

Artigos originais

Acurácia do teste de contagem em uma única respiração para determinar a capacidade vital lenta em pacientes hospitalizados

*Accuracy of single-breath counting test to determine slow vital capacity in hospitalized patients*Anna Luiza Escóssio¹<https://orcid.org/0000-0003-0202-5976>Rodrigo Cappato de Araújo¹<https://orcid.org/0000-0002-6399-3201>Nicole Oliver¹<https://orcid.org/0000-0003-0546-6152>Emília Chagas Costa¹<https://orcid.org/0000-0002-7664-5994>José Ângelo Rizzo¹<https://orcid.org/0000-0002-5997-9036>Emanuel Sávio Cavalcanti Sarinho¹<https://orcid.org/0000-0003-3331-6274>Yossef Aelony¹<https://orcid.org/0000-0002-8826-2173>Marco Aurélio de Valois Correia Junior¹<https://orcid.org/0000-0003-0386-5256>

¹ Universidade de Pernambuco – UPE,
Petrolina, Pernambuco, Brasil.

Conflito de interesses: Inexistente



RESUMO

Objetivo: identificar a acurácia do teste de contagem em uma única respiração para determinar a capacidade vital lenta em pacientes hospitalizados e avaliar sua repetibilidade entre o mesmo examinador.

Métodos: estudo de diagnóstico em que a escolha das técnicas foi aleatoriamente atribuída. A área sob a curva (característica de operação do receptor) foi calculada a partir da capacidade vital lenta (20ml/kg) para avaliar as melhores características psicométricas do teste de contagem em uma única respiração para este ponto de corte. A repetibilidade observada pelo mesmo examinador foi avaliada usando o coeficiente de correlação intraclass.

Resultados: foram analisados (característica de operação do receptor/capacidade vital lenta=20ml/Kg), foi encontrado o valor de 21 em teste de contagem em uma única respiração com uma sensibilidade de 94,44% e especificidade de 76,62% (área abaixo da curva=0,93, $p < 0,005$). O valor do coeficiente de correlação intraclass para o teste de contagem foi 0,976 com $p > 0,005$.

Conclusão: o teste de contagem em uma única respiração foi uma técnica válida, repetitiva e pode ser uma importante opção de rastreamento para avaliação da função pulmonar na ausência de equipamentos específicos. Essa técnica abre perspectivas no que se refere à substituição da medição da capacidade vital lenta em hospitais que não possuem equipamento espirométrico ou em pacientes que apresentam uma doença contagiosa com risco de contaminação e propagação de doença de um paciente para outro.

Descritores: Espirometria; Pneumopatias; Capacidade Vital; Fonação

ABSTRACT

Purpose: to identify the accuracy of the single-breath counting test to determine slow vital capacity in hospitalized patients and to evaluate the repeatability of the same examiner.

Methods: a diagnostic study and the choice of techniques were randomly assigned. The area under the curve (receiver operating characteristic) was calculated from the slow vital capacity (20ml/kg) to evaluate the best psychometric characteristics of single-breath counting Test for this cutoff point. Repeatability observed by the same examiner was assessed using the Intraclass Correlation Coefficient.

Results: 516 patients hospitalized for various diseases were analyzed. In the curve analysis (receiver operating characteristic/slow vital capacity=20ml/Kg), the value of 21 in single-breath counting test with a sensitivity of 94.44% and specificity of 76.62% (area under the curve =0.93, $p < 0.005$) was found. The intraclass correlation coefficient value for the single-breath counting test was 0.976 with $p > 0.005$.

Conclusion: the single-breath counting test was a valid and repetitive technique, and may be an important screening option for assessment of lung function in the absence of specific equipment. This technique opens perspectives to replace slow vital capacity measurement in hospitals, which lack spirometric equipment, or in patients who may have a contagious disease, which has a risk of contamination and spread of disease from one patient to another.

Keywords: Spirometry; Lung Diseases; Vital Capacity; Phonation

Recebido em: 18/09/2018

Aprovado em: 27/02/2019

Endereço para correspondência:

Marco Aurélio de Valois Correia Junior
Rua Luiz Guimarães, 411, 301-a – Poço da Panela
CEP: 52061-160 - Recife, Pernambuco,
Brasil
E-mail: marcovalois@gmail.com

INTRODUÇÃO

As medidas dos volumes pulmonares são utilizadas na prática clínica para rastrear anormalidades funcionais e estimar o grau de perda da função pulmonar¹⁻⁹. Um desses volumes é a capacidade vital lenta (CVL), definida como a maior quantidade de ar que uma pessoa pode exalar lentamente após uma inspiração máxima^{2,3,6}. Uma avaliação funcional pulmonar completa inclui muitas outras medidas⁷, mas foi investigada a CVL e o teste de contagem em uma única respiração (abreviação CN para contagem numérica) como ferramenta de triagem quantitativa para processos obstrutivos ou restritivos em circunstâncias onde equipamentos mais refinados e caros para medir déficits funcionais não estão disponíveis¹⁰⁻¹². Também foi estudada a utilidade do tempo máximo de fonação (TMF). Tentou-se definir melhor a utilidade prática da CN e do TMF em um hospital brasileiro. Este estudo procura definir quão bem a CN pode correlacionar-se com a espirometria por meio da validade da CN a partir de um valor de capacidade vital lenta previamente definido e repetido pelo mesmo examinador.

MÉTODOS

Esta pesquisa foi realizada nas unidades hospitalares e na unidade de terapia intensiva de um hospital público de referência na cidade de Petrolina, no período de maio de 2012 a janeiro de 2014, após aprovação do Comitê de Ética da Universidade de Pernambuco Nº 478.571 (CAAE: 20222613.5. <https://orcid.org/0000.5207>). Esta fez parte de um estudo maior que analisou o comportamento da capacidade vital lenta e o tempo máximo de fonação de um grupo de pesquisa do laboratório cardiopulmonar da Universidade. Todos os voluntários foram informados sobre os objetivos da pesquisa, seus direitos como participantes e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Este foi um estudo diagnóstico e a ordem de execução dos testes (espirometria e técnica de contagem numérica) foi realizada aleatoriamente (sorteio simples). Todos os procedimentos foram realizados por pesquisadores previamente treinados.

Participaram do estudo indivíduos hospitalizados de ambos os sexos, com idade entre 18 e 80 anos, portadores de doenças pulmonares, neurológicas, oncológicas, cardíacas, hepáticas, infecciosas e pós-operatórias de cirurgia geral. Os critérios de exclusão foram indivíduos com instabilidade hemodinâmica, frequência respiratória acima de 30 ciclos

por minuto, sinais de hipoxemia ($SpO_2 < 90\%$), crises de asma e os pacientes que não puderam realizar a investigação por dor ou desconhecimento da técnica de execução. Os pacientes cujo registro médico ou entrevista sugeriu doença inflamatória, infecção ou lesão do trato respiratório superior também foram excluídos. A avaliação seria interrompida se o paciente tivesse algum desconforto durante o procedimento ou se algum parâmetro descrito nos critérios de exclusão fosse encontrado após o início dos testes (nenhum paciente foi descontinuado).

As variáveis individuais medidas foram estatura, massa corporal total (MCT), idade, sexo, causa de internação, capacidade vital lenta e contagem numérica. Um avaliador, após a padronização da Sociedade Internacional para o Progresso da Cineantropometria (ISAK)¹³ conduziu a medida de MCT e altura. Para as duas medidas, foi utilizada balança digital (G-TECH, Pernambuco, Brasil) e fita (Joamarca, São Paulo, Brasil). As variáveis idade, sexo e causa de internação foram obtidas em prontuário ou entrevista. A CVL foi medida pelo espirômetro MicroQuarck (Cosmed - Itália).

A espirometria é um método validado e usado em todo o mundo como padrão de referência para avaliar a capacidade vital lenta por muitos anos². Durante avaliação, o sujeito foi instruído a fazer uma inspiração máxima para atingir a capacidade pulmonar total e, em seguida, soprar todo o ar através do dispositivo lentamente até atingir o volume residual. Foi escolhida a melhor medida a partir de três tentativas, com um período de descanso de dois minutos entre cada manobra^{2,11,12}. Para realizar o cálculo da CVL por fórmula relativa, foi utilizada a seguinte equação [mulheres = $45 + 0,93 \times (\text{altura} - 152,4)$; homens = $50 + 0,91 \times (\text{altura} - 152,4)$]^{11,12}. O valor categorizado em 20ml/kg foi escolhido como ponto de corte para avaliar a curva ROC (característica de operação do receptor), pois uma CVL abaixo desse valor foi descrita como necessidade de intervenção⁵.

Em seguida, foi estimada a CVL pela técnica de contagem numérica (CN). Solicitou-se ao indivíduo que inspirasse o máximo de ar possível e, durante a expiração, começasse a contar os números em ordem crescente, começando com o número um até o maior número que ele pudesse alcançar em uma única exalação^{11,12}. O valor escolhido para análise também foi o melhor de três tentativas, após um descanso de um minuto entre as medições. O tempo de repouso entre uma técnica e outra foi de cinco minutos e durante

o teste (CVL e CN) os pacientes foram instruídos a permanecer na cama na posição sentada.

A repetibilidade da CN e da CVL foi realizada pelo mesmo pesquisador e a escolha das técnicas foi realizada aleatoriamente na primeira e segunda avaliação, com intervalo mínimo de seis horas e máximo de oito horas após a primeira avaliação. A repetibilidade foi realizada na primeira etapa do estudo nos primeiros 70 pacientes. Este tamanho de amostra é descrito como suficiente para estudos de repetibilidade com bom poder estatístico.

Análise Estatística

Os dados foram processados e analisados usando o programa GraphPad InStat (GraphPad Inc., San Diego, EUA, Release 3:06, 2003). Inicialmente foram submetidos a critérios de normalidade (teste de Kolmogorov-Smirnov). Média e desvio padrão (DP) foram utilizados para apresentar variáveis contínuas, enquanto os dados categóricos foram apresentados por frequências absolutas e relativas. Os valores de *p* bilaterais foram calculados e o nível de significância foi de 5%.

Para avaliar o ponto de corte da técnica de contagem numérica, foi traçada uma curva ROC e calculada a área sob a curva. Foi estabelecido como o melhor ponto de corte para a CN aquele com maior soma de sensibilidade e especificidade¹⁴. A partir do valor encontrado na CN, foi calculado o valor preditivo positivo, valor preditivo negativo, razão de verossimilhança positiva e razão de verossimilhança negativa.

Para a avaliação do teste-reteste foi utilizado o Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI), o método intra-examinador e o erro padrão de medida foram calculados a partir da fórmula: SEM: $DP \sqrt{1 - ICC}$, onde DP é o desvio padrão de média no início do estudo; e o valor do ICC foi derivado da confiabilidade teste-reteste¹⁵.

RESULTADOS

As avaliações foram feitas em 516 indivíduos hospitalizados com diferentes causas de internação hospitalar e 54% (270) eram do sexo masculino e 46% (246) do sexo feminino. A idade média (\pm DP) foi de $37 \pm 31,11$ anos. As características gerais da amostra são mostradas na Tabela 1.

Tabela 1. Características gerais da amostra

Variáveis	Hospitalizados (n=516)
Idade (anos)	37 \pm 31.11
MCT (kg)	58 \pm 10.8
Peso ideal (kg)	61.4 \pm 3.3
Altura (m)	1.66 \pm 9.2
CVL (ml)	3235 \pm 1746
CVL (ml/kg)	51.4 \pm 30.3
CN (contagem)	27 \pm 18.3
Gênero	
Feminino	246 (46%)
Masculino	270 (54%)
Diagnósticos clínicos	
Doenças pulmonares	76 (14.7%)
Doenças cardíacas	98 (18.9%)
Doenças oncológicas	33 (6.3%)
Doenças neurológicas	42 (8.1%)
Doenças do fígado	37 (9.8%)
Doenças urinárias	34 (7.1%)
PO trauma cirúrgico	86 (16.6%)
PO cirurgia cardíaca	39 (7.5%)
PO cirurgia abdominal	71 (10.4%)

Dados são expressos em média \pm desvio padrão ou números absolutos(%). MTC = massa corporal total; CVL = capacidade vital lenta; CN = técnica de contagem numérica; PO = pós operatório; M = metros; MI = milímetros.

A Figura 1 mostra o valor da técnica de contagem numérica 21 encontrada por meio da análise da curva ROC para o valor de CVL categorizado de 20 ml/kg com sensibilidade de 94,44%, especificidade de 76,62% e área sob a curva ROC de 0,93 (IC95%, 0,90 a 0,96; $p < 0,005$). Os valores preditivos (positivos e negativos), acurácia e valores da razão de verossimilhança (positivos e negativos) estão na Tabela 2.

A confiabilidade intraexaminador é demonstrada pelo coeficiente de correlação intraclasse (ICC) e erro padrão de medida (SEM). Os resultados mostraram excelente confiabilidade intraexaminador como técnica de contagem como a CVL (Tabela 3).

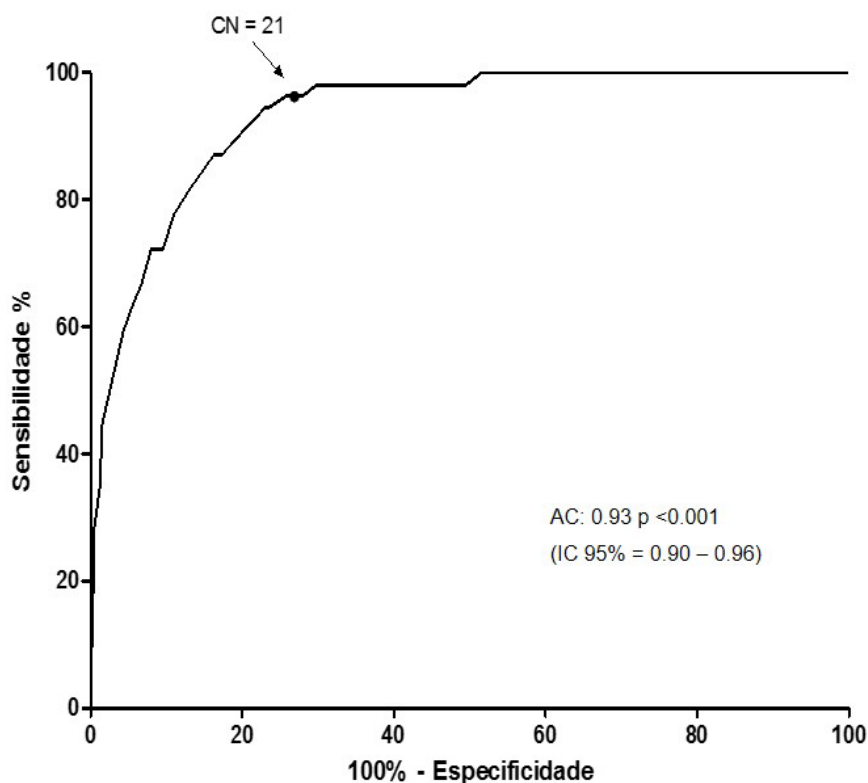


Figura 1. Área sob a curva da técnica de Contagem Numérica para prever a capacidade vital lenta em pacientes hospitalizados. CN = técnica de contagem numérica; AC = Área sob a curva; IC = intervalo de confiança.

Tabela 2. Sensibilidade, especificidade, valores preditivos e probabilidade de técnica de contagem numérica para uma capacidade vital de 20 milímetros / quilograma

Pontos de Corte	SEN	ESP	ACC	VPP	VPN	RVP	RVN
CN = 21	94.44	76.62	78.49	32.08	99.16	4.04	0.07

CN = técnica de contagem numérica; SEN: sensibilidade; ESP: especificidade; ACC: acurácia; VPP: valor preditivo positivo; VPN: valor preditivo negativo; RVP: razão de verossimilhança positiva; RVN: razão de verossimilhança negativo.

Tabela 3. Confiabilidade intraexaminador pelo coeficiente de correlação intraclass e erro padrão de medida nos primeiros 70 pacientes avaliados

	Avaliador Momento 1	Avaliador Momento 2	CCI (IC 95%)	EMP
CN	28.37 ± 16.87	26.86 ± 16.65	0.976 (0.961-0.985)	0.80
CVL ml	2619.56 ± 1025.95	2424.49 ± 1029.23	0.962 (0.938-0.976)	14.99
CVL ml/Kg	43.28 ± 13.84	40.11 ± 14.76	0.950 (0.919-0.969)	031

CN = técnica de contagem numérica; CVL = capacidade vital lenta; CCI = coeficiente de correlação intraclass; EMP = Erro de Medição Padrão; IC = intervalo de confiança; ML = milímetros; Kg = quilograma

DISCUSSÃO

Este estudo mostrou que a técnica de contagem numérica em indivíduos hospitalizados apresentou boa validade com a capacidade vital lenta (CVL) e excelente repetibilidade intraexaminador. Pode ser útil para avaliação da função pulmonar com valores técnicos de contagem numérica (CN) inferiores a 21, refletindo uma CVL abaixo de 20 ml/kg. Esta pesquisa sugere que, na ausência de equipamentos específicos, a CN pode ser uma boa opção de rastreamento para um teste mais específico, pois os pacientes classificados com CN abaixo de 21,94, 44% estavam com CVL abaixo de 20 ml/kg, o que indicaria uma possível necessidade de terapêutica⁵. No entanto, não foi um teste específico, pois o valor preditivo positivo indicou que, entre os pacientes com CN alterada, a probabilidade de alteração da CVL foi de apenas 32%. Além disso, alguns indivíduos classificados com uma possível limitação no teste, não poderiam ter problemas (especificidade=76,62%), sendo importante a confirmação diagnóstica.

Indivíduos hospitalizados podem ter diminuição da CVL independente do motivo que levou à internação hospitalar, e identificar essa limitação funcional em várias doenças, pode ajudar a tratá-las de forma adequada^{3-5,16-18}. Capacidade vital menor que 20 ml/kg é descrita na literatura⁵ como um valor importante para rastrear possíveis intervenções em pacientes, independentemente da doença relacionada, confirmando o objetivo desta pesquisa que não separa os indivíduos por doença, indicando que a simples visualização de uma diminuição destes valores para iniciar o tratamento.

Como a função pulmonar está diretamente relacionada à produção da voz, indivíduos com doença pulmonar podem ter mudado o TMF e reduzido a quantidade de ar disponível para suportar a fonação^{11,12,19}. Alguns pesquisadores associaram apenas o TMF ao pico de fluxo inspiratório²⁰ e ao VO_2 ²¹, no entanto, as associações entre o TMF e CVL são relativamente recentes na literatura. Dois estudos brasileiros encontraram uma correlação positiva entre a CVL e a CN em indivíduos saudáveis¹¹ e hospitalizados¹² e encontraram uma correlação muito maior em pacientes hospitalizados. Esse achado já havia sido relatado pelo estudo de Toyoda et al.²², que não encontraram correlação em indivíduos saudáveis, porém os autores não avaliaram o TMF pela CN. Indivíduos saudáveis podem não ter apresentado boa correlação em estudos anteriores, pois apesar das características

antropométricas de cada indivíduo variarem, o valor apresenta pouca variação, mostrando proporcionalidade, diferentemente dos pacientes internados com valores muito diferentes tanto para a CVL quanto para o TMF.

Latronico et al.¹⁶, relataram que uma estimativa grosseira da CVL poderia ser feita pela técnica de contagem, e que indivíduos com doenças neuromusculares incapazes de contar até 20 possuem uma CVL em torno de 15-18 ml/kg, sendo indicado a realização de ventilação não invasiva como técnica de intervenção nesses pacientes. Apesar desta publicação concordar com a proposta desta pesquisa, porque a contagem abaixo de 21 indica a necessidade de intervenção, a referida pesquisa é apenas um relato de opinião, e não foi encontrada na literatura tentando validar a CN como alternativa para medir a CVL.

Speyer et al.²³ avaliaram a repetibilidade do TMF em um grupo de pacientes ambulatoriais com disfonia funcional ou orgânica, em comparação com um grupo controle de indivíduos saudáveis. Os pacientes apresentaram tempos de fonação mais curtos em relação ao grupo controle (média 6,6 menor). Os autores concluíram que o tempo máximo de fonação provou ser uma medida altamente confiável na avaliação da voz e um único avaliador é suficiente para fornecer medições confiáveis. Esta pesquisa também mostrou excelente confiabilidade intraexaminador tanto para a CVL quanto para o TMF com um índice de confiabilidade intraclass ICC=0,976 para CN e CCI=0,962 para CVL, sendo a principal diferença o uso de indivíduos hospitalizados, e CN como meios de avaliar o TMF para a medição de CVL. Outro achado desta pesquisa foi que o erro padrão da medida relacionado a CN, avaliação objetiva do CCI, não representou nem mesmo uma unidade, desta forma um indivíduo que conta até qualquer número teria um erro no valor de 0,8 para mais ou menos se avaliado pelo mesmo examinador.

Esta pesquisa sugere o uso da CN como uma opção para a avaliação da função pulmonar de pacientes hospitalizados na ausência de equipamentos específicos, especialmente para triagem daqueles que necessitam de intervenção. Entretanto, essa técnica não deve ser usada em detrimento de métodos já estabelecidos, e na dúvida ou suspeita quanto a resultados divergentes, a espirometria ou a ventilometria devem ser o método de escolha. A capacidade de realizar este teste em qualquer ambiente, como clínicas, à beira do leito e nos cuidados de saúde é bastante inspiradora.

No entanto, foram incluídos pacientes com características diferentes na mesma análise, isto pode ter sido uma possível limitação deste estudo, no entanto buscou-se avaliar a limitação funcional pulmonar do paciente. Essa mesma proposta tem sido descrita na literatura para avaliar a CVL e a indicação de possíveis intervenções em indivíduos hospitalizados independentemente da doença, conforme estudos das recomendações da Associação Brasileira de Medicina Intensiva de Fisioterapia⁵ e do grupo de trabalho europeu da Sociedade Respiratória e Sociedade Europeia de Medicina Intensiva⁴. Assim, sugere-se futuros estudos que avaliem separadamente os indivíduos por doença. Outra questão a ser considerada é a possibilidade de variações de tempo em função da eficiência glótica, não necessariamente na dependência apenas da CVL, ou de pacientes com fenda glótica e, portanto, com impacto de voz, que podem apresentar uma redução no TMF. A fim de limitar essas questões, pacientes que, nos registros médicos ou durante a entrevista, relataram inflamação, infecção ou lesão do trato respiratório superior foram excluídos. É importante ressaltar a importância do presente estudo, uma vez que os resultados aqui descritos podem subsidiar pesquisas que busquem comparar indivíduos com as mesmas características, saudáveis e que possam controlar pacientes com problemas de voz.

CONCLUSÃO

Ressalta-se a importância deste estudo, pois a NC é um método não invasivo, rápido, barato, que não requer o uso de dispositivos específicos e utiliza apenas a voz como recurso. O presente estudo encontrou que a NC foi válida e repetitiva, e pode ser uma importante opção de triagem para avaliação da função pulmonar na ausência de equipamento específico.

REFERÊNCIAS

- Pereira CA de C, Duarte AAO, Gimenez A, Soares MR. Comparison between reference values for FVC, FEV1, and FEV1/FVC ratio in white adults in Brazil and those suggested by the Global Lung Function Initiative 2012. *J bras pneumol*. 2014;40(4):397-402.
- Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J*. 2005;26(2):319-38.
- Heckman EJ, O'Connor GT. Pulmonary Function Tests for diagnosing lung disease. *JAMA*. 2015;313(22):2278.
- Gosselink R, Bott J, Johnson M, Dean E, Nava S, Norrenberg M et al. Physiotherapy for adult patients with critical illness: recommendations of the European Respiratory Society and European Society of Intensive Care Medicine Task Force on Physiotherapy for Critically Ill Patients. *Intensive Care Med*. 2008;34(7):1188-99.
- França EET, Ferrari F, Fernandes P, Cavalcanti R, Duarte A, Martinez BP et al. Physical therapy in critically ill adult patients: recommendations from the Brazilian Association of Intensive Care Medicine Department of Physical Therapy. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2012;24(1):6-22.
- Pellegrino R, Viegi G, Brusasco V, Crapo RO, Burgos F, Casaburi R et al. Interpretative strategies for lung function tests. *Eur Respir J*. 2005;26(5):948-68.
- MacIntyre NR. The future of pulmonary function testing. *Respir Care*. 2012;57(1):154-61.
- Ruppel GL, Enright PL. Pulmonary Function Testing. *Respir Care*. 2012;57(1):165-75.
- Nygren-Bonnier M, Normi LT, Klefbeck B, Biquet G. Experiences of decreased lung function in people with cervical spinal cord injury. *Disability And Rehabilitation*. 2010;33(6):530-6.
- Cardoso NFB, Araújo RC, Palmeira AC, Dias RF, França EET, Andrade FMD et al. Correlação entre o tempo máximo de fonação e a capacidade vital lenta em indivíduos hospitalizados. *ASSOBRAFIR Ciência*. 2013;4(3):9-17.
- Lima DCB de, Palmeira AC, Costa EC, Mesquita FOC, Andrade FMD, Correia Junior MAV. Correlation between slow vital capacity and the maximum phonation time in healthy adults. *Rev. CEFAC*. 2014;16(2):592-7.
- Palmeira AC, Escossio AL, Sarinho SW. Use of the technique of counting numbers as a predictor of slow vital capacity in hospitalized individuals. *Rev. CEFAC*. 2015;17(2):559-65.
- Marfell-Jones M, Olds T, Stewart AD, Ridder JH. International standards for anthropometric assessment ISAK. Potchefstroom, South Africa; 2006.
- Zou KH, O'Malley AJ, Mauri L. Receiver-operating characteristic analysis for evaluating diagnostic tests and predictive models. *Circulation*. 2007;115(5):654-7.
- Stratford PW. Getting more from the literature: estimating the standard error of measurement from reliability studies. *Physiother Can*. 2004;56(1):27-30.

16. Latronico N, Rasulo F. Presentation and management of ICU myopathy and neuropathy. *Curr Opin Crit Care*. 2010;16(2):123-7.
17. Pinheiro AC, Novais MCM, Gomes Neto M, Rodrigues MVH, Rodrigues Junior ES, Aras-Junior R et al. Estimation of lung vital capacity before and after coronary artery bypass grafting surgery: a comparison of incentive spirometer and ventilometry. *J Cardiothorac Surg*. 2011;6(1):70.
18. Carvalho CRF, Paisani DM, Lunardi AC. Incentive spirometry in major surgeries: a systematic review. *Rev Bras Fisioter*. 2011;15(5):343-50.
19. Santos Pascotini F, Ribeiro VV, Christmann MK, Tomasi LL, Dellazzana AA, Haefner LS et al. Respiratory muscle strength, sound pressure level, and vocal acoustic parameters and waist circumference of children with different nutritional status. *J Voice*. 2016;30(1):30-5.
20. Rossi D, Munhoz D, Nogueira C. Relação do pico de fluxo expiratório com o tempo de fonação em pacientes asmáticos. *Rev. CEFAC*. 2006;8(4):509-17.
21. Izawa KP, Watanabe S, Tochimoto S, Hiraki K, Morio Y, Kasahara Y et al. Relation between maximum phonation time and exercise capacity in chronic heart failure patients. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2012;48(4):593-9.
22. Toyoda C, Ogawa M, Oya Y, Kawai M. Maximum phonation time as a tool of screening respiratory muscle weakness in myopathic patients. *No To Shinkei*. 2004;56(10):873-6.
23. Speyer R, Bogaardt HCA, Passos VL, Roodenburg NP, Zumach A, Heijnen MA et al. Maximum phonation time: variability and reliability. *J Voice*. 2010;24(3):281-4.