

ADMINISTRAÇÃO DE OXIGÊNIO NO CONTROLE DA HIPOXEMIA PÓS-ANESTÉSICA IMEDIATA (*)

1292

DR. J. GILBERTO SCANDIUCCI, E.A. ()**

DR. RENATO G. G. TERZI, T.C.B.C., F.A.C.S. (*)**

DR. M. EVELINI P. LIMA (**)**

DRA. SAMARA B. MIRANDA (**)**

Trinta e sete pacientes submetidos a cirurgia foram estudados no período pós-anestésico imediato.

A gasometria arterial realizada quando os pacientes davam entrada na Sala de Recuperação Anestésica revelou uma hipoxemia arterial com uma pressão parcial de oxigênio de 60,73 e com desvio padrão de 10,77. Os pacientes, divididos em três grupos, foram submetidos à oxigenioterapia, por uma das seguintes técnicas: catéter nasal, máscara multivent e tenda facial. Nestes pacientes, o emprego da tenda facial mostrou níveis de pressão parcial de oxigênio e de saturação de hemoglobina mais elevados que com os outros dois métodos. Além de ter sido bem tolerada pelos pacientes, seu custo operacional é viável pois quando adequadamente esterilizada pode ser reutilizada mais de cinquenta vezes. Independente da técnica de administração de oxigênio no período pós-anestésico imediato, o seu uso é sistematicamente recomendado.

A hipoxemia arterial no período pós-anestésico imediato reveste-se da maior importância, por retardar a recuperação, induzir ou exarcebar disfunções orgânicas, e mesmo contri-

(*) Trabalho apresentado como contribuição ao tema oficial do XXIV Congresso Brasileiro de Anestesiologia, em novembro de 1977, em Guarujá.

(**) Membro do Serviço de Anestesia da Santa Casa e Assistente Voluntário do Departamento de Farmacologia da PUC de Campinas.

(***) Professor Assistente Doutor do Departamento de Cirurgia da FCM da Unicamp.

(****) Médico Residente do CET da Santa Casa e Hospital Maternidade Santo Antonio de Campinas, em 1977.

Recebido para publicação em 15/08/78

Aprovado para publicação em 02/10/78

AP1740

buir no aumento da morbidade e mortalidade no referido período. A comprovação por diversos autores de que há uma redução da pressão parcial de oxigênio no sangue arterial no decorrer do estado pós-anestésico, levou à investigação das causas desta hipoxemia. As mais importantes parecem estar relacionadas com: a) aumento do curto-circuito veno-arterial; b) excessiva desaturação do sangue venoso e c) redução da PO_2 (pressão parcial do oxigênio) alveolar como resultado de hipoventilação alveolar.

O problema da hipoxemia na recuperação anestésica toma maior vulto em nosso meio, onde, em alguns de nossos hospitais, os pacientes são observados por enfermeiras ou atendentes nem sempre adequadamente dirigidas para este problema, em completo contraste com o ato anestésico-cirúrgico, em que o paciente recebe uma assistência direta do anesthesiologista.

Como recurso terapêutico para a prevenção ou tratamento da hipoxemia arterial nesta fase, os pacientes quase que rotineiramente, na sala de recuperação anestésica, recebem oxigênio suplementar por meio de catéter nasal ou nasofaríngeo, máscara, tenda facial e outros meios, variando a escolha na dependência de fatores econômicos ou mesmo por uso tradicional do Serviço de Anestesia.

Os que escolhem um ou outro método muitas vezes o fazem de uma maneira empírica, freqüentemente baseados em escassos trabalhos publicados.

Propusemo-nos a realizar um estudo, empregando três diferentes técnicas de administração de oxigênio: catéter nasal (CN), máscara multivent (MM) e tenda facial (TF), no período pós-anestésico imediato, medindo os valores de pressão parcial de oxigênio no sangue arterial após o seu emprego e analisando as diferenças obtidas entre os três métodos empregados.

CASUÍSTICA E MÉTODOS

Foram estudados 37 pacientes distribuídos aleatoriamente em três grupos. O número de pacientes de cada grupo, sexo, cirurgia realizada, técnica de ventilação durante a anestesia, drogas empregadas e tempo da anestesia são apresentadas na tabela I (catéter nasal), tabela II (máscara multivent) e tabela III (tenda facial).

Os pacientes eram recebidos na Recuperação Anestésica extubados e sem problemas aparentes de depressão respiratória quer por drogas anestésicas ou curarização residual.

Uma amostra de sangue arterial era retirada e imediatamente enviada para medida do pH, PCO_2 (pressão parcial do

TABELA I

CATETER NASAL

Relação do sexo dos pacientes, cirurgia realizada, risco anestésico, tipo de ventilação, drogas empregadas e duração da anestesia nos pacientes submetidos à oxigenoterapia por cateter nasal.

Caso	Sexo	Cirurgia	Risco	Ventilação	Drogas	Tempo
1	m	nefropielolitotomia	II	RT	T + I + H	75 min
2	f	criofacectomia	II/III	Espontânea	T + H	75 min
3	f	gastrectomia	II/III	RT	T + H + I	245 min
4	m	endarterectomia carótida	III	RT	T + I + H	165 min
5	m	hemorroidectomia	I	RT	T + F + H	45 min
6	m	herniorrafia ing. + epig.	II	Ventilotec	T + F + H	120 min
7	m	simpatectomia lombar	II	RT	T + F + H	75 min
8	m	simpatectomia lombar	II	RT	T + F + H	75 min
9	f	pielolitotomia	I	Ventilotec	T + F + H	90 min
10	m	gastrectomia	II	Ventilotec	T + F + E	225 min
11	m	operação Merendino	II	Válvula 850	T + F + E	180 min

m = masculino;
H = halotano

f = feminino;
F = fentanil

RT = respirador Takaoka 600;
p = pentrane

T = thionembatal;
E = etrane

I = inoval;

TABELA II
MASCARA MULTIVENT

Relação do sexo dos pacientes, cirurgia realizada, risco anestésico, tipo de ventilação, drogas empregadas e duração da anestesia nos pacientes submetidos a oxigenoterapia por máscara multivent.

Caso	Sexo	Cirurgia	Risco	Ventilação	Drogas	Tempo
1	m	criofacectomia	II	Espontânea	T + I	45 min
2	f	exerese cicatriz abdominal	I	Espontânea	T + F + H	90 min
3	m	mastectomia p/ginecomastia	I	RT	T + F + E	45 min
4	f	pieloplastia	II	Ventilotec	T + I + E	105 min
5	m	gastrectomia	II	Ventilotec	T + I + H	165 min
6	m	gastrectomia	II	Ventilotec	T + I + E	210 min
7	m	ureterolitotomia	I	RT	T + F + H	75 min
8	f	histerectomia abdominal	I	RT	T + F + E	75 min
9	m	osteossíntese humeral	II	RT	T + F + H	150 min
10	f	laminectomia	I	RT	T + F + E	135 min
11	f	colicistectomia	II	Ventilotec	T + I + E	105 min

m == masculino;
F == fentanil;

f == feminino;
H == halotano;

RT == respirador Takaoka 600;
E == etrane

T == thionembatal;

I == inoval;

TABELA III
TENDA FACIAL

Relação do sexo dos pacientes, cirurgia realizada, risco anestésico, tipo de ventilação, drogas empregadas e duração da anestesia nos pacientes submetidos a oxigenoterapia por tenda facial.

Caso	Sexo	Cirurgia	Risco	Ventilação	Drogas	Tempo
1	f	histerectomia abdominal	I	RT	T + I + H	60 min
2	f	gastrectomia	I	Ventilotec	T + I + H	90 min
3	f	enxerto femuro-poplíteo	II	Espontânea	Peridural	200 min
4	f	colicistectomia	I/II	Válvula 850	T + F + I	170 min
5	f	osteossíntese fêmur	III	Ventilotec	T + F + Pr	120 min
6	f	exodontia	I	Espontânea	T + F + H	90 min
7	f	gastrectomia	I	Ventilotec	T + F + H	195 min
8	m	osteossíntese fêmur	II	Ventilotec	T + F + P	150 min
9	m	laparotomia exploradora	II	RT	T + I + H	100 min
10	f	laparoscopia	I	RT	T + I + H	30 min
11	f	gastrectomia	I/II	Ventilotec	T + I + H	210 min
12	m	vagotomia seletiva	I	Ventilotec	T + F + H	120 min
13	f	exploração vias biliares	I	Ventilotec	T + I + E	180 min
14	m	pielolitomia	I	RT	B + I + E	90 min
15	m	gastrectomia	II	Válvula 850	T + F + H	165 min

m = masculino;
I = inoval;
E = etrane;

f = feminino;
H = halotano;
B = brietal.

RT = respirador Takaoka 600;
F = fentanil

Pr = protóxido de azoto;

T = thionembatal;
p = pentrane;

gás carbônico) e PO_2 (pressão do oxigênio). Em seguida administrava-se oxigênio por uma das técnicas mencionadas: *Grupo CN* (catéter nasal): catéter nasal: ref. n.º 9 (*), material PVC, diâmetro n.º 8, introduzido 6 cm do introito nasal com um fluxo de oxigênio (regulado por um fluxômetro) de 1,5 l/min. *Grupo MM* (máscara multivent): máscara modelo



FIGURA 1

Paciente com máscara Multivent graduada para 30%. Fluxo de O_2 - 3 L/min.

multivent, ref. n.º 1088 (**), material PVC, adaptada ao paciente de acordo com as instruções do fabricante, com fluxo de admissão de 3 l/min. de oxigênio ajustada para fornecer um ar enriquecido com oxigênio a 30% (fig. 1) *Grupo TF* (tenda facial): tenda facial, ref. n.º 1095 (***), material PVC com fluxo de admissão de 3 l/min. Embora não tivéssemos recomendações do fabricante quanto ao fluxo de oxigênio, tomamos estes valores arbitrariamente para serem comparados com o fluxo usado na máscara multivent (fig. 2).

Após 15 minutos de instalada qualquer das técnicas, uma amostra de sangue arterial era retirada e enviada para medida do pH, PCO_2 e PC_2 .

(*) CIRUBRAS, São Paulo.

(**) e (***) Hudson, Temecula, Calif.



FIGURA 2

Paciente com Tenda Facial. Fluxo de O_2 - 3 L/min.

TÉCNICAS ANALÍTICAS EMPREGADAS

Gasometria Arterial — Foi realizada com aparelho IL 213. O pH foi medido com um eletrodo de vidro. Para a medida da PCO_2 foi empregado o eletrodo de Severinghaus e o eletrodo de Clark para o oxigênio.

CÁLCULOS

Diferença de Base — Calculada a partir dos valores de pH e $PaCO_2$ (pressão parcial do gás carbônico no sangue arterial), através do normograma de Siggaard-Andersen.

PAO_2 (pressão parcial do oxigênio alveolar):

Calculada pela seguinte equação:

$$P(O_2) = PIO_2 - \frac{PaCO_2}{R},$$

sendo considerado o $R = 0,8$ e a pressão parcial do CO_2 alveolar ($P(CO_2)$) assumida como idêntica a $PaCO_2$; embora esta aproximação não seja exatamente válida, é um dado impor-

tante na estimativa da variação das pressões parciais do oxigênio no ar alveolar obtidas neste trabalho.

Saturação da Hemoglobina — Calculada a partir de PaO_2 , primeiramente corrigido este valor para pH de 7,4, obtendo-se o valor de saturação da hemoglobina clássica curva de dissociação publicada por Severinghaus (25).

RESULTADOS

Como há uma redução dos níveis de PaO_2 com a idade, tivemos a preocupação de comparar os três grupos quanto às faixas etárias.

	N	Idade média	Desvio padrão
Grupo CN	11	46,64	11,23
Grupo MM	11	45,09	11,32
Grupo TF	15	39,87	13,14

Um teste t para amostras independentes revelou não haver diferenças significativas de idade entre os três grupos estudados.

Os quadros I, II e III mostram os valores medidos de pH, PCO_2 e PO_2 assim como os valores calculados de diferença de base (DB) e saturação da hemoglobina (SAT HGB) e o gradiente alvéolo-arterial (DAaO_2), em grupos de pacientes no período pós-anestésico imediato antes e depois da administração de oxigênio, quer por catéter nasal (quadro I), quer por máscara multivent (quadro II), quer por tenda facial (quadro III). Note-se nestes quadros que após a administração de oxigênio não constam os valores de gradientes alvéolo-arterial, uma vez que não era conhecida a concentração de oxigênio no ar inspirado.

No sentido de verificar se havia diferença significativa de valores de PaO_2 e PaCO_2 entre os grupos estudados antes da administração de oxigênio por qualquer técnica, os grupos foram comparados entre si para eliminar a possibilidade de que um grupo pudesse estar com um grau de ventilação ou oxigenação superior ao outro. Observa-se que a média de PaO_2 foi ao redor de 60 mm de mercúrio nos três grupos e os níveis de PaCO_2 ao redor de 41 mm de mercúrio com desvios muito próximos. A análise pelo teste t de Student mostrou que não houve diferença significante entre os diferentes grupos antes da administração de oxigênio (quadro IV).

QUADRO I

Valores medidos de gasometria e calculados de diferença de base (DB), saturação de hemoglobina (SAT HGB) e gradiente alvéolo-arterial (DAaO₂) antes e depois da administração de oxigênio por cateter nasal. (1.5 lit/mín.)

Caso	Idade	AR ATMOSFÉRICO						OXIGÊNIO POR CATETER NASAL				
		pH	PCO ₂	PO ₂	DB	Sat HGB	DAaO ₂	pH	PCO ₂	PO ₂	DB	Sat HGB
1	56	7,40	34	72	— 3	95,0	22,5	7,38	41	142	— 1	98,5
2	54	7,39	37	52	— 2	86,0	38,5	7,36	40	77	— 3	95,0
3	55	7,30	48	54	— 3	83,5	23,0	7,30	46	83	— 4	95,5
4	61	7,37	37	64	— 3	91,5	26,7	7,35	39	94	— 4	96,5
5	25	7,36	38	86	— 4	91,5	3,5	7,37	37	136	— 3	98,5
6	57	7,38	41	44	— 1	78,5	31,7	7,41	41	48	+ 1	84,5
7	44	7,37	37	61	— 3	90,5	29,7	7,39	40	89	— 1	96,5
8	50	7,22	48	49	— 8	74,5	28,0	7,39	35	68	— 3	93,5
9	34	7,28	47	68	— 5	90,5	10,3	7,29	41	96	— 6	97,0
10	45	7,35	44	67	— 1	92,0	15,0	7,35	40	78	— 3	94,0
11	32	7,35	42	82	— 2	95,5	2,5	7,34	43	126	— 2	94,0
Média	46,64	7,34	41,18	63,55	— 3,18	88,09	21,95	7,36	40,3	93,82	— 2,64	94,86
Desvio Padrão	11,78	0,05	5,0	13,31	1,99	6,74	12,99	0,04	2,87	29,60	1,86	3,84

QUADRO II

Valores medidos de gasometria e calculados de diferença de base (DB), saturação de hemoglobina (SAT HGB) e gradiente alvéolo-arterial (DAaO₂) antes e depois da administração de oxigênio por máscara. (O₂ 30% - 3 lit/min.)

Caso	Idade	AR ATMOSFÉRICO						OXIGÊNIO POR MÁSCARA				
		pH	PCO ₂	PO ₂	DB	Sat HGB	DAaO ₂	pH	PCO ₂	PO ₂	DB	Sat HGB
1	55	7,38	41	54	- 1	87,0	31,7	7,40	39	62	- 2	92,0
2	21	7,32	39	68	- 5	92,0	20,2	7,39	35	72	- 3	95,0
3	59	7,33	42	52	- 3	84,0	32,5	7,31	47	61	- 3	93,0
4	35	7,36	43	46	- 1	79,5	37,2	7,30	45	75	- 4	93,0
5	46	7,42	41	52	+ 2	87,0	33,9	7,39	40	88	0	97,0
6	44	7,45	33	56	- 1	91,5	39,7	7,39	39	81	- 1	96,5
7	33	7,34	41	61	- 3	89,0	24,7	7,39	36	63	- 3	92,0
8	46	7,39	38	59	- 1	90,0	30,5	7,41	38	72	0	95,0
9	57	7,41	39	71	+ 1	95,0	17,2	7,45	39	93	- 3	97,5
10	43	7,39	40	57	0	89,0	30,0	7,40	40	83	0	96,5
11	57	7,34	38	59	- 5	88,0	30,5	7,33	39	80	- 5	05,0
Média	45,09	7,37	39,55	57,73	- 1,54	88,27	29,81	7,38	39,7	75,45	- 2,18	94,31
Desvio Padrão	11,32	0,039	2,57	6,85	2,14	3,89	6,44	0,043	3,33	10,19	1,64	2,71

QUADRO III

Valores medidos de gasometria e calculados de diferenca de base (DB), saturação de hemoglobina (SAT HGB) e gradiente alvéolo-arterial (DAaO₂) antes e depois da administração de oxigênio por tenda facial. (O₂ - 3 lit/min.)

Caso	Idade	pH	AR ATMOSFÉRICO					OXIGÊNIO POR TENDA FACIAL				
			PCO ₂	PO ₂	DB	Sat HGB	DAaO ₂	pH	PCO ₂	PO ₂	DB	Sat HGB
1	36	7,34	40	67	- 4	92,0	20,0	7,34	41	99	- 3	97,5
2	18	7,31	50	53	- 1	82,0	21,5	7,29	50	82	- 3	95,0
3	60	7,32	43	55	- 3	85,0	28,2	7,32	43	61	- 3	88,0
4	41	7,35	46	76	0	95,0	3,5	7,36	48	169	+ 1	99,0
5	63	7,36	53	59	+ 3	89,0	11,7	7,37	51	156	+ 3	99,0
6	42	7,43	39	64	+ 2	93,0	24,2	7,43	40	118	+ 3	98,0
7	42	7,35	40	54	- 3	86,0	33,0	7,34	41	145	- 4	98,5
8	49	7,38	42	38	0	71,0	46,5	7,41	39	135	0	98,5
9	43	7,34	39	58	- 4	88,0	30,2	7,33	40	141	- 3	98,5
10	23	7,33	40	58	- 5	87,0	29,0	7,30	44	158	- 4	98,5
11	34	7,30	49	54	- 2	83,5	21,7	7,32	48	276	- 2	100,0
12	22	7,30	40	73	- 5	92,5	14,0	7,29	43	96	- 5	96,5
13	35	7,33	35	78	- 7	95,0	15,2	7,32	35	279	- 7	100,0
14	32	7,35	36	52	- 5	84,5	40,0	7,32	44	266	- 3	100,0
15	58	7,28	43	74	- 6	92,5	9,2	7,28	42	174	- 7	99,0
Média	39,8	7,34	42,33	60,87	- 2,66	87,73	23,19	7,33	43,27	157,0	- 2,47	97,79
Desvio Padrão	13,14	0,035	4,96	10,65	2,84	6,06	11,28	0,041	4,25	66,18	2,96	2,94

Houve um aumento significativo de pressão parcial de oxigênio e de saturação da hemoglobina com todos os métodos de administração de oxigênio como pode ser observado no quadro V.

No quadro VI são comparados os valores de PaO_2 e saturação da hemoglobina entre os três grupos estudados, após a administração de oxigênio. Observa-se que a média de PaO_2 e saturação da hemoglobina do grupo que recebeu oxigênio por tenda facial é bastante superior às médias dos outros dois grupos. A análise pelo teste t de Student demonstra que só existe diferença significativa quando os grupos são contrastados com o grupo tenda facial.

DISCUSSÃO

Considerando todo o grupo de 37 pacientes estudados, a média de PaO_2 encontrada no período pós-anestésico imediato foi de 60.73 mmHg com um desvio padrão de 10.77.

Esta média é sensivelmente inferior às pressões parciais de oxigênio encontradas em nosso meio, em pacientes sem comprometimento pulmonar (média 78 mmHg). Valores normais semelhantes ($\text{PaO}_2 = 83$ mmHg) foram obtidos por Posso (21) em um grupo de indivíduos sem comprometimento cardiorespiratório e aclimatizados à cidade de São Paulo.

O fator altitude pode ser eliminado uma vez que a pressão barométrica em Campinas é ligeiramente superior à cidade de São Paulo, tornando ainda mais significantes os níveis de PaO_2 encontrados ao período pós-anestésico imediato.

Os nossos resultados confirmam, portanto, que no período pós-anestésico imediato existe uma redução significativa de PaO_2 . Diversos autores afirmam que a hipoxemia é mais acentuada no paciente idoso (7,11,17).

Alterações semelhantes são encontradas durante o período anestésico (2,16,18).

As causas apontadas para explicar esta hipoxemia tem se restringido aos fatos que levam ao aumento da admistão venosa (4) uma vez que, raramente, a hipoventilação alveolar leva a redução de PaO_2 , provavelmente vinculada a um estado de hiperventilação durante a anestesia (2).

Os nossos resultados mostram que a média geral de PaCO_2 foi muito próxima a 40 mmHg tanto antes como após a administração de oxigênio, podendo ser excluído, portanto, um estado de hipercapnia por hipoventilação pós-anestésica.

Entretanto, a análise individual dos dados mostra que 6 dos 37 pacientes apresentaram níveis de PaCO_2 acima de 46 mmHg (n.º 3, 8, 9 do grupo CN e 2,5 e 11 do grupo TF).

QUADRO IV

Teste t de Student para amostras independentes contrastando médias das pressões parciais de oxigênio (PO_2) e gás carbônico (PCO_2), entre grupos de pacientes (CN) cateter nasal; (MM) Máscara multivent; (TF) tenda facial, antes da administração de oxigênio.

		N	\bar{X}	S	GL	t	t _{crit}	Sig
PO_2	Grupo CN	11	63,55	13,31	20	1,216	2,086	—
	Grupo MM	11	57,73	6,85				
	Grupo CN	11	63,55	13,31	24	0,545	2,064	—
Grupo TF	15	60,87	10,65					
PCO_2	Grupo TF	15	60,87	10,65	24	0,800	2,064	—
	Grupo MM	11	57,73	6,85				
	PCO_2	Grupo CN	11	41,18	5,00	20	0,911	2,086
Grupo MM		11	39,54	2,57				
Grupo CN		11	41,18	5,00	24	0,555	2,064	—
Grupo TF	15	43,33	4,96					
PCO_2	Grupo TF	15	43,33	4,96	24	1,59	2,064	—
	Grupo MM	11	39,54	2,57				

QUADRO V

Teste t de Student para amostras dependentes, contrastando médias de pressão parcial de oxigênio (PO₂) e saturação de hemoglobina (SAT HGB), antes (AR) e após (OXIG) a administração de oxigênio pelas três técnicas empregadas: cateter nasal (CN), máscara multi-vent (MM), tendo facial (TF).

			N	X	S	GL	t	t crit	Sig
PO ₂	Grupo CN	AR	11	63,55	13,31	10	5,54	2,23	*
		OXIG		93,82	29,60				
	Grupo MM	AR	11	57,73	6,85	10	5,28	2,23	*
		OXIG		75,45	10,19				
	Grupo TF	AR	11	60,87	10,65	14	5,47	2,14	*
		OXIG		157,00	66,18				
SAT HGB	Grupo CN	AR	15	88,09	6,74	10	4,18	2,23	*
		OXIG		95,21	3,39				
	Grupo MM	AR	11	88,27	3,89	10	6,0	2,23	*
		OXIG		94,31	2,71				
	Grupo TF	AR	15	87,73	6,06	14	5,98	2,14	*
		OXIG		97,79	2,94				

* significativo ao nível de 5%

Quatro destes 6 pacientes apresentaram uma hipoxemia concomitante significativamente inferior à média do grupo (3 e 8 do grupo CN e 2 e 11 do grupo TF).

Os 6 pacientes que apresentaram níveis PaCO_2 elevados com ar atmosférico foram analisados após a administração de oxigênio. Quatro continuaram com níveis elevados de PaCO_2 (n.º 3 do grupo CN e 2,5 e 11 do grupo TF). Em todos, entretanto, houve aumento significativo de PaO_2 comparável com os demais grupos. Nos outros 31 pacientes não houve hipoventilação alveolar uma vez que a pressão parcial de gás carbônico medida, estava dentro dos limites da normalidade.

Portanto, a hipoxemia encontrada nestes pacientes deve estar relacionada a um aumento da admistão venosa, isto é, sangue inadequadamente oxigenado que passa para a circulação sistêmica contaminando o sangue arterial. Esta contaminação venosa do sangue arterial se processa por dois mecanismos básicos: a) Curto-circuito veno-arteriais; b) Incoordenação entre a ventilação e a perfusão pulmonar.

Nos curto-circuitos veno-arteriais o sangue não entra em contato com o alvéolo. Em condições normais uma pequena porcentagem do débito cardíaco passa por curto-circuitos veno-arteriais (veias de Tebésio, veias brônquicas e capilares subpleurais). Em condições anormais, quer por colapso ou oclusão alveolar, o curto-circuito poderá estar aumentado.

A incoordenação entre a ventilação e a perfusão pulmonar ocorre em pacientes com comprometimento distributivo da ventilação pulmonar, que apresentam áreas do pulmão com hipoventilação alveolar regional. Nestas áreas a pressão parcial de oxigênio é mais baixa e a pressão parcial do gás carbônico, mais alta.

O sangue capilar que drena destes alvéolos terá composição semelhante e contaminará o sangue arterial com admistão venosa como no curto-circuito. Nestes casos somente a hipoxemia se manifesta, uma vez que o paciente atinge a homeostase de gás carbônico por um aumento da ventilação dos demais alvéolos não comprometidos.

A mesma compensação não consegue ser obtida para o oxigênio, por dois motivos: primeiro porque o paciente respirando ar atmosférico terá uma pressão parcial de oxigênio no ar alveolar limitado pela pressão parcial de oxigênio inspirado que é fixo. Em segundo lugar, o conteúdo de oxigênio no sangue aumenta muito pouco quando a pressão parcial atinge níveis de 100 mmHg por causa da conformação peculiar da curva de dissociação da hemoglobina.

Tem se demonstrado ainda, que a acentuada dessaturação do sangue venoso passando pelo curto-circuito fisiológico au-

menta a hipoxemia arterial. Esta dessaturação venosa tem sido comprovada com a medida do conteúdo de oxigênio no sangue venoso quando o consumo de oxigênio está aumentado. Em pacientes apresentando tremores no período pós-anestésico imediato o consumo pode quadruplicar levando a uma maior extração de oxigênio do sangue capilar tecidual (1).

Trabalhos publicados recentemente (3,12) sugerem que o fechamento das pequenas vias aéreas ou a limitação ao fluxo de ar por compressão dinâmica destas vias aéreas seriam responsáveis pela incoordenação entre a ventilação e a perfusão determinante da hipoxemia arterial (23).

Estas investigações procuram explicar o mecanismo inicial determinante das alterações distributivas de ventilação pulmonar.

Conceitualmente, volume do fechamento é o volume pulmonar acima do volume residual em que se inicia a fase IV do teste do oxigênio (teste em que uma única inspiração forçada de oxigênio é realizada com a medida da concentração do nitrogênio no ar expirado).

O fechamento das vias aéreas ocorreria quando a capacidade funcional residual (CFR) fosse ultrapassada pela capacidade de fechamento (CF = volume de fechamento somado ao volume residual), ou quando a CFR fosse reduzida a níveis inferiores que a CF. Tem sido demonstrado que esta relação CF/CFR guarda correlação positiva com o aumento do gradiente alvéolo-arterial no período pós-operatório imediato (23).

O fator preponderante em alterar a relação CF/CFR estaria vinculado a uma redução da CFR induzida pela posição supina durante e após a anestesia (5,6,12) uma vez que não há evidência no momento de que a anestesia determine o aumento da capacidade de fechamento (23).

A sugestão de que a ventilação artificial com volumes de ar corrente baixos e frequências respiratórias elevadas poderia reduzir a capacidade funcional residual não tem encontrado apoio em trabalhos experimentais (10,15) embora a capacidade funcional possa ser parcialmente reestabelecida por hiperinsuflações periódicas (6).

Embora sejam necessárias investigações mais consistentes quanto à importância do volume de fechamento relacionado à capacidade funcional residual é lícito admitir que tanto a idade quanto a anestesia sejam responsáveis por uma redução da capacidade funcional residual que alteraria a relação CF/CFR.

Estas alterações por sua vez levariam ao fechamento das pequenas vias aéreas que por sua vez determinariam uma redução da ventilação alveolar regional determinante do aumento do curto-circuito veno-arterial. A hipoxemia resultante estaria de acordo com os nossos resultados e com a literatura pertinente, mais acentuada com a idade e constante no período pós-anestésico.

Diante destas observações, fica bem demonstrada a necessidade de se administrar oxigênio a pacientes no período pós-anestésico imediato.

Como a administração de oxigênio a pacientes com insuficiência respiratória crônica tem sido objeto polêmico, cabem aqui algumas considerações. Neste caso, os pacientes apresentam cronicamente uma PaCO_2 elevada. O centro respiratório por adaptação torna-se mais sensível às reduções dos níveis de oxigênio no sangue arterial, que passam a estimulá-lo.

Nestes pacientes, o uso de concentrações altas de oxigênio no ar inspirado, principalmente de maneira descontínua, leva a um agravamento da insuficiência respiratória (comprovada pelo aumento da PaCO_2), ao se suprimir a condição de estímulo do centro respiratório, isto é, a hipoxemia arterial. Nestes casos, a oxigenioterapia deve ser realizada de maneira "controlada", com FIO_2 inicial ao redor de 24%, condição esta alcançada com oxigênio pelo catéter nasal com 1,5 l/m, ou ajustamento desta concentração em dispositivos especiais, Ventimask, como exemplo.

Na recuperação anestésica utiliza-se oxigênio adicional, por um período que pode alcançar no máximo 2 a 3 horas, para controlar uma situação de hipoxemia arterial existente, numa população de operados, encaminhados à recuperação anestésica, constituída de todas as faixas etárias com ou sem nosologia adicional à doença principal (comprometimento do aparelho cárdio-respiratório principalmente) e toda uma gama de variação do risco operatório. Algumas destas condições descritas podem levar determinados pacientes a apresentarem graus de hipoxemia arterial bastante acentuadas. Observando os quadros I, II e III podemos constatar PaO_2 menor que 50 mmHg e conseqüentemente baixa saturação de Hb, em vários casos: os pacientes, 10 e 13 do grupo CN; o paciente 4 do grupo MM e o paciente 8 do grupo TF. Esses pacientes embora levando o rótulo de maior ou menor risco operatório, foram todos considerados, dentro de suas condições e após a visita pré-anestésica, aptos para uma cirurgia programada. Todos estes pacientes ao chegarem à recuperação anestésica recebem um tratamento universal, no que se refere a oxigenio-

QUADRO VI

Testes t de Student para amostras independentes contrastando valores de pressão parcial de oxigênio (PO_2) e saturação de hemoglobina (SAT HGB), entre grupos de pacientes (CN-cateter nasal, MM-máscara multivent e TF tendo facil) após a administração de oxigênio.

		N	X	S	GL	t	t crit	Sig
PO_2	Grupo CN Grupo MM	11 11	93,82 75,45	29,86 10,19	20	1,909	2,086	—
	Grupo CN Grupo TF	11 15	93,82 157,00	29,86 66,18	24	2,762	2,064	
	Grupo TF Grupo MM	15 11	157,00 75,45	66,18 10,19	24	3,785	2,064	*
SAT HGB	Grupo CN Grupo MM	11 11	94,86 94,32	3,39 3,71	20	0,361	2,086	—
	Grupo CN Grupo TF	11 15	94,86 97,79	3,39 2,94	24	2,112	2,064	*
	Grupo TF Grupo MM	15 11	97,79 94,32	2,94 2,71	24	2,877	2,064	*

* diferença significant, ao nível de 5%

terapia, isto é, os pacientes recebem um mesmo adicional de oxigênio, por técnica tradicionalmente empregada no local. Seria desejável, empregar-se um método de administração de oxigênio em recuperação anestésica, o qual, mesmo provocando níveis mais elevados de PCO_2 e PaO_2 na maior parte dos pacientes, pudessem ocasionalmente surpreender indivíduos com hipoxemia arterial mais acentuada. Poucos trabalhos têm se dedicado à análise da melhor maneira de administrar oxigênio suplementar no período pós-operatório (12).

Analisando os quadros I, II e III podemos observar que o grupo tenda facial foi o que apresentou valores mais altos de PaO_2 (157,0 mmHg) e, mais importante ainda, níveis mais elevados de saturação de hemoglobina (97,79) dados estes que, quando confrontamos com os valores dos outros dos grupos, mostraram uma diferença estatisticamente significantes (quadro VI).

Outros fatores exercem influência no transporte de oxigênio aos tecidos (hemodinâmicos e bioquímicos, principalmente), porém o método mais fácil e efetivo em aumentar a oferta do oxigênio aos tecidos é o aumento da concentração de oxigênio no ar inspirado.

A tenda facial mostrou ser melhor tolerada pelos pacientes, podendo ser utilizada após esterilização apropriada, por repetidas vezes, baixando com isto seu custo operacional, podendo mesmo ser comparado ao catéter nasal que é normalmente descartado após o uso.

SUMMARY

ON THE USE OF OXIGEN IN THE RECOVERY ROOM

Thirty seven patients undergoing surgery were studied in the immediate postoperative period. On arrival at recovery room an arterial blood gas analysis revealed hypoxemia with average of 60.73 and standard deviation of 10.77.

The patients were divided in three groups and oxygen was given by one of the following methods: Nasal Catheter, Multivent Mask and Facial Tent.

Although all patients recovered from hypoxemia the Facial Tent produced higher levels of arterial oxygen partial pressure and hemoglobin saturation than the other two methods employed.

Furthermore, the Facial Tent is more comfortable to the patient and the operational cost is acceptable for, when adequately sterilized, it may be used over fifty times. Systematic oxygen administration in the postoperative period, is strongly emphasized.

REFERÊNCIAS

1. Bay J, Nunn J F, Prys-Roberts C — Factors influencing arterial PO_2 during recovery from anaesthesia. *Brit J Anaesth* 40:398, 1968.
2. Bergman N A — Components of the alveolar-arterial oxygen tension difference in anesthetized man. *Anesthesiology*, 28:517, 1967.

3. Burger Jr, J E, Macklem P — Airway closure: Demonstration by breathing 100% O₂ at low lung volumes and by N₂ washout. *J Appl Physiol* 25:139, 1968.
4. Diamant M L, Palmer K N — Venous/arterial pulmonary shunting as the principal cause of postoperative hypoxaemia. *Lancet*, 1:15, 1967.
5. Don H F, Craig D B, Wahba W M, Couture J G — The measurement of gas trapped in the lungs at functional residual capacity and the effects of posture. *Anesthesiology*, 35:582, 1971.
6. Don H F, Wahba M, Cuadrado L, Kelkar K — The effects of anesthesia and 100 per cent oxygen on the functional residual capacity of the lungs. *Anesthesiology*, 32:521, 1970.
7. Drummond G B — Postoperative hypoxaemia and oxygen therapy. *Br. J. Anaesth* 47:491, 1975.
8. Fibuch E E, Rehder K, Sessler A D — Preoperative CC/FRC ratio and postoperative hypoxemia. *Anesthesiology*, 43:381, 1975.
9. Gordh T, Linderholm H, Norlander O — Pulmonary function in relation to anesthesia and surgery evaluated by analysis of oxygen tension of arterial blood. *Acta Anaesth Scand* 2:15, 1958.
10. Hedenstierna G, McCarthy G — Mechanics of breathing gas distribution and functional residual capacity at different frequencies of respiration during spontaneous and artificial ventilation. *Br J Anaesth* 47:706, 1975.
11. Kitamura H, Sawa K, Ikezono E — Postoperative hypoxemia: The contribution of age to the maldistribution of ventilation. *Anesthesiology*, 36:244, 1972.
12. Leblanc P, Ruff F, Milic-Emili J — Effects of age and body position on airway closure in man. *J Appl Physiol* 28:448, 1970.
13. Marshall B E, Millar R A — Some factors influencing postoperative hypoxaemia. *Anaesthesia*, 20:408, 1965.
14. Marshall B E, Wyche M Q — Hypoxemia during and after anesthesia. *Anesthesiology*, 37:178, 1972.
15. Nisbett H I A, Dobbins T L, Steward D J, Volgyest G A — The effect of artificial ventilation on FRC. *Canad Anaesth Soc J* 21:215, 1974.
16. Nunn J F, Bergman N A, Coleman A J — Factors influencing the arterial oxygen tension during anaesthesia with artificial ventilation *Brit J Anaesth* 37:898, 1965.
17. Nunn J F — Influence of age and other factors on hypoxaemia in the postoperative period. *Lancet*, 2:466, 1965.
18. Nunn J F — Factors influencing the arterial oxygen tension during halothane anaesthesia with spontaneous respiration. *Brit J Anaesth* 36:327, 1964.
19. Palmer K N V, Gardiner A J S, McGregor M H — Hypoxaemia after partial gastrectomy. *Thorax*, 20:73, 1965.
20. Payne J P, Conway C M — Hypoxaemia after surgery and anaesthesia. *Postgrad Med J* 42:341, 1966.
21. Posso I P — Pressão parcial do dióxido de carbono e do oxigênio, bicarbonato e PH do sangue arterial, do sangue venoso e do líquido céfalo-raquidiano de indivíduos sem alterações metabólicas e respiratórias. *Rev Bras Anest* 25:622, 1974.
22. Ravin M B — Value of deep breaths in reversing postoperative hypoxaemia. *N Y State J Med* 66:244, 1966.
23. Rehder K, Marth H M, Rodarte J, Hyatt R E — Airway closure. *Anesthesiology*, 47:40, 1977.
24. Salvatore A J, Sullivan S F, Papper E M — Postoperative hypoventilation and hypoxaemia in man after hyperventilation. *N Engl J Med* 280:486, 1969.
25. Severinghaus J W — Blood gas calculator. *J Appl Physiol* 21:1108, 1966.
26. Sullivan S F, Patterson R W — Posthyperventilation hypoxia: Theoretical considerations. *Anesthesiology*, 29:981, 1968.
27. Tantum K — Comparison of nasal catheter and nasal cannula in patients recovering from general anesthesia. *Anesthesiology*, 31:376, 1969.