



esta situación y felizmente acaba de crearse un Ministerio del Ambiente que en manos de un experto en Ecología y como defensor del medio ambiente debe ser una primera barrera que ayude en esta lucha en la que queremos recordar finalmente el agrandamiento del agujero del ozono la que permitirá desgraciadamente el ingreso directo de los rayos ultravioleta sobre la piel humana con su consecuencia fatal del incremento de cánceres de la misma.

Caben aquí unas palabras escritas por el Ing. Carlos Hilberg y que fueron publicadas en el volumen 'OPS Cien años de cooperación al Perú': "Además, dice Hilberg, es predecible un importante aumento del desarrollo industrial. La magnitud de este crecimiento con sus efectos adversos para la salud humana y alteraciones de equilibrio ecológico constituyen un problema gráfico para el futuro. A la complejidad de los problemas de salud ambiental hay que añadir efectos sinérgicos de las exposiciones químicas, las consecuencias del ruido, la aceleración del ritmo de vida y otras influencias análogas de tensiones de la vida urbana".

Colofón: "Los países ricos productores de la mayor parte de los gases causantes del calentamiento global han generado el cambio climático pero los países pobres pagarán las consecuencias". Thomas Shelling, premio Nobel en Economía. El Comercio 22 de abril de 2008.

## FÚTBOL Y ALTURA

AA Dr. Gustavo F. Gonzáles

Instituto de Investigaciones de la Altura y Facultad de Ciencias y Filosofía, Universidad Peruana Cayetano Heredia, 430 Av. Honorio Delgado, Lima 31, Perú. ggr@upch.edu.pe

En British Medical Journal 2007;335:1278-1281, fue publicado un artículo interesante, el cual considera el efecto de la altura en el rendimiento fisiológico usando los resultados de partidos de fútbol a nivel internacional<sup>(1)</sup>. En sus conclusiones, el autor indica que la altura provee una ventaja significativa para los equipos de altura cuando éstos juegan fútbol internacional tanto en bajas como en grandes altitudes. El autor también hace referencia que la Comisión de Medicina del Deporte de la Federación Internacional de Fútbol Asociado (FIFA) recomienda que se puede jugar fútbol sobre los 3 000 m sólo después de un período de aclimatación de 10 días debido al efecto agudo de la altura sobre el desempeño físico<sup>(1)</sup>.

Esto no es totalmente cierto. De hecho, en 1998 junto con otros autores publiqué un libro sobre el fútbol y aclimatación a la altura, que fue basado en nuestra participación en el proceso de aclimatación de la selección peruana de fútbol en las eliminatorias de la Copa Mundial de Fútbol (Francia 1998). En un capítulo del libro<sup>(2)</sup>, nosotros analizamos los resultados y los goles de la selección boliviana de fútbol ocurridos entre 1950 y 1993 contra otros equipos de Latinoamérica y Europa. De acuerdo a ese estudio, 0% de los equipos que proceden de zonas de baja altitud o nivel del mar ganaron un juego si jugaban el mismo día de su llegada. Sin embargo, los equipos procedentes de zonas de baja altitud o nivel del mar ganaron 40%, 60% y 50% de sus partidos después de 1, 2 o 3 días de aclimatación, respectivamente. En un análisis de regresión logística que incluyeron como variables independientes: días de aclimatación, tipo de juego (eliminatória vs. amistoso) y experiencia previa a grandes alturas en el mismo

año, la única variable asociada a la probabilidad de ganar un partido de fútbol fue días de aclimatación.

El porcentaje de partidos ganados por los locales fue de 82% cuando los visitantes jugaron el mismo día de su llegada a la altura, mientras que el porcentaje se redujo a 40-50% si los visitantes eran aclimatados de 1 a 3 días. Esto es menor al 53,7% de partidos ganados como locales que fueron descritos por Mc Sharry<sup>(1)</sup> para dos equipos que juegan a nivel del mar. Esto sugiere que no es necesario esperar 10 días para ser capaz de ganar un partido de fútbol a grandes alturas y que la probabilidad de que la selección boliviana gane un partido de fútbol fue menor que el promedio obtenido por los equipos de fútbol de Sudamérica que juegan en calidad de locales. Igualmente se ha evaluado el número de goles anotados y concedidos. A 3 600 m, el equipo boliviano tiene una razón de 3,83 goles anotados/goles concedidos. Este valor se reduce a 1,02, 1,00 y 1,20 después de 1, 2 o 3 días de aclimatación del equipo oponente.

En 1996, se hizo un plan de aclimatación a la altura para el equipo peruano de fútbol. Treinta y cinco por ciento de los jugadores del equipo peruano de fútbol desarrollaron el mal de montaña agudo (MMA) dentro de las 6 horas de su llegada al Cusco (3 400 m). El estudio demostró que la ocurrencia de MMA no predice un bajo rendimiento en la actividad física a grandes alturas<sup>(3)</sup>.

Los datos sugirieron que al menos con un día de aclimatación la probabilidad de ganar en altura fue similar a cualquier otro juego a nivel del mar, y que el MMA no estaba relacionado con el rendimiento durante el juego si es que los jugadores habían sido aclimatados por al menos un día. En nuestra experiencia, la conclusión de que la altura provee una ventaja significativa para los equipos de altura cuando juegan fútbol a baja altura<sup>(1)</sup> no es completamente consistente. Por ejemplo, personas de altura que descienden al nivel de mar tienen un volumen sanguíneo y una masa de células rojas que son excesivas para su nuevo ambiente y se observa un proceso denominado neocitólisis<sup>(4)</sup>. Esto resulta en una disminución rápida en la concentración de hemoglobina. A nivel del mar, la producción de reticulocitos continúa invariable en los primeros días y no decrece hasta el día 8 en respuesta a la supresión de la eritropoietina. La disminución en la masa de las células rojas y la producción normal de reticulocitos proveen una evidencia concluyente de un proceso hemolítico. Esta situación puede afectar el rendimiento atlético. En Perú, desde 1961 el Torneo Descentralizado de Fútbol incluye tanto a equipos del nivel del mar como a aquellos que residen en zonas entre 2 000 y 4 340 msnm. Se sabe muy bien que la posibilidad de ganar de un equipo de la altura cuando juega a nivel del mar es en general mucho menor.

El artículo de Mc Sharry debería de incluir días de aclimatación en su análisis estadístico para demostrar que en la altura no es bueno jugar el mismo día de llegada, pero no es necesario esperar hasta 10 días para jugar y ganar un partido de fútbol en la altura.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mc Sharry PE. Effect of altitude on physiological performance: a statistical analysis using results of international football games. *BMJ* 2007;335:1278-1281.
2. Gonzales GF, Villena A. Football and altitude: The eliminatories of the world cups [in Spanish]. In *Football and acclimatization to altitude*. Universidad Peruana Cayetano Heredia: Lima. 1998:99-112.
3. Gonzales GF, Villena A, Aparicio R. Acute Mountain Sickness: Is there a lag period before symptoms?. *American Journal of Human Biology*. 1998;10:669-677.
4. Rice L, Ruiz W, Driscoll T, Whitley CE, Tapia R, Hachey DL, Gonzales GF, Alfrey CP. Neocytolysis on descent from altitude: A newly recognized mechanism for the control of red cell mass. *Annals of Internal Medicine*. 2001;134: 652-656.