



Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana

ISSN: 0325-2957

ISSN: 1851-6114

actabioq@fbpba.org.ar

Federación Bioquímica de la Provincia de Buenos Aires  
Argentina

Jordá-Vargas, Liliana; Cannellotto, Mariana

Terapia de oxigenación hiperbárica en individuos sanos: Efecto en algunos parámetros bioquímicos

Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana, vol. 53, núm. 1, 2019, Enero-Marzo, pp. 15-23

Federación Bioquímica de la Provincia de Buenos Aires  
Argentina

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53559114002>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso  
abierto

# Terapia de oxigenación hiperbárica en individuos sanos: Efecto en algunos parámetros bioquímicos

► Liliana Jordá-Vargas<sup>a\*</sup>, Mariana Cannellotto<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Bioquímica. Jefe de Microbiología del Centro de Trasplante CRAI-Norte. CUCAIBA. Directora de la División Científica BioBarica. Directora Científica de la Asociación Argentina de Medicina Hiperbárica e Investigaciones (AAMHEI), Buenos Aires, Argentina.

<sup>b</sup> Médica. Especialista en Medicina Hiperbárica. Directora Médica de BioBarica. Presidente de la AAMHEI. Sede Central BioBarica. Juana Azurduy 1601, CP 1429, CABA, Buenos Aires, Argentina.

\* Autor para correspondencia.

## Resumen

La terapia de oxigenación hiperbárica (TOHB) es usada en el tratamiento de diferentes patologías y es prioritario conocer su injerencia en la bioquímica del paciente y establecer el perfil de seguridad. Con el objetivo de establecer la seguridad y conocer la bioquímica de seguimiento de pacientes que realizan el tratamiento, se realizó un estudio retrospectivo de individuos sanos evaluando el efecto de la TOHB (100% O<sub>2</sub> a 1,4 atm) sobre algunos parámetros bioquímicos. Se estudió el estado basal, y a las 10 y 20 sesiones, de los valores de los indicadores de coagulación, hematológicos, función hepática y reactantes de fase aguda. En los 20 individuos sanos no hubo alteraciones en el examen clínico general debido a la exposición a la TOHB. La media (con DE) de los valores bioquímicos a las sesiones 0, 10 y 20 estuvieron siempre dentro del rango de valores de referencia. Estos resultados sugieren que el tratamiento en estas condiciones no produce cambios estadísticamente significativos en los parámetros estudiados.

**Palabras claves:** oxigenación hiperbárica \* individuos sanos \* parámetros bioquímicos

*Hyperbaric oxygen therapy in healthy individuals.  
Effect on some biochemical parameters*

## Abstract

Hyperbaric oxygenation therapy (HBOT) is used in the treatment of different pathologies and it is a priority to establish its safety profile. A retrospective study in healthy individuals was performed, evaluating the effect of HBOT at 1.4 ATA on biochemical indicators. The general and basal status and after 10 and 20 sessions of biochemical parameters in blood sample, on the biochemical markers of coagulation, hematologic values, hepatic function status, and acute reaction were analysed as well. For the 20 healthy subjects, there were no alterations in the general clinical examination due to exposure to HBOT. The mean values (with SD) of the biochemical parameters at 0, 10 and 20 sessions were mostly within reference values range. The results suggest that the treatment does not produce statistically significant changes in the biochemical parameters studied in these conditions.

**Keywords:** hyperbaric oxygenation \* healthy individuals \* biochemical markers

Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana

Incorporada al Chemical Abstract Service.

Código bibliográfico: ABCLDL.

ISSN 0325-2957 (impresa)

ISSN 1851-6114 (en línea)

ISSN 1852-396X (CD-ROM)

## *Terapia de oxigenação hiperbárica em indivíduos saudáveis: Efeito em alguns parâmetros bioquímicos*

### **Resumo**

*A terapia de oxigenação hiperbárica (TOHB) é utilizada no tratamento de diferentes patologias e é prioritário conhecer sua ingerência na bioquímica do paciente e estabelecer o perfil de segurança. A fim de estabelecer segurança e conhecer a bioquímica de monitoramento de pacientes que realizam o tratamento, foi realizado um estudo retrospectivo de indivíduos saudáveis avaliando o efeito da OHB (100% O<sub>2</sub> a 1,4 atm) em alguns parâmetros bioquímicos. O estado basal foi estudado e em 10 e 20 sessões os valores de coagulação, hematológicos, função hepática e reagentes de fase aguda foram estudados. Nos 20 indivíduos saudáveis, não houve alterações no exame clínico geral devido à exposição à TOHB. A média (com o DS) dos valores bioquímicos nas sessões 0, 10 e 20 estavam sempre dentro da faixa de valores de referência. Estes resultados sugerem que o tratamento sob estas condições não produz mudanças estatisticamente significativas ao nível dos parâmetros estudados.*

**Palavras-chave:** oxigenação hiperbárica \* indivíduos saudáveis \* parâmetros bioquímicos

## Introducción

El uso clínico de la Oxigenación Hiperbárica (OHB) consiste en respirar oxígeno (O<sub>2</sub>) a una concentración cercana al 100% en una cámara presurizada al menos a 1,4 atmósferas absolutas (ATA) (1). En estas condiciones, se disuelve gran cantidad de O<sub>2</sub> en el plasma, para ser usado por todas las células, alcanzando incluso tejidos mal perfundidos (2) (3).

Desarrollada inicialmente para la recuperación de la intoxicación con monóxido de carbono y de las infecciones causadas por microorganismos anaerobios, la Medicina Hiperbárica se emplea actualmente como terapia adyuvante en múltiples condiciones patológicas donde los componentes principales son la hipoxia y la inflamación, y donde se requiera la regeneración de tejidos o la cicatrización de heridas crónicas refractarias al tratamiento convencional (1).

Las indicaciones de esta terapia en distintas patologías con base inflamatoria, hipóxica y/o isquémica están ampliamente difundidas y se encuentran en permanente desarrollo e investigación (4). Existe una amplia gama de trabajos científicos y protocolos que reportan su uso en especialidades variadas, como el área clínica, deportología, traumatología, neurología y heridas (1) (4).

El desarrollo de cámaras de oxigenación hiperbárica más seguras, por trabajar en el rango terapéutico del oxígeno que no produce neurotoxicidad (cámaras de presión menores de 2 atm) (5) (6), ha contribuido a que la TOHB sea utilizada también en el aumento del rendimiento deportivo o en la mejora del bienestar general en individuos sanos.

El mecanismo terapéutico de la TOHB consiste en producir hiperoxia y un aumento temporal de la pro-

ducción de especies reactivas de oxígeno (EROs) (7). De esta manera, resuelve condiciones adversas como la hipoxia y el edema, y favorece las respuestas normales o fisiológicas frente a procesos infecciosos e isquémicos (2) (3). En condiciones controladas (presión y tiempo de exposición), además de generar EROs y radicales libres (RL), la TOHB estimula la expresión y actividad de enzimas antioxidantes, para mantener la homeostasis del estado “redox” (reductivo/oxidativo) y asegurar la inocuidad del tratamiento (2) (3) (7).

La TOHB es considerada una terapia tolerable y segura cuando se administra en sesiones de hasta 120 minutos y a presión menor de 3 ATA (8). Los resultados disponibles en la bibliografía refieren principalmente su uso a presiones superiores a 1,4 atm (9) (10). Sin embargo, desde el conocimiento de estos autores no hay datos publicados del perfil de seguridad en cámaras de nueva generación, que trabajan a alrededor de 1,45 atm. Con el objetivo a largo plazo de hacer estudios de eficacia de la TOHB en diferentes patologías, el de este trabajo fue comenzar a estudiar su perfil de seguridad en parámetros bioquímicos, mediante el análisis de los efectos del tratamiento de OHB en individuos adultos sanos, es decir, que no presentan ninguna patología crónica.

## Materiales y Métodos

La metodología de trabajo consistió esencialmente de las siguientes etapas: selección retrospectiva de individuos, y análisis de resultados de los parámetros bioquímicos estudiados (Tabla I) para control de los pacientes que concurren al Centro con el fin de mejorar su bienestar general.

Tabla I. *Parámetros bioquímicos estudiados.*

| Marcadores               | Determinación                      | Indicador   | Valores de referencia | Unidades                 | Método                                     |
|--------------------------|------------------------------------|-------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------------------------|
| Coagulación              | tiempo de protrombina              | TP          | 70-110                | %                        | Quick                                      |
|                          | razón internacional normalizada    | RIN         | 1,0-1,30              | -                        | Cálculo                                    |
|                          | tiempo de tromboplastina parcial   | KPTT        | 29-44                 | segundos                 | Rappaport                                  |
|                          | factor I de coagulación            | Fibrinógeno | 200-400               | mg/dL                    | Coag-Clauss                                |
|                          | recuento de plaquetas              | Pq          | 150-450               | mil/mm <sup>3</sup>      | Impedancia electrónica                     |
| Hemograma                | recuento de glóbulos rojos         | GR          | 3.900-5.200           | millones/mm <sup>3</sup> | Impedancia electrónica                     |
|                          | hematocrito                        | Hto         | -                     | %                        | Cálculo a partir de impedancia electrónica |
|                          | hemoglobina                        | Hb          | 11,5-15,0             | g/dL                     | Lauril sulfato de sodio                    |
|                          | recuento de glóbulos blancos       | GB          | 4.500-10.000          | células/mm <sup>3</sup>  | Impedancia electrónica                     |
| Hepatograma              | bilirrubina total                  | BbT         | 0,2-0,9               | mg/dL                    | Jendrassik-Grof                            |
|                          | bilirrubina directa                | BbD         | ≤0,3                  | mg/dL                    | Jendrassik-Grof                            |
|                          | fosfatasa alcalina                 | FAL         | ≤129 (hombres)        | U/L                      | Cinético                                   |
|                          |                                    |             | ≤104 (mujeres)        |                          |                                            |
|                          | transaminasa glutámico pirúvica    | GPT         | 7-40                  | U/L                      | Cinético                                   |
|                          | transaminasa glutámico oxalacética | GOT         | 13-40                 | U/L                      | Cinético                                   |
|                          | colesterol total                   | ColT        | ≤200                  | mg/dL                    | Enzimático                                 |
|                          | proteínas totales                  | PT          | 6.0-8.2               | g/L                      | Biuret                                     |
| Reactantes de fase aguda | proteína C reactiva                | PCR         | ≤5.0                  | mg/L                     | Inmunoturbidimétrico                       |
|                          | alfa-1 antitripsina                | α1At        | 90-200                | mg/dL                    | Inmunoturbidimétrico                       |
|                          | alfa-2 macroglobulina              | α2Mg        | 107-450               | mg/dL                    | Inmunoturbidimétrico                       |
|                          | haptoglobina                       | Hg          | 30-200                | mg/dL                    | Inmunoturbidimétrico                       |
|                          | ceruloplasmina                     | Cp          | 15-30 (hombres)       | mg/dL                    | Inmunoturbidimétrico                       |
|                          |                                    |             | 16-45 (mujeres)       |                          |                                            |
|                          | ferritina                          | Ft          | 10-291                | ng/mL                    | Electroquimioluminiscencia                 |

Para la realización de este estudio retrospectivo fueron incluidos todos los individuos sanos que consultaron para mejorar su estado de salud general por los beneficios clínicos de la TOHB desde octubre de 2015 hasta enero de 2016. El consentimiento para la realización del tratamiento, para la publicación de los casos clínicos y para la utilización de datos obtenidos de los estudios realizados inherentes al seguimiento del tratamiento es solicitado de rutina a todos los pacientes que consultan para TOHB en los centros de Medicina Hiperbárica de los centros BioBarica.

El análisis bioquímico y las historias clínicas fueron estudiados retrospectivamente y los marcadores bioquímicos fueron reportados. Los criterios de exclusión fueron: una patología diagnosticada pre-existente reportada y/o tratamiento con drogas antiinflamatorias, ejercicio físico intenso, además de las

contraindicaciones de la TOHB en sí (neumotórax, claustrofobia, congestión de las vías respiratorias superiores).

El tratamiento de oxigenación hiperbárica fue realizado con cámaras de tecnología Revitalair®. Los individuos recibieron O<sub>2</sub> 94-95% (administrado a través de mascarillas con reservorio) durante 10 o 20 sesiones de 60 minutos, 3 a 4 veces por semana.

Los marcadores evaluados pueden ser agrupados acorde a los perfiles a los que pertenecen, aunque algunos pueden corresponder a varios de ellos (Tabla I).

Las muestras de control de parámetros bioquímicos se tomaron al inicio del tratamiento: (t=0), a las 10 sesiones (t=10) y, en los casos que desearon continuar con el tratamiento, a las 20 sesiones (t=20), inmediatamente después del tratamiento de TOHB al salir de la cámara. Las muestras fueron procesadas y las determinaciones

bioquímicas realizadas según técnicas analíticas y pre-analíticas de los métodos bioquímicos (Tabla I) (11).

Los resultados obtenidos para cada parámetro bioquímico fueron comparados con los valores de referencia para la población adulta. Para evaluar las diferencias entre las medias de los valores, se determinó la concordancia utilizando el *test* de Shapiro-Wilks para la distribución normal ( $\alpha=0,05$ ). Luego se aplicó el *test* de *Student* para muestras pareadas, considerando diferencias significativas con  $p<0,05$ . El análisis estadístico fue realizado tomando cada individuo como su propio control, obteniendo y comparando los parámetros pareados (12).

## Resultados

Veinte individuos realizaron solo 10 sesiones (grupo B) y 10 individuos realizaron un total de 20 sesiones con un control a las 10 sesiones (grupo A).

Por lo tanto, se tuvieron resultados a las 10 sesiones del grupo A y grupo B ( $n=20$ ) (basal y 10 sesiones) y el grupo B tuvo los resultados de basal, 10 sesiones y 20 sesiones ( $n=10$ ).

Los individuos sanos presentaron un rango de edad de 18 a 50 años (6 mujeres, de 37,5 años (IC95% 32,3-42,7), 14 hombres de 34,7 años (IC95% 26,5-43,0).

Los resultados de las medidas de laboratorio fueron analizados en las 20 muestras a tiempo  $t=0$ ,  $t=10$  y  $t=20$ . En las Figuras 1 y 2 se muestra la evolución de los promedios y desviaciones estándar (DE) de los parámetros evaluados de ambos grupos. A) 0 y 10 sesiones,  $n=20$  con B) 0, 10 y 20 sesiones,  $n=10$ .

No hubo cambios significativos en las medias de los parámetros de coagulación. El dosaje de fibrinógeno y los valores de KPTT (tiempo de tromboplastina parcial activada por kaolín) se mantuvieron prácticamente estables durante las 10 y 20 sesiones con respecto al valor basal. Por otro lado, los parámetros remanentes fluctuaron entre las sesiones con un ligero aumento no significativo en el tiempo de protrombina a las 10 sesiones volviendo a los valores basales a las 20. Los cambios no fueron estadísticamente significativos. Los resultados del perfil hepático y perfil hematológico se encontraron siempre dentro de los valores de referencia (Figura 1) (Figura 2) (Tabla II) (Tabla III).

En forma similar a lo que ocurre en los marcadores de coagulación, los reactantes de fase aguda desarrollaron diferentes comportamientos. Entre ellos, los valores medios de ferritina y haptoglobina fueron estables a través de las sesiones. Los reactantes de fase aguda evaluados sufrieron variaciones no significativas con la exposición al TOHB: ceruloplasmina (Cp), proteína C reactiva (PCR), alfa-2-macroglobulina ( $\alpha_2$ Mgb) y especialmente alfa-1-antitripsina ( $\alpha_1$ At) (Figura 2).

Aunque el perfil hematológico y el perfil hepático siempre se mostraron dentro de los valores de referen-

cia, se encontró una particular tendencia en el grupo B a la disminución de los glóbulos rojos, el hematocrito y la concentración de hemoglobina y la cantidad de leucocitos al ser comparados con los valores basales (Tabla III). Estos datos no fueron estadísticamente significativos.

La TOHB realizada con las cámaras de tecnología Revitalair® no mostró manifestaciones adversas clínicas ni bioquímicas en individuos sanos.

## Discusión y Conclusiones

Los resultados obtenidos permitieron la detección de la tendencia general y específica en el comportamiento de los parámetros bioquímicos evaluados en respuesta a la exposición a la TOHB.

Todos los parámetros bioquímicos se encontraron dentro de los valores de referencia de laboratorio. La proporción de los valores normales no cambió con la exposición a la TOHB a través de las sesiones, como se espera con la población sana en términos de seguridad biológica. Las medias de los diferentes parámetros a las 0, 10 y 20 sesiones estuvieron dentro de los valores de referencia.

Los valores obtenidos para los parámetros de fase aguda, coagulación y perfiles hematológicos y hepáticos mostraron una tendencia similar con leves fluctuaciones dentro de los valores de referencia. Esto podría sugerir que la exposición a la TOHB en la cámara de tecnología Revitalair® no produce eventos adversos a nivel de los parámetros que se detectan en los estudios bioquímicos realizados.

Es importante mencionar que las determinaciones de laboratorio son afectadas por la variabilidad intra e interindividual, considerando los 20 individuos y las 20 sesiones evaluadas.

La importancia de asegurar que el mecanismo de hemostasis y coagulación no se encuentra alterado durante la TOHB implica que es un tratamiento seguro en pacientes anticoagulados o con terapia antifibrinolítica. Éste es un importante ítem a considerar, ya que la TOHB se utiliza en la rehabilitación neurológica de pacientes que sufrieron un accidente cerebrovascular (ACV) isquémico (6) y algunos autores la sugieren como coadyuvante en la terapia fibrinolítica del paciente con infarto agudo de miocardio (13).

Las proteínas de fase aguda pertenecen a un grupo heterogéneo de las mismas, principalmente originadas en el hígado, cuya concentración plasmática varía considerablemente en respuesta a los procesos inflamatorios con el daño tisular y enfermedades inflamatorias sistémicas, trauma, cirugías, ACV (14). Las proteínas positivas son parte del sistema inmune innato y juegan un rol en la respuesta inflamatoria (proteína C reactiva o PCR, ferritina, ceruloplasmina y haptoglobina) (14). Principalmente la  $\alpha_2$  macroglobulina y los factores de

coagulación actúan atrapando al microorganismo patógeno en coágulos, limitando la infección (14).

En este estudio, algunos de los reactantes de fase aguda sufrieron variaciones no significativas a través de la TOHB en: ceruloplasmina (Cp), proteína C reactiva (PCR),  $\alpha_2$  macroglobulina ( $\alpha_2$ Mgb) y especialmente  $\alpha_1$  antitripsina ( $\alpha_1$ At) (Figura 2). Estos analitos mostraron un comportamiento adaptativo, de la misma manera que el tiempo de protrombina, ya que volvieron a sus valores basales a las 20 sesiones (Figura 1).

En respuesta a la reacción aguda también pueden ocurrir cambios en los glóbulos rojos, en la producción

de los leucocitos y de las plaquetas, ya que las células que se liberan desde la médula ósea hacia la circulación pueden ser modificadas (3)(7).

En este estudio, después de las 10 sesiones no hubo variaciones en la población total leucocitaria, si bien algunos trabajos pueden reportar sólo un cambio cualitativo en los linfocitos (poblaciones linfocitarias CD4/CD8) y en la función leucocitaria en general (2)(3).

La tendencia no significativa a la disminución en el recuento de glóbulos rojos, hematocrito y concentración de hemoglobina puede ser interpretada por efecto de la hiperoxia. Gupta *et al* (15) obtuvieron resultados

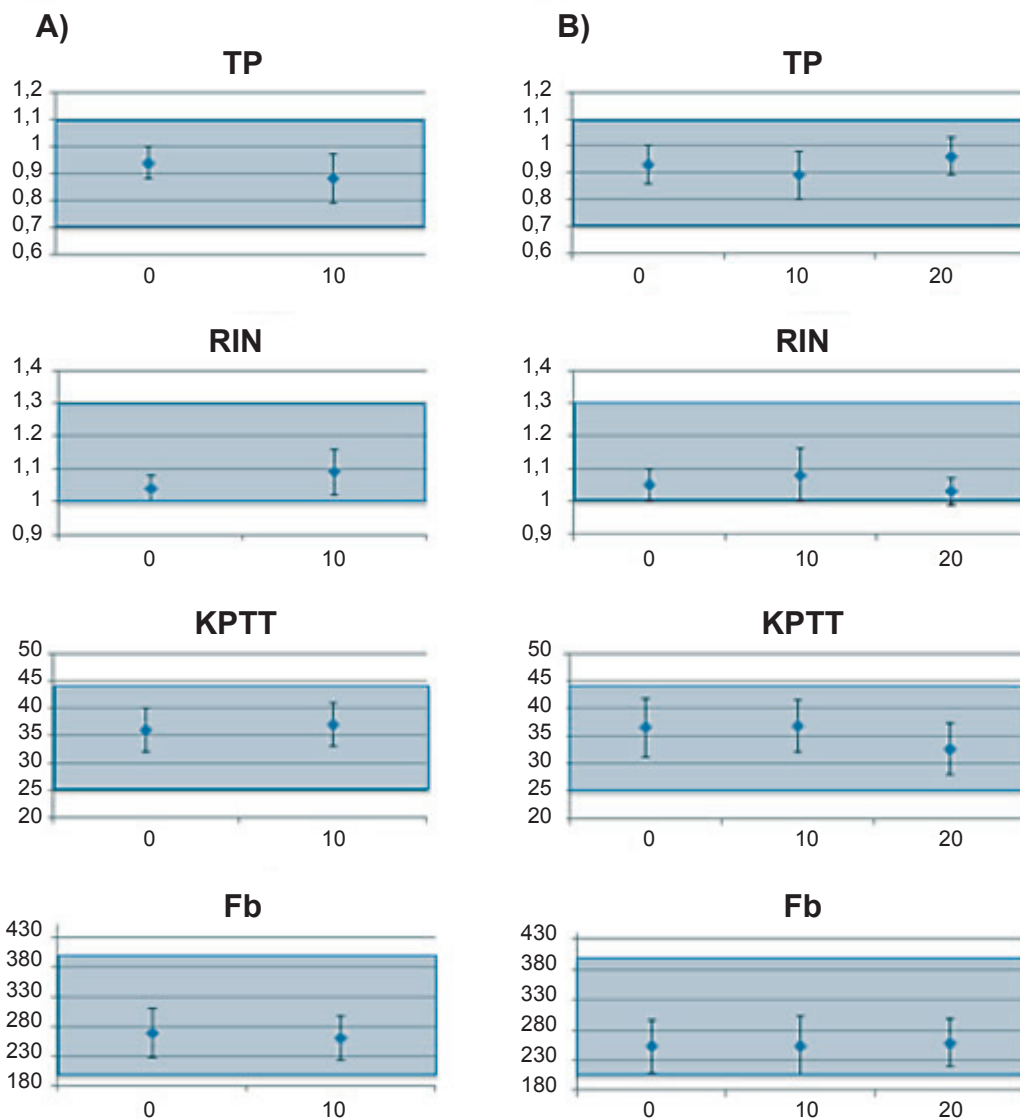


Figura 1. Parámetros de coagulación para el grupo A) 0 y 10 sesiones (n=20) (izquierda) y B) 0, 10 y 20 sesiones (n=10) (derecha). TP (tiempo de protrombina), RIN (relación internacional normalizada, KPTT (tiempo de tromboplastina parcial activada), Fb (fibrinógeno). Las líneas azules indican los valores de referencia, el promedio se muestra con punto azul y la barra es la desviación estándar.

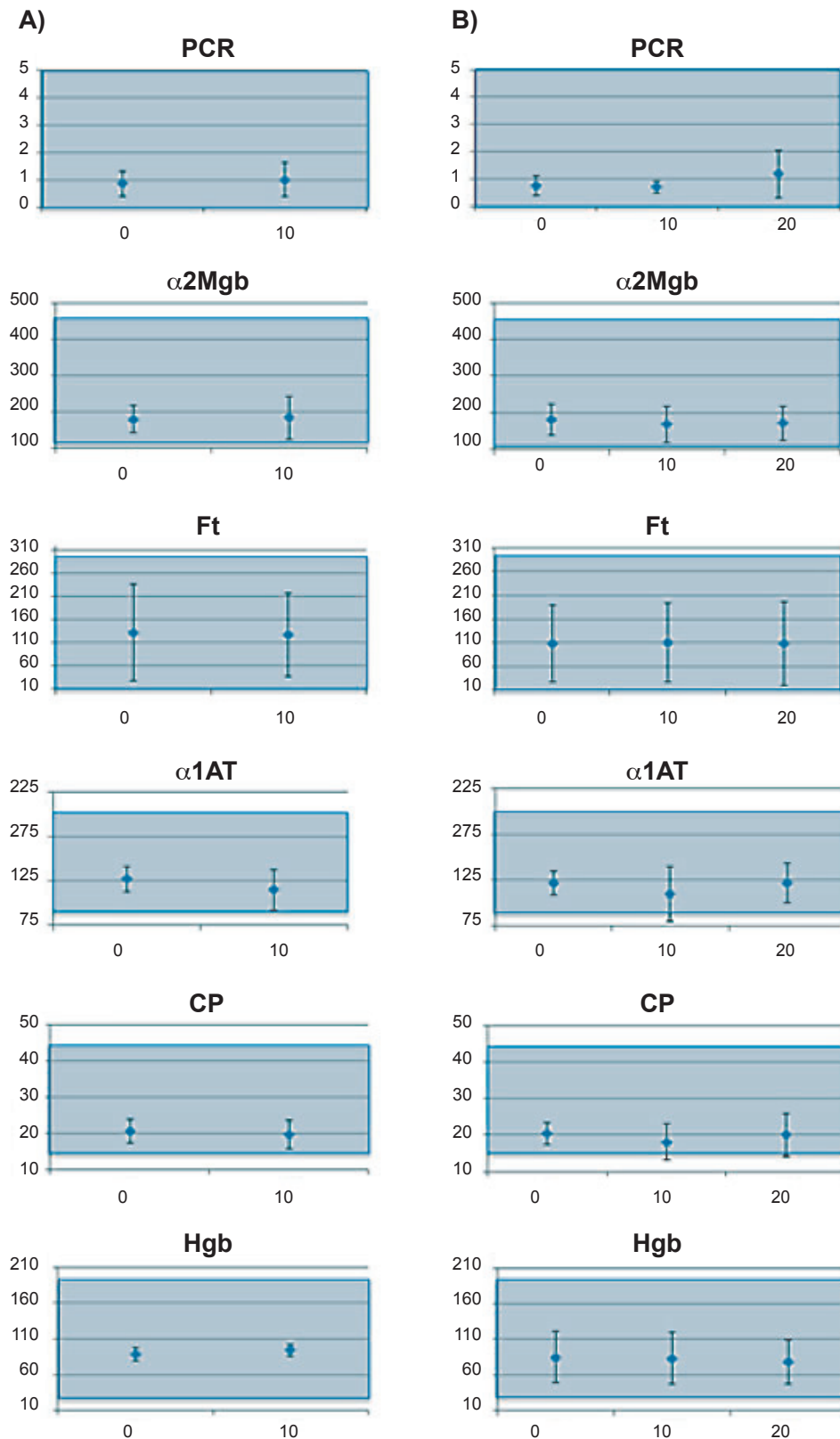


Figura 2. Indicadores de inflamación y fase aguda para A) 0 y 10 sesiones (n=20) (izquierda) y B) 0, 10 y 20 sesiones (n=10) (derecha). Proteína C reactiva (PCR),  $\alpha 2$ -macroglobulina ( $\alpha 2$ Mgb), ferritina (Ft),  $\alpha 1$ -antitripsina ( $\alpha 1$ AT), ceruloplasmina (Cp), haptoglobina (Hgb). Las líneas azules indican los valores de referencia, el promedio se muestra con punto azul y la barra es la desviación estándar.

Tabla II. *Parámetros bioquímicos del grupo A (n=10) al inicio (t=0), a las 10 sesiones (t=10) y a las 20 sesiones (t=20) de terapia de oxigenación hiperbárica.*

| Determinación (unidad)                     | Media (desvío estándar) |                |                | Valores de referencia |
|--------------------------------------------|-------------------------|----------------|----------------|-----------------------|
|                                            | t=0                     | t=10           | t=20           |                       |
| Glóbulos rojos (millones/mm <sup>3</sup> ) | 4,878 (255,12)          | 4,815 (233,30) | 4,616 (284,10) | 3,900-5,200           |
| Hematocrito (%)                            | 42,26 (2,13)            | 41,83 (1,89)   | 40,10 (2,77)   | -                     |
| Hemoglobina (g/dL)                         | 13,96 (0,89)            | 13,72 (0,75)   | 13,16 (1,08)   | 11,5-15,0             |
| Leucocitos (/mm <sup>3</sup> )             | 6,07 (0,79)             | 5,84 (1,19)    | 5,32 (1,28)    | 4,50-10,0             |
| Plaquetas                                  | 221,2 (56,32)           | 220,1 (52,45)  | 221,9 (55,22)  | 150,0-450,0           |
| Fibrinógeno (mg/dL)                        | 252,80 (43,86)          | 253,80 (47,96) | 258,7 (38,68)  | 200-400               |
| Tiempo de protrombina (%)                  | 93 (7)                  | 89 (9)         | 96 (7)         | 0,70-1,10             |
| KPTT (seg)                                 | 36,5 (5,3)              | 36,8 (4,7)     | 32,6 (4,6)     | 29-44                 |
| Bilirrubina total (mg/dL)                  | 0,60 (0,30)             | 0,54 (0,25)    | 0,60 (0,38)    | 0,2-0,9               |
| Bilirrubina directa (mg/dL)                | 0,21 (0,10)             | 0,16 (0,05)    | 0,20 (0,09)    | 0-0,3                 |
| Fosfatasa alcalina U/L                     | 58,6 (15,28)            | 52,7 (16,78)   | 54,8 (14,64)   | 0-129                 |
| Transaminasa glutámico pirúvica U/L        | 19,90 (7,50)            | 18,20 (6,29)   | 23,20 (10,07)  | 7-40                  |
| Transaminasa glutámico oxalacética U/L     | 24,60 (8,14)            | 23,9 (7,14)    | 27,7 (9,93)    | 13-40                 |
| Colesterol (mg/dL)                         | 175,90 (30,03)          | 169,10 (23,37) | 167,6 (29,24)  | 0-200                 |
| Proteínas totales g/L                      | 7,20 (0,40)             | 7,07 (0,29)    | 6,90 (0,33)    | 6,0-8,2               |
| Proteína C reactiva mg/L                   | 0,76 (0,36)             | 0,70 (0,21)    | 1,18 (0,85)    | 0-5                   |
| Alfa 1 antitripsina (mg/dL)                | 121,64 (13,06)          | 110,00 (29,77) | 121,97 (21,50) | 90-200                |
| Alfa 2 macroglobulina (mg/dL)              | 182,13 (42,98)          | 169,53 (48,99) | 171,81 (47,27) | 107-450               |
| Haptoglobina (mg/dL)                       | 85,22 (36,28)           | 83,62 (36,48)  | 78,64 (30,87)  | 30-200                |
| Ceruloplasmina (mg/dL)                     | 20,30 (3,02)            | 18,10 (4,89)   | 20,00 (5,96)   | 15-45                 |
| Ferritina (ng/mL)                          | 108,27 (81,30)          | 110,43 (83,39) | 108,01 (88,65) | 10-291                |

similares utilizando las cámaras de alta presión de TOHB en el recuento de los reticulocitos y fue atribuido a la disminución de la actividad de la eritropoyetina por aumento del oxígeno circulante. Sin embargo, se postula que ese efecto es compensado por los cambios de hiperoxia a normoxia en cada sesión de TOHB, que podrían producir el estímulo para mantener un nivel aumentado de eritropoyetina como respuesta compensadora del organismo, generando un efecto beneficioso o uno compensador (16).

Si bien el tamaño muestral es pequeño, debido a que la mayor casuística de derivación de tratamiento se refiere a pacientes con alguna patología documentada con indicación de TOHB, este trabajo es un ensayo pi-

loto que sirve de base para plantear un estudio prospectivo futuro de bioseguridad de la TOHB utilizando estas cámaras en individuos sanos voluntarios.

Por otro lado, este trabajo representa un soporte para futuros ensayos clínicos donde se evalúe la efectividad de la TOHB en patologías que produzcan alteraciones por sí mismas de estos parámetros bioquímicos en sangre, asegurando que esos marcadores no serán modificados con la terapia de oxigenación hiperbárica.

Se concluye que desde el conocimiento de estos autores existen pocos artículos que reportan el seguimiento de los pacientes en TOHB usando un amplio rango de marcadores bioquímicos, incluso en individuos sanos.

Tabla III. *Parámetros bioquímicos del grupo B (n=10) al inicio (t=0), a las 10 sesiones (t=10) y a las 20 sesiones (t=20) de terapia de oxigenación hiperbárica.*

| Determinación (unidad)                      | Valores de referencia |                | Valores de referencia |
|---------------------------------------------|-----------------------|----------------|-----------------------|
|                                             | t=0                   | t=10           |                       |
| Glóbulos rojos (millones /mm <sup>3</sup> ) | 4,958 (0,399)         | 4,913 (0,398)  | 3,900-5,200           |
| Hematocrito (%)                             | 41,75 (2,66)          | 41,62 (2,88)   | -                     |
| Hemoglobina (g/dL)                          | 13,80 (0,84)          | 13,65 (1,15)   | 11,5-15,0             |
| Leucocitos (/mm <sup>3</sup> )              | 6,22 (0,79)           | 6,00 (1,01)    | 4,50-10,0             |
| Plaquetas                                   | 221,2 (43,65)         | 215,8 (41,16)  | 150,0-450,0           |
| Fibrinógeno ((mg/dL))                       | 268,24 (40,98)        | 259,00 (37,37) | 200-400               |
| Tiempo de protrombina (%)                   | 94 (6)                | 88 (9)         | 0,70-1,10             |
| KPTT (seg)                                  | 36,5 (3,8)            | 36,8 (3,6)     | 29-44                 |
| Bilirrubina total (mg/dL)                   | 0,64 (0,47)           | 0,56 (0,41)    | 0,2-0,9               |
| Bilirrubina directa (mg/dL)                 | 0,21 (0,10)           | 0,17 (0,08)    | 0-0,3                 |
| Fosfatasa alcalina (U/L)                    | 56,6 (14,02)          | 52,7 (13,81)   | 0-129                 |
| Transaminasa glutámica pirúvica (U/L)       | 22,29 (7,50)          | 19,14 (9,57)   | 7-40                  |
| Transaminasa glutámica oxalacética (U/L)    | 23,9 (6,5)            | 22,9 (5,8)     | 13-40                 |
| Colesterol (mg/dL)                          | 177,33 (28,45)        | 174,57 (26,03) | 0-200                 |
| Proteínas totales (g/L)                     | 7,21 (0,39)           | 7,13 (0,31)    | 6,0-8,2               |
| Proteína C reactiva (mg/L)                  | 0,85 (0,47)           | 1,00 (0,62)    | 0-5                   |
| Alfa 1 antitripsina (mg/dL)                 | 127,35 (14,21)        | 114,88 (22,91) | 90-200                |
| Alfa 2 macroglobulina (mg/dL)               | 178,44 (37,88)        | 183,49 (58,29) | 107-450               |
| Haptoglobina (mg/dL)                        | 88,49 (8,54)          | 93,86 (8,39)   | 30-200                |
| Ceruloplasmina (mg/dL)                      | 20,67 (3,34)          | 19,62 (3,93)   | 15-45                 |
| Ferritina (ng/mL)                           | 132,37 (104,39)       | 126,63 (90,01) | 10-291                |

El tratamiento de oxigenación hiperbárica realizado a 1,45 atm no reporta variaciones estadísticamente significativas en los parámetros bioquímicos del perfil hematológico, hepático, de coagulación y proteínas de fase aguda. La TOHB realizada con las cámaras de tecnología Revitalair® no mostró manifestaciones adversas, clínicas ni bioquímicas, en individuos sanos.

*Conflicto de interés:* Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

## Correspondencia

Bioq. LILIANA JORDÁ-VARGAS  
Ceretti 3022. Villa Urquiza.  
CP 1431. CABA. Argentina  
Correo electrónico: liliana.jorda@biobarica.com.

## Referencias bibliográficas

1. Weaver LK and Undersea and Hyperbaric Medical Society. Hyperbaric Oxygen Therapy Indications: 13<sup>th</sup> Edition 2014. Florida, USA. Best Publishing Company. Florida Durham.
2. Gill A, Bell CN. Hyperbaric oxygen: its uses, mechanisms of action and outcomes. QJM 2004; 97: 385-95.
3. Thom SR. Oxidative stress is fundamental to hyperbaric oxygen therapy. J Appl Physiol 2009; 106: 988-95.
4. Mathieu D, Marroni A, Kot J. Tenth European Consensus Conference on Hyperbaric Medicine: recommendations for accepted and non-accepted clinical indications and practice of hyperbaric oxygen treatment. Diving Hyperb Med 2017; 47: 24-32.
5. Kot J, Winkowski PJ, Sicko Z, Tkachenko Y. Effect of oxygen on neuronal excitability measured by critical flicker fusion frequency is dose dependent. J Clin Exp Neuropsychol 2015; 37: 276-84.
6. Efrati S, Ben-Jacob. Reflections on the neurotherapeutic effects of hyperbaric oxygen. Expert Rev Neurother 2014; 14: 233-6.
7. Thom SR. Hyperbaric oxygen—its mechanisms and efficacy. Plast Reconstr Surg 2011; 127: 131-41.
8. Hadanny A, Bechor Y, Fishlev G, Bergan J, Efrati S. The safety of hyperbaric oxygen treatment—retrospective analysis in 2.334 patients. Undersea Hyperb Med 2016; 43: 113-22.
9. Heyboer M, Sharma D, Santiago W, McCulloch N. Hyperbaric oxygen therapy: side effects defined and quantified. Adv Wound Care 2017; 6: 210-24.

10. Huang KC, Hsu WH, Peng KT, Huang TJ, Hsu RW. Hyperbaric oxygen therapy in orthopedic conditions: an evaluation of safety. *J Trauma* 2006; 61: 913-7.
  11. Keith Wilson, John Walker. *Principles & Techniques of Practical Biochemistry*. 5th edition. Cambridge: Cambridge University Press; 2000.
  12. Sussman C, Bates-Jensen MB, *Wound Care: A Collaborative Practice Manual*: Philadelphia, PA USA: Wolters Kluwer Health / Lippincott Williams & Wilkins, 2007.
  13. Dekleva M, Neskovic A, Vlahovic A, Putnikovic B, Beleslin B, Ostojic M. Adjunctive effect of hyperbaric oxygen treatment after thrombolysis on left ventricular function in patients with acute myocardial infarction. *Am Heart J* 2004; 148, E14.
  14. Mackiewicz A, Kushner I, Baumann H. *Acute phase proteins Molecular Biology, Biochemistry, and Clinical Applications*. Boca Raton, Florida: CRC Academic Press, 1993; 686.
  15. Gupta S, Sharma AK. Effects of hyperbaric oxygen therapy on haematological and biochemical parameters. *Ind J Aerospace Med* 2000; 44: 1-5.
  16. Balestra C, Germonpre P, Poortmas JR, Marroni A. Serum erythropoietin levels in healthy humans after a short period of normobaric and hyperbaric oxygen breathing: the "normobaric oxygen paradox". *J Appl Physiol* 2006; 100: 512-8.
- Recibido: 18 de mayo de 2018**  
**Aceptado: 22 de enero de 2019**