

EFFECTS OF HEADING THE BALL AND HEAD INJURY ON THE COGNITIVE FUNCTIONING OF SOCCER PLAYERS

Kenneth S. Urakawa, Daniel M. Landers, Brandon L. Alderman,
Tracie J. Rogers and Shawn M. Arent
Arizona State University
E-mail: Landers@asu.edu
UNITED STATES OF AMERICA

ABSTRACT

Urakawa, K.S.; Landers D.M.; Alderman, B.L; Rogers, T.J. y Arent, S.M. (2003). *Effects of heading the ball and head injury on the cognitive functioning of soccer players.* **International Journal of Soccer and Science**, 2(1), 26-32. The purpose of this study was to examine the potential etiology of cognitive deficits in soccer players reported by previous researchers (Matser et al., 1999). It has been suggested that repetitive deliberate use of the head to direct the soccer ball (heading) may be analogous to repetitive blows to the head in boxing, and may give rise to neurocognitive impairment. To investigate the efficacy of these assertions, 25 male soccer players and 21 track athletes, all with collegiate athletic experience, reported the frequency of heading and concussions and completed a battery of neurocognitive tests. There were no significant differences between soccer and track athletes on the number of reported concussions or performance on the neurocognitive test battery. Soccer and track athletes were subsequently divided into three groups based on their history of previous concussions. There were no significant differences between the groups on tests of reaction time, attention/concentration, short-term memory, or visuospatial processing. Furthermore, no significant differences emerged between soccer players who reported heading the ball more frequently versus those who reported fewer headers. These results confirm previous reports that headers do not seem to result in impaired cognitive functioning in soccer players.

INTRODUCTION

The effects of traumatic head injuries have been extensively studied, and the cognitive, behavioral, and psychosocial consequences of brain trauma have been well documented (Max, MacKenzie, & Rice, 1991). Concussions, which are defined as traumatically induced alterations in mental states due to biomechanical forces affecting the brain that may not necessarily result in the loss of consciousness (American Academy of Neurology, 1998), have been associated with reduced cognitive capacity along with a host of other mental deficiencies. Given the recent attention to professional American football and hockey players retiring after sustaining multiple minor head injuries (e.g., concussions), researchers have also begun to examine the effects of head injuries incurred in competitive athletics on subsequent neuropsychological functioning (Matser, Kessels, Lezak, Jordan, & Troost, 1999; Ruchinskias, Francis, & Barth, 1997).

For instance, using data obtained from 2,300 collegiate football players, Macciocchi, Barth, Alves, Rimel, and Jane (1996) examined the cognitive functioning of those who had suffered a head injury. After establishing baseline data for these

participants on a variety of neuropsychological tests, athletes who suffered from a head injury during the season were re-tested at 24 hours, 5 days, 10 days, and 12 weeks following the initial injury. Injured players showed mild impairment on tests of sustained attention (Paced Auditory Serial Addition Test) and visuomotor speed (Trail Making Test, Digit Symbol Test) compared to controls who were matched for gender, age, and years of education; however, this dysfunction generally disappeared by five days post injury. Self-reported symptoms (e.g., headaches, dizziness, and memory problems) were longer lasting, but in most cases these symptoms dissipated within 10 days of the initial head injury. Macciocchi et al. concluded that mild head injury does produce "limited neuropsychological impairment...[but] injured players generally experience rapid resolution of symptoms with minimal prolonged sequelae" (p. 510).

One sport in particular that has gained attention with regard to head injuries is soccer. Soccer is the most popular and widely played sport in the world and is rapidly gaining in popularity in the United States (Jordan, Green, Galanty, Mandelbaum, & Jabour, 1996). Concomitant with this increase in popularity has been a rise in the number of soccer-related injuries being reported. Although most of these injuries are to the lower extremities, approximately 10-20% are head injuries (Tysvaer & Storli, 1989). In the sport of soccer, head injuries typically result from one of four causes: (1) head-to-head contact between players; (2) head-to-goal post or ground contact; (3) elbow- or foot-to-head contact; or (4) head-to-ball contact (Fields, 1989). Heading, defined as intentionally directing the ball with one's head, is often used as a means of either passing or shooting the ball and is an integral part of soccer. It has been suggested that this type of head-to-ball contact may be linked to mild concussions and may lead to cognitive or physical deficits (Matser et al., 1999).

In an attempt to provide empirical support for this relationship, several investigators have examined whether heading the soccer ball results in impaired cognitive functioning as shown by electroencephalographic (EEG) disturbances or impaired performance on a variety of neuropsychological tests. Tysvaer and colleagues have reported that current and former soccer players show EEG disturbances (Tysvaer & Storli, 1989) and lower scores on a variety of neuropsychological tests (Tysvaer & Løchen, 1991). Furthermore, players who head the ball more frequently consistently score lower than those who head less frequently and controls on a variety of neuropsychological tests (Matser, Kessels, Jordan, Lezak, & Troost, 1998). A key methodological weakness in these studies, however, was the lack of control for alcohol use and previous acute head injuries, both of which may be viable alternative explanations for the findings (Jordan et al., 1996). To address these methodological limitations, Jordan et al. (1996) tested their contention that the act of heading the ball is insufficient to produce cognitive or physical deficits after controlling for alcohol use and prior head injury. Members of the United States men's soccer team completed a questionnaire assessing years of experience and the history of head injury symptoms. Additionally, they completed a weighted Heading Exposure Index, which gives an estimate of the number of headers based on the number of years each athlete has played at various levels of soccer. The players then underwent magnetic resonance imaging (MRI) of the brain to assess any underlying cerebral damage. The MRI scan showed no evidence of organic brain damage, and it was concluded that heading was not correlated with the presence of head injury symptoms. However, these findings do not necessarily rule out

the possibility that subconcussive impacts of purposeful heading result in measurable cognitive decrements.

The purpose of the current study was to examine the effects of previous exposures of heading the ball on the cognitive functioning of collegiate and professional male soccer players. In an attempt to clarify some of the inconsistent findings and methodological flaws, a variation of the neuropsychological design employed by Tysvaer and Løchen (1991) was used while controlling for alcohol use and prior acute head injury. It was hypothesized that (1) soccer players would have more cognitive deficiencies than track athletes on a battery of neuropsychological tests; (2) soccer players who report heading the ball most frequently would have poorer neuropsychological performance than soccer players who head the ball less frequently; and (3) players with a history of head injuries would exhibit poorer cognitive performance than players without a previous head injury.

METHOD

Participants

Currently active male soccer ($n = 25$, mean age = 21.1 years) and track athletes ($n = 21$, mean age = 20.4 years) participated in this study. All of the participants had participated in their respective sport at the collegiate or professional level for at least one season. This study was approved by the university institutional review board.

Instrumentation

Soccer and track athletes completed a background questionnaire regarding their education, previous athletic experience, years of soccer or track experience, positions played, alcohol use, and "typical" number of headers performed in competition and training.

Head Injuries. Head injury data were collected with the Head Injury Symptom Questionnaire (HISQ; Jordan et al., 1996). The HISQ assesses previous head injuries and whether or not the athletes were currently experiencing head injury symptoms (e.g., headaches, dizziness). Participants in the comparison group were given a similar questionnaire with the questions geared toward track participation instead of soccer.

Cognitive test battery. A battery of tests was used in order to assess a broad range of cognitive abilities. The tests chosen have been described and validated in previous research and display sensitivity to the neurophysiological changes possibly associated with head injuries (Tysvaer & Løchen, 1991).

The digit-span test (forward & backward) is a sub-test of the Wechsler Adult Intelligence Scale-Revised (WAIS-R) (Wechsler, 1981). It is a measure of attention and short-term memory during which participants are orally presented with a series of digits and asked to repeat the series back after presentation. Following correct repetition, a new series with an additional digit added is presented until the participant fails to correctly repeat the series. Mean test-retest reliability is reported to be 0.83 for this age group (Wechsler, 1981).

The object assembly task is a timed task in which the subject is given a number of pieces (similar to a jigsaw puzzle) and asked to put them together correctly. Participants completed four different objects (mannequin, face profile, hand, and elephant) presented

in a random order, with successful performance requiring concentration and visuospatial processing abilities. Scores were based upon the time necessary to complete the task and the number of correctly placed pieces. The object assembly task is also part of the WAIS-R, and its reliability is reported to be 0.68 (Wechsler, 1981).

The trail making test (parts A & B, Reitan, 1958) is a timed paper-and-pencil task that serves as a sensitive measure of cognitive performance, assessing attention and visuomotor skills, as well as visual acuity (Lezak, 1983).

The choice reaction-time task involved the presentation of both high-pitched (4,000 Hz) and low-pitched (400 Hz) auditory stimuli. Unlike a simple reaction time task or movement task, the choice reaction time task involves decision-making and thus measures processes involved in making decisions. Participants were seated directly in front of a three-telegraph-key assembly (each key 10 cm apart). They were instructed to begin with their dominant hand holding down the middle ("home") key until the presentation of one of two tones. Upon hearing the low-pitched tone, they were instructed to move their hand to depress the left telegraph key and return to the home key. If the higher-pitched tone was presented, they were to move to depress the right telegraph key, and then return to the center key. Participants were instructed to complete the reactions and movements as quickly and as accurately as possible. The SuperLab 1.0 software package was used to record reaction time (time elapsed from the onset of the tone to the participant moving from the center key) and movement time (time elapsed from moment of release of the center key to depressing the appropriate key on either side).

Procedure

Experimental testing occurred in one 40-min session. When participants arrived at the testing site, informed consent was obtained and they completed the HISQ along with a questionnaire assessing pertinent background information. Participants were then given standardized instructions and examples regarding how to complete each of the tests in the cognitive battery. They subsequently completed the neuropsychological test battery in random order.

Statistical Analysis

To examine group differences between soccer and track athletes, independent samples *t*-tests were employed for demographic and descriptive data and MANOVAs were used to examine group differences on neuropsychological tests. In the event of a significant MANOVA, univariate follow-up tests were employed. Due to unequal and small sample sizes for some of the between-group comparisons, the .10 level of statistical significance was used for all analyses. Effect sizes were also computed to better assess the magnitude of differences between groups.

RESULTS

Descriptive and demographic information are presented in Table 1. There were no significant differences in number of reported concussions ($t(44) = 1.45, p = .16, ES = 0.43$) or alcohol use ($t(44) = 1.34, p = .19$) between the two groups.

Table 1. Descriptive statistics and cognitive test battery scores among soccer and track athletes

Variable	Soccer (n = 25)			Track (n = 21)		
	<i>M</i>	<i>SD</i>	Freq	<i>M</i>	<i>SD</i>	Freq
Demographics						
- Age	21.12	2.8		20.42	2.2	
- Years in sport	14.52	4.7		7.42	3.9	
- Age began	6.34	3.3		12.71	3.7	
- Alcohol use (CAGE)	1.12	1.3		0.67	0.8	
Cognitive Test Battery						
- Trail Making A	20.12	5.97		22.81	5.56	
- Trail Making B	50.92	21.26		55.05	17.04	
- Digit Span	8.88	1.64		8.23	2.36	
- Object Assembly	7.12	1.09		6.95	0.74	
- Choice Reaction Time (in ms)	355	46		356	74	
- Movement Time (in ms)	158	29		152	27	
- Reaction Time Error	2.0	2.78		2.35	2.83	
Frequency of Concussions						
- Players with concussions			17			9
- Soccer/Track related			15			0
- Other causes			8			9

A 2 group MANOVA on neuropsychological test battery scores (Trail Making A & B, Digit Span, Object Assembly, and Choice Reaction Time) revealed no significant differences between soccer and track athletes on any of the neuropsychological tests (Wilks' Lambda = 0.89, $F(5,39) = 1.00$, $p = 0.43$), therefore, the groups were combined for further analyses. To examine the effects of head injury on cognitive performance, three groups were formed consisting of athletes who reported 0 ($n = 19$), 1 ($n = 15$), or 2 or more concussions ($n = 11$). A MANOVA on the neuropsychological test battery revealed no significant differences between the head injury groups, Wilks' $\Lambda = 0.75$, $F(10,76) = 1.16$, $p = 0.33$.

In order to examine the cognitive effects of heading the ball, a MANOVA was conducted to assess whether a greater number of reported headers had any effect on the neuropsychological test scores compared to players who reported fewer headers. Soccer players were divided into two groups based on those who reported heading the ball seven

or fewer times per practice and games ($n = 18$) and those who reported heading the ball more than seven times per practice or during games ($n = 7$). No significant mean group differences emerged across the cognitive measures, Wilks' $\Lambda = 0.67$, $F(5,19) = 1.84$, $p = 0.15$. Follow-up effect sizes between the two groups on the cognitive measures revealed low effects for most of the cognitive tasks. However, a large ES between the dichotomous groups emerged on the Trail Making A task ($ES = 0.90$).

DISCUSSION

This study was primarily designed to examine the potential etiology of cognitive deficits in soccer players reported by previous researchers. The results indicate that soccer players do not suffer more concussions and perform similarly on a battery of cognitive tests compared to their track and field counterparts.

Recently, investigators have concluded that participation in amateur soccer is associated with impaired performance in memory and planning functions (Matser et al., 1999; Tysvaer & Løchen, 1991). These and similar findings have led to increased controversy regarding the consequences of repetitive subconcussive injuries that may result from purposeful heading in soccer. In an attempt to resolve the controversy, Kirkendall, Jordan, and Garrett (2001) recently conducted a narrative review of the literature on heading in soccer and concluded that purposeful heading in soccer does not place a player at risk of suffering a head injury. Moreover, the younger a player is, the less likely that he or she will suffer from a concussion due to the lower force of a ball kicked by a younger soccer participant.

In the current study, soccer players who reported heading the ball more frequently did not differ significantly on any of the neurocognitive tests compared to those who head the ball less frequently. However, a large effect ($ES = 0.90$) emerged on the performance on the Trail Making A task for players who report frequent use of headers compared to soccer players who reported few headers. Given an effect of this magnitude and previous research that has found heading differences on the Trail Making tasks (Tysvaer & Løchen, 1991), further investigation into the effect of accumulated subconcussive headers in soccer on resultant cognitive functioning appears warranted. It has been reported that repetitive concussive *and* subconcussive injuries may both independently contribute to persisting symptoms and cognitive decline (Gerber & Kozora, 2000). It is unclear why performance on the Trail Making A task might differ between soccer players who report more frequent headers compared to those who head the ball less frequently while no other large effects emerged from the other cognitive tasks. Future research should attempt to clarify which cognitive processes, if any, might be affected by repeated headers.

The current findings provide further support for the notion that concussive impacts in any sport, and not merely heading a ball in soccer, may result in neuropsychological deficits. It is important for future longitudinal studies incorporating experimental research designs to clarify the issues associated with repetitive heading and/or concussive injuries in soccer that may result in neurocognitive deficits (Kirkendall et al., 2001). It also remains to be determined if the large effect found for heading on the Trail Making A task may generalize to other attention/visuomotor skills. It is concluded that adult male soccer players are not at increased risk of cognitive deficit due to heading of the soccer ball. Future research should now be directed towards more unresolved

issues such as the developmentally-appropriate age at which heading should be taught and proper instruction in the technique of heading.

BIBLIOGRAPHY

- American Academy of Neurology. (1998). Management of concussion in sports. [on-line] *American Academy of Neurology*, <http://www.aan.com/public/concussioninsportsindex/sld001.htm>
- Fields, K. B. (1989). Head injuries in soccer. *The Physician and Sportsmedicine*, 17, 69-73.
- Gerber, D., & Kozora, E. (2000). Neuropsychology of sports concussion [on-line]. *CNI Review: A Medical Review Journal*, 11, <http://www.thecni.org/reviews/11-1-p35-gerberkozora.htm>.
- Jordan, S. E., Green, G. A., Galanty, H. L., Mandelbaum, B. R., & Jabour, B. A. (1996). Acute and chronic brain injury in United States national team soccer players. *The American Journal of Sports Medicine*, 24, 205-210.
- Kirkendall, D. T., Jordan, S. E., & Garrett, W. E. (2001). Heading and head injuries in soccer. *Sports Medicine*, 31, 369-386.
- Lezak, M. D. (1983). *Neuropsychological assessment*. (2nd Ed.). New York: Oxford University Press.
- Macciocchi, S. N., Barth, J. T., Alves, W., Rimel, R. W., & Jane, J. A. (1996). Neuropsychological functioning and recovery after mild head injury in collegiate athletes. *Neurosurgery*, 39, 510-514.
- Matser, J. T., Kessels, A. G. H., Jordan, B. D., Lezak, M. D., & Troost, J. (1998). Chronic traumatic brain injury in professional soccer players. *Neurology*, 51, 791-796.
- Matser, E. J. T., Kessels, A. G., Lezak, M. D., Jordan, B. D., & Troost, J. (1999). Neuropsychological impairment in amateur soccer players. *Journal of the American Medical Association*, 282, 971-973.
- Max, W., MacKenzie, E. J., & Rice, D. P. (1991). Head injuries: costs and consequences. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 6, 76-91.
- Reitan, R. M. (1958). *Halstead-Reitan Neuropsychology Test Battery*. Tucson, AZ: Reitan Neuropsychology Laboratory.
- Ruchinskas, R. A., Francis, J. P., & Barth, J. T. (1997). Mild head injury in sports. *Applied Neuropsychology*, 4, 43-49.
- Tysvaer, A. T., & Løchen, E. A. (1991). Soccer injuries to the brain: A neuropsychologic study of former soccer players. *The American Journal of Sports Medicine*, 19, 56-60.
- Tysvaer, A. T., & Storli, O. (1989). Soccer injuries to the brain: A neurologic and electroencephalographic study of active football players. *The American Journal of Sports Medicine*, 17, 573-578.
- Wechsler, D. (1981). *Wechsler Adult Intelligence Scale-Revised*, New York: Psychological Corporation.

LOS EFECTOS EN EL FUNCIONAMIENTO COGNOSCITIVO DE LOS JUGADORES DE FUTBOL DE CABECEAR EL BALÓN Y LESIONES EN LA CABEZA

Kenneth S. Urakawa, Daniel M. Landers, Brandon L. Alderman,
Tracie J. Rogers and Shawn M. Arent
Arizona State University
E-mail: Landers@asu.edu
ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMÉRICA

RESUMEN

Urakawa, K.S.; Landers D.M.; Alderman, B.L.; Rogers, T.J. y Arent, S.M. (2004). Los efectos de cabecear el balón y lesiones a la cabeza sobre el funcionamiento cognoscitivo de los jugadores de fútbol

. Revista de Fútbol y Ciencia, 2(1), 29-37. El propósito de este estudio fue el análisis de la etiología potencial de déficits cognoscitivos en los jugadores de fútbol, según lo reportado por investigadores anteriores (Matser et al., 1999). Se ha sugerido que el uso intencional y repetitivo de la cabeza para dirigir el balón de fútbol (cabeceo) puede ser algo análogo a golpes repetitivos a la cabeza en el boxeo, y puede dar lugar a daño neuro-cognoscitivo. Para investigar la veracidad de estas aseveraciones, 25 jugadores de fútbol del sexo masculino y 21 atletas de pista, todos con experiencia atlética universitaria, reportaron la frecuencia de cabeceo y concusiones y completaron una batería de pruebas neuro-cognoscitivas. No se encontró una diferencia significativa entre los jugadores de fútbol y los atletas de pista en cuanto al número de concusiones reportadas o el desempeño en la batería de pruebas neuro cognoscitivas. Luego, los jugadores de fútbol y los atletas de pista fueron divididos en tres grupos, según su historial de concusiones anteriores. No se presentaron diferencias significativas entre los grupos en las pruebas de tiempo de reacción, atención / concentración, memoria de corto plazo, o procesamiento visual/espacial. Más aún, no surgieron diferencias significativas entre los jugadores de fútbol que reportaron haber cabeceado el balón con más frecuencia versus aquellos que reportaron menos cabezazos. Estos resultados confirman reportes anteriores de que los cabezazos no parecen resultar en alteración del funcionamiento cognoscitivo de los jugadores de fútbol.

INTRODUCCIÓN

Se han estudiado ampliamente los efectos de lesiones traumáticas a la cabeza, y están bien documentadas las consecuencias cognoscitivas, psico-sociales y sobre el comportamiento del trauma cerebral (Max, MacKenzie, & Rice, 1991). Las concusiones, que se definen como alteraciones de estados mentales inducidas por traumas debidos a fuerzas biomecánicas que afectan el cerebro y que no necesariamente resulten en la pérdida del conocimiento

(Academia Estadounidense de Neurología, American Academy of Neurology, 1998), han sido asociadas con la disminución de la capacidad cognoscitiva junto con una serie de otras deficiencias mentales. Debido a la reciente atención que se le ha dado a los jugadores profesionales de fútbol Americano y de hockey que se retiran luego de haber sufrido múltiples lesiones menores en la cabeza (p.ej., concusiones), los investigadores han comenzado también el análisis de los efectos de lesiones en la cabeza, sufridas por atletas competitivos, en su posterior funcionamiento neuro-psicológico (Matser, Kessels, Lezak, Jordan, & Troost, 1999; Ruchinskas, Francis, & Barth, 1997).

Por ejemplo, mediante el uso de datos obtenidos a partir de 2.300 universitarios jugadores de fútbol, Macciocchi, Barth, Alves, Rimel, y Jane (1996) analizaron el funcionamiento cognoscitivo de aquellos que habían sufrido una lesión en la cabeza. Luego del establecimiento de datos básicos para estos participantes, por medio de una variedad de pruebas neuro-psicológicas, aquellos atletas que habían sufrido una lesión en la cabeza durante la temporada, fueron reevaluados a las 24 horas, a los 5 días, 10 días y a las 12 semanas después de la lesión inicial. Los jugadores lesionados mostraron alteraciones leves en las pruebas de retención de atención (Prueba Seriada de Adición de Audición en Tiempos [*Paced Auditory Serial Addition Test*]) y en la velocidad visual motora (Prueba de la Elaboración de Senda [*Trail Making Test*], Prueba de Símbolos Digitales [*Digit Symbol Test*]) al compararse con los controles, los cuales eran similares en cuanto a género, edad y años de educación; sin embargo, este trastorno por lo general desaparecía a los cinco días después de la lesión. Los síntomas autoreportados (p.ej., dolores de cabeza, mareos y problemas de memoria) tuvieron una duración mayor, pero en la mayoría de los casos estos síntomas desaparecieron 10 días después de la lesión inicial en la cabeza. Macciocchi et al. concluyeron que las heridas leves en la cabeza sí producen “una alteración neuro-psicosocial limitada... [pero] los jugadores lesionados por lo general experimentan una rápida resolución de los síntomas con secuelas prolongadas mínimas” (p. 510).

Un deporte en particular que ha llamado la atención en relación con lesiones en la cabeza es el fútbol. El fútbol es el deporte más popular y más jugado en el mundo, y rápidamente está ganando popularidad en los Estados Unidos (Jordan, Green, Galanty, Mandelbaum, & Jabour, 1996). De manera concomitante con este aumento en la popularidad se ha dado un aumento en el reporte del número de lesiones relacionadas con el fútbol. Si bien la mayoría de estas lesiones ocurren en los miembros inferiores, aproximadamente un 10 a 20 % suceden en la cabeza (Tysvaer & Storli, 1989). En el deporte del fútbol, las lesiones en la cabeza típicamente son el resultado de cuatro causas: (1) contacto cabeza con cabeza entre jugadores; (2) contacto cabeza con poste de la portería o con el suelo; (3) contacto codo o pie a la cabeza; o (4) contacto cabeza con el balón (Fields, 1989). El cabeceo, que se define como dirigir el balón con la cabeza, de manera intencional, se usa a menudo como una forma

de pasar o disparar el balón y constituye una parte integral del fútbol. Se ha sugerido que este tipo de contacto cabeza con el balón puede estar relacionado con concusiones leves, y que puede llevar a déficits cognoscitivos o físicos (Matser et al., 1999).

En un intento de suministrar apoyo empírico a esta relación, varios investigadores han analizado si el hecho de cabecear el balón de fútbol puede resultar en trastornos al funcionamiento cognoscitivo, según se muestra por medio de alteraciones en el electroencefalograma, (EEG) o en el desempeño defectuoso en una serie de pruebas neuro-psicológicas. Tysvaer y sus colegas han reportado que jugadores actuales de fútbol, y ex jugadores, muestran alteraciones en el EEG (Tysvaer & Storli, 1989) y puntajes menores en una serie de pruebas neuro-psicológicas (Tysvaer & Løchen, 1991). Más aún, aquellos jugadores que cabecean la bola con mayor frecuencia, de forma consistente obtuvieron puntajes menores que aquellos que cabecearon con menos frecuencia y que los controles en una variedad de pruebas neuro-psicológicas (Matser, Kessels, Jordan, Lezak, & Troost, 1998). Sin embargo, una debilidad clave en estos estudios fue la falta de control en cuanto al consumo del alcohol y a previas lesiones agudas en la cabeza, pues estas dos circunstancias pueden ser explicaciones alternativas viables para los hallazgos (Jordan et al., 1996). Con el fin de atender estas limitaciones metodológicas, Jordan et al. (1996) probaron su argumento de que el hecho de cabecear el balón es insuficiente para producir déficits cognoscitivos o físicos después de controlar el consumo del alcohol y lesiones previas en la cabeza. Los miembros de la selección masculina de fútbol de los Estados Unidos completaron un cuestionario que valoraba los años de experiencia y la historia de síntomas por lesiones en la cabeza. Además, completaron un Índice pesado de Exposición al Cabeceo [*weighted Heading Exposure Index*], el cual proporciona un estimado del número de cabezazos con base en el número de años que había jugado cada atleta en diferentes niveles de fútbol. Los jugadores fueron luego sometidos a un examen de imágenes de resonancia magnética (MRI) del cerebro para valorar cualquier daño cerebral subyacente. El MRI no mostró evidencia de daño cerebral orgánico, y se llegó a la conclusión de que el cabeceo no se correlacionaba con la presencia de síntomas de lesión cerebral. No obstante, estos hallazgos no descartan necesariamente la posibilidad de que impactos tipo sub-concusión por cabeceo intencional resulten en deterioros cognoscitivos medibles.

El propósito del estudio actual es el análisis de los efectos de exposiciones previas al cabeceo de balón sobre el funcionamiento cognoscitivo de jugadores universitarios y profesionales masculinos de fútbol. Con la intención de aclarar algunos de los hallazgos inconsistentes y de las fallas metodológicas, se utilizó una variación del diseño neuro-psicológico empleado por Tysvaer y Løchen (1991) a la vez que se controló el consumo de alcohol y lesiones agudas previas en la cabeza. Se propuso la hipótesis que (1) los jugadores de fútbol tendrían mayores deficiencias cognoscitivas que los atletas

de pista a través de una batería de pruebas neuro-sicológicas; que (2) los jugadores de fútbol que reportaron el cabeceo del balón con más frecuencia tendrían un menor desempeño neuro-sicológico que los jugadores que cabeceaban el balón de forma menos frecuente; y que (3) los jugadores que tenían una historia de lesiones en la cabeza mostrarían un menor desempeño cognoscitivo que los jugadores sin una historia previa de lesión en la cabeza.

METODO

Participantes

Participaron en este estudio, jugadores de fútbol masculinos actualmente activos ($n = 25$, edad promedio = 21.1 años) y atletas de pista ($n = 21$, edad promedio = 20.4 años). Todos los participantes habían participado en su deporte respectivo a nivel universitario o profesional durante al menos una temporada. Este estudio fue aprobado por la junta revisora institucional de la universidad.

Instrumentación

Los atletas de pista y fútbol completaron un cuestionario sobre su experiencia en educación, experiencia atlética previa, años de experiencia en el fútbol o pista, posiciones desempeñadas, uso de alcohol, y número “típico” de cabezazos practicados en competiciones y entrenamientos.

Lesiones en la cabeza. Se recolectó información concerniente a lesiones en la cabeza por medio del Cuestionario de Síntomas de Lesión en la Cabeza (HISQ, por sus siglas en inglés) (Jordan et al., 1996). El HISQ recaba datos acerca de lesiones previas en la cabeza y nos informa si los atletas están experimentado o no actualmente síntomas de lesiones en la cabeza (por ejemplo, dolores de cabeza, vértigos). A los participantes en el grupo de comparación se les dio un cuestionario similar con preguntas orientadas a su participación en pista en lugar del fútbol.

Batería de prueba cognoscitiva. Se utiliza una batería de pruebas para valorar un rango más amplio de habilidades cognoscitivas. Las pruebas escogidas han sido descritas y validadas en investigación previa y muestran su sensibilidad a los cambios neurofisiológicos posiblemente asociados con lesiones en la cabeza (Tysvaer & Lochen, 1991).

La prueba lapso-dígito (hacia delante & hacia atrás) es una sub-prueba de la Escala Revisada de Inteligencia de Adultos Wechsler (WAIS-R, por sus siglas en inglés) (Wechsler, 1981). Es una medida sobre la atención y memoria a corto plazo durante la cual a los participantes se les presenta oralmente una serie de dígitos y se le pide que repitan la serie después de la presentación. Luego de una correcta repetición, se le presenta una nueva serie con un dígito adicional hasta que el participante yerra al repetir correctamente la serie. La confiabilidad media de la prueba-una y otra vez reporta ser de 0.83 para el grupo con esta edad (Wechsler, 1981).

La tarea de ensamblar objetos es una tarea cronometrada en la cual al sujeto se le da un grupo de piezas (similares a las de un rompecabezas) y se le pide que las ponga juntas de forma correcta. Los participantes completaron cuatro objetos diferentes (un maniquí, el perfil de una cara, una mano, y un elefante) que les fue presentado sin orden, al azar, y para los cuales se requería concentración y habilidad en el procesamiento visual y espacial para su exitosa ejecución. Los puntajes se basaron en el tiempo que necesitaron para completar la tarea y la cantidad de piezas colocadas correctamente. La tarea de ensamblar objetos es también parte del WAIS-R, y su confiabilidad se reporta como de 0.68 (Wechsler, 1981).

La prueba de la elaboración de sendas (partes A & B, Reitan, 1958) es una tarea cronometrada de papel y lápiz que sirve como una sensible medida de ejecución cognoscitiva, la cual valora la atención y las habilidades visual-motoras, así como la agudeza visual (Lezak, 1983).

La tarea de escogencia de reacción-tiempo involucra la presentación de estímulos auditivos altos (4,000 Hz) y bajos (400 Hz). A diferencia de la tarea de escogencia de reacción tiempo simple o la tarea de movimiento, la tarea de escogencia de reacción tiempo involucra la toma de decisiones y mide así los procesos involucrados en la toma de decisiones. Los participantes fueron sentados al frente de un ensamblaje de tres teclas de telégrafo (con cada tecla separada a una distancia de 10 cm). A ellos se le instruyó que comenzaran con su mano dominante a bajar la tecla del centro, la tecla ("principal"), hasta que se presentara uno de dos tonos. Después de oír el tono bajo, a ellos se le pidió que movieran su mano para bajar la tecla de telégrafo izquierda y que se devolvieran a la tecla principal. Si se presentaba el tono más alto, tenían que bajar la tecla derecha de telégrafo, y devolverse luego a la tecla principal del centro. A los participantes se les solicitó que completaran las reacciones y movimientos tan pronto y preciso como pudieran. Se usó el paquete de software SuperLab 1.0 para registrar el tiempo de reacción (el tiempo demorado desde el principio del tono hasta que el participante se moviera a la tecla principal) y el tiempo del movimiento (el tiempo demorado desde el momento que se toma al soltar la tecla principal hasta bajar la tecla apropiada en el otro lado).

Procedimiento

La prueba experimental ocurrió en una sesión de 40-minutos. Cuando los participantes arribaron al sitio de la prueba, se obtuvo su consentimiento y completaron el HISQ junto con un cuestionario que valoraba la información de experiencia pertinente. A los participantes se les brindó instrucciones estandarizadas y ejemplos relacionados sobre cómo completar cada una de las pruebas en la batería cognoscitiva. Subsecuentemente, completaron la batería de pruebas neuro-sicológicas que les fue dada al azar.

Análisis estadístico

Para examinar las diferencias de grupo entre los atletas de fútbol y pista, se emplearon muestras independientes de pruebas-t las cuales tienen el fin de obtener datos demográficos y descriptivos y se usaron MANOVAS para examinar las diferencias de grupo en las pruebas neuro-sicológicas. Si se daba el caso de que una MANOVA resultaba ser significativa, se empleaban pruebas de seguimiento variadas. Debido a que las muestras eran de tamaño pequeño y eran inadecuadas para algunas de las comparaciones entre grupos, se usó nivel .10 de significado estadístico en todos los análisis. La dimensión del efecto también fue computado para valorar de mejor forma la magnitud de las diferencias entre ambos grupos.

RESULTADOS

La Tabla 1 presenta la información de forma descriptiva y demográfica. No hubo diferencias significativas en la cantidad de lesiones reportadas ($t(44) = 1.45, p = .16, ES = 0.43$) o el uso de alcohol ($t(44) = 1.34, p = .19$) entre los dos grupos.

Tabla 1. Estadísticas descriptivas y aciertos en la batería de prueba cognoscitiva entre atletas de fútbol y pista

Variable	Fútbol (n = 25)		Freq	Pista (n = 21)		Freq
	M	SD		M	SD	
- Edad	21.12	2.8		20.42	2.2	
- Años en deportes	14.52	4.7		7.42	3.9	
- Edad de inicio	6.34	3.3		12.71	3.7	
- Uso de alcohol (CAGE)	1.12	1.3		0.67	0.8	
- Elaborar sendas A	20.12	5.97		22.81	5.56	
- Elaborar sendas B	50.92	21.26		55.05	17.04	
- Lapso-dígito	8.88	1.64		8.23	2.36	
- Ensamblaje de Objetos	7.12	1.09		6.95	0.74	
- Tiempo de reacción escogido (en ms)	355	46		356	74	
- Tiempo Movimiento (en ms)	158	29		152	27	
- Error tiempo reacción	2.0	2.78		2.35	2.83	
- Jugadores con golpes			17			9
- Relacionados al fútbol/pista			15			0
- Otra causas			8			9

Los resultados finales de una batería de pruebas neuro-sicológicas de un grupo MANOVA 2 (elaboración de sendas A & B, Lapso-dígito, Ensamblaje de Objetos, Escogencia Reacción Tiempo) no revelaron diferencias significativas entre los atletas de pista y de fútbol en ninguna de las pruebas neuro-sicológicas (el Λ de Wilks = 0.89, $F(5,39) = 1.00$, $p = 0.43$), por lo tanto, los grupos fueron combinados para hacer futuros análisis. Para examinar los efectos de las lesiones de cabeza en el funcionamiento cognoscitivo, se formaron tres grupos que consistían de atletas que reportaron 0 ($n = 19$), 1 ($n = 15$), ó 2 ó más lesiones ($n = 11$). Un MANOVA en la batería de pruebas neuro-sicológicas no reveló ninguna diferencia significativa entre los grupos con lesiones de cabeza, de Wilks $\Lambda = 0.75$, $F(10,76) = 1.16$, $p = 0.33$.

Para examinar los efectos cognoscitivos sobre el cabeceo del balón, se condujo un MANOVA con el fin de valorar si el número mayor de cabezazos reportados tendría algún efecto sobre los resultados de las pruebas neuro-sicológicas comparada con la de jugadores que habían reportado menos cabezazos. Los jugadores de fútbol fueron divididos en dos grupos basados en aquellos que reportaron el cabeceo del balón siete o menos veces en cada práctica y juego ($n = 18$) y aquellos que reportaron el cabeceo del balón más de siete veces por práctica o durante los juegos ($n = 7$). No emergió ninguna diferencia de grupo medio significativa con respecto a las medidas cognoscitivas, de Wilks $\Lambda = 0.67$, $F(5,19) = 1.84$, $p = 0.15$. El tamaño del efecto de seguimiento entre los dos grupos sobre medidas cognoscitivas, reveló bajos efectos para la mayoría de las tareas cognoscitivas. Sin embargo, emergió un gran ES entre los grupos dicótomos en la tarea A de elaborar sendas ($ES = 0.90$).

DISCUSION

Este estudio fue diseñado principalmente para examinar la etiología potencial del déficit cognoscitivo en jugadores de fútbol que habían sido reportados por previos investigadores. Los resultados indican que los jugadores de fútbol no sufren lesiones y que funcionan de forma similar frente a una batería de pruebas cognoscitivas si se comparan con sus contrapartes de campo y pista.

Recientemente, los investigadores han concluido que la participación en el fútbol aficionado está asociado con un mal desempeño en las funciones de memoria y planeamiento (Matser et al., 1999; Tysvaer & Løchen, 1991). Este y similares hallazgos han hecho que se incremente la controversia en lo relacionado a las consecuencias de las lesiones repetitivas sub-concusivas que podrían ser producto del cabeceo a propósito en el fútbol. En un intento de resolver la controversia, Kirkendall, Jordan, and Garrett (2001) recientemente condujeron una revisión narrativa de la literatura sobre el cabeceo en el fútbol y concluyeron que el cabeceo a propósito en el fútbol, no pone en riesgo al jugador como para que sufra de una lesión en la cabeza. Aún más, entre más joven sea el jugador, es menos probable que él o ella vaya a sufrir de una

lesión debido a que la fuerza con que es pateado un balón por un participante de fútbol más joven, es menor.

En el presente estudio, los jugadores de fútbol que habían reportado el cabeceo del balón de forma más frecuente, no diferían significativamente en ninguna de las pruebas neuro-cognoscitivas si se compara con aquellos que cabecean el balón de forma menos frecuente. Sin embargo, emergió un mayor efecto ($ES = 0.90$) en la ejecución de la tarea de elaboración de sendas A de parte de jugadores que reportaron el uso frecuente de cabezazos al compararlo con jugadores de fútbol que reportaron menos cabezazos. Dado el efecto de esta magnitud y a que la investigación previa ha encontrado diferencias de cabeceo sobre las tareas de Elaborar Sendas (Tysvaer & Løchen, 1991), pareciera que queda garantizado el que se lleve a cabo una investigación más profunda sobre el efecto que tienen los cabeceos sub-concusivos y acumulados del fútbol, en relación a la función cognoscitiva resultante. Se ha reportado que las concusiones repetitivas y *que* las lesiones sub-concusivas podrían ambas de forma independiente contribuir a que los síntomas sean persistentes y a la declinación cognoscitiva (Gerber & Kozora, 2000). No está clara la razón del porqué la ejecución en la tarea de Elaborar Sendas A, podría diferir entre los jugadores de fútbol que reportan más frecuentes cabezazos si se les compara a aquellos que cabecean menos frecuentemente el balón, a la vez que no se reporta ningún otro gran efecto producto de las otras tareas cognoscitivas. Una futura mayor investigación debería intentar aclarar cuáles procesos cognoscitivos, si los hay, podrían ser afectados por los repetidos cabezazos.

Los hallazgos actuales proveen mayor apoyo a la noción de que los impactos concusivos en cualquier deporte, y no meramente el cabeceo de un balón en fútbol, podría dar como resultado un déficit neuro-sicológico. Es importante que los futuros estudios longitudinales que incorporan diseños de investigación experimental, aclaren los asuntos asociados con el cabeceo repetitivo y/o lesiones concusivas en el fútbol, los cuales podrían dar como resultado un déficit neuro-cognoscitivo (Kirkendall et al., 2001). También queda por determinar si el gran efecto encontrado por el cabeceo en la tarea A de elaborar sendas podría generalizar las otras habilidades de atención/visuomotoras. Se concluye que los jugadores de fútbol adultos varones no tienen gran riesgo de padecer de déficit cognoscitivo, debido al cabeceo del balón de fútbol. La futura investigación debería ser dirigida ahora, hacia temas no resueltos tales como, cuál es la edad más apropiada durante el desarrollo en la cual se deba enseñar sobre el cabeceo y las instrucciones apropiadas en la técnica de cabeceo.

BIBLIOGRAFÍA

- American Academy of Neurology. (1998). Management of concussion in sports. [on-line] *American Academy of Neurology*, <http://www.aan.com/public/concussioninsportsindex/sld001.htm>
- Fields, K. B. (1989). Head injuries in soccer. *The Physician and Sportsmedicine*, 17, 69-73.
- Gerber, D., & Kozora, E. (2000). Neuropsychology of sports concussion [on-line]. *CNI Review: A Medical Review Journal*, 11, <http://www.thecni.org/reviews/11-1-p35-gerberkozora.htm>.
- Jordan, S. E., Green, G. A., Galanty, H. L., Mandelbaum, B. R., & Jabour, B. A. (1996). Acute and chronic brain injury in United States national team soccer players. *The American Journal of Sports Medicine*, 24, 205-210.
- Kirkendall, D. T., Jordan, S. E., & Garrett, W. E. (2001). Heading and head injuries in soccer. *Sports Medicine*, 31, 369-386.
- Lezak, M. D. (1983). *Neuropsychological assessment*. (2nd Ed.). New York: Oxford University Press.
- Macciocchi, S. N., Barth, J. T., Alves, W., Rimel, R. W., & Jane, J. A. (1996). Neuropsychological functioning and recovery after mild head injury in collegiate athletes. *Neurosurgery*, 39, 510-514.
- Matser, J. T., Kessels, A. G. H., Jordan, B. D., Lezak, M. D., & Troost, J. (1998). Chronic traumatic brain injury in professional soccer players. *Neurology*, 51, 791-796.
- Matser, E. J. T., Kessels, A. G., Lezak, M. D., Jordan, B. D., & Troost, J. (1999). Neuropsychological impairment in amateur soccer players. *Journal of the American Medical Association*, 282, 971-973.
- Max, W., MacKenzie, E. J., & Rice, D. P. (1991). Head injuries: costs and consequences. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 6, 76-91.
- Reitan, R. M. (1958). *Halstead-Reitan Neuropsychology Test Battery*. Tucson, AZ: Reitan Neuropsychology Laboratory.
- Ruchinskas, R. A., Francis, J. P., & Barth, J. T. (1997). Mild head injury in sports. *Applied Neuropsychology*, 4, 43-49.
- Tysvaer, A. T., & Løchen, E. A. (1991). Soccer injuries to the brain: A neuropsychologic study of former soccer players. *The American Journal of Sports Medicine*, 19, 56-60.
- Tysvaer, A. T., & Storli, O. (1989). Soccer injuries to the brain: A neurologic and electroencephalographic study of active football players. *The American Journal of Sports Medicine*, 17, 573-578.
- Wechsler, D. (1981). *Wechsler Adult Intelligence Scale-Revised*, New York: Psychological Corporation.