

Efectos del uso del mezclador aire / oxígeno en morbilidad de cirugía coronaria con circulación extra-corpórea (CEC)

⁽¹⁾ Rodrigo Díaz, ⁽¹⁾ Mauricio González, ⁽¹⁾ Eduardo Alvarez, ⁽²⁾ Carolina Lizama, ⁽²⁾ Raúl Reyes, ⁽³⁾ Enzo Figueroa, ⁽³⁾ Luis Avila.

Resumen

El uso de altas presiones parciales de O₂ en sangre arterial (paO₂) se ha involucrado en microembolía gaseosa, producción de radicales libres de O₂ y daño de órganos. Para reducir la paO₂ lograda durante la CEC algunos centros disminuyen la fracción inspirada (FiO₂) con un mezclador aire/oxígeno. El objetivo de este trabajo es evaluar el impacto del mezclador en la morbilidad postoperatoria de la cirugía coronaria electiva con CEC. Estudio clínico prospectivo, controlado y randomizado en donde se analizaron 50 pacientes, de los cuales 24 fueron oxigenados con alta FiO₂ (100%) y 26 con baja FiO₂ (40-60%). El efecto del uso de estas 2 distintas fracciones fue evaluado analizando morbilidad postoperatoria. No se encontraron diferencias con significación estadística con respecto al tiempo de extubación (p= 0.89), sangrado postoperatorio (p= 0.76), marcadores de injuria hepática (p= 0.79) o niveles de creatinina (p= 0.93), entre ambos grupos.

Este estudio sugiere que la aplicación de estas dos diferentes FiO₂ en CEC durante la cirugía coronaria, no produciría diferencias en morbilidad postoperatoria de acuerdo a las variables estudiadas.

Summary

The use of high partial oxygen pressure in arterial blood has been blamed for gaseous microemboli, generation of oxygen free radicals and end damage. In order to reduce the arterial oxygen pressure during cardiopulmonary bypass some institutions decrease the oxygen inspired pressure with an air/oxygen blender.

The purpose of this investigation was to assess the impact of the blender on post-operative complications of patients undergoing elective coronary artery bypass grafting using cardiopulmonary bypass. 50 patients were randomly assigned to

⁽¹⁾ Médicos Anestesiólogos,

⁽²⁾ Ayudantes Alumnos de Medicina,

⁽³⁾ Perfusionistas,

Departamento de Anestesiología y Reanimación

Hospital Clínico Universidad de Chile.

two groups: patients in group 1 (n=24) were oxygenated with high FIO₂ (100%) while patients in group 2 (n=26) were managed with low FiO₂ (40 - 60%). Possible consequences of the two strategies were evaluated by measuring time to extubation (p=0.89), post-operative bleeding (p=0.76), serum markers of liver damage (p=0.79) and serum creatinine (p=0.93).

The study suggest that the two strategies employed to manage arterial oxygen pressure during cardiopulmonary bypass have no effect on post operative complications at least for the variables evaluated.

Introducción

Durante la cirugía de bypass coronario, el transporte de oxígeno es manejado habitualmente por la circulación extracorpórea, donde se controlan variables como débito, hematocrito, paO₂, paCO₂, temperatura y manejo ácido-base⁽¹⁾.

Presiones parciales de oxígeno elevadas han sido involucrada en la producción de burbujas que se comportarían como microémbolos⁽²⁻⁵⁾. Por otra parte, se favorece la producción de radicales libres del oxígeno, tales como el anión superóxido (O₂⁻), el radical hidroxilo (OH[•]) y el peróxido de hidrógeno (H₂O₂)⁽⁶⁾, causantes de la lipoperoxidación de membranas biológicas, oxidación de proteínas, disfunción mitocondrial y daño en el DNA⁽⁷⁻⁹⁾. Todo lo anterior se puede traducir en alteraciones a nivel de microcirculación y disfunción de órganos en el post-operatorio.

Si bien el uso de mezclador aire oxígeno está ampliamente difundido, existe muy poca literatura que evidencie la justificación de su uso. De hecho en nuestro Centro Cardiovascular, así como en otros del país, este no se utilizaba. En el momento en que estamos incorporándolo en nuestra práctica clínica habitual analizamos su efecto en el postoperatorio en pacientes sometidos a cirugía coronaria electiva.

La paO₂ entregada por la máquina de CEC depende de la FiO₂⁽¹⁰⁾, de la saturación del retorno venoso, el débito cardíaco (de bomba en este caso), la temperatura y la eficiencia del oxigenador⁽¹¹⁾. Es la primera variable la que sometimos a control.

Material y Método

Estudio clínico prospectivo, randomizado. Muestra compuesta por 50 pacientes mayores de 30 años que ingresaron al Centro Cardiovascular del Hospital Clínico de la Universidad de Chile en el periodo comprendido entre Junio y Octubre del 2001, sometidos a cirugía coronaria electiva y que durante la cirugía requirieron CEC. Los criterios de exclusión fueron creatinina preoperatoria mayor a 1.5 mg/dl, enfermedad hepática y enfermedad pulmonar severa. El grupo de pacientes fue distribuido en forma aleatoria en 2 grupos:

Grupo de baja FiO₂ (grupo estudio): 26 pacientes a quienes se administró FiO₂ entre 40% y 60%. Grupo de alta FiO₂ (grupo control): 24 pacientes a quienes se administró FiO₂ "tradicional" de 100%. (Tablas 1 y 2)

Las variables estudiadas fueron creatininemia pre y postoperatoria (24 hrs), concentración plasmática de transaminasa glutámico oxaloacética (GOT) pre y postoperatoria y bilirrubina plasmática pre y postoperatoria⁽¹¹⁾.

Tabla 1

Análisis Demográfico

	Baja FiO ₂	Alta FiO ₂	Total
Edad (años)	60.23 +/- 9.6	65.58 +/- 8.8	
Sexo Femenino	3	4	7
Sexo Masculino	23	20	43
Total	26	24	50

Tabla 2

FiO₂, PaO₂ y temperatura logradas durante CEC

	Baja FiO ₂	Alta FiO ₂
FiO ₂	54.42 +/- 6.98	100.0 +/- 0.00
PaO ₂ (mmHg)	173.5 +/- 55.1	452.5 +/- 114.2
Temperatura (°C)	34.59 +/- 1.97	33.56 +/- 7.58

Se midieron las siguientes variables para identificar complicaciones en el postoperatorio: sangrado postoperatorio, definido como drenaje de fluido desde el mediastino al exterior durante las primeras 24 horas del periodo postoperatorio; paFi postoperatoria⁽¹²⁾ y tiempo de extubación.

Se utilizó una tecnica anestésica balanceada. Fentanyl 5 a 20 mcg/kg; 0.1 mg/kg, de pancuronio, e isoflurano a discreción del anestesiólogo a cargo. Durante la etapa pre y post-bypass se utilizó FiO2 de 100%, se controlaron gases una vez hecho el clampeo aórtico y en etapa de calentamiento. El Flujo de gases frescos utilizados en el oxigenador fue inicialmente de 0.6 lpm/l de débito de bomba, ajustándose según control de gases. Las temperaturas mínimas fueron de 30 a 33 C. Se utilizó el oxigenador de membrana microporosa - Lifestream Quantum TM para todos los pacientes. Se consignó el uso de filtro de vía aérea, ácido acetilsalicílico, y antifibrinolíticos (aprotinina, ácido tranexámico).

El análisis estadístico se realizó mediante ANOVA para variables continuas y chi cuadrado para frecuencia de datos en distintas categorías.

Resultados

Ambos grupos fueron comparables, sin diferencias significativas en cuanto a edad, uso de antifibrinolíticos, tiempo de CEC, tiempo de clampeo aórtico ni en el tiempo total de cirugía. (Tabla 3).

No existieron diferencias significativas en la bilirrubina plasmática postoperatoria. En el grupo de baja FiO2, el promedio de bilirrubina total fue 0.89 +/- 0.6 mg/dl y en el de alta FiO2 fue 0.82 +/- 0.48 mg/dl, (p = 0.64). (Tabla 4)

El promedio de la creatinina plasmática postoperatoria no mostró diferencias significativas entre ambos grupos. En el de baja FiO2 el promedio fue 1.10 +/- 0.35 mg/dl y en el de alta FiO2 fue 1.11 +/- 0.37 mg/dl (p = 0.93). (Tabla 4)

Lo mismo ocurrió al comparar GOT postoperatoria, siendo el promedio en el grupo de baja FiO2 67.96 +/- 41.05 UI/l y en el de alta FiO2 fue de 65.25 +/- 31.64 UI/l. (p = 0.79). (Tabla 4)

El promedio de sangrado postoperatorio fue similar en ambos grupos, el de baja FiO2 fue 642.9 +/- 327.4 ml y el de alta FiO2 fue 671.2 +/- 340.1 ml (p = 0,76).

Con respecto a la paFi postoperatoria, tampoco encontramos diferencias significativas. En el grupo de baja, el promedio fue 210.9 +/- 88.9 y en el de alta fue 185.6 +/- 68.6 (p = 0.27).

Tabla 3

Tiempos Quirúrgicos

	Baja FiO2	Alta FiO2
Tiempo de CEC (min.)	112.4 +/- 38.8	110.4 +/- 48.7
Tiempo Clampeo aórtico (min.)	70.2 +/- 25.0	70.9 +/- 32.4
Tiempo total de cirugía (min.)	280.0 +/- 80.6	317.3 +/- 105.3

Tabla 4

Bilirrubina, creatinina y GOT postoperatorias

	Baja FiO2	Alta FiO2	P
Bilirrubina (mg/dl)	0.89 +/- 0.6	0.82 +/- 0.48	0.64
Creatinina (mg/dl)	1.10 +/- 0.37	1.11 +/- 0.37	0.93
GOT (UI/L)	67.96 +/- 41.05	65.25 +/- 31.64	0.79

Tabla 5

Variables postoperatorias

	Baja FiO ₂	Alta FiO ₂	P
PaFi postoperatoria	210.9 +/- 88.9	185.6 +/- 68.6	0.27
Tiempo de extubación (min)	601.3 +/- 295.6	613.5 +/- 342.1	0.89
Sangramiento en 24 horas (ml)	642.9 +/- 327.4	671.2 +/- 340.1	0.76

Los promedios de tiempo de extubación arrojaron resultados similares, siendo 601.3 min +/- 295.6 en el grupo de baja FiO₂ y en el de alta FiO₂ fue 613.5 min +/- 342.1 (p = 0.89). (Tabla 5).

No existió mortalidad en el grupo al que se aplicó FiO₂ alta, mientras que en el grupo de baja FiO₂ la mortalidad fue de un paciente, quien sufrió una falla multisistémica por síndrome de bajo débito.

Discusión

Este estudio sugiere que la aplicación de diferentes FiO₂ (50% v/s 100%) durante la cirugía coronaria con CEC, no produciría mayores diferencias en morbilidad postoperatoria, de acuerdo a las variables analizadas.

La aplicación de altas FiO₂, aseguran una elevación de la paO₂, lo que permite oxigenar adecuadamente los tejidos. No se aplicó FiO₂ menores a 40%, debido al riesgo de producir hipoxemia al no estar midiendo paO₂ en línea. Por esta razón no podemos concluir si una FiO₂ más baja a ésta, produciría diferencias en las variables estudiadas.

Existe un reducido número de estudios que relacionan la hiperoxemia con distintos estados patológicos durante el periodo postoperatorio de la cirugía cardíaca con CEC. En el trabajo realizado por Belboul y cols (7), se aplicaron rangos de paO₂ menores a los utilizados en este trabajo, pero sin riesgo de producir hipoxia debido a que contaban con oximetría en línea de la salida arterial. Los rangos de paO₂ arterial en este estudio para los dos grupos de

pacientes fue 75 - 112 mmHg en el de baja PaO₂ y 190 - 300 mmHg el de alta PaO₂. Las variables medidas en ese trabajo eran similares a las del nuestro, sin embargo, ellos concluyeron que existía un mayor deterioro renal, hepático y de la reología globular sanguínea en el grupo de alta PaO₂. El hecho de no haber encontrado diferencias en la morbilidad en este estudio, se puede explicar por los diferentes rangos de PaO₂ utilizados en cada trabajo. Esto podría estar dado:

- porque los niveles de PaO₂ logrados con ambas FiO₂ superan un "umbral" de daño por hiperoxia;
- porque las variables estudiadas son poco sensibles como para medirlo;
- o porque la importancia clínica real de dar estos dos regímenes de FiO₂ no es significativa en la práctica clínica habitual. Esta última explicación sería posible en el ambiente nacional donde el uso del mezclador, aire/oxígeno no va acompañado de medición de saturación en línea y el uso de una mezcla lo más baja posible. Finalmente podemos decir como conclusión que la utilización del mezclador aire/oxígeno con FiO₂ entre 40-60% en cirugía coronaria electiva, no cambia la evolución postoperatoria según las variables estudiadas.

Referencias

1. Taylor, KM.
Cardiopulmonary Bypass, Principles and Management. London: Chapman and Hall, 1986.
2. Kessler J, Patterson R.
The production of microemboli by various blood oxygenators. *Ann Thor Surg* 1970; 9: 221-8.
3. Kuntz RA, Maurer WG.
An Examination of cavitation as it relates to the extracorporeal arterial infusion model. *JECT* 1982; 14: 345-54.
4. Kaplan S, Clark L, Fox R, Daoud G.
Oxygen embolization during deep hypothermia. *Arch Surg* 1962; 84: 122-9.
5. Myers GI, Legare JF.
Avoiding hiperoxemia at the start of cardiopulmonary bypass while optimizing gas flow and temperature. *Journal of extra-corporeal technology* 1999; 31: 145-51.
6. Otani H, Engelman R, Rousou JA, Breyer RH, Lemeshow, Das DR.
Cardiac performance during reperfusion improved by pretreatment with oxygen free radical scavengers. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1986; 91: 290-5.
7. Belboul A, Al-khaja N, Ericson C, Lofgren C, Thornholm C, Kurdi S, Roberts D, William-Olsson G.
The effect of hyperoxia during cardiopulmonary bypass on blood cell rheology and postoperative morbidity associated with cardiac surgery. *The Journal of extra-corporeal Technology* 1989; 23: 43-8.
8. Royston D, Fleming J, Desai J, Westaby S, Taylor KM.
Increased production of peroxidation products associated with cardiac operation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1986; 91: 759-66.
9. Belboul A, Roberts D, Borjesson R, Johnson J.
Oxygen free radical generation en healthy blood donors and cardiac patients: the protective effects of allopurinol. *Perfusion* 2001; 16: 59-65.
10. Guyton A, Hall J.
Transporte de oxígeno y dióxido de carbono en la sangre y los líquidos corporales. En: Guyton A, Hall J (Ed). *Tratado de fisiología médica*. Novena edición Cap 40: Editorial McGraw-Hill Interamericana 1997: 555-66.
11. Hirayama T, Yamaguchi H, Allers M, Roberts D, William-Olson G.
Change in red cell deformability associated with anesthesia and cardiopulmonary bypass in open heart surgery. *Sacn J Thor Cardiovasc Surg* 1985; 19: 257-62.
12. West JB.
Fisiopatología Pulmonar. Editorial Panamericana 1994.