

O RESPIRADOR TAKAOKA NA ALTURA (*)

Informe preliminar

DR. CARLOS C. CASTAÑOS, E.A. (**)

AP2564
Foram estudados 5 pacientes anestesiados sob respiração controlada com o aparelho de Takaoka. (La Paz, 3.650 m. de altura). Os cálculos de ventilação alveolar demonstraram que esses pacientes foram hipoventilados, enquanto o laboratório informou um aumento do pH, PO₂ e SO₂, e diminuição do PCO₂ sanguíneos. Este trabalho preliminar mostra que o respirador de Takaoka é eficaz na altitude.

O aparelho de Takaoka é um controlador da respiração, de fluxo e pressão constantes e volume variável ⁽¹⁾. Vieira o estudou e, de acordo a Mapleson ⁽²⁾, o classifica como gerador de fluxo ou de força progressiva que cicla por pressão ^(3, 4). Este aparelho goza de aceitação especialmente entre os anesthesiologistas latino-americanos ^(5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12). Utilizado na Bolívia desde 1959 ⁽¹³⁾ se obtiveram com êle bons resultados. Em 1955, o autor, modifica um nomograma para este aparelho, estabelecendo novos valores para a relação: fluxo/pressão de admissão a 3.650 m. sobre o nível do mar; desde essa mesma época faz medições de CO₂ no fim da expiração e não observa retenção do mesmo ⁽¹⁴⁾.

O presente estudo se inicia para estabelecer o seu funcionamento na altitude, recordando que o respirador de Takaoka "produz um fluxo inspiratório fixo constante e limitado a valores baixos" ⁽³⁾ e que o habitante da altitude tem como valores fisiológicos uma hiperventilação ⁽¹⁵⁾

Neste informe preliminar se consideram alterações do pH, PO₂, PCO₂ e SO₂ sanguíneos, depois de 30 minutos de respiração controlada. No quadro n.º 1 são apresentados valores comparativos normais ao nível do mar e na cidade de La Paz.

(*) Apresentado ao XIV Congresso Brasileiro de Anestesiologia, novembro de 1967. Porto Alegre, R.G.S.

(**) Médico-Anestesiólogo. Clínica Santa Isabel — La Paz — Bolívia.

QUADRO 1

VALÔRES RESPIRATÓRIOS AO NÍVEL DO MAR E A 3.650 m. DE ALTITUDE
LA PAZ, BOLÍVIA, 1967. (*)

Valores	Nível de mar	Promédio	La Paz	
	0 m.		3.650 m.	E.S.
Frequência	12-14	17.5	--	4
Vent. min./m ² sup. corporal	3,5-4	6.3		
pHa	7.40	7.416	-	0.011
pHv	7.37	7.34	—	0.027
paO ₂	95	61.6	--	2.3
pvO ₂	40	30.6	—	6.3
paCO ₂	40	31.1	—	2.6
pvCO ₂	46	50.9	—	1.2
SaO ₂	97	91.4	—	1.2
SvO ₂	74	56	—	15.1

(*) Salguero H., Salud Ocupacional (Bolivia) Vol. 1, 29 1967.

MATERIAL E MÉTODO

Na cidade de La Paz (3.650 m, de altura e 501 mm.Hg de pressão barométrica) foram estudados 5 pacientes — 4 mulheres e um varão —, estado físico 1 (ASA, 1963), nativos do altiplano boliviano, com idade compreendida entre os 27 e 43 anos, submetidos a cirurgia abdominal e perineal. Como medicação pré-anestésica receberam: pentobarbital 100 mg per os e sulfato de atropina 0.5 mg intramuscular, uma hora antes do começo da anestesia. A anestesia foi administrada com tiopental, NLA, metoxifluorano e relaxante muscular; depois de passar o tubo endotraqueal com manguito inflável se conectou o aparelho de Takaoka, ajustado para uma ventilação pulmonar de 6 litros/minuto, com oxigênio a quase 100% de concentração e um tempo de inspiração de 3". Um respirômetro Wright, interposto entre o tubo endotraqueal e o respirador, serviu para comprovar a ventilação.

Amostras de sangue arterial e venoso foram tomadas imediatamente antes da administração do anestésico e aos 30 minutos de respiração controlada. Estas amostras foram enviadas ao laboratório, sob a única individualização de um número, as quais foram analisadas em um aparelho pH Gas Analyzer, model 113, Instrumentation Laboratories Inc. Boston. Mass.

RESULTADOS

Os resultados estão expostos nos quadros 2 e 3, que expressam a relação de exames praticados e a interpretação estatística dos mesmos, respectivamente.

QUADRO 2

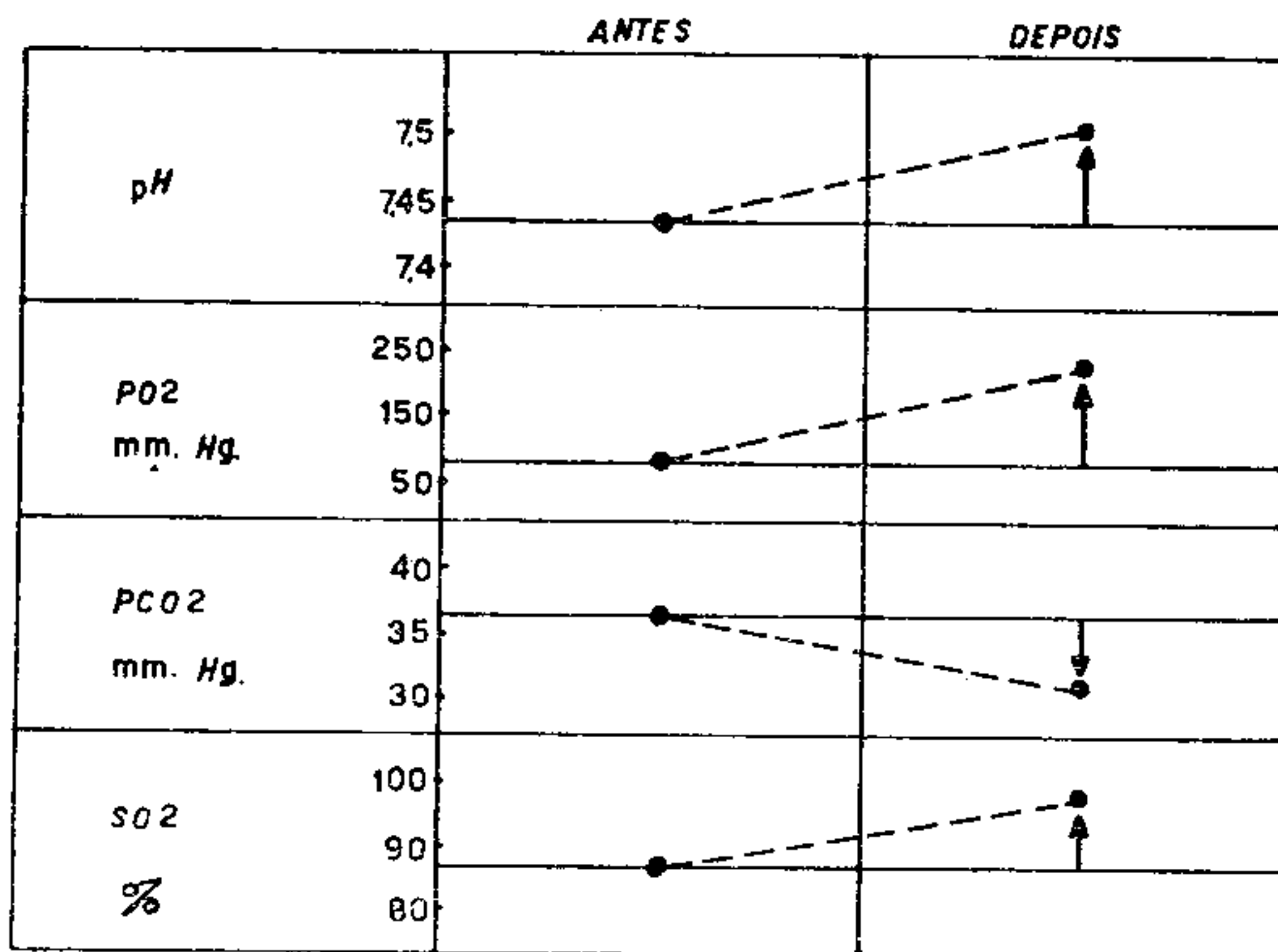
RELAÇÃO DE RESULTADOS OBTIDOS EM 5 CASOS, ANTES E DEPOIS DE 30' DE RESPIRAÇÃO CONTROLADA COM O APARELHO DE TAKAOKA, A 3.650 m. DE ALTURA. LA PAZ, 1967.

	pH	PO ₂	PCO ₂	SO ₂	Amostra
Caso N.º 1	7.45	55	39	88.6	arterial antes
	7.45	48	39	84.6	venoso antes
	7.43	320	34	100.9	arterial depois
	7.43	275	32	99.8	venoso depois
Caso N.º 2	7.455	47	37	84	arterial antes
	7.40	29	45	56.5	venoso antes
	7.51	260	28	99.8	arterial depois
	7.5	76	29	99.5	venoso depois
Caso N.º 3	7.42	50	35	85	arterial antes
	7.385	35	44	67	venoso antes
	7.42	131	30	98.3	arterial depois
	7.39	120	27	97.6	venoso depois
Caso N.º 4	7.445	55	32.5	88.4	arterial antes
	7.36	23	53	38.5	venoso antes
	7.47	200	27	99	arterial depois
	7.415	57	35	88.5	venoso depois
Caso N.º 5	7.47	71	41	95.6	arterial antes
	7.465	20	25	36	venoso antes
	7.48	330	41	100.6	arterial depois
	7.47	70	24	94	venoso depois

QUADRO 3 E GRAFICO 1

RESULTADO DAS CONSTANTES EM SANGUE ARTERIAL, RESPIRADOR DE TAKAOKA. 3.650 m. DE ALTURA. LA PAZ. 1967

Const.	A N T E S		D E P O I S	
	Prom.	E. S.	Prom.	E. S.
pH	7.446	— 0.072	7.449	— 0.0104
PO ₂	55	— 4.1	247	— 33
PCO ₂	36.7	— 1.3	32.2	— 2.6
SO ₂	88.3	— 1.9	97.1	— 2.8



De acôrdo com o quadro e gráfico anteriores, pode-se afirmar que depois de 30 minutos de ventilação controlada com o aparelho de Takaoka, produziu-se um pequeno aumento no pH, importante incremento de P_O₂ e S_O₂, enquanto que o P_CO₂ diminuiu.

Nos quadros 4 e 5 e gráfico 2 estão expressos os valores teóricos calculados para os 5 pacientes estudados, a ventilação alveolar administrada comparada com a teórica e a diferença existente.

Nos quadros anteriores, a diferença entre a ventilação alveolar calculada e a realmente administrada, mostra que os pacientes estiveram hipoventilados.

QUADRO 4

RELAÇÃO DE VALORES RESPIRATÓRIOS EM 5 CASOS, A 3.650 m. DE ALTURA. LA PAZ. 1967.

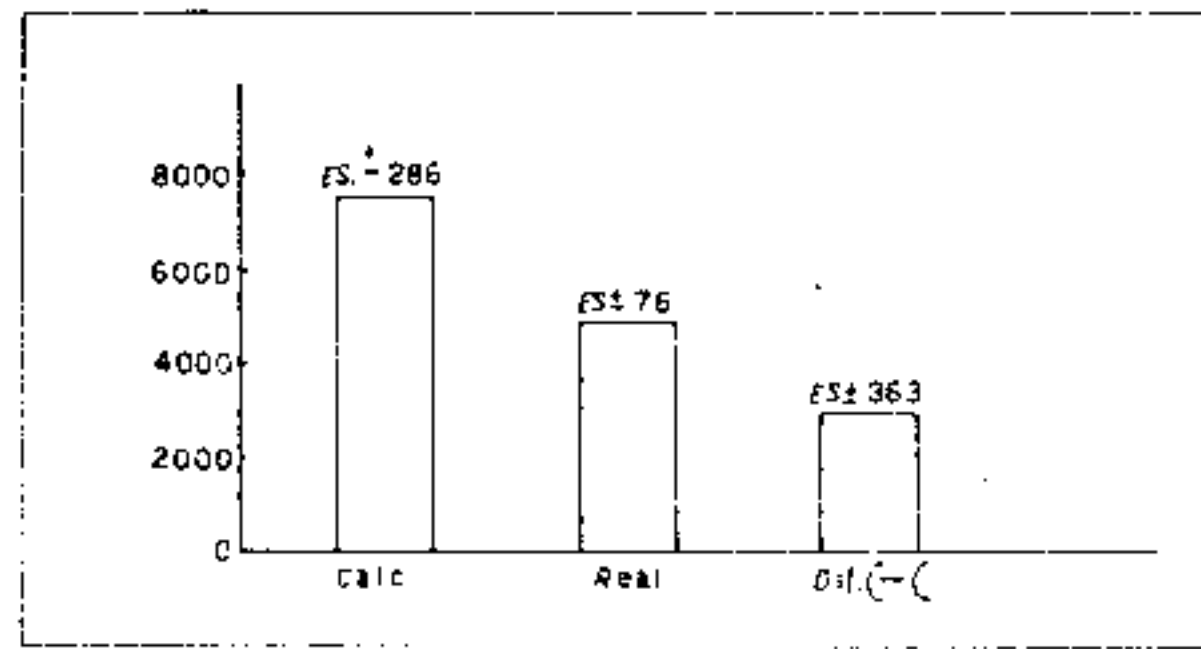
Parâmetro	Casos					Unidade
	m	f	f	f	f	
Sexo	m	f	f	f	f	—
Estatura	169	156	160	157	157	cm
Pêso	72	50	57	56	51	kg
Sup. Corp.	1.83	1.48	1.58	1.53	1.50	m ²
V (Calc.)	11539	9324	9954	9539	9420	cc
VT (calc.)	678	548	526	561	554	cc
VD (calc.)	158	111	121	127	112	cc
VA (calc.)	8840	7429	6885	7378	7514	cc
VA (real)	4420	4870	4790	4730	4880	cc
Diferença	-4420	-2559	-2095	-2468	-2634	cc

QUADRO 5 E GRÁFICO 2

VENTILAÇÃO ALVEOLAR EM CASOS A 3.650 m. LA PAZ. 1967.

Ventilação

alveolar	Média	E.S.
Calculada	7.608	— 286
Real	4.736	— 76
Diferença em menos	2.870	— 363



No quadro 1 observam-se as seguintes modificações fisiológicas no homem da altitude em comparação com o que vive ao nível do mar:

- Aumento da frequência respiratória
- Aumento da ventilação pulmonar minuto
- Aumento do pH arterial
- Diminuição do P_O2 sanguíneo
- Diminuição do P_CO₂ arterial
- (hiperventilação-alcaloses respiratória)

Dos quadros 4 e 5 conclue-se que os pacientes foram hipoventilados em valores importantes. A comparação de amostras é estatisticamente significativa. Entretanto o laboratório não deu dados correspondentes a hipoventilação, isto é, hipoxia e acidosis respiratória; ao contrário, mostram aumento da oxigenação e alcalosis respiratória (quadros 2 e 3).

Comroe ⁽¹⁶⁾ diz "o sangue arterial pode estar bem oxigenado apesar de uma severa hipoventilação, se se respira

uma alta concentração de oxigênio; entretanto o anidrido carbônico não pode ser eliminado sem adequada ventilação alveolar". Isto explica o aumento do P_O2 e da saturação de O₂ depois de 30 minutos de respiração controlada com oxigênio quase puro.

Por que, apesar da hipoventilação não há retenção de CO₂ e a correspondente modificação do pH para a acidose? A explicação não é tão categórica como no caso da oxigenação. No conceito do autor, além da diminuição do metabolismo pela anestesia e a paralisia respiratória pelo relaxante muscular, deve-se reconhecer como fator importante a pressão negativa que produz o aparelho de Takaoka no fim da expiração (—4 a —5 cm H₂O). Como estabelece Cabral de Almeida ⁽¹⁷⁾, dita pressão negativa aumenta o volume corrente, favorecendo a eliminação do CO₂.

Os resultados consignados no presente informe preliminar, com a avaliação estatística correspondente permitem dizer que o respirador de Takaoka, usado apropriadamente, é eficaz na altitude. Corroborando esta afirmação menciona-se que nos anos de experiência com o aparelho de Takaoka na cidade de La Paz temos a impressão clínica de que a ventilação pulmonar correspondia a um adequado intercâmbio gasoso.

O autor agradece aos Doutores Jorge Ergueta C., Hugo Salguero, Joaquim Chinchilla e Alvaro Pantoja pela sua valiosa ajuda para a confecção deste trabalho.

SUMMARY

TAKAOKA'S RESPIRATOR USED IN ALTITUDE

A series of five patients, anesthetized under controlled respiration with Takaoka's respirator, was studied. The V_a calculation showed hipoventilation; however laboratory reports indicated an increase of P_O2, pH and SO₂ and a fall in P_{CO}2. This preliminar report suggest that Takaoka's respirator is efficient at high altitudes.

BIBLIOGRAFIA

1. Takaoka, K. — Respirador automático de Takaoka. Rev. Bras. Anest. 14: 380, 1964.
2. Mapleson, W. W. — The effect of changes of lung characteristics on the functioning of automatic ventilator. Anesthesia 17:300, 1962.
3. Vieira, Z. E. G. — Características de fluxo do respirador de Takaoka. Rev. Bras. Anest. 16:245, 1966.
4. Vieira, Z. E. G. — Aparelhos de ventilação pulmonar: sistematização e classificação. Rev. Bras. Anest. 15:541, 1965.
5. Castaños, C. C. — Anestesia con tricloroetileno. modificación al método Takaoka. Publicación del III Congreso Mundial de Anestesiología. Tomo II, pág. 28. San Pablo, 1964.
6. Suárez M y L., A. — Ventilación pulmonar mecánica con circuito abierto en el transoperatorio. Publicación del VII Congreso Latino-Americano de Anestesiología. Montevideo, 1964.

7. Rollano, U. J. — Empleo del metoxifluorano como analgésico en cirugía general. Prensa Médica (Bolivia) 17:145, 1965.
8. Del Barco, R. — Anestesia en el recién nacido. Prensa Médica (Bolivia) 17:151, 1965.
9. Castaños, C. C. — Anestesia en condiciones de altitud. Prensa Médica (Bolivia) 18:147, 1966.
10. Nicoletti R. I. y cols. — Analgesia pelo trileno. Rev. Bras. Anest. 14:23, 1964.
11. Zugliani, J. A. — Ventilação controlada e ventilação espontânea em neuroanestesia. Rev. Bras. Anest. 14:255, 1964.
12. Vieira, Z. E. G. y cols. — O emprêgo do metoxifluorano em anestesia para cirurgia do tórax. Rev. Bras. Anest. 15:34, 1965.
13. Gantier H. — Comunicación personal.
14. Castaños C. C. — Normograma de Takaoka para La Paz. Prensa Médica (Bolivia) 17:161, 1965.
15. Salguero H., y cols. — Espirometria, gases en sangre e índices hematológicos normales a 3.600 y 4.700 metros sobre el nivel del mar. Salud Ocupacional (Bolivia) 1:29, 1967.
16. Comroe, J. H. y cols. — The Lung, pág. 47, Second Edition. Year Book Medical Publishers Inc. 1962.
17. Cabral de Almeida J. J. — Fisiopatologia da respiração controlada em anestesia, pág. 147, Editora A Nação. Pôrto Alegre, 1964.

DR. CARLOS CASTAÑOS
Casilla 2912
La Paz — Bolívia

V JORNADA SUL BRASILEIRA DE ANESTESIOLOGIA

30 de Maio à 1 de Junho

TUBARÃO — SANTA CATARINA

MESAS REDONDAS —

Anestesia para procedimientos Rádio-Diagnósticos
Anestesia em Obstetrícia
Complicações Pós Anestésicas

CONFERÊNCIAS —

Inaloterapia — Dr. Kentaro Takaoka
Coagulopatia de Consumo — Dr. Danilo Duarte

TEMAS LIVRES —

Cuidadoso programa de atividades sociais para os participantes.

Informações Dr. José Warmuth (Presidente) Rua Teodoro Tonon, 70 — Tubarão, S.C.