

SARAMPO. CONTRIBUIÇÃO PARA O ESTUDO DE ALGUNS ASPECTOS DA FUNÇÃO PULMONAR (*)

Tuba Milstein KUSCHNAROFF (1), Hélio ROMALDINI (2), Manuel Lopes dos SANTOS (3),
Jair Xavier GUIMARAES (4) e Octávio RIBEIRO-RATTO (5)

RESUMO

Os Autores estudam 22 pacientes com sarampo cujas idades variavam entre 19 meses e 24 anos, catorze eram homens e oito mulheres. De acordo com os Raios X de tórax, os pacientes foram divididos em dois grupos: **Grupo I** pacientes com sarampo sem lesões pulmonares aos Raios X de tórax e **Grupo II** pacientes com sarampo e lesões pulmonares intersticiais aos Raios X de tórax. Volume corrente, frequência respiratória e volume minuto foram estudados com os pacientes respirando ar ambiente e oxigênio a 100%. A capacidade vital, a ventilação voluntária máxima, a razão entre volume expiratório forçado no 1.º segundo e capacidade vital forçada, a eficiência ventilatória em repouso e o índice de velocidade do ar foram estudados nos pacientes acima de 9 anos. pH, PaO₂, PaCO₂ e CO₂ total foram obtidos em todos os pacientes respirando ar ambiente e oxigênio a 100%. A diferença alvéolo arterial de oxigênio foi calculada para os pacientes respirando ar ambiente e oxigênio a 100% e o "shunt" pulmonar foi calculado para os pacientes respirando oxigênio a 100%. Foram encontrados leve hiperventilação, provas de função pulmonar, gases arteriais, diferença alvéolo-arterial de oxigênio e "shunt" pulmonar normais nos pacientes do **Grupo I**. Nos pacientes do **Grupo II**, verificou-se moderado grau de hiperventilação com leve alcalose respiratória, insuficiência pulmonar ventilatória restritiva, hipoxemia, diferença alvéolo-arterial de oxigênio aumentada e níveis aumentados de "shunt" devidos a alterações na relação ventilação/perfusão.

INTRODUÇÃO

O sarampo ainda hoje constitui sério problema de Saúde Pública nos países em desenvolvimento, devido a fatores como o nível educacional do povo, condições sócio-econômicas, ausência de programas de vacinação bem conduzidos e mau estado nutritivo da população³⁵.

Informações sobre a importância do sarampo em Saúde Pública no país, foram fornecidas

pela Investigação Interamericana de Mortalidade Infantil, em 1971 (Organização Panamericana de Saúde, 1973)²⁸. Através de amostragem de óbitos de crianças do grupo etário de 0-5 anos, foi avaliada a real importância do sarampo como responsável pela mortalidade desse grupo. As causas de óbito do sarampo configuram-se nesta publicação: dos 2.106 óbitos

(*) Trabalho das Disciplinas de Pneumologia e Moléstias Infecciosas e Parasitárias do Departamento de Medicina da Escola Paulista de Medicina e Hospital Emílio Ribas, São Paulo, Brasil

- (1) Docente-Livre de Moléstias Infecciosas e Parasitárias da Faculdade de Medicina da Universidade de Moji das Cruzes. Médica do Hospital Emílio Ribas. Professora de M.I., Fac. Ciências Médicas St. Casa de São Paulo.
- (2) Auxiliar de Ensino-Doutor da Disciplina de Pneumologia da Escola Paulista de Medicina. Bolsista do CNPq
- (3) Professor Adjunto da Disciplina de Pneumologia da Escola Paulista de Medicina. Bolsista do CNPq
- (4) Professor Titular. Chefe da Disciplina de Moléstias Infecciosas e Parasitárias da Escola Paulista de Medicina.
- (5) Professor Titular. Chefe da Disciplina de Pneumologia. Coordenador do Curso de Pós-Graduação de Pneumologia da Escola Paulista de Medicina.

por sarampo, 1.689 (80,2%), ocorreram em consequência de pneumonia, que vem corroborar a referência sistemática dos trabalhos anteriores sobre o mesmo tema: a importância das complicações pulmonares no sarampo e sua alta participação nas cifras de mortalidade^{13,21}.

É, pois, perfeitamente justificável o interesse e a preocupação que os Autores têm demonstrado em relação ao estudo do comprometimento do aparelho respiratório no sarampo. A esse respeito encontram-se na literatura vários trabalhos, abordando aspectos clínicos e radiológicos, anátomo-patológicos e imunológicos^{1,18,20}. Porém, estudos de função pulmonar em pacientes com sarampo são raros na literatura⁹.

O vírus do sarampo produz com frequência a infiltração de células linfo-monocitárias e de células gigantes no interstício pulmonar, determinando quadro clínico de pneumonia intersticial.

O presente trabalho objetiva estudar aspectos da função pulmonar no paciente portador de sarampo e de pneumonia intersticial do sarampo, pela análise dos seguintes parâmetros:

1. Ventilação Pulmonar;
2. Capacidade Vital;
3. Mecânica Respiratória;
4. Determinação da tensão dos gases e do pH no sangue arterial;
5. Determinação da diferença alvéolo-arterial do oxigênio e estudo do "shunt" intrapulmonar.

MATERIAL E MÉTODOS

A presente casuística é representada por 22 pacientes portadores de sarampo, internados no Hospital Emílio Ribas de São Paulo e estudados no Laboratório da Disciplina de Pneumologia do Departamento de Medicina da Escola Paulista de Medicina. O grupo era constituído de crianças e adultos jovens, cujas idades variavam de 1 ano e 7 meses a 24 anos, no qual 14 eram do sexo masculino e 8 do sexo feminino.

Os pacientes foram submetidos a radiografia do tórax, feita segundo as incidências pótero-anterior e perfil. De conformidade com o resultado do exame radiológico, foram agrupados em:

Grupo I — pacientes portadores de sarampo sem alterações radiológicas (Casos de 1 a 7).

Grupo II — pacientes portadores de sarampo com alterações radiológicas do tipo intersticial^{18,20} (Casos de 8 a 22).

Por ser necessária a cooperação do paciente para a realização das provas de ventilação, capacidade vital e mecânica respiratória, essas medidas foram obtidas dos pacientes maiores de 9 anos, na seguinte distribuição:

— 7 pacientes masculinos com sarampo sem aspecto radiológico de pneumonia intersticial (Casos 1,2,3,4,5,6 e 7).

— 4 pacientes do sexo masculino com sarampo e radiologia de pneumonia intersticial (Casos 9,13,18 e 19).

— 2 pacientes do sexo feminino com sarampo e radiologia de pneumonia intersticial (Casos 11 e 17).

Nos pacientes maiores de 9 anos, foram avaliadas a ventilação pulmonar, a capacidade vital e a mecânica respiratória, determinadas a pressão parcial do gás carbônico no sangue arterial (PaCO_2) a pressão parcial do oxigênio no sangue arterial (PaO_2) e pH, calculados o "Shunt" ($\dot{Q}_{\text{san}}/\dot{Q}$) e a diferença alvéolo-arterial do oxigênio (P(A-a)O_2). Nos menores de 9 anos foi determinado o pH, a pressão parcial do oxigênio (PaO_2) e a pressão parcial do gás carbônico (PaCO_2) no sangue arterial, calculados o "shunt" ($\dot{Q}_{\text{san}}/\dot{Q}$) e a diferença alvéolo-arterial do oxigênio (P(A-a)O_2).

Todos os pacientes que executaram as provas de função pulmonar estavam em período pós-absortivo. E os volumes obtidos sofreram correção para BTPS, ou seja, foram calculados em relação à temperatura do corpo, pressão barométrica e saturação de vapor d'água.

No estudo da ventilação pulmonar determinaram-se: a) O volume corrente (VC); b) A frequência respiratória (f); c) Volume minuto (\dot{V}_E), com o paciente em repouso, respirando ar ambiente e oxigênio a 100%.

Para determinação da ventilação pulmonar foi utilizado um gasômetro de Tissot da marca Collins, de capacidade de 120 litros, permanecendo o paciente em decúbito dorsal após adequação ao aparelho.

A determinação da capacidade vital (CV) foi realizada num espirômetro marca Goddard, sendo o resultado expresso em mililitros. Para os adultos a CV foi comparada com as fórmulas de regressão para normalidade proposta por BALDWIN & col.² Para as crianças menores de 15 anos, foi comparada com as tabelas de FERRIS & col.^{14,15}.

Os testes de mecânica respiratória foram realizados em um espirômetro marca Goddard. Estudou-se os seguintes parâmetros: a) Ventilação Voluntária Máxima (VVM), expressa em litros por minuto, e sua comparação com as fórmulas de regressão para normalidade de BALDWIN & col.² Os valores obtidos em crianças e adolescentes foram comparados com os de FERRIS & col.^{14,15}; b) Eficiência Ventilatória em repouso (EVR)²; c) Volume Expiratório forçado em 1 segundo (VEF₁) em relação à capacidade vital forçada (CVF)³; d) Índice de velocidade do ar (IVA) de GAENSLER¹¹.

Para o estudo gasométrico foi colhida amostra anaeróbica de sangue, por punção de artéria superficial: braquial, radial ou femoral. A agulha empregada para a punção arterial foi de 0,9 x 25 mm, pouco traumatizante, e o sangue colhido em seringa hipodérmica de 10 ml do tipo BD, heparinizada. Foram determinados em analisador de pH e gases sanguíneos da marca IL 313, a tensão do oxigênio, tensão do gás carbônico e o pH. Após esta primeira amostragem de sangue, fêz-se o paciente respirar oxigênio a 100% durante 20 minutos, sendo repetida a punção arterial para nova amostragem e dosagem de gases e pH.

Determinou-se a diferença alvéolo-arterial de oxigênio P(A-a)O₂ com o paciente respirando ar ambiente e oxigênio a 100%.

A pressão parcial de oxigênio alveolar respirando ar ambiente foi calculada pela equação do ar alveolar ideal de RILEY & COURNAND^{32,33}.

$$PAO_2 = PIO_2 - PACO_2 \left(FIO_2 + \frac{1 - FIO_2}{R} \right) \quad (11)$$

Os pacientes estavam em período pós-absortivo e em repouso e portanto, o valor do quociente de trocas respiratórias considerado foi de 0,9³¹. A PACO₂ foi considerada igual a PaCO₂^{11,32,33}.

A pressão parcial de oxigênio alveolar quando o paciente respirou oxigênio a 100% foi obtida pela fórmula:

$$PAO_2 = PB - PH_2O - PACO_2 \quad (11)$$

Avaliou-se o grau de "shunt" pela fórmula de RILEY & COURNAND³² modificada^{4,17}:

$$\dot{Q}_{san}/\dot{Q} = \frac{(PAO_2 - PaO_2) 0,0031}{(CaO_2 - C\bar{v}O_2) + (PAO_2 - PaO_2) 0,0031}$$

Para a diferença artério venosa de oxigênio adotou-se um valor constante de 5 volumes, de acordo com BENDIXEN & col.⁴.

A análise estatística consistiu de teste "t" de Student para dados pareados ou médias independentes e do teste não paramétrico "U" de Mann-Whitney dependendo da natureza das variáveis. Para se estudar possível correlação entre variáveis usou-se o teste estatístico do coeficiente de correlação de Pearson. Utilizou-se um asterisco para salientar diferenças significantes entre médias ($\alpha \leq 0,05$).

RESULTADOS

Os pacientes de número de 1 a 7 não mostraram lesão pulmonar detectável pelo RX, constituindo o **Grupo I** de pacientes com sarampo.

Os pacientes de número de 8 a 22 apresentaram imagem radiológica de infiltração intersticial, constituindo o **Grupo II** de pacientes com pneumonia intersticial do sarampo.

Nas Tabelas de IA a IIIB, são apresentados os valores individuais, as médias e as correlações entre os vários parâmetros dos dois Grupos.

Nas Tabelas IA e IB estão expostos os valores das provas de ventilação pulmonar: VC, f e VE dos pacientes do **Grupo I** e do **Grupo II**, respirando ar ambiente e VE respirando oxigênio a 100%. Não houve diferença estatisticamente significativa ($\alpha \geq 0,05$) para quaisquer dos parâmetros estudados quer quando foram feitas comparações entre grupos (**Grupo I** e **Grupo II**) em ar ambiente, quer quando se compara VE antes e após oxigênio a 100% para os dois grupos.

As Tabelas IIA e IIB, referem-se a capacidade vital e mecânica respiratória dos **Grupos I e II**.

TABELA IA
Ventilação de pacientes com sarampo sem radiologia de pneumonia intersticial segundo idade e sexo

Caso	Idade	Sexo	VC (ml)	f (rp/min.)	Ar ambiente	Oxigênio 100%
					$\dot{V}E$ (l/min.)	$\dot{V}E$ (l/min.)
01	22	M	355	20	7,145	10,940
02	20	M	475	23	10,910	10,910
03	11	M	425	22	9,355	14,585
04	21	M	520	17	8,880	7,545
05	24	M	480	22	10,563	10,115
06	09	M	750	15	5,020	6,310
07	20	M	430	16	6,924	8,100
Média			452	19,6	8,864	9,522

3 e 6 não constam da média de VC e f por serem crianças de 11 e 9 anos respectivamente, com valores preditos diferentes do adulto.

Estatística referente às Tabelas IA e IB

Ar ambiente x O₂ a 100%: Teste "t" de Student

	Grupo I t calculado	Grupo II t calculado	t crit. (4 gl; 0,05)
$\dot{V}E$	0,582	0,730	2,776

Grupo I x Grupo II: Teste "t" de Student
(ar ambiente)

VC	t calc. = 0,850	t crit. = 2,306
f	t calc. = 0,440	8 gl; 0,05
VE	t calc. = 1,560	

TABELA IB
Ventilação de pacientes com radiologia de pneumonia intersticial de sarampo, segundo idade, sexo, em ar ambiente e com oxigênio a 100%

Caso	Idade	Sexo	VC (ml)	f (rpm)	Ar ambiente	Oxigênio 100%
					$\dot{V}E$ (l/min.)	$\dot{V}E$ (l/min.)
09	19	M	415	21	8,690	—
10	19	F	—	—	10,060	9,620
11	22	F	450	28	12,580	12,875
12	06	M	—	—	11,520	11,670
13	14	M	470	21	10,360	9,025
17	16	F	285	38	10,760	10,040
18	22	M	440	22	14,145	—
19	23	M	720	14	10,975	8,850
21	08	F	—	—	8,310	9,335
Média			511	19,5	10,245	9,700

17 e 11 não constam da média de VC e f por serem pacientes do sexo feminino. 09 e 18 não constam da média de VE e PaCO₂ por não terem respirado oxigênio a 100%. Não houve diferença significativa para estes parâmetros entre os 2 Grupos.

TABELA IIA
Capacidade vital e mecânica respiratória dos pacientes com sarampo sem radiologia de pneumonia intersticial, segundo idade, sexo e superfície corporal

Caso	Idade	Sexo	Superfície corporal (m ²)	C V		V V M		IVA	EVR	VEF ₁ /CVF
				(ml)	(% do predito)	(l/min.)	(% do predito)			
01	22	M	1,52	3.230	79	163	142	1,72	95	93
02	20	M	1,46	4.075	102	102	91	0,89	90	82
03	11	M	1,19	2.465	117	57	81	0,69	84	81
04	21	M	1,56	3.390	79	85	71	0,89	90	73
05	24	M	1,62	3.910	92	144	120	1,30	93	90
06	09	M	0,98	1.895	116	70	145	1,25	92	85
07	20	M	1,60	4.035	95	90	78	1,30	93	76
Média				3.728	97	116,8	104	1,14	91	82

T A B E L A I I B

Capacidade vital e mecânica respiratória dos pacientes com sarampo e radiologia de pneumonia intersticial, segundo idade, sexo e superfície corporal

Caso	Idade	Sexo	Superfície	C V		V V M		IVA	EVR	VEF ₁ /CVF
			corporal (m ²)	(ml)	(% do predito)	(l/min.)	(% do predito)			
09	19	M	1,52	1.810	42	99	83	1,97	90	93
11	22	F	1,42	2.665	87	102	117	1,34	88	81
13	14	M	1,32	3.000	73	114	109	1,49	91	83
17	16	F	1,34	1.185	38	53	62	1,63	81	100
18	22	M	1,58	1.750	42	87	73	1,73	84	93
19	23	M	1,80	3.700	113	158	117	1,03	93	86
Média				2.565	66	114,5	93,5	1,53	87	89

Estatística referente às Tabelas IIA e IIB — Grupo I x Grupo II — teste de "U" de Mann Whitney

U crit. = 3
6,5; 0,04

CV (% pred.)	U calc. = 2,6*	EVR	U calc. = 10,3
VVM (% pred.)	U calc. = 26,8	VEF ₁ /CVF (%)	U calc. = 7,9
IVA	U calc. = 2,6*		

T A B E L A I I I A

pH, gasometria e diferença alvéolo-arterial de oxigênio em pacientes com sarampo sem radiologia de pneumonia intersticial, respirando ar ambiente e oxigênio a 100%

Caso	Respirando ar ambiente					Respirando oxigênio a 100%					Q _{san} /Q̇
	pH	PaCO ₂ (mmHg)	PAO ₂ (mmHg)	PaO ₂ (mmHg)	P(A-a)O ₂ (mmHg)	pH	PaCO ₂ (mmHg)	PAO ₂ (mmHg)	PaO ₂ (mmHg)	P(A-a)O ₂ (mmHg)	
1	7,43	40,9	91,0	70,0	21,0	7,59	25,4	624,6	517	107,6	6,2
2	7,44	34,6	98,0	92,1	5,9	7,45	37,3	612,7	432	180,7	10,1
3	7,44	38,6	93,5	84,3	9,2	7,64	21,3	628,7	519	109,7	6,3
4	7,43	37,2	95,1	73,9	21,2	7,45	38,7	611,3	520	91,3	7,2
5	7,49	35,7	96,7	81,6	15,1	7,47	38,0	612,0	510	102,0	5,9
6	7,45	38,8	93,3	87,0	6,3	7,42	35,1	614,9	560	54,9	3,3
7	7,44	43,5	88,2	82,4	5,8	7,55	34,8	615,0	565	50,0	3,0
Média	7,44	38,4	93,6	81,6	12,0	7,52	32,9	617,0	517	99,4	6,0

Estatística referente às Tabelas IIIA e IIIB — Grupo I x Grupo II (t crit. = 2,086)

20 gl; 0,05

	Ar ambiente	O ₂ a 100%
	t calculado	t calculado
pH	3,440*	2,570*
PaCO ₂	2,560*	2,410*
PaO ₂	2,140*	4,590*
P(A-a)O ₂	3,920*	4,560*
Q _{san} /Q̇	—	4,494*

T A B E L A I I I B

pH, gasometria e diferença alvéolo-arterial de oxigênio em pacientes com radiologia de pneumonia intersticial do sarampo, respirando ar ambiente e oxigênio a 100%

Caso	Respirando ar ambiente					Respirando oxigênio a 100%					Q _{san} /Q̇
	pH	PaCO ₂ (mmHg)	PAO ₂ (mmHg)	PaO ₂ (mmHg)	P(A-a)O ₂ (mmHg)	pH	PaCO ₂ (mmHg)	PAO ₂ (mmHg)	PaO ₂ (mmHg)	P(A-a)O ₂ (mmHg)	
08	7,53	34,4	98,2	78,5	19,7	7,49	38,6	611,4	426	185,4	10,3
09	7,46	35,3	97,2	79,4	17,8	7,44	41,8	608,2	282	326,2	16,8
10	7,47	38,9	93,2	79,8	13,4	7,44	38,0	612,0	520	92,0	5,4
11	7,51	30,4	102,6	74,8	27,8	7,48	31,3	618,7	302	316,7	16,4
12	7,46	29,2	103,9	70,0	33,9	7,45	35,1	614,9	363	252,9	13,5
13	7,47	31,0	101,9	79,5	22,4	7,49	29,4	620,6	447	173,6	9,7
14	7,50	38,4	93,8	53,8	40,0	7,52	35,2	614,8	421	193,8	10,7
15	7,50	31,2	101,2	66,7	35,0	7,47	30,0	620,0	424	196,0	10,8
16	7,47	32,0	100,8	68,3	32,5	7,44	34,0	616,0	390	226,0	12,3
17	7,53	37,0	95,3	67,6	27,7	7,50	36,1	613,9	482	131,9	7,5
18	7,44	38,7	93,4	63,9	29,5	7,45	39,0	611,0	300	311,0	16,1
19	7,47	37,4	94,9	60,0	34,9	7,45	41,2	608,8	334	274,8	14,5
20	7,45	28,7	104,4	77,7	26,7	7,47	29,6	620,4	383	237,4	12,8
21	7,55	34,2	98,4	73,0	25,4	7,51	36,3	613,7	377	236,7	12,8
22	7,51	27,9	105,3	94,8	10,5	7,45	32,1	617,9	380	237,9	12,8
Média	7,48	33,7	99,0	72,5	26,4	7,47	35,2	614,8	388	226,1	12,2

Houve diferença significativa entre as médias dos dois grupos para porcentagem do predito da CV e para IVA. Quanto a VVM e VEF_1/CVF , não houve diferença estatisticamente significativa entre as médias dos dois grupos, quer para valores absolutos, quer para percentuais dos valores preditos. O pH, a gasometria arterial, a diferença alvéolo-arterial do oxigênio e o "shunt" verificam-se nas Tabelas IIIA e IIIB. As médias dos parâmetros pH, $PaCO_2$ e $P(A-a)O_2$ em ar ambiente e com oxigênio a 100% apresentaram diferenças significantes quando comparados os dois grupos (I e II). O mesmo ocorreu para PaO_2 em ar ambiente e \dot{Q}_{san}/\dot{Q} .

O coeficiente de correlação de Pearson foi significativo quando se correlacionou $PaCO_2$ contra $\dot{V}E$ em ar ambiente para os pacientes do Grupo I (r calc. = - 0,96 para r crit. 0,05 = 0,88), fato não verificado para os pacientes do Grupo II (r calc. = - 0,26 para r crit. 0,05 = 0,88).

DISCUSSÃO

Verificamos que o comportamento ventilatório foi semelhante nos dois grupos de pacientes estudados (Tabelas IA e IB). Isto fala a favor de que mesmo os pacientes com sarampo sem incidência de pneumonia intersticial ao Raio X de tórax, devem apresentar alterações intersticiais de pequena magnitude que levaram ao padrão ventilatório encontrado: frequência respiratória e volume minuto discretamente elevados.

Através dos valores de $PaCO_2$ (Tabelas IIIA e IIIB), inferiu-se a ventilação alveolar. Esta foi maior no Grupo II, de pacientes com sarampo e pneumonia intersticial do que no Grupo I, de pacientes com sarampo sem comprometimento intersticial ao RX de tórax, apresentando diferença estatisticamente significativa. A hiperventilação alveolar pode ser explicada nos pacientes com sarampo e pneumonia intersticial respirando ar ambiente, como conseqüente a exacerbação do reflexo de Hering-Breuer, uma vez que estes pacientes apresentam infiltrado intersticial de pulmão. As hiperventilações alveolar e pulmonar, foram em parte corrigidas quando se deu oxigênio a 100% aos pacientes do Grupo II, fato não verificado com os pacientes do Grupo I (Tabelas I e III). Como os pacientes do Grupo II, apresentaram valores significativamente menores de PaO_2 do que os do Grupo I, esse fato sugere que a hipoxemia

talvez tenha agido como fator coadjuvante na determinação da hiperventilação pois com a correção da hipoxemia ao se administrar oxigênio a 100% normalizou a ventilação pulmonar. Enquanto nos pacientes do Grupo II com oxigênio a 100% a ventilação alveolar teve tendência a diminuir e a $PaCO_2$ a elevar-se, nos pacientes do Grupo I o comportamento foi semelhante a normais respirando oxigênio a 100%, isto é, aumento de ventilação e diminuição de $PaCO_2$.³

Os pacientes do Grupo I mostraram uma correlação nítida entre o $\dot{V}E$ e a $PaCO_2$ quando respiraram ar ambiente, enquanto que no Grupo II não houve esta correlação. Isto sugere que nos pacientes com sarampo e pneumonia intersticial tenha havido alteração do espaço morto fisiológico.

A capacidade vital (CV) em porcentagem do valor predito (Tabelas IIA e IIB) apresentou diferença significativa entre os dois grupos estudados. A CV em ml e % do predito apresentou-se bastante diminuída no Grupo II, de sarampo com pneumonia intersticial, enquanto que no Grupo I, com sarampo, situou-se dentro de padrões normais. Em relação ao VVM (Ventilação voluntária máxima)^{11, 14,15}, tanto em valor absoluto como em % do predito, demonstrou-se não haver diferença significativa entre os dois Grupos. A inscrição do VVM em linha de base normal, como aconteceu nestes pacientes demonstrou que não houve aprisionamento de ar^{2,30}. A relação VEF_1/CVF (Volume expiratório forçado em 1 segundo pela capacidade vital forçada) apresentou valores médios dentro da normalidade para os dois grupos, afastando-se, portanto, ambos os grupos do padrão obstrutivo^{2,29,30}. Somando-se ao VVM e ao VEF_1/CVF , a EVR também foi normal nos dois grupos, demonstrando não ter havido aumento do trabalho respiratório.

Em resumo, enquanto o Grupo I, de pacientes com sarampo, apresentou-se dentro de valores normais, o Grupo II de pacientes com sarampo e pneumonia intersticial delineou quadro de insuficiência pulmonar ventilatória restritiva, com CV diminuída em presença de VEF_1 e VVM normais e IVA elevado^{2,3,11,16}. Este padrão deve-se à lesão infiltrativa difusa do parênquima pulmonar causada pelo vírus^{1,3,6,7,8,11, 12,19,22}.

A determinação da pressão parcial de um gás no sangue arterial adquire importância co-

mo estudo de função pulmonar quando comparada à pressão alveolar do mesmo gás. A PaO_2 é uma resultante das trocas gasosas a nível dos alvéolos dependendo entre outros fatores da pressão parcial e da fração de oxigênio no gás inspirado.

Nos pacientes estudados houve diferença significativa entre as médias de PaO_2 dos dois grupos, com valor médio de PaO_2 de 81,6 mmHg para o **Grupo I**, e de 72,5 mmHg para o **Grupo II**, hipoxemia evidente, considerando-se que para São Paulo a PaO_2 varia entre 85 a 90 mmHg. Estes pacientes ao respirar oxigênio a 100% continuam apresentando diferença significativa entre as médias de PaO_2 para os dois grupos, com valores mais baixos para o **Grupo II** (Tabelas IIIA e IIIB). Estas alterações da PaO_2 traduzem insuficiência pulmonar tipo alvéolo-respiratória². A hipoxemia verificada nos pacientes do **Grupo II**, de sarampo com pneumonia intersticial pode ter sido determinada por diversos fatores^{4,5,10,11,23,24,27,31,32,33,34}.

A diferença alvéolo-arterial de oxigênio $P(A-a)O_2$, quando os pacientes respiravam ar ambiente (Tabelas IIIA e IIIB) mostrou-se normal nos pacientes do **Grupo I** e aumentada no **Grupo II**, sugerindo que as lesões pulmonares evidenciadas ao RX neste segundo grupo teriam resultado em alterações na relação ventilação/perfusão ou ainda em alteração difusional^{3,26}. A $P(A-a)O_2$, com o paciente respirando oxigênio a 100% (Tabelas IIIA e IIIB), esteve dentro dos limites da normalidade nos pacientes com sarampo (média de 99,4 mmHg). Como o parâmetro $P(A-a)O_2$ com oxigênio a 100% mede essencialmente o "shunt" artério venoso pulmonar e esteve acentuadamente aumentado no **Grupo II** de pacientes com sarampo e pneumonia intersticial salientando que estes pacientes apresentaram diminuição da PaO_2 decorrente de aumento do "shunt" artério venoso pulmonar, sendo menos importante os fatores "efeito shunt" e difusão na gênese da hipoxemia verificada.

O "shunt" compreende a soma do "shunt" anatômico e do "shunt" fisiológico. O "shunt" anatômico é constituído pela drenagem direta para o átrio esquerdo de certa porcentagem de sangue venoso, que nos indivíduos normais pode atingir 2% do débito cardíaco³. Porém, o "shunt" total aproxima-se de 6% do débito cardíaco, para o qual contribui o "shunt" fisioló-

gico (mistura venosa que provém dos alvéolos colabados e perfundidos)³. Todas as condições que favoreça a formação de atelectasias ou enchimento de alvéolos com secreções ou fístulas entre sistemas arterial e venoso pulmonares levam a aumento do "shunt".

Pode-se dizer que o "shunt" de 6% encontrado em pacientes com sarampo está em nível normal e o valor de 12,1%, encontrado no grupo com sarampo e pneumonia intersticial, está significativamente elevado (Tabelas IIIA e IIIB). Assim podemos dizer que o fator hipoxemia nos pacientes estudados com sarampo e pneumonia intersticial deveu-se principalmente a alteração na relação ventilação/perfusão, demonstrada pelo aumento de $P(A-a)O_2$ com ar ambiente, e, principalmente, a aumento do "shunt", demonstrado pelo aumento da $P(A-a)O_2$ respirando oxigênio a 100% e do \dot{Q}_{san}/\dot{Q} .

A par da dosagem de PaO_2 foi também dosada a $PaCO_2$ e determinado o pH. A $PaCO_2$ já foi comentada quando abordaram-se os aspectos da ventilação.

A média do pH dos pacientes do **Grupo II**, em ar ambiente é significativamente maior do que no **Grupo I**. O pH elevado é acompanhado de valores rebaixados de $PaCO_2$, caracterizando o diagnóstico de alcalose respiratória (Tabelas IIIA e IIIB).

Estas alterações da função pulmonar, hiperventilação, causando quadro de alcalose respiratória e hipoxemia decorrente de alterações na relação ventilação/perfusão são a expressão das lesões anatômicas encontradas em células do interstício, do endotélio¹ e demais estruturas do parênquima pulmonar³, podendo estar associadas, também a alterações do mecanismo de adaptação da circulação pulmonar à ventilação. Assim, acreditamos que os pacientes que apresentam quadro de sarampo com pneumonia intersticial, além do componente da membrana alvéolo-capilar expressa pelo edema intersticial, apresentam, também certo grau de edema alveolar e provavelmente microatelectasias que passam a ser responsáveis pelas alterações distributivas evidenciadas pelas provas funcionais.

CONCLUSÕES

Nos casos de sarampo sem comprometimento pulmonar evidente verificou-se: 1. Tendência a hiperventilação discreta; 2. Ausência de insuficiência pulmonar ventilatória: provas venti-

latórias normais: 3. Ausência de insuficiência alvéolo-respiratória: diferença alvéolo-arterial de oxigênio e do "shunt" artério-venoso pulmonar normais.

Nos pacientes com sarampo e pneumonia intersticial verificou-se: 1. Hiperventilação de grau leve a moderado com discreta alcalose respiratória; 2. Insuficiência pulmonar ventilatória do tipo restritivo; 3. Insuficiência pulmonar alvéolo-respiratória caracterizada por hipoxemia conseqüente a alteração da relação ventilação/perfusão como é traduzida por aumento da diferença alvéolo-arterial de oxigênio e aumento do "shunt".

S U M M A R Y

Measles. Contribution for the study of some aspects of lung function

The Authors study 22 patients with measles whose ages varied between 19 months and 24 years. Fourteen were males and eight females. According to the thoracic X-ray they divided the patients in two groups: Group I patients with measles without any radiological lesion and Group II patients with measles with interstitial pulmonary lesions on the thoracic X-rays. Tidal volume respiratory frequency and minute volume were studied while the patients breathed room air and 100% O₂. The vital capacity, the maximal voluntary ventilation, the ratio between forced expired volume in the first second and forced vital capacity and ventilatory efficiency at rest, were studied in the patients above 9 years of age. The pH, PaO₂, PaCO₂ and total CO₂ were obtained in all patients breathing room air and 100% O₂. The alveolar-arterial oxygen difference was calculated while the patients breathed room air and 100% O₂ and the pulmonary shunt was calculated while the patients breathed 100% O₂. They found a mild hyperventilation normal pulmonary function tests, arterial gases, alveolar-arterial O₂ difference and pulmonary "shunt" in the patients of Group I. In the patients of Group II they verified a moderate degree of hyperventilation with mild respiratory alkalosis, restrictive pulmonary ventilatory impairment, hypoxemia, increased alveolar arterial oxygen difference and increased levels of shunt due to ventilation/perfusion imbalance.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARCHIBALD, R. W.; WELLER, R. O. & MEADOW, S. R. — Measles pneumonia and the nature of the inclusion-bearing giant-cells: a light and electron microscope study. *J. Path.* 103: 27-34, 1971.
2. BALDWIN, E. F.; Cournand, A. & RICHARDS Jr., D. W. — Pulmonary insufficiency. I. Methods of analysis, physiologic classification, standard values in normal subjects. *Medicine* 27: 243-278, 1948.
3. BATES, D. V.; MACKLEM, P. T. & CHISTIE, R. V. — *Respiratory Function in Disease*. 2a. ed., Philadelphia, Saunders, 1971.
4. BENDIXEN, H. H.; EGBERT, L. D.; HEDLEY-WHYTE, J.; LAVER, M. B. & PONTOPPIDAN, H. — *Respiratory Care*. Saint-Louis, Mosby, 1965.
5. BERGGREN, S. M. — The oxygen deficit of arterial blood caused by nonventilating parts of the lung. *Acta Physiol. Scand.* 4 (Suppl. 11): 9-16, 1942.
6. BERVEN, H. — The cardiopulmonary function in the post-infectious phase of "atypical" pneumonia. *Acta Med. Scand.* 12 (Suppl. 382): 13-18, 1962.
7. BOCLES, J. S.; EHRENKRANZ, N. J. & MARKS, A. — Abnormalities of respiratory function in varicella pneumonia. *Ann. Intern. Med.* 60: 194-195, 1964.
8. BOGOSSIAN, M.; AFONSO, J. E.; SANTOS, M. L.; JARDIM, J. R. B. & RATTO, O. R. — Síndrome de Hamman-Rich. *Rev. Paul. Med.* 82: 167-174, 1973.
9. BOLLA, A.; CAVALLIERI, S. & PERUSI, O. — Studio della ventilazione polmonare nel morbillo. *Minerva Pediatr.* 14: 887-902, 1962.
10. CARDUS, D. — O₂ alveolar-arterial tension difference after 10 days recumbency in man. *J. Appl. Physiol.* 23: 934-937, 1967.
11. COMROE Jr., J. H.; FORSTER, R. E.; DUBOIS, A.; BRISCOE, W. & CARLSEN, E. — *The Lung*. 2a. Ed. Chicago, Year Book Medical Publishers, 1962.
12. DAHLSTROM, G.; HILERDAL, O.; NORDBRING, E. & UUSITALO, A. — Pulmonary calcifications following varicella and their effect on respiratory function. *Scand. J. Resp. Dis.* 48: 249-267, 1967.
13. DE BUSE, P. J.; LEWIS, M. G. & MUGERVA, J. W. — Pulmonary complications of measles in Uganda. *J. Trop. Pediatr.* 16: 197-203, 1970.
14. FERRIS Jr., B. G. & SMITH, C. W. — Maximum breathing capacity and vital capacity in female children and adolescents. *Pediatrics* 12: 341-352, 1953.
15. FERRIS Jr., B. G.; WHITTENBERGER, J. L. & GALLACHER, J. R. — Maximum breathing capacity and vital capacity of male children and adolescents. *Pediatrics* 9: 659-669, 1952.
16. FINLEY, T. N. — The cause of arterial hypoxemia at rest in patients with "alveolar capillary block syndrome". *J. Clin. Invest.* 41: 618-622, 1962.

17. FINLEY, T. N.; LENFANT, C.; HAB, P.; PIIPER, J. & RAHN, H. — Venous admixture in the pulmonary circulation of anesthetized dogs. *J. Appl. Physiol.* 15: 418-424, 1960.
18. FRASER, R. G. & PARE, J. A. P. — **Diagnosis of Diseases of the Chest.** Philadelphia, Saunders, 1970.
19. KLOCKE, R. A.; ARTENSTEIN, M. S.; GREEN, R. W.; DENNEHY, J. J. & RICHERT, J. M. — The effect of acute respiratory infection on pulmonary function in military recruits. *Am. Rev. Resp. Dis.* 93: 549-555, 1966.
20. KOHN, J. L. & KOIRANSKY, H. — Further roentgenographic studies of the chests of children during measles. *Am. J. Dis. Child.* 46: 40-58, 1933.
21. KRUGMAN, S. & WARD, R. — **Enfermedades Infecciosas Infantiles.** 4a. Ed. México, Interamericana, 1968.
22. LEMLE, A. — **As provas de função pulmonar nas pneumopatias intersticiais difusas.** [Tese]. Apresentada à Faculdade Nacional de Medicina da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1967.
23. LENFANT, C. — Measurement of factors impairing gas exchange in man with hyperbaric pressure. *J. Appl. Physiol.* 19: 189-194, 1964.
24. LENFANT, C. — Measurement of ventilation/perfusion distribution with alveolar-arterial differences. *J. Appl. Physiol.* 18: 1090-1094, 1963.
25. OVERFIELD, E. M. & KYSTRA, J. A. — Distribution component of alveolar-arterial oxygen pressure difference in man. *J. Appl. Physiol.* 27: 634-636, 1969.
26. PETRIK, R. R.; LUGON, L. & RIGATTO, M. — Gasometria arterial. *Rev. Med. ATM (Porto Alegre)* 6: 37-58, 1971.
27. PONTOPPIDAN, H.; GEFFIN, B. & LOWENSTEIN, E. — Acute respiratory failure in the adult. *N. Engl. J. Med.* 287: 743-752, 1972.
28. PUFFER, R. R. & SERRANO, C. V. — **Patterns of mortality in childhood.** New York, Pan American Health Organization, 1973.
29. RATTO, O. R.; AZEVEDO, E.; BAILONE, S. & LE VOICI, I. D. — Síndrome do bloqueio alvéolo-capilar. *Rev. Brasil. Tuberc.* 26: 1575-1622, 1958.
30. RATTO, O. R.; SANTOS, M. L.; BOGOSSIAN, M.; AFONSO, J. E. & JARDIM, J. R. B. — Dispneia nos processos obstrutivos e restritivos pulmonares. *Arq. Brasil. Cardiol.* 26: 39-48, 1973.
31. RIGATTO, M. — Insuficiência pulmonar. *Rev. Centro Acadêmico Fac. Med. P. Alegre* 3: 137-159, 1963.
32. RILEY, R. L. & CURNAND, A. — Analysis of factors affecting partial pressures of oxygen and carbon dioxide in gas and blood of lungs: theory. *J. Appl. Physiol.* 4: 77-101, 1951.
33. RILEY, R. L. & CURNAND, A. — Ideal alveolar air and the analysis of ventilation-perfusion relationship in the lungs. *J. Appl. Physiol.* 1: 825-847, 1949.
34. SAID, S. I. & BANERJEE, C. M. — Venous admixture to the pulmonary circulation in human subjects breathing 100 per cent oxygen. *J. Clin. Invest.* 42: 507-515, 1963.
35. SCHWARZ, A. J. — Prevenção do sarampo com uma vacina de vírus vivo altamente atenuado. Brasília, XVI Congresso Brasileiro de Pediatria, 1967.

Recebido para publicação em 3/9/1979.