-IRD (mm)	1.40	40.31	18.02	18.23	7.50	16.88-19.59
Nulligestas						
IR-SUD (mm)	1.46	18.29	4.58	5.76	4.06	4.46-7.07
IR-UD (mm)	1.89	20.8	8.67	8.99	4.47	7.57-10.43
IR-IUD (mm)	1.89	19.61	4.32	5.88	4.38	4.50-7.26

CI 95%: Mean Confidence Interval.

Figure legend

Figure 1. Pearson's correlations between maximum inspiratory (PI_{max}) and maximum expiratory pressure (PE_{max}) with inter-recti abdominal distance: A and B: supra-umbilical (IR-SUD); C and D: umbilical (IR-UD); E and F: infra-umbilical (IR-IUD) in primigestas women from 20 to 29 years of age.

Figure 1



3º ARTIGO SUBMETIDO AO PERIÓDICO:
REVISTA BRASILEIRA DE FISIOTERAPIA

FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA: COMPARAÇÃO ENTRE PRIMIGESTAS E NULIGESTAS

ANDREA LEMOS^{1,2}, ARIANI IMPIERI DE SOUZA¹, ARMELE DORNELAS DE
ANDRADE², JOSÉ EULÁLIO CABRAL-FILHO.¹

¹ Instituto de Medicina Integral Prof. Fernando Figueira – Recife- Brazil,

² Universidade Federal de Pernambuco – Departamento de Fisioterapia- Recife- Brazil

Autor Correspondente : Andrea Lemos

Rua Jorge de Albuquerque, 31- apto- 1401

Casa Forte-Recife –PE- Brasil – CEP: 52060-100

Título para as páginas do artigo: Força muscular respiratória em primigestas e

nuligestas

Respiratory muscle strength in primigestas and

Nuligestas

Palavras-chave: gestação, pressões respiratórias máximas, força muscular respiratória

Key-words: pregnancy, maximum respiratory pressures, respiratory muscle strength

RESUMO:

Objetivos: descrever os valores da pressão inspiratória máxima (P_{Imáx}) e expiratória máxima (P_{Emáx}) em primigestas e compará-los com nuligestas na faixa etária de 20 a 29 anos. **Métodos:** foram estudadas 120 primigestas de baixo risco obstétrico, da 5^a a 40^a semana gestacional e 40 nuligestas, eutróficas, não praticantes de atividade física, provenientes da região metropolitana do Recife (Brasil). Os valores de P_{Imáx} e P_{Emáx} foram obtidos a partir do Volume Residual e Capacidade Pulmonar Total através de um manovacuômetro digital. A comparação entre os grupos foi feita pelo teste t de Student e a relação dos fatores grupo e idade cronológica sobre as pressões foi avaliada através de regressão linear múltipla. **Resultados:** A P_{Imáx} para as primigestas foi 88.5 (DP= 16.52) cmH₂O e para as nuligestas foi 94.22 (DP= 22.63) (p=0.08). A P_{Emáx} para as primigestas foi 99.76 (DP= 18.19) e para as nuligestas foi 98.67 (DP = 20.78) (p= 0.75). Não houve correlação entre a idade gestacional e a P_{Imáx} (r = - 0.06 ; p= 0.49) ou a P_{Emáx} (r = - 0.11; p= 0.22). A relação entre idade cronológica e P_{Imáx} / P_{Emáx} não diferiu entre primigestas e nuligestas (coeficiente angular para ambas = 0.282 e 0.453 respectivamente). **Conclusão:** as pressões respiratórias de mulheres primigestas mantiveram-se constantes durante o ciclo gestacional e foram semelhantes aos valores das nuligestas na faixa etária de 20 a 29 anos.

ABSTRACT:

Objectives: To describe the maximum inspiratory (PI_{max}) and expiratory pressure (PE_{max}) values in primigestas and compare them to nulligestas from 20 to 29 years of age. **Methods:** It was studied 120 primigestas with low obstetric risk from 5th to 40th week of gestation and 40 nulligestas, eutrophic, that do not exercises regularly from Recife (Brazil) Metropolitan Region. PI_{max} and PE_{max} values were obtained from residual volume and total pulmonary capacity by a digital manovacuometer. The comparison between groups was done by Student t test and the relationship of the group and age factors on the pressures was assessed by a multiple linear regression. **Results:** PI_{max} for primigestas was 88.50 (SD= 16.52) cmH₂O and to nulligestas was 94.22 (SD= 22.63) (p=0.08). PE_{max} for primigestas was 99.76 (SD= 18.19) and to nulligestas was 98.67 (SD = 20.78) (p= 0.75). There was no correlation between gestational age and PI_{max} (r = - 0.06 ; p= 0.49) or PE_{max} (r= - 0.11; p= 0.22). Association between chronologic age and PI_{max}/PE_{max} did not differ among primigestas e nulligestas (angular coefficient for both = 0.282 and 0.453 respectively). **Conclusion:** Primigestas women respiratory pressures have been constant during pregnancy and they are similar to nulligestas values from 20 to 29 years old.

INTRODUÇÃO

Desde que Black e Hyatt¹, descreveram em 1969 um método adequado e acessível para avaliação da força da musculatura respiratória, diversos estudos têm sido realizados mundialmente com o intuito de estabelecer valores de referência adequados para esses parâmetros^{2,3,4,5,6,7}. Esses estudos envolveram diversas populações e faixas etárias como crianças, adolescentes, adultos e idosos. No entanto, relatos sobre o comportamento da força muscular respiratória durante o período gestacional ainda são escassos e com amostras pequenas^{8,9,10}.

Durante a gestação, o sistema respiratório é submetido a uma série de alterações fisiológicas com o intuito de adaptar-se às novas demandas de oxigênio maternas e fetais. Já nas primeiras semanas ocorre um aumento no volume minuto em decorrência do aumento do volume corrente, uma vez que a frequência respiratória não sofre alteração significativa^{9,11}.

Mudanças também ocorrem tanto na configuração da caixa torácica quanto nos volumes estáticos pulmonares. A elevação de 4-5cm do diafragma leva a um aumento em torno de 2 cm dos diâmetros transversos e antero-posterior, com conseqüente queda de 300-500ml da capacidade residual funcional (CRF)^{9,11,12}. A diminuição da CRF é conseqüência tanto da diminuição no volume de reserva expiratório (100-300 ml) quanto do volume residual (200-300 ml). No entanto, não há alteração significativa da capacidade pulmonar total, uma vez que há um aumento da capacidade inspiratória (100-300 ml)^{11,13,14}.

Apesar de bem documentado na literatura as alterações de volumes e capacidades pulmonares, bem como as modificações anatômicas da caixa torácica durante a gestação, não existem referências sobre valores da força muscular respiratória nessa população específica.

Diante da necessidade de se estudar o comportamento da força muscular respiratória no período gestacional o presente estudo teve como objetivo descrever os valores da pressão inspiratória máxima (PI_{máx}) e expiratória máxima (PE_{máx}) em uma amostra de primigestas e comparar tais resultados com valores encontrados em uma amostra de nuligestas.

MÉTODOS

Este é um estudo do tipo corte transversal, cuja coleta de dados ocorreu no período de janeiro de 2008 a março de 2009, no ambulatório da Mulher do Instituto de Medicina Integral Prof. Fernando Figueira, na cidade do Recife- Brasil .

A amostra, selecionada sequencialmente, por conveniência, incluiu 120 primigestas da 5^a a 40^a semana gestacional e 40 nuligestas provenientes da zona urbana da cidade de Recife e teve como critérios de inclusão: faixa etária de 20 a 29 anos, não praticantes de atividade física, eutróficas e de baixo risco obstétrico, no caso das gestantes. Adotou-se o IMC adequado para a idade gestacional, de acordo com o método proposto por Atalah et al.¹⁵ enquanto que para as nuligestas considerou-se o IMC adequado entre 20 e 25 m/Kg²¹⁶. Foram considerados como critérios de exclusão presença de deformidades na coluna e/ou caixa torácica, história de tabagismo, pneumopatias, presença de gripes ou resfriados, patologias neuromusculares e incapacidade de compreender e/ou realizar o procedimento

O presente estudo obteve aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos do referido hospital sob o número de protocolo: 986/2007 e as gestantes que aceitaram participar assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido segundo critérios prescritos pela resolução 196/96 do Conselho Nacional da Pesquisa..

Procedimento

Todas as gestantes foram submetidas a uma avaliação prévia que consistia na obtenção dos dados pessoais, sócio-demográficos e antropométricos. A idade gestacional foi calculada a partir da data da última menstruação (DUM), e/ou pela ultrasonografia de 1º trimestre quando havia dúvida sobre a DUM.

Os valores de P_{Imáx} e P_{Emáx} eram obtidos, sempre no horário da manhã, utilizando-se um manovacuômetro digital (G-MED®; modelo: MVD300) com escala de fundo de 1 cmH₂O- 480 cmH₂O e calibrado sistematicamente. As mensurações eram realizadas com a gestante sentada numa cadeira com encosto, pés apoiados no chão, quadris e joelhos a 90°, utilizando um clipe nasal e respirando através de uma boquilha oval (2,8 X 0,7cm) e um bocal intermediário com um orifício de fuga de 2mm. Com uma das mãos a gestante segurava a boquilha firmemente, pressionando-a contra os lábios, evitando vazamento perioral durante a realização das manobras.

Antes da realização das manobras, cada voluntária recebia explicação e demonstração quanto à utilização do manovacuômetro para a correta mensuração das pressões respiratórias máximas e eram realizadas 3 manobras prévias à coleta consideradas como teste.

A P_{Imáx} foi obtida a partir do Volume Residual, onde a gestante era orientada a expirar até este e então inspirar profundamente no manovacuômetro. A P_{Emáx} foi obtida a partir da Capacidade Pulmonar Total, onde a gestante era orientada a inspirar até esta e então expirar profundamente no manovacuômetro.

O mesmo encorajamento verbal era fornecido a cada gestante, bem como feedback visual, através do monitor do aparelho, para que se atingisse o esforço máximo no momento da mensuração das pressões respiratórias.

Para cada volume eram realizadas pelo menos 3 manobras com intervalo de 1 minuto entre uma e outra. Registravam-se apenas as manobras estáveis por pelo menos um segundo, sem vazamento de ar e com variação de 10% entre os valores, sendo o maior valor selecionado para a análise final.

O nível de atividade física foi averiguado através do Questionário Internacional de Atividade Física- IPAQ, versão 8, na forma curta, sendo expresso em METS.minuto/semana¹⁷.

Análise Estatística

Os valores dos grupos foram expressos em médias e desvio-padrão, sendo as diferenças entre dois grupos avaliadas pelo teste *t* de *Student* e entre mais de dois grupos pela análise de variância (ANOVA). O coeficiente de correlação de Pearson foi empregado para avaliar a associação entre as pressões respiratórias e a idade gestacional. O efeito da idade e do grupo sobre as pressões foram avaliados através do ajuste de modelos de regressão linear.

Para a análise estatística foi utilizado o software MINITAB 14.0 e todos os testes foram aplicados com nível de confiança de 95%, considerando significativo o valor $p < 0.05$.

RESULTADOS

A idade média do grupo de primigestas foi de 23.34 (DP= 2.7) e do grupo de nuligestas foi de 24.05 (DP= 3.02).

Os grupos estudados foram homogêneos quanto ao nível de atividade física e a média dos valores de P_{máx} e PE_{máx} não diferiram significativamente entre as

primigestas e nuligestas (Tabela 1). Também não houve diferença significativa entre as médias das pressões nos trimestres e entre as nuligestas (Tabela 2).

A idade gestacional média do grupo de primigesta foi de 27.3 (DP = 8.79) semanas. Além disso, esta variável não esteve associada com os valores de PImáx ($r = -0.06$; $p = 0.49$) e PEmáx ($r = -0.11$; $p = 0.22$).

Conforme observado na figura 1 e 2, não houve variação significativa de PImáx ou PEmáx tanto para primigestas como para nuligestas com o aumento da idade. Também não houve diferença estatística entre as médias das pressões das nuligestas e primigestas para cada idade estudada.

DISCUSSÃO

Os valores de PImáx e PEmáx no grupo de primigestas foram semelhantes e mantiveram-se constantes aos da nuligestas na faixa etária estudada. Tais achados adicionam mais informações ao comportamento das pressões respiratórias na gestação, pois, ao contrário das expectativas convencionais¹⁸, as adaptações morfo-fisiológicas respiratórias impostas pela gestação não implicam em prejuízo à geração da força muscular respiratória. Apesar da diferença dos valores de PImáx aqui encontrada (5.72 cmH₂O; 6.07%) aproximar-se do nível de significância estatística, uma diminuição da pressão respiratória dessa magnitude não pode ser traduzida como reflexo de uma redução da força muscular inspiratória^{19,20}.

Os resultados encontrados podem ser justificados pelo funcionamento biomecânico respiratório, pois a redução na complacência da parede torácica associada ao aumento da pressão abdominal no final da expiração, em virtude do crescimento uterino, diminui a CRF e altera a posição de repouso do sistema respiratório^{9,21}. Conseqüentemente, com a elevação do diafragma, a área de aposição aumenta em

relação ao gradil costal o que incrementa sua capacidade de gerar tensão⁸. Associado a isso, há uma diminuição da complacência abdominal, o que favorece o controle da descida diafragmática e manutenção de suas fibras musculares em uma posição vantajosa de comprimento-tensão. Além disso, a pressão transdiafragmática não se altera^{9,18} e estudos^{9,18,22} mostram um aumento da excursão diafragmática e uma contribuição equitativa da musculatura intercostal e diafragmática para o volume corrente o que facilita a manutenção da força muscular.

Compartilhando com todos esses ajustes fisiológicos, a manutenção da complacência pulmonar e diminuição da resistência das vias áreas durante a gestação, contribui para diminuição da carga imposta aos músculos respiratórios, auxiliando sua atuação, pois não impõe um aumento no trabalho respiratório^{23,24}. Portanto, todas essas adaptações favorecem a mecânica muscular, mantendo a eficiência da musculatura inspiratória, apesar da progressiva distorção tóraco-abdominal imposta pela gestação.

Da mesma forma, a mecânica expiratória também parece adaptar-se. Poder-se-ia supor que a distensão abdominal imposta pela gestação resultasse em uma diminuição nos valores de PEmáx interferindo na geração de força expiratória. No entanto, os resultados do presente estudo não confirmaram tal suposição. De acordo com Gilleard e Brown²⁵, a manutenção da força tensional abdominal na gestação poderia ser explicada através da função neuromuscular. O músculo ao ser submetido a um alongamento prolongado reage com mudança no seu comprimento por adição no número de sarcômero. Esse processo, conhecido como miofibrilogênese²⁶, facilita a sobreposição dos filamentos de actina e miosina aumentando a tensão máxima gerada pelo músculo.

Assim, diante do exposto, associado ao fato de que as pressões mantiveram-se constantes durante toda a gestação, parece que as adaptações morfológicas, fisiológicas e biomecânicas vigentes no sistema respiratório ajudam a minimizar as progressivas

mudanças na forma e configuração do abdome, diafragma e parede torácica, conseguindo, desta forma, manter a força muscular respiratória.

Como esperado, a idade não influenciou os valores de pressão respiratória, uma vez que houve controle de uma faixa etária de 10 anos para homogeneizar a análise dos resultados entre os grupos estudados, excluindo gestantes adolescentes.

Apesar da diferença de altura encontrada entre os grupos, a similaridade nas pressões respiratórias entre eles indicam que este fator não influenciou nos valores encontrados, o que é compatível com resultados da literatura, os quais também não mostraram interferência desse parâmetro nas pressões^{4,5}.

Os valores encontrados na população gestante apresentaram pouca diferença em relação a outros estudos que obtiveram valores médios de P_{Imáx} de 76²⁴, 86⁸ e 88⁹ cmH₂O e de P_{Emáx} de 104²⁴, 94⁸ e 93⁹ cmH₂O. Da mesma forma Garcia Rio et al.¹⁰, avaliando as pressões em gestantes dispnéicas e não dispnéicas encontraram uma média de valores de P_{Imáx} entre 78 e 81.9 cmH₂O e 97.16 e 106.8 cmH₂O para a P_{Emáx} que não representaram diferença estatística entre os grupos. No entanto, tais estudos envolveram amostras pequenas (8⁸, 13²², 18⁹, e 23¹⁰ gestantes), incluíram primíparas e múltíparas, não compararam com um grupo de mulheres não gestantes e dois desses^{8,24} envolveram apenas o 3^o trimestre.

Ao se comparar as pressões respiratórias encontradas nesse estudo com os valores de referência para a população feminina brasileira na mesma faixa etária, observaram-se valores mais baixos em ambos os grupos estudados.

De acordo com Neder et al.⁷ mulheres na faixa etária entre 20-29 anos apresentariam uma média para P_{Imáx} e P_{Emáx} de 101,6 e 114,1 respectivamente. Isso representaria, para as gestantes um valor em torno 87% do previsto, podendo ser interpretado como uma possível queda nos valores da força respiratória. No entanto, de

acordo com a American Thoracic Society²⁷ e da European Respiratory Society²⁸, valores de referência nos limites inferiores para os testes de função devem ser considerados abaixo do percentil 5% dos valores de referência, enquanto que o uso de 80% do valor previsto não deve ser utilizado.

Apesar da comparação acima não resultar em nenhuma repercussão clínica, levanta, no entanto, questionamentos quanto à uniformização dos valores de referência encontrados na literatura. As diretrizes respiratórias européias²⁸, americanas²⁷ e brasileiras²⁹ sobre função pulmonar alertam sobre a generalização de valores de referência para a população em geral, em virtude da grande variabilidade inter-sujeitos e estimulam a construção de valores preditivos respeitando as diferenças sócio-econômicas, antropométricas, geográficas e raciais para a aplicabilidade clínica.

O presente estudo considerou os vários fatores que podem interferir na mensuração de pressões respiratórias³⁰. As mensurações partiram dos volumes pulmonares máximos, sempre precedidos de inspiração ou expiração rápida³¹. O orifício de fuga de 2mm³² e clip nasal foram utilizados. As gestantes foram incentivadas sempre da mesma maneira, com treinamento prévio e obtidas de 3 a 5 manobras tecnicamente aceitáveis, no mesmo horário. O aprendizado, a longo prazo, foi minimizado avaliando-se os grupos apenas uma vez. Associado a isso, a comparação dos valores das gestantes foi realizado entre uma população de nuligesta com o mesmo nível de atividade física e semelhantes características sociais e raciais. Portanto, diante do controle metodológico dos procedimentos e da representatividade da amostra podemos considerar que os valores encontrados representem o comportamento da força muscular respiratória durante a gestação na faixa etária de 20 a 29 anos.

Conclusão

As pressões respiratórias em mulheres de 20 a 29 anos são similares entre primigestas e nuligestas e apresentam uma constância durante a gestação, embora não possa ser excluída a possibilidade de diferença entre os grupos em relação à P_{Imáx}, dada a proximidade de significância estatística entre os resultados. Tais achados fornecem elementos para compreensão da biomecânica muscular respiratória no período gestacional.

Referências Bibliográficas

1. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis* 1969;99: 696-702.
2. Leech JA, Ghezzi H, Stevens D, Becklake M. Respiratory pressures and function in young adults. *Am Rev Respir Dis*. 1983;128:17-23.
3. Gaultier C, Zinman R. Maximal static pressures in healthy children. *Respir Physiol*. 1983;51:45-61.
4. Wilson SH, Cooke NT, Edwards RHT, Spiro SG. Predicted normal values for maximal respiratory pressures in Caucasian adults and children. *Thorax* 1984; 39:535-538.
5. Vincken W, Ghezzi H, Cosio MG. Maximal static respiratory pressures in adults: normal values and their relationship to determinants of respiratory function. *Bull Eur Physiopathol Respir*. 1987;23(5):435-39.
6. Enright PL, Kronmal RA, Manolio TA, Schenker MB, Hyatt RE. Respiratory muscle strength in the elderly. Correlates and reference values. Cardiovascular Health Study Research Group. *Am J Respir Crit Care Med*. 1994, 149:430-38.

7. Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med Biol Res.* 1999;32(6):719-27.
8. Gilroy RJ, Mangura BT, Lavietes MH. Rib cage and abdominal volume displacements during breathing in pregnancy. *Am Rev Resp Dis.* 1988;137(3):678-72.
9. Contreras G, Gutiérrez M, Beroíza T, Fantín A, Oddó H, Villarroel L, et al. Ventilatory drive and respiratory muscle function in pregnancy. *Am Rev Resp Dis.* 1991;144 (4):837-41.
10. Garcia-Rio F, Pino JM, Gómez L, Alvarez-Sala R, Villasante C, Villamor J. Regulation of breathing and perception of dyspnea in healthy pregnant women. *Chest.* 1996;110(2): 446-53.
11. Cugell DW, Frank NR, Gaensler EA, Badger TL. Pulmonary function in pregnancy. *Am Rev Tub.* 1953;67(5):568-97.
12. Thomson KJ, Cohen ME. Studies in the circulation in pregnancy II. Vital capacity observations in normal pregnant women. *Surg Gynecol Obstet.* 1938; 66:591-03.
13. Alaily AB, Carrol KB. Pulmonary ventilation in pregnancy. *Br J Obstet Gynecol.* 1978;85:518-24.
14. Norregaard O, Schultz P, Ostergaard A, Dahl R. Lung function and postural changes during pregnancy. *Respir Medicine.* 1989;83:467-70.
15. Atalah S, Castillo, LC, Castro SR, Aldea PA. Propuesta de um nuevo estándar de evaluación nutricional em embarazadas. *Rev Méd Chile.* 1997;125(12):1429-36.

16. World Health Organization (WHO) Child Growth Standards: Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age. Methods and development. WHO (nonserial publication). Geneva, Switzerland: WHO, 2006.
17. IPAQ. Guidelines for data processing and analysis of the international physical activity questionnaire (IPAQ)- short and long forms. www.ipaq.ki.se/ipaq.htm. November 2005.
18. Field SK, Bell SG, Cenaiko DF, Whitelaw WA. Relationship between inspiratory effort and breathlessness in pregnancy. *J Appl physiol.* 1991;71(5):1897-1902.
19. ATS/ERS. Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002; 166: 518-624
20. Hautmann H, Hefele S, Schotten K, Huber RM. Maximal inspiratory mouth pressures (P_{imax}) in healthy subjects-what is the lower limit of normal? *Resp Med.* 2000; 94:689-93.
21. Marx GF, Murthy PK, Orkin T. Static compliance before and after vaginal delivery. *Br J Anaesth.* 1970;42:1100-04
22. McGINTY, AP. The Comparative effects of pregnancy and phrenic nerve interruption on the diaphragm and their relation to pulmonary tuberculosis. *Am J Obstet Gynecol.* 1938;35: 237-48.
23. Gee JBL, Packer BS, Millen JE, Robin ED. Pulmonary mechanics during pregnancy. *J Clin Invest.* 1967; 46:945-52.
24. Jensen D, Webb KA, Davies GAL, O'Donnell DE. Mechanical ventilator constraints during incremental cycle exercise in human pregnancy: implications for respiratory sensation. *J Physiol.* 2008;586(19):4735-50.

25. Gilleard WL, Brown JM. Structure and function of the abdominal muscles in primigravid subjects during pregnancy and the immediate postbirth period. *Phys Ther.* 1996; 76(7):750-62.
26. De Deyne PG. Application of passive stretch and its implications for muscle fibers. *Phys Ther.* 2001;81 (2):819-27.
27. Official Statement of the American Thoracic Society. Lung function testing: selection of reference values and interpretative strategies. *Am Rev Respir Dis.* 1991;144:1202-18.
28. Quanjer PH, Tammeling GJ, Cotes JE, Pedersen OF, Peslin R, Yernault JC. Lung volumes and forced ventilator flows. Report Working Party Standardization of Lung Function Tests, European Community for Steel and Coal. Official Statement of the European Respiratory Society. *Eur Respir J* 1993;16(suppl.):5-40.
29. Pereira CAC. Espirometria. *J Pneumol.* 2002;8(Suppl 3): S1-82.
30. Souza RB. Pressões respiratórias estáticas máximas. *J Pneumol.* 2002;28(supl 3):S155-165.
31. Zakyntinos S, Vassilakopoulos T, Mavrommatis A, Roussos C, Tzelepis G. Effects of different expiratory maneuvers on inspiratory muscle force output. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1999;159:892-95.
32. Mayos M, Giner J, Casan P, Sanchis J. Measurement of maximal static respiratory pressures at the mouth with different air leaks. *Chest.* 1991;100:364-66.

Tabelas e Figuras

Tabela 1. Valores antropométricos e cardiorrespiratórios (média ± desvio-padrão) de nuligestas e primigestas de 20 a 29 anos.

Variáveis	Grupo		p-valor
	Nuligestas Média ± DP	Primigestas Média ± DP	
Altura (m)	1.63 ± 0.07	1.60 ± 0.06	0.004
Peso (Kg)	58.9 ± 6.19	63.43 ± 6.9	<0.01
IMC (Kg/m ²)	22.15 ± 1.64	24.83 ± 1.91	<0.01
NAF (MET-minuto/semana)	878.61 ± 709.01	930.12 ± 1535.55	0.83
PI _{máx} (cmH ₂ O)	94.22 ± 22.63	88.50 ± 16.52	0.08
PE _{máx} (cmH ₂ O)	98.67 ± 20.78	99.76 ± 18.19	0.75

IMC: índice de massa corpórea, NAF: nível de atividade física, PI_{máx}: pressão inspiratória máxima, PE_{máx}: pressão expiratória máxima

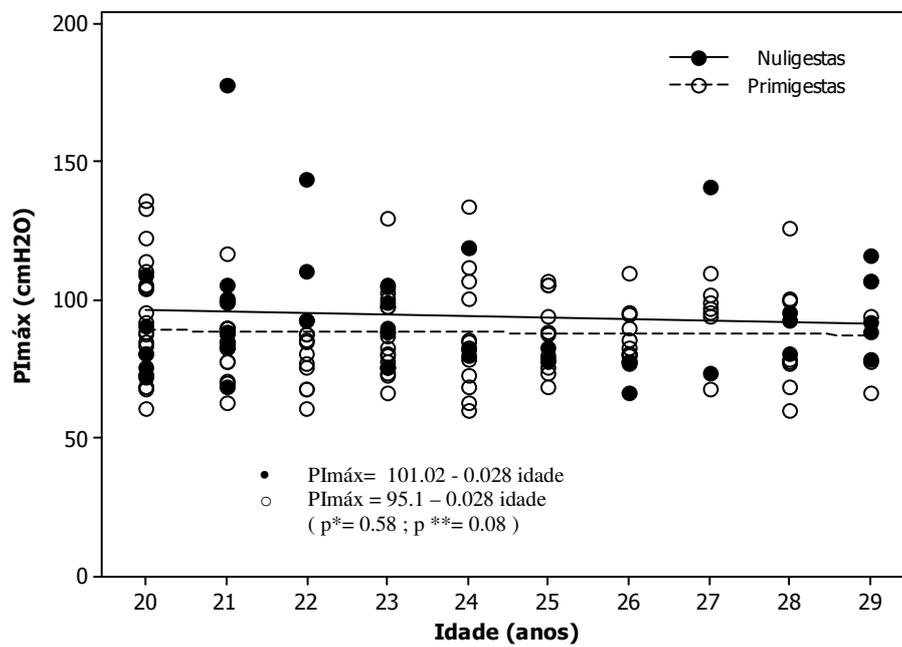
Tabela 2. Comparação das médias das pressões respiratórias máximas (PI_{máx} e PE_{máx}) entre nuligestas e primigestas nos diferentes trimestres de gestação.

Pressões Respiratórias	Primigestas			Nuligestas (n=40)
	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	
	1 ^o Trimestre (n=12) (5 ^o -13 ^o SG)	2 ^o Trimestre (n=52) (14 ^o -27 ^o SG)	3 ^o Trimestre (n=56) (28 ^o -40 ^o SG)	
PI _{máx}	88.2 ± 14.39	90.4 ± 17.05	86.8 ± 16.52	94.22 ± 22.63
PE _{máx}	102.5 ± 27.19	102.17 ± 18.6	96.94 ± 15.2	98.67 ± 20.78

Comparação das médias entre os trimestres gestacionais (ANOVA): PI_{máx}: p= 0.509; PE_{máx}: p= 0.285; Comparação das médias entre nuligestas e primigestas nos diferentes trimestres gestacionais (ANOVA): PI_{máx}: p= 0.260; PE_{máx}: p= 0.486. SG- semana gestacional

Figura 1

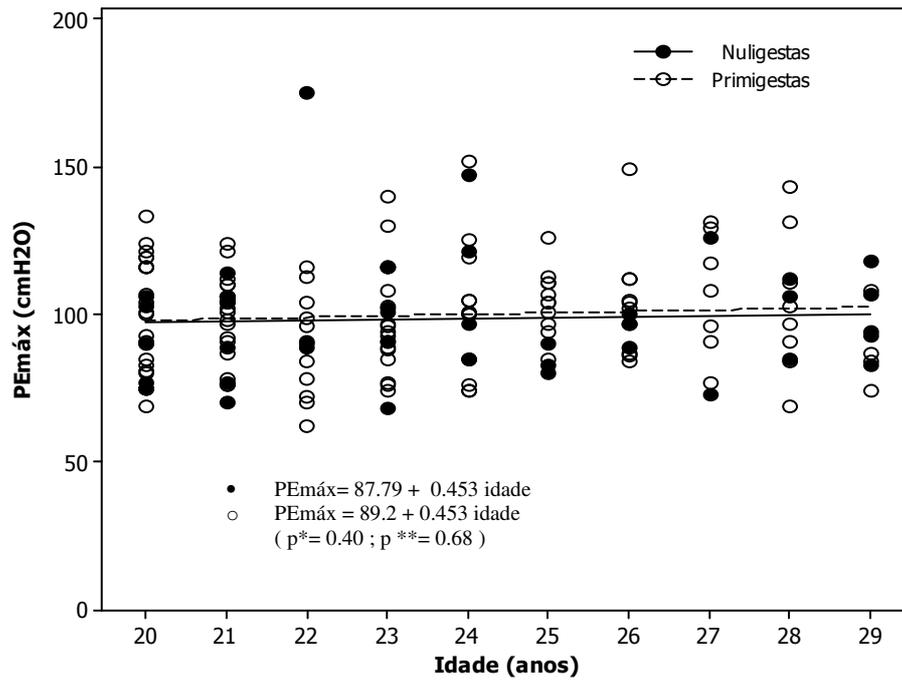
Comparação entre os valores de pressão inspiratória máxima (PI_{máx}) entre as primigestas e nuligestas de acordo com a idade



*diferença entre as idades dentro de cada grupo, ** diferença nas mesmas idades entre os grupos

Figura 2

Comparação entre os valores de pressão expiratória máxima (PE_{máx}) entre as primigestas e nuligestas de acordo com a idade



**diferença entre as idades dentro de cada grupo, ** diferença nas mesmas idades entre os grupos

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos achados do presente estudo, pode-se concluir que em primigestas na faixa etária de 20 a 29 anos:

(1) a força muscular inspiratória apresenta valores médios de 88 cmH₂O e a força muscular expiratória: 100 cmH₂O;

(2) a força muscular respiratória é capaz de manter-se constante em todo o ciclo gestacional, independente das alterações morfológicas envolvendo o compartimento tóraco-abdomino-diafragmático;

(3) essa faixa etária apresenta os mesmos valores para força respiratória;

(4) a força respiratória mantém seus valores independente do aumento do peso e do índice de massa corpórea;

(5) a dispnéia de esforço está associada à produção da força inspiratória;

(6) a altura apresenta uma fraca influência positiva apenas com a força inspiratória;

(7) a distensão abdominal, bem como o afastamento da musculatura reto-abdominal (de 1.40mm a 59.10mm) não interferem na geração da força respiratória, nem causa prejuízo na capacidade expiratória.

Esses achados ampliam o conhecimento da fisiologia respiratória na gestação e têm implicações clínicas importantes para o acompanhamento de gestantes portadoras de doenças neuromusculares e respiratórias.

Assim, sabendo-se que a P_{Imáx} e P_{Emáx} permanecem constantes nos diferentes trimestres gestacionais, na faixa etária de 20 a 29 anos, esses achados respaldam a avaliação clínica respiratória da gestante para que a mensuração dessas pressões:

- possibilite um diagnóstico precoce de fraqueza dos músculos respiratórios nas gestantes com patologias respiratórias pré-existentes como fibrose cística, asma.

- auxilie na análise do pico de fluxo expiratório nas gestantes asmáticas, evitando uma interpretação errônea de obstrução de vias aéreas, uma vez que a detecção de um valor de P_{Emáx} baixo interfere nos resultados desse pico de fluxo;

- auxilie no rastreamento e distinção entre a dispnéia fisiológica gestacional e a fisiopatológica, podendo indicar prejuízo na adaptação mecânica da bomba muscular respiratória;

- contribua para detecção antecipada do desenvolvimento de insuficiência respiratória, nos casos de valores de P_{Imáx} muito baixo;

- proporcione acompanhamento da resposta ao tratamento clínico e fisioterapêutico das gestantes pneumopatas e neuromusculares;

Além disso, os resultados trazem novas evidências para assistência fisioterapêutica pré-natal e perinatal da gestante com maiores queixas de dispnéia, proporcionando um enfoque mais direcionado à musculatura inspiratória.

Como perspectivas futuras, recomenda-se, para as próximas pesquisas, um estudo longitudinal envolvendo todo o ciclo gravídico-puerperal, com uma faixa etária ampla para que mais dados possam ser acrescentados ao entendimento fisiológico e biomecânico dos parâmetros da força muscular respiratória na população gestante.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. McAuliffe F, Kametas N, Costello J, Rafferty G, Greenough A, Nicolaides K. Respiratory function in singleton and twin pregnancy. *Br J Obstet Gynecol.* 2002; 109:765-69.
2. Neppelenbroek GA, Gadelha PS, Mauad-Filho F, Costa AG, Gallarreta FMP, Carvalho Filho OS, et al. Aspectos fisiológicos e diagnósticos das alterações pulmonares durante a gestação. *Femina.* 2006; 34:559-63.
3. Weissgerber TL, Wolfe LA. Physiological adaptation in early human pregnancy: adaptation to balance maternal-fetal demands. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2006; 31:1-11.
4. Thomson KJ, Cohen, ME. Studies in the circulation in pregnancy II. Vital capacity observations in normal pregnant women. *Surg Gynecol Obstet.* 1938; 66:591-603.
5. Contreras G, Gutierrez M, Beroíza T. Ventilatory drive and respiratory muscle function in pregnancy. *Am Rev Respir Dis.* 1991; 144:837-41.
6. Gee JBL, Packer BS, Millen JE, Robin ED. Pulmonary mechanics during pregnancy. *J Clin Invest.* 1967; 46:945-52.
7. McGinty AP. The Comparative effects of pregnancy and phrenic nerve interruption on the diaphragm and their relation to pulmonary tuberculosis. *Am J Obstet Gynecol.* 1938; 35:237-48.
8. Gilroy RJ, Mangura BT, Laviates MH. Rib cage abdominal volume placements during breathing in pregnancy. *Am Rev Respir Dis.* 1998; 137:668-72.
9. Cugell DW, Frank NR, Gaensler EA, Badger TL. Pulmonary Function in Pregnancy. *Am Rev Tuberc.* 1953; 67:568-97.
10. Rubin A, Russo N, Goucher D. The effect of pregnancy upon pulmonary function in normal women. *Am J Obstet Gynecol.* 1956; 72:963-69.
11. Ihrman K. Vital capacity and maximal breathing capacity during and after pregnancy. *Acta Soc Med Upsalla.* 1960; 65:147-54.

12. Glazioglu K, Kaltreider NL, Rosen MR, Yu PN. Pulmonary function during pregnancy in normal women and in patients with cardiopulmonary disease. *Thorax*. 1970; 25: 445-50.
13. Knuttgen HG, Emerson Jr K. Physiological response to pregnancy at rest and during exercise. *J Appl Physiol*. 1974; 36:549-53.
14. Baldwin GR, Mooerthi DS, Whelton JA, MacDonnell KF. New lung functions and pregnancy. *Am J Obstet Gynecol*. 1977; 127:235-39.
15. Alaily AB, Carroy KB. Pulmonary ventilation in pregnancy. *Br J Obstet Gynaecol*. 1978; 85:518-24.
16. Spatling L, Fallesntein F, Huch A, Huch R, Rooth G. The variability of cardiopulmonary adaptation to pregnancy at rest and during exercise. *Brit J Obstet Gynaecol*. 1992; 99(suppl 8):1-40.
17. Lee W. Cardiorespiratory alterations during normal pregnancy. *Crit Care Clin*. 1991; 7:763-75.
18. Elkus R, Popovich, J. Respiratory physiology in pregnancy. *Clin Chest Med*. 1992; 13:555-65.
19. Phatak MS, Kurhade GA. A longitudinal study of antenatal changes in lung function tests and importance of postpartum exercises in their recovery. *Indian J Physiol Pharmacol*. 2003; 47:352-56.
20. Camann WR, Ostheimer GW. Physiological adaptations during pregnancy. *Int Anesthes Clin*. 1990; 28:2-10.
21. Berrry MJ, McMurray RG, Katz VL. Pulmonary and ventilator responses to pregnancy, immersion and exercise. *J Appl Physiol*. 1989; 66: 857-62.
22. Puranick BM, Kaore SB, Kurhade GA, Agrawal SD, Patwardhan SA, Kher JR. A longitudinal study of pulmonary function tests during pregnancy. *Indian J Physiol. Pharmacol*. 1994; 38: 129-32.
23. Crapo, RO. Normal cardiopulmonary physiology during pregnancy. *Clin Obstet Gynecol*. 1996; 39:3-16.
24. Norregaard O, Schultz P, Ostergaard A, Dahl R. Lung Function and postural changes during pregnancy. *Resp Med*. 1989; 83:467-70.
25. Pinheiro F, Santos KB, Martinez D, Gottschall CAM. Função Ventilatória na Gravidez Normal. *J Pneumol*. 1981; 7:138-42.
26. Das, TK, Jana H. Maternal airways function during normal pregnancy. *Indian J Med Sci*. 1991; 45: 265-68.

27. McAuliffe F, Kametas N, Costello J et al. Respiratory function in pregnancy at sea level and at high altitude. *Br J Obstet Gynecol.* 2004; 111:311-15.
28. Rees GB, Pipkin FB, Symonds EM, Patrick JM. A longitudinal study of respiratory changes in normal human pregnancy with cross-sectional data on subjects with pregnancy-induced hypertension. *Am J Obstet Gynecol.* 1990; 162:826-30.
29. Kolarzyk E, Szot W, Lyszczarz J. Lung function and breathing regulation parameters during pregnancy. *Arch Gynecol Obstet.* 2005; 272:53-58.
30. Liberatore SM, Pistelli R, Patalano F, Moneta E, Incalzi RA, Ciappi G. Respiratory function during pregnancy. *Respiration.* 1984; 46:145-50.
31. Ziegel EE, Cranley MS. *Enfermagem obstétrica.* 8a. ed. Rio de Janeiro: Interamericana; 1985.
32. Prowse CM, Gaensler EA. Respiratory and acid-base changes during pregnancy. *Anesthesiology.* 1965; 26:381-92.
33. Lucius H, Gahlenbeck H, Kleine H, Fabel H, Bartels H. Respiratory functions, buffer system, and electrolyte concentrations of blood during human pregnancy. *Resp Physiol.* 1970; 9:311-17.
34. Awe RJ, Nicotra B, Newsom T, Viles R. Arterial Oxygenation and alveolar-arterial gradients in term pregnancy. *Obstet & Gynecol.* 1979; 53:383-85.
35. Templeton A, Kelman GR. Maternal blood-gases, (PA_{O_2} - Pao_2), physiological shunt and V_D/V_T in normal pregnancy. *Br J Anaesth.* 1976; 48:1001-04.
36. Plass ED, Oberst FW. Respiration and pulmonary ventilation in normal nonpregnant, pregnant and puerperal women: with an interpretation of the acid-base balance during normal pregnancy. *Am J Obstet Gynecol.* 1938; 441-52.
37. Artal R. *O exercício na gravidez.* 2ª. ed. São Paulo: Manole; 1999.
38. Jensen D, Ofir D, O'Donnell. Effects of pregnancy, obesity and aging on the intensity of perceived breathlessness during exercise in health humans. *Resp Physiol Neurobiol.* 2009; 167:87-100.
39. Jensen D, Duffin J, Lam YM, Webb KA, Simpson JA, Davies GAL, et al. Physiological mechanisms of hyperventilation during human pregnancy. *Resp Physiol Neurobiol.* 2008; 161:76-86.
40. Schoene RB, Pierson DJ, Lakshminarayan S, Shrader DL, Butler J. Effect of medroxyprogesterone acetate on respiratory drives and occlusion pressure. *Bull Eur Physiopathol Respir.* 1980; 16:645-53.

41. Bayliss DA, Millhorn DE. Central neural mechanisms of progesterone action: application to the respiratory system. *J Appl Physiol*. 1992; 73:393-404.
42. Slatkovska L, Jensen D, Davies GAL, Wolfe LA. Phasic menstrual cycle effects on the control of breathing in healthy women. *Respir Physiol Neurobiol*. 2006; 154:379-88.
43. Lyons HA, Antonio R. The sensitivity of the respiratory center in pregnancy and after the administration of progesterone. *Trans Assoc Am Phy*. 1959; 72:173-80.
44. Jensen D, Wolfe LA, Slatkoyska L. Effects of human pregnancy on the ventilator chemoreflex response to carbon dioxide. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2005; 288:R1369-75.
45. Heenan AP, Wolfe LA. Plasma osmolality and the strong ion difference predict respiratory adaptations in pregnant and non-pregnant women. *Can J Physiol Pharmacol*. 2003; 81:839-47.
46. Weissgerber TL, Wolfe LA, Hopkins WG, Davies GAL. Serial respiratory adaptations and an alternate hypothesis of respiratory control in human pregnancy. *Respir Physiol Neurobiol*. 2006; 153:39-53.
47. Weinberger SE, Weiss ST, Cohen WR, Weiss JW, Johnson TS. Pregnancy and the lung. *Am Rev Respir Dis*. 1980; 121:559-81.
48. Regensteiner JG, Woodard WG, Hagerman DD, Weil JV, Pickett CK, Bender PR, et al. Combined effects of female hormones and metabolic rate on ventilator drives in women. *J Appl Physiol*. 1989; 66:808-13.
49. Jensen D, Webb KA, O'Donnell DE. Chemical and mechanical adaptations of the respiratory system at rest and during exercise in human pregnancy. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2007; 32:1240-50.
50. Milne JA, Howie AD, Pack AI. Dyspnoea during normal pregnancy. *Br J Obstet Gynaecol*. 1978; 85:260-63.
51. Tenholder M, South-Paul J. Dyspnea in pregnancy. *Chest*. 1980; 96:381-8.
52. Zeldis SM. Dyspnea during pregnancy: distinguishing cardiac from pulmonary causes. *Clin Chest Med*. 1992; 13:567-85.
53. Wise RA, Polito AJ, Krishnan V. Respiratory physiologic changes in pregnancy. *Immunol Allergy Clin N Am*. 2006; 26:1-12.
54. Jensen D, Webb KA, Davies GA, O'Donnell DE. Mechanical ventilatory constraints during incremental cycle exercise in human pregnancy: implications for respiratory sensation. *J Physiol*. 2008; 19:4735-50.

55. Field SK, Bell SG, Cenaico DF, Whitlelaw WA. Relationship between inspiratory effort and breathlessness in pregnancy. *J. Appl. Physiol.* 1991; 71:1897-1902.
56. Milne JA, Mills RJ, Howie AD, Pack AI. Large airways function during normal pregnancy. *Br J Obstet Gynaecol.* 1977; 84:448-51.
57. Milne JA. The respiratory response to pregnancy. *Postgrad Med J* 1979; 55:318–24.
58. Brancazio LR, Laifer SA, Schwartz T. Peak expiratory flow rate in normal pregnancy. *Obstet Gynecol.* 1997; 89:383-86.
59. Neppelenbroek GA, Mauad-Filho F, Cunha PS, Duarte G, Costa AG, Spara P, et al. Investigação do fluxo expiratório máximo em gestantes saudáveis. *Rev Bras Ginecol Obstet.* 2005; 27:37-43.
60. Maia JN, Lemos A, Toscano CF, Dornelas de Andrade A. Pico de fluxo expiratório: comparação entre primíparas no 3º trimestre de gestação e nulíparas. *Fisioter Pesq.* 2007; 14:72-76.
61. Harirah HM, Donia SE, Nashrallah FK. Effect of gestational age and position on peak expiratory flow rate: a longitudinal study. *Obstet Gynecol.* 2005; 105: 372-76.
62. Craig DB, Toole MA. Airway closure in pregnancy. *Canad Anaesth Soc J.* 1975; 22:665-72.
63. Garrard GS, Littler WA, Redman CWG. Closing volume during normal pregnancy. *Thorax.* 1978; 33:488-92.
64. Russell IF, Chambers WA. Closing volume in normal pregnancy. *Br J Anaesth.* 1981; 53:1043-47.
65. Garcia-Rio F, Pino J, Gomez L, Alvarez-Sala R, Villasante C, Villamor J. Regulation of breathing and perception of dyspnea in healthy pregnant women. *Chest.* 1996; 110:446-53.
66. Lemos A, Caminha MA, Melo Jr EF, Andrade AD. Avaliação da força muscular respiratória no terceiro trimestre de gestação. *Rev Bras Fisioter.* 2005; 9:151-56.
67. Gilleard WL, Brown JM. Structure and function of the abdominal muscles in primigravid subjects during pregnancy and the immediate postbirth period. *Phys Ther.* 1996; 76:750-62.

68. Fast A, Weiss L, Ducommun EJ, Medina E, Butler JG. Low-back pain in pregnancy. *Spine*. 1990; 15:28-30
69. Noble E. *Essencial exercises for the childbearing year*. 4th ed. Harwich: New Life Images; 2003.
70. Boissonnault JS, Blaschack MJ. Incidence of diastasis rectus abdominis during the childbearing year. *Phys Ther*. 1988; 68:1082-86.
71. Mantle J, Haslam J, Barton S. *Physiotherapy in Obstetrics and Gynaecology*. 2nd Ed. London: Elsevier science; 2004.
72. Kapandji AI. *Fisiologia Articular: Tronco e coluna vertebral*. 5a. ed. São Paulo: Manole; 2000.
73. De Troyer A, Estenne M. Functional anatomy of the Respiratory Muscles. *Clin. Chest. Med*. 1988; 9:175-93.
74. American Thoracic Society/European Respiratory Society. Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 166:518-624.
75. Souza RB. Pressões respiratórias estáticas máximas. *J Pneumol*. 2002; 28:S155-65.
76. Esbérand CA. O músculo. In: AIREs, M.M. *Fisiologia*. 2a. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1999.
77. Kera T, Maruyama H. Study of influence factor on maximal mouth pressure part I- Influence of posture. *J Phys Ther Sci*. 2001; 13:153-60.
78. Laroche CM, Moxham J, Green M. Respiratory muscle weakness and fatigue. *Q J Med*. 1989; 71:373-97.
79. Steier J, Kaul S, Symour J, Jolley C, Rafferty G, Man W, et al. The value of multiple tests of respiratory muscle strength. *Thorax*. 2007; 62:975-80.
80. Sayabbalo N. Assessment of respiratory muscle function and strength. *Postgrad Med J*. 1998; 74:208-15.
81. Polkey MI, Geen M, Moxham J. Measurement of respiratory muscle strength. *Thorax*. 1995; 50:1131-35.
82. Moxham J, Goldstone J. Assessment of respiratory muscle strength in the intensive care unit. *Eur Respir J*. 1994; 7:2057-61.

83. Murciano D, Rigaud D, Pingleton S, Armengaud M, Melchior J, Aubier M. Diaphragmatic function in severely malnourished patients with anorexia nervosa. *Am J Respir Crit Care Med.* 1994; 150:1569-74.
84. Decramer M, Lacquet L, Fagaud R, Rogiers P. Corticosteroids contribute to muscle weakness in chronic airflow obstruction. *Am J Respir Crit Care Med.* 1994; 150:11-6.
85. Machado MGR. Bases da Fisioterapia respiratória: terapia intensiva e reabilitação. 1a. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2008.
86. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis.* 1969; 99:696-702.
87. Bruschi C, Cerveri I, Zoia M, Fanfulla F, Fiorentini M, Casali L. References Values of Maximal Respiratory Mouth Pressures: A Population - based Study. *Am Rev Respir Dis.* 1992; 146:790-93.
88. Leech JA, Ghezzi H, Stevens D, Becklake M. Respiratory pressures and function in young adults. *Am Rev Respir Dis.* 1983; 128:17-23.
89. Wilson SH, Cooke NT, Edwards RHT, Piro SG. Predicted Normal Values for Maximal Respiratory Pressure in caucasian Adults and Children. *Thorax.* 1984; 39:535-38.
90. Smyth, RJ, Chapman KR, Rebeck AS. Maximal inspiratory and expiratory pressures in adolescents. *Chest;* 86:568-572.
91. Vincken W, Ghezzi H, Cosio MG. Maximal static respiratory pressures in adults: normal values and their relationship to determinants of respiratory function. *Bull Eur Physiopathol Respir.* 1987; 23:435-39.
92. McElvaney G, Blackie S, Morrison NJ, Wilcox PG, Fairbairn MS, Pardy RL. Maximal static respiratory pressures in the normal elderly. *Am Rev Respir Dis.* 1989; 139:277-81.
93. Enright PL, Dronmal RA, Manolio TA, Schenker MB, Hyatt RE. Respiratory muscle strength in the Elderly. *Am J Respir Crit Care Med.* 1994; 149:430-38.

94. Karvonen J, Saarelainen S, Nieminen MM. Measurement of respiratory muscle forces based on maximal inspiratory and expiratory pressures. *Respiration*. 1994; 61:28-31.
95. Johan A, Chan CC, Chia HP, Chan OY, Wang YT. Maximal respiratory pressures in adult Chinese, Malays and Indians. *Eur Respir J*. 1997; 10:2825-28.
96. Harik-Khan RI, Wise RA, Fozard JL. Determinants of Maximal Inspiratory Pressure. The Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Am J. Respir. Crit. Care. Med*. 1998; 158:1459-64.
97. Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med Biol Res*. 1999; 32:719-26.
98. Byrd RB, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures in chronic obstructive lung disease. *Am Rev Respir Dis*. 1968; 98:848-56.
99. Begin P, Grassiano A. Inspiratory muscle dysfunction and chronic hypercapnia in chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis*. 1991; 143:905-12.
100. Gounden P. Static respiratory pressures in patients with post-traumatic tetraplegia. *Spinal Cord*. 1997; 35:43-7.
101. Louveridge BH, Dabo HI. Breathing pattern in chronic quadriplegia. *Arch Phys Med Rehabil*. 1990, 71:495-9.
102. Gibson GJ. Obesity, respiratory function and breathlessness. *Thorax*. 2000; 55:S41-4.
103. Smertzer SC, Skurnick JH, Troiano R, Cook SD, Duran W, Lavietes MH. Respiratory function in multiple sclerosis. Utility of clinical assessment of respiratory muscle function. *Chest*. 1992; 101:479-84.
104. Bryser B, Demedts M, Meekers J, Vandegaer L, Rochette F, Kerkhofs L. Respiratory dysfunction in multiple sclerosis: a prospective analysis of 60 patients. *Eur Respir J*. 1997; 10:139-45.
105. Vittinghoff E, Glidden DV, Stephen C. 2004. Regression methods in biostatistics: linear logistic, survival and repeated measures model. Springer, Verlag.

106. Wareham NJ, Rennie KL. The validation of physical activity instruments for measuring energy expenditure: problems and pitfalls. *Publ Health Nutri.* 1998; 4: 265-71.
107. Atalah E, Castilho C, Castro R, Aldea A. Propuesta de um nuevo estándar de evaluación nutricional em embarazadas. *Rev. Méd. Chile.* 1997; 125:1429-36.
108. World Health Organization (WHO) Child Growth Standards: Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age. Methods and development. WHO (nonserial publication). Geneva, Switzerland: WHO, 2006.
109. BORG, C. Escalas de Borg para dor e o Esforço Percebido. Rio de Janeiro: Manole; 2000.
110. IPAQ. Guidelines for data processing and analysis of the international physical activity questionnaire (IPAQ)- short and long forms. URL: <http://www.ipaq.ki.se/ipaq.htm>. November 2005.
111. Pardini R, Matsudo S, Araújo T et al. Validação do questionário internacional de nível de atividade física (IPAQ-versão 6): estudo piloto em adultos jovens brasileiros. *Rev Bras Ciên e Mov.* 2001; 9:45-51.
112. MINISTÉRIO DA SAÚDE 2005. Pré-natal e Puerpério: atenção qualificada e humanizada. Manual Técnico/Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de ações programáticas e estratégicas. Brasília: Ministério da Saúde.

APÊNDICE 1**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIMENTO PARA
PARTICIPAÇÃO DA PESQUISA**

(De acordo com os critérios da resolução 196/96 do Conselho Nacional da Pesquisa)

TÍTULO: AVALIAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA NO PERÍODO GESTACIONAL EM PRIMIGESTAS

INVESTIGADOR: Andréa Lemos de Oliveira / Fone: 92325707 - 33286797

Local de pesquisa: Instituto de Medicina Integral Prof. Fernando Figueira

Este termo de consentimento pode conter palavras que você não entenda. Por favor, pergunte à equipe que a acompanha no estudo a respeito de quaisquer palavras ou informações que você não entenda claramente. Você receberá uma cópia deste termo de consentimento para seu registro.

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS: A senhora está sendo convidada a participar de um estudo de pesquisa a ser realizado no Instituto de Medicina Integral Prof. Fernando Figueira (IMIP). Será verificada a força da sua musculatura respiratória. Esses valores serão relacionados com a possível presença de falta de ar e cansaço, separação dos seus músculos abdominais. **DESCRIÇÃO DO ESTUDO:** As participantes, inicialmente, responderão a um questionário de avaliação fisioterapêutica e em seguida realizará a medida da força da musculatura respiratória. Ela será orientada sugar o ar com a máxima força que conseguir dentro de um aparelho chamado de manovacuômetro e em seguida soprará também com a máxima força no mesmo aparelho. Serão realizadas em pelo menos 12 manobras para obtenção dessa força. Além disso, nas gestantes, com o uso de fita métrica, será realizada uma medida do tamanho do útero. Com o uso de um equipamento chamado paquímetro será medida a distância da separação dos músculos reto-abdominais e também será medido o peso e altura.

RISCOS E DESCONFORTOS: O presente estudo não oferece riscos por se tratar de um estudo para verificação das forças inspiratória e expiratória máximas de forma não invasiva.

CONFIDENCIALIDADE: As informações obtidas através deste estudo serão tratadas rigorosamente com confidencialidade. Os resultados desta pesquisa serão divulgados

publicamente e poderão ser apresentados em publicações científicas ou congressos, entretanto, sua identidade jamais será revelada.

PARTICIPAÇÃO VOLUNTÁRIA/RETIRADA: A sua participação nesse estudo é voluntária. Você pode recusar-se a participar ou parar de participar a qualquer momento da pesquisa.

CONSETIMENTO DO VOLUNTÁRIO: Li e entendi as informações procedentes descrevendo esse estudo, e todas as minhas dúvidas em relação ao estudo e a minha participação nele foram respondidas satisfatoriamente. Dou livremente meu consentimento em participar do estudo até que decida pelo contrário.

Assinado este termo de consentimento, concordo em participar desse estudo e não abro mão, na condição de participante e um estudo pesquisa, de nenhum dos direitos legais que eu teria de outra forma.

Nome do Voluntário

Assinatura do Voluntário

Data

APÊNDICE 2**INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS**

PESQUISA: AVALIAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA NO PERÍODO
GESTACIONAL EM PRIMIGESTAS

FORMULÁRIO N°: _____

Data: ____/____/____

IDENTIFICAÇÃO

Nome: _____

Prontuário IMIP: _____ Data de nasc.: ____/____/____

Idade: _____

Endereço: _____

Zona: urbana Rural

Telefone para contato: _____

Profissão: _____**Estado Civil:** solteira casada união consensual separada viúva**Escolaridade:**

1- analfabeto 2- Alfabetizado

3- 1º grau incompleto 4- 1º grau completo

5- 2º grau incompleto 6- 2º grau completo

7- superior incompleto 8- superior completo 9 outros

Anos de Estudo:

nenhum de 1 a 3 anos

de 4 a 7 anos de 8 a 11 anos

de 12 ou mais Ignorado

Renda Familiar: _____**AVALIAÇÃO:**

Data da Última Menstruação (DUM): _____ Idade Gestacional (IG): _____

Padrão respiratório: _____

Altura: _____

Peso

	Peso (Kg)	Altura (m)	IMC: Kg/m ²
1º Trimestre semana: _____			

PI_{máx}

SEMANA	1º Mensuração	2º Mensuração	3º Mensuração	Maior Valor
semana: _____				

PE_{máx}

SEMANA	1º Mensuração	2º Mensuração	3º Mensuração	Maior Valor
semana: _____				

Distância Inter-retos

SEMANA	4,5 cm acima CU (cm)	Umbilical (cm)	4,5cm abaixo CU (cm)
semana: _____			

Altura de Fundo Uterino

SEMANA	Mensuração (cm)
semana: _____	

Grau de Dispneia

SEMANA	Escala de Borg Modificada
semana: _____	

Nível de atividade Física _____

ANEXO 1

APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA

Instituto Materno Infantil
de Prof. Fernando Figueira
Escola de Pós-graduação em Saúde Materno Infantil
Instituição Civil Filantrópica



DECLARAÇÃO

Declaro que o Projeto de pesquisa nº 986 intitulado “**Avaliação da força muscular respiratória no período gestacional e puerperal em primigestas**”, apresentado pela Pesquisadora **Andréa Lemos Bezerra de Oliveira**, foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Instituto Materno Infantil Prof. Fernando Figueira – IMIP, em Reunião Extraordinária de 10 de julho de 2007.

Recife, 11 de julho de 2007.


Dr. José Eulálio Cabral Filho
Coordenador do Comitê de Ética
em Pesquisa em Seres Humanos do
Instituto Materno Infantil Prof. Fernando Figueira

UTILIDADE PÚBLICA MUNICIPAL - Dec. Lei 9851 de 08/11/67
UTILIDADE PÚBLICA ESTADUAL - Dec. Lei 5013 de 14/05/64
UTILIDADE PÚBLICA FEDERAL - Dec. Lei 86235 de 30/07/81
INSCRIÇÃO MUNICIPAL: 05.897-1
INSCRIÇÃO ESTADUAL: Isento
CNPJ: 10.986.301/0001-29

Rua dos Coelhos, 300 Boa Vista
Recife - PE - Brasil CEP 50.070-550
PABX: (81) 2122.4100
Fax: (81) 2122.4722 Cx. Postal 355
e-mail: imip@imip.org.br
home page www.imip.org.br

ANEXO 2

AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DA GESTANTE

QUADRO 1 - AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL (EN) DA GESTANTE ACIMA DE 19 ANOS, SEGUNDO ÍNDICE DE MASSA CORPORAL (IMC) POR SEMANA GESTACIONAL

Semana gestacional	Baixo peso IMC	Adequado IMC entre	Sobrepeso IMC entre	Obesidade IMC
6	19,9	20,0 24,9	25,0 30,0	30,1
8	20,1	20,2 25,0	25,1 30,1	30,2
10	20,2	20,3 25,2	25,3 30,2	30,3
11	20,3	20,4 25,3	25,4 30,3	30,4
12	20,4	20,5 25,4	25,5 30,3	30,4
13	20,6	20,7 25,6	25,7 30,4	30,5
14	20,7	20,8 25,7	25,8 30,5	30,6
15	20,8	20,9 25,8	25,9 30,6	30,7
16	21,0	21,1 25,9	26,0 30,7	30,8
17	21,1	21,2 26,0	26,1 30,8	30,9
18	21,2	21,3 26,1	26,2 30,9	31,0
19	21,4	21,5 26,2	26,3 30,9	31,0
20	21,5	21,6 26,3	26,4 31,0	31,1
21	21,7	21,8 26,4	26,5 31,1	31,2
22	21,8	21,9 26,6	26,7 31,2	31,3
23	22,0	22,1 26,8	26,9 31,3	31,4
24	22,2	22,3 26,9	27,0 31,5	31,6
25	22,4	22,5 27,0	27,1 31,6	31,7
26	22,6	22,7 27,2	27,3 31,7	31,8
27	22,7	22,8 27,3	27,4 31,8	31,9
28	22,9	23,0 27,5	27,6 31,9	32,0
29	23,1	23,2 27,6	27,7 32,0	32,1
30	23,3	23,4 27,8	27,9 32,1	32,2
31	23,4	23,5 27,9	28,0 32,2	32,3
32	23,6	23,7 28,0	28,1 32,3	32,4
33	23,8	23,9 28,1	28,2 32,4	32,5
34	23,9	24,0 28,3	28,4 32,5	32,6
35	24,1	24,2 28,4	28,5 32,6	32,7
36	24,2	24,3 28,5	28,6 32,7	32,8
37	24,4	24,5 28,7	28,8 32,8	32,9
38	24,5	24,6 28,8	28,9 32,9	33,0
39	24,7	24,8 28,9	29,0 33,0	33,1
40	24,9	25,0 29,1	29,2 33,1	33,2
41	25,0	25,1 29,2	29,3 33,2	33,3
42	25,0	25,1 29,2	29,3 33,2	33,3

Fonte: Atalah et al., 1997.

ANEXO 3**ESCALA DE PERCEPÇÃO À DISPNEIA MODIFICADA DE BORG.**

VALOR	DENOMINAÇÃO
10	EXTREMAMENTE DIFÍCIL
9	
8	
7	MUITO DIFÍCIL
6	
5	DIFÍCIL
4	POUCO DIFÍCIL
3	MODERADO
2	LEVE
1	MUITO LEVE
0,5	MUITO, MUITO LEVE
0	NADA

(Borg C. Escalas de Borg para dor e o Esforço Percebido. Rio de Janeiro: Manole; 2000)

ANEXO 4

QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA (IPAQ)- VERSÃO 8

QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA –
VERSÃO CURTA -

Nome: _____

Data: ____/____/____ Idade : ____ Sexo: F () M ()

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. Este projeto faz parte de um grande estudo que está sendo feito em diferentes países ao redor do mundo. Suas respostas nos ajudarão a entender que tão ativos nós somos em relação à pessoas de outros países. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na ÚLTIMA semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são MUITO importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação !

Para responder as questões lembre que:

- atividades físicas VIGOROSAS são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar MUITO mais forte que o normal
- atividades físicas MODERADAS são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar UM POUCO mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza por pelo menos 10 minutos contínuos de cada vez.

1a Em quantos dias da última semana você CAMINHOU por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias ____ por SEMANA () Nenhum

1b Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando por dia?

horas: _____ Minutos: _____

2a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades MODERADAS por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar moderadamente sua respiração ou batimentos do coração (POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA)

dias _____ por SEMANA () Nenhum

2b. Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

horas: _____ Minutos: _____

3a Em quantos dias da última semana, você realizou atividades VIGOROSAS por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar MUITO sua respiração ou batimentos do coração.

dias _____ por SEMANA () Nenhum

3b Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

horas: _____ Minutos: _____

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentando durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

**CENTRO COORDENADOR DO IPAQ NO BRASIL- CELAFISCS -
INFORMAÇÕES ANÁLISE, CLASSIFICAÇÃO E COMPARAÇÃO DE RESULTADOS NO
BRASIL**

**Tel-Fax: – 011-42298980 ou 42299643. E-mail: celafiscs@celafiscs.com.br
Home Page: www.celafiscs.com.br IPAQ Internacional: www.ipaq.ki.se**

ANEXO 5

APPENDIX 1

At A Glance
IPAQ Scoring Protocol (Short Forms)

Continuous Score

Expressed as MET-min per week: MET level x minutes of activity/day x days per week

*Sample Calculation***MET levels**

Walking = 3.3 METs

Moderate Intensity = 4.0 METs

Vigorous Intensity = 8.0 METs

MET-minutes/week for 30 min/day, 5 days

$3.3 \times 30 \times 5 = 495$ MET-minutes/week

$4.0 \times 30 \times 5 = 600$ MET-minutes/week

$8.0 \times 30 \times 5 = 1,200$ MET-minutes/week

TOTAL = 2,295 MET-minutes/week

Total MET-minutes/week = Walk (METs*min*days) + Mod (METs*min*days) + Vig (METs*min*days)

Categorical Score- three levels of physical activity are proposed1. **Low**

- No activity is reported **OR**
- Some activity is reported but not enough to meet Categories 2 or 3.

2. **Moderate**

Either of the following 3 criteria

- 3 or more days of vigorous activity of at least 20 minutes per day **OR**
- 5 or more days of moderate-intensity activity and/or walking of at least 30 minutes per day **OR**
- 5 or more days of any combination of walking, moderate-intensity or vigorous-intensity activities achieving a minimum of at least 600 MET-minutes/week.

3. **High**

Any one of the following 2 criteria

- Vigorous-intensity activity on at least 3 days and accumulating at least 1500 MET-minutes/week **OR**
- 7 or more days of any combination of walking, moderate- or vigorous-intensity activities accumulating at least 3000 MET-minutes/week

Please review the full document "Guidelines for the data processing and analysis of the International Physical Activity Questionnaire" for more detailed description of IPAQ analysis and recommendations for data cleaning and processing [www.ipaq.ki.se].

Revised November 2005

13

(IPAQ. Guidelines for data processing and analysis of the international physical activity questionnaire (IPAQ)- short and long forms. URL: <http://www.ipaq.ki.se/ipaq.htm>. November 2005)

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)