

ISSN: 1870-3941

**REVISTA DE CIENCIAS
DEL EJERCICIO
-FOD-**



Volumen 5, Número 2, Agosto 2009

Para enviar correspondencia/Send editorial correspondence to:
Facultad de Organización Deportiva
Cd. Universitaria, CP 66451
San Nicolás de los Garza, Nuevo León
México
Tels.: (+52 81) 83524218. 83769484 / Fax (+52 81) 83522356
jlopezw@hotmail.com
medina_villa@yahoo.com.mx
www.fod-uanl.org.mx/ www.uanl.mx/facs/fod

La Revista en Ciencias del Ejercicio -FOD- (ISSN: 1870-3941) es publicada semestralmente por profesores de la Facultad de Organización Deportiva. Número de Reserva al Título de la Revista: 04-2005-062114425800-01.

Actualmente está en trámite el nuevo registro e ISSN, ya que la UANL asumirá la propiedad intelectual.

Atención: No está permitida la reproducción total o parcial de esta revista, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

ISSN: 1870-3941

REVISTA DE CIENCIAS DEL EJERCICIO -FOD-



Volumen 5, Número 2, Agosto 2009

Dr. Jesús Ancer Rodríguez

Rector

Ing. Rogelio G. Garza Rivera

Secretario General

Dr. Ubaldo Ortíz Mendez

Secretario Académico

Dr. Celso José Garza Acuña

Dirección de Publicaciones

MC. José Alberto Pérez García

Director de la Facultad de Organización Deportiva

CONTENIDO

Método para la medición y control del ritmo en el entrenamiento de tenistas juveniles de élite.

Fernando A. Ochoa Ahmed, Alberto Garrido Esquivel y Luis E. Carranza García..... 1

Propiedades psicométricas del Inventario de Habilidades Psicológicas para el Deporte (PSIS R-5) con atletas mexicanos.

Jeanette López-Walle, Athanasios Pappous, José Tristán, Angélica Vences Esparza 20

El ejercicio físico y su relación con el sistema inmune.

Blanca R. Rangel Colmenero, Germán Hernández Cruz y Adrian G. Rosas Taraco 38

Sports and the Social Mobility of Women.

Claudia Benavides Espinoza 62

MÉTODO PARA LA MEDICIÓN Y CONTROL DEL RITMO EN EL ENTRENAMIENTO DE TENISTAS JUVENILES DE ÉLITE.

**Fernando A. Ochoa Ahmed, Alberto Garrido Esquivel, Luis E. Carranza
García**

Facultad de Organización Deportiva,
Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

RESUMEN

El ritmo como capacidad coordinativa es considerado como fundamental en la formación deportiva de tenistas pertenecientes a la tercera etapa de desarrollo.

Para el presente estudio se implementó el sistema metodológico de planificación y periodización del entrenamiento basado en capacidades, para distribuir y dosificar la carga de las diferentes capacidades coordinativas en tres macrociclos (Lanier, 1993).

La muestra estuvo compuesta por 16 tenistas varones de las categorías de 14, 16 y 18 años cuyos resultados de competencia y ranking particular los ubica en la tercera de cuatro etapas de desarrollo deportivo.

Como objeto de estudio la evolución del ritmo fue monitoreada, el método utilizado para medirlo y controlarlo fue el conteo de la cantidad de pelotas que pasan sobre la red en peloteo por unidad de tiempo (1 minuto) utilizando el factor cuantitativo a través del elemento cualitativo utilizando el método llamado cualimetría de Utkin (Zatsiorski, 1989).

Los resultados fueron analizados usando tres herramientas estadísticas, el análisis descriptivo, comparativo y de correlación, los cuales ofrecieron información relevante que impactó de manera directa al proceso de desarrollo de los tenistas de la muestra. Dando como resultado un método confiable para la medición y control del ritmo, capacidad coordinativa específica y de gran

importancia para los tenistas a través de las diferentes etapas de desarrollo, convirtiéndose este método en una herramienta pedagógica efectiva y confiable para medir la efectividad del proceso de entrenamiento.

Palabras clave: capacidades coordinativas, ritmo, método de medición y control, planificar por capacidades.

INTRODUCCIÓN

La manera en que el entrenamiento del tenis de campo está estructurado en la actualidad es cada vez más fundamentada en la planificación y periodización del entrenamiento por capacidades motoras. En 1968 Hans Gundlach calificó a las capacidades motoras como corporales y las dividió en condicionales y coordinativas, las primeras se caracterizan fundamentalmente por estar íntimamente ligadas a el proceso energético del organismo y se relacionan directamente con la herencia, alimentación y medio ambiente, las segundas a los procesos de conducción y regulación motriz (Meinel y Schnabel , 2004).

Para Pacheco (2007), los procesos de conducción y regulación motriz son procesos psíquicos y físicos (psicofísicos) a través de los cuales se conducen, regulan y modifican nuestros movimientos, así mismo Richter (citado por Lanier 1993) considera a las capacidades coordinativas, como un complejo relativo psíquico y fisiológico de las condiciones del rendimiento, que determinan el comportamiento del deportista.

La coordinación es la capacidad de regular las fuerzas externas e internas presentes en la resolución de la tarea motora, para lograr el resultado exigido en el aprovechamiento eficaz del potencial motor del deportista. Los criterios para valorar las capacidades de coordinación pueden expresarse en la habilidad de: organizar racionalmente los movimientos y esfuerzos en el espacio y en el tiempo con su orientación final; reproducir repetidamente los movimientos,

conservando su estructura mental y dinámica; reorganizar los movimientos, variando o conservando su orientación final (Verkhoshansky, 2002).

La coordinación motriz es el conjunto de capacidades que organizan y regulan de forma precisa todos los procesos parciales de un acto motor en función de un objetivo motor preestablecido. Dicha organización se ha de enfocar como un ajuste de todas las fuerzas producidas, tanto internas como externas considerando todos los grados de libertad del aparato motor y los cambios existentes de la situación (Consenso de expertos celebrada en la Facultad de Ciencias de la Educación de Granada 2000, citado por Caminero, 2006).

Las capacidades coordinativas han surgido durante la investigación de la motricidad, como distinciones de un complejo estructural que desde hace tiempo se designa en metodología del entrenamiento con el concepto de agilidad. Estas capacidades tienen su plasmación en programas motores, de velocidad, de forma de aprendizaje de las destrezas motrices o técnicas deportivas, así como de la aplicación adecuada de la situación (Martin y Lehnertz, 2001).

Las capacidades coordinativas deben distinguirse de las destrezas pues estas últimas se refieren a acciones motoras concretas y consolidadas, en parte automatizadas, mientras que las capacidades coordinativas son condiciones del rendimiento humano consolidadas aunque generalizadas, siendo estas básicas para toda una serie de acciones motoras (Weineck, 2005).

Es importante señalar dentro de las capacidades motoras a la capacidad de ritmo ubicado en el grupo de las capacidades coordinativas (Harre 1991; Manno 1994; Martin et al., 2001; Meinel et al., 2004; Weineck 2005; Lanier 2007) siendo este factor el objeto de estudio de la presente investigación.

El ritmo como capacidad coordinativa es la capacidad de comprender y registrar los cambios dinámicos característicos en una secuencia de movimiento, para llevarlos a cabo durante la ejecución motriz (Harre, 1991).

El ritmo representa el transcurso dinámico-temporal característico para un movimiento, como resultado, en parte, de cambios fluidos entre tensión y distensión y, en parte, de la correspondiente adaptación de la dinámica muscular, ambos basados en la capacidad directora del sistema nervioso central (Grosser, 1991, citado por Zambrano y Vargas 2002).

Para Manno (1994) el ritmo es la capacidad de organizar cronológicamente las prestaciones musculares en relación al espacio y al tiempo; y este se caracteriza por los cambios dinámicos y fluidos de los movimientos (Lanier, 1999). Para Meinel y Schnabel (2004) el ritmo es la capacidad de registrar y reproducir motrizmente un ritmo dado exteriormente.

Específicamente en el tenis de campo, el ritmo, está ligado al intercambio de varios golpes, los cuales se pueden dar a diferentes velocidades, efectos, alturas, entre otros (Blandón, 2004).

Al hablar de entrenamiento es importante definirlo como la parte fundamental de la preparación del deportista basada ésta en una serie de actividades y ejercicios sistemáticos organizados pedagógicamente (Gutiérrez y Ramírez, 1990); a su vez el entrenamiento está ligado a la adecuación sistemática respaldada por el conocimiento científico a corto, mediano y largo plazo, de todas las medidas necesarias para la programación, la realización, los controles, el análisis y las correcciones, establecido por la planificación, teniendo como fin la optimización del rendimiento (Grosser, 1992).

La planificación del entrenamiento se hará efectiva en la medida que pueda ser controlada, significa que el entrenador debe conocer la cantidad de carga de

entrenamiento que requiere el deportista en cada proceso de preparación (Forteza, 1997).

La periodización del entrenamiento, es un problema de control de la forma deportiva. Es el cambio periódico y regular de la estructura y contenidos del entrenamiento (Zambrano y Vargas, 2002).

La estructuración del entrenamiento tiene que ver con los modos de sistematización de su contenido, provee una utilización racional de las cargas de diferente orientación funcional predominante, es decir, como vienen ligadas entre sí y subdivididas cronológicamente para garantizar el efecto del entrenamiento (Verkhoshansky, 2002).

El sistema de planificación y periodización por capacidades motoras y cognoscitivas utilizado como herramienta para la ubicación, dosificación y control del ritmo como capacidad coordinativa a lo largo de la investigación, es un método útil cuya aplicación fomenta la medición de la efectividad de las cargas utilizando herramientas cuantitativas y cualitativas y como resultado de lo anterior un mejor control del proceso del entrenamiento con miras a elevar los resultados deportivos.

Dicho sistema concebido por Lanier (1985) ha tenido aplicaciones en los programas de talentos deportivos de CONADE (Comisión Nacional del Deporte), pero es en el Estado de Nuevo León, México en donde ha tenido mayor aplicación en los programas de alto rendimiento del Instituto del Deporte de Nuevo León (INDE). Además ha servido como herramienta metodológica para coadyuvar en la formación de especialistas en el área de entrenamiento deportivo pertenecientes a los programas de posgrado de la Facultad de Organización Deportiva de la Universidad Autónoma de Nuevo León, México, asimismo en diferentes clubes deportivos de índole privado con resultados sobresalientes (Ochoa 2007).

El sistema de planificación y periodización por capacidades motoras y cognitivas permite dosificar de forma adecuada las cargas de trabajo en los diferentes períodos de preparación, organizando el proceso de entrenamiento por medio de la distribución de las diferentes capacidades a lo largo de la macroestructura.

Por todo lo anterior el objetivo al medir y controlar al ritmo a través de el método consistencia-tiempo es el brindar una herramienta de monitoreo y control para establecer un criterio de evaluación de la eficiencia del proceso del entrenamiento.

MÉTODO

La investigación fue cuasi-experimental con característica cronológica de un solo grupo, pues la muestra es única y preestablecida, a la cual se le realizaron varias pruebas de evaluación de las capacidades coordinativas en lo particular el ritmo. Después se aplicó el tratamiento experimental y finalmente se evaluó en los tres macrociclos que duro esta investigación el número de pruebas estuvo sujeto a las necesidades específicas de la misma, coincidiendo con los criterios de Hernández, Fernández y Baptista (1991).

Participantes

Participaron un total de 16 tenistas varoniles pertenecientes a las categorías de 14, 16 y 18 años, pertenecientes a la Academia de Fernando Ochoa en Monterrey, Nuevo León, México, cuyos resultados en competencia y ubicación en el ranking los sitúa en la tercera etapa de formación atlética.

Materiales para la recolección de datos.

- Hojas de registro.
- Cronómetro.
- Cancha de tenis (Centro Tenístico Nuevo León, CARE).
- Canasto de pelotas (Marca Wilson, capacidad 250 pelotas).

- Conos (Marca Gusvic, de plástico color naranja, cantidad 12, hecho en México).
- Computadora portátil (Marca Acer ONE).
- Impresora (Marca Canon Pixma).

Procedimiento

La investigación que se realizó fue de carácter pedagógico en la que se introdujo un sistema de entrenamiento tenístico en el cual se utilizaron herramientas didácticas y pedagógicas con el fin de medir y controlar la capacidad coordinativa del ritmo.

La investigación consistió en aplicar el sistema de planificación del entrenamiento por capacidades motoras en tres macrociclos , caracterizando la carga en dichos macrociclos según los periodos de entrenamiento, como el período preparatorio, dividido en sus etapas general y especial y el período competitivo, para el primer macrociclo y para el segundo y tercero tomando en cuenta los periodos preparatorios con sus respectivas divisiones en general y especial, así como los periodos competitivos y periodos directos a competencia .

Se aplico el método tradicional de entrenamiento para tenistas (sesiones de tres horas de entrenamiento diario durante seis días a la semana) basado en el *uso de canasto y bola viva* con intercambio de pelotas (peloteo) poniendo énfasis en cinco componentes claves de la efectividad del mismo: dirección constante de la bola (control), duración del peloteo (consistencia), a través de diferentes situaciones relacionadas con el ritmo como la profundidad, efecto y fuerza.

Antes de la aplicación del sistema se evaluó el nivel de las capacidades coordinativas de la muestra y al final de la intervención se compararon con los resultados obtenidos al final de cada macrociclo, que constó de tres baterías de test pedagógicos para el primer macrociclo, y cuatro para el segundo y tercer macrociclos, incluyéndose de manera estratégica al ritmo.

Análisis de los datos

Se utilizaron análisis descriptivo, comparativo y de correlación. Para los análisis descriptivo y comparativo se utilizó la prueba *t* de Student en el paquete de análisis estadístico SPSS versión 15 y para el análisis de correlación se consideró significativo el valor de correlación, de acuerdo al número de casos ($N = 16$) de mayor o igual a 0.74 ($r \geq 0.74$) (Spiegel, 1991, Triola, 2000).

Métodos de recolección de datos y su unidad de medida.

Para la presente investigación las evaluaciones estuvieron a cargo de un especialista en el tenis de campo con Licenciatura en Organización Deportiva (Universidad Autónoma de Nuevo León) y Entrenador de Tenis de Campo certificado por la Federación Mexicana de Tenis, se utilizaron como herramientas los métodos de la cualimetría de Utkin y de la observación de los expertos (Zatsiorski, 1989).

Tabla 1. Hoja de evaluación de las capacidades coordinativas

Capacidad	Promedio	Entrenamiento	Competencia
Ritmo ▲	3	√	
Acoplamiento	2	√	
Diferenciación	2	√	
Reacción	3	√	
Orientación	1	√	
Adaptación	1	√	
Equilibrio	2	√	

Tabla 2. Se utilizó como criterio la siguiente normatividad para la evaluación del ritmo.

Cantidad de pelotas sobre la red	Evaluación	Valor
34 pelotas por minuto ó menos	Regular	1
35 a 39 pelotas por minuto	Bien	2
40 pelotas ó más por minuto	Muy bien	3

Procedimiento para evaluar la Capacidad Coordinativa: Ritmo

Ejercicios de bola viva por medio de peloteo (Figura 1). Observación directa del rendimiento en el entrenamiento. Se obtuvo un ponderado de los dos especialistas (cualimetría de Utkin) citado en Zatsiorski, 1989, tomando la fracción como el siguiente entero (Figura 2).



Figura 1. Evaluación del ritmo en cancha.

Objetivo: Calificar la manera en que el tenista se desempeña de forma fluida y rítmica a través del peloteo por unidad de tiempo (un minuto) en el entrenamiento.

Ejecución: Se coloca al tenista a intercambiar peloteo desde el fondo de la cancha con uno o varios compañeros contabilizando la cantidad de pelotas que entre ambos pasan sobre la red en un minuto, con el fin de que el tenista adquiera la habilidad de manejar la ritmización necesaria para cada situación o acto motor requerido (trayectorias cruzadas de derecha y revés, trayectorias rectas de derecha y revés).

- 1 Especialista # 1
- 2 Especialista # 2

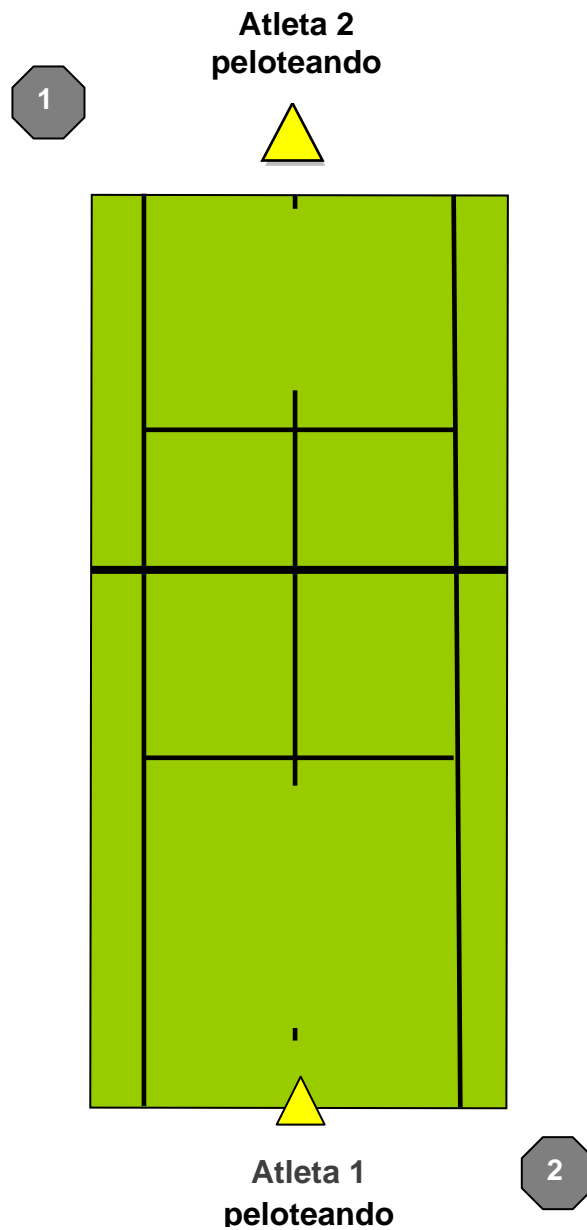


Figura 2. Protocolo de evaluación para la capacidad coordinativa de ritmo en el terreno de juego.

RESULTADOS

Análisis descriptivo y comparativo.

El siguiente trabajo se presenta en una diacronía de tres tiempos. Tres pruebas en periodos anuales: 1, 2 y 3, en el análisis descriptivo se presentan el número de casos que se observaron (N) la media y la desviación típica; para probar la

viabilidad de la hipótesis nula se utilizó la prueba *t* de Student para muestras. Para este análisis se toma la primera medición comparándola con la última del macrociclo correspondiente para saber si los cambios mostrados entre las dos mediciones en cada macrociclo son estadísticamente significativos.

Tabla 3. Medias, desviación típica y el error típico de la media para cada macrociclo.

	Media	N	Desviación típica	Error típica de la media
Macrociclo 1	1.19	16	.403	.101
	2.13	16	.342	.085
Macrociclo 2	1.50	16	.516	.129
	2.31	16	.479	.120
Macrociclo 3	1.50	16	.516	.129
	2.31	16	.479	.120

Tabla 4. Correlaciones de muestras relacionadas

	N	Correlación	Sig.
Macrociclo 1	16	.787	.000
Macrociclo 2	16	.674	.004
Macrociclo 3	16	.674	.004

Tabla 5. Prueba de muestras relacionadas.

	Media	Desviación típica	t	gl	Sig. (bilateral)
Macro ciclo 1	-.938	.250	-15.000	15	.000
Macro ciclo 2	-.813	.403	-8.062	15	.000
Macro ciclo 3	-.813	.403	-8.062	15	.000

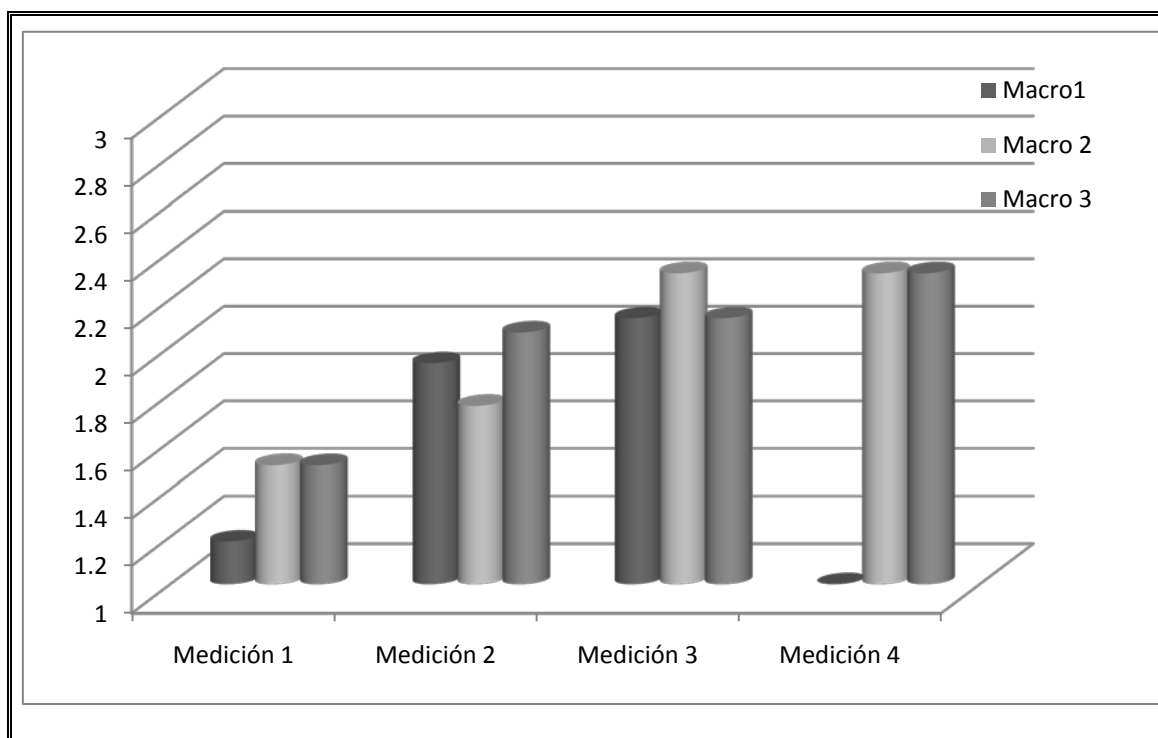


Figura 3. Capacidad coordinativa del ritmo a través de los tres macrociclos.

Análisis de Correlación.

El **análisis de correlación** parte de considerar el promedio de cada variable ya que se hicieron 3 ó 4 mediciones en cada uno de los macrociclos, de los datos obtenidos se obtuvo el promedio, el cual será para cada uno de los macrociclos.

Tabla 7. El Ritmo se correlaciona con las demás capacidades coordinativas de la siguiente manera:

Prueba	Macro ciclo 1	Macro ciclo 2	Macro ciclo 3
Acoplamiento		0.94	0.93
Diferenciación		0.88	0.87
Reacción			0.78
Orientación	0.82	0.84	0.80
Adaptación	0.80	0.85	0.88
Equilibrio			0.83

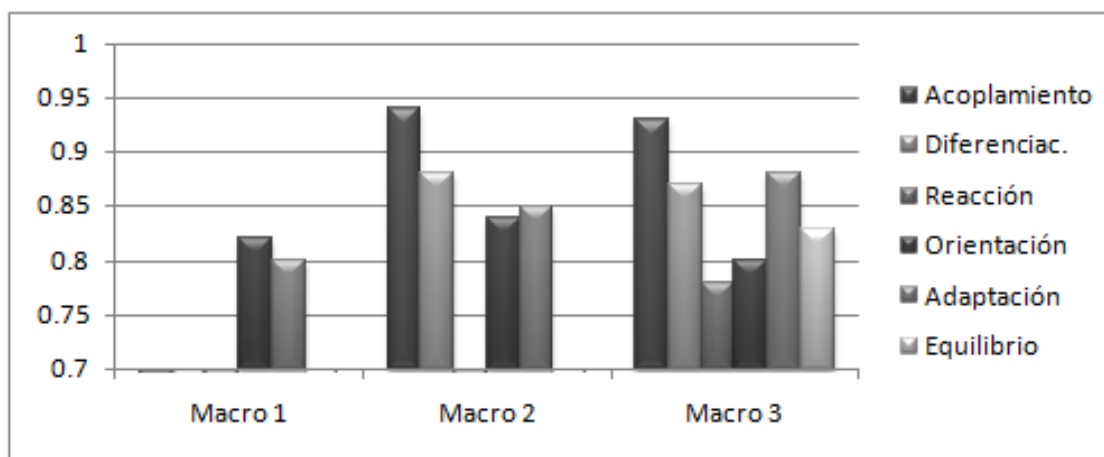


Figura 4. Capacidad de ritmo con las demás capacidades coordinativas.

DISCUSIÓN

La presente investigación estableció el hecho de que el ritmo como capacidad coordinativa es medible desde el punto de vista de la efectividad de la ejecución en tenistas en etapas avanzadas de desarrollo deportivo, dicha efectividad toma en cuenta el conteo de la cantidad de pelotas que pasan sobre

la red en una unidad de tiempo (un minuto), impactando de manera directa la efectividad en el proceso de preparación del atleta tenista en el entrenamiento.

Ahora bien, si partimos de los fundamentos teóricos establecidos en la mayoría de la literatura consultada, en especial de Kurt Meinel y Schnabel (2004), se podría interpretar que el ritmo para efectos de su medición se da a través de elementos de control de la fluidez de los movimientos a partir de registrar y reproducir un ritmo dado exteriormente, además de la capacidad de realizar en un movimiento propio el ritmo interiorizado, es decir, el ritmo de un movimiento existente en la propia imaginación. Lo cual es válido, pero, a criterio del autor de ésta investigación, para el deporte del tenis de campo, ésta definición estaría más ligada al proceso pedagógico de enseñanza–aprendizaje de habilidades básicas en las primeras etapas de desarrollo deportivo de un tenista; ya que en etapas de desarrollo más avanzadas el perfeccionamiento y consolidación de las habilidades necesarias para rendir con éxito en esta disciplina deportiva, en concreto la velocidad de intercambio relacionada con la fuerza aplicada a cada golpe y la consistencia (el no fallar) en el peloteo es trascendental, por lo cual, para dichas etapas avanzadas de desarrollo deportivo del tenista, se establece al ritmo como la capacidad del mismo de pasar de manera constante y fluida una determinada cantidad de pelotas a través del peloteo (bola viva) en un tiempo determinado, en esta investigación para la tarea de medir y controlar al ritmo, fue de un minuto.

Es importante señalar que al establecer el método de evaluación del ritmo, descrito en el presente estudio, esta capacidad coordinativa fue evaluada en el entrenamiento y no en competición, ya que es dentro de la competencia en donde el tenista podrá imponer un determinado ritmo en el juego a través de un aumento o disminución de la velocidad de intercambio buscando desadaptar a su oponente, o por el contrario buscando adaptarse al componente competitivo del ritmo impuesto por su rival.

CONCLUSIONES

A través del análisis comparativo se pudo establecer que los valores de la capacidad coordinativa de ritmo si fueron significativos, lo cual indica que los tenistas de la muestra mejoraron sus indicadores de esta capacidad en específico a lo largo de los tres macrociclos que duró la investigación.

Así mismo, de acuerdo a lo manifestado por el análisis de correlación en la presente investigación para el deporte de tenis de campo, se establece que el ritmo como parte de las capacidades coordinativas presentó un fenómeno de interrelación entre ellas, corroborando lo expuesto por Bariles (2009) en relación a que todas las capacidades coordinativas tienen su grado de participación en las acciones deportivas que más tarde el tenista realizará en la competición; puesto que a lo largo de los tres macrociclos de que constó la investigación la correlación del ritmo con el resto de las capacidades fue incrementándose de manera paulatina; reflejando como resultado de manera directa el efecto que el entrenamiento como proceso pedagógico ejerce sobre el tenista, pues todos los elementos de preparación a los que es sometido éste, reflejarán su grado de efectividad final en la capacidad del atleta tenista de intercambiar (pelotear) con éxito a lo largo de un partido de tenis; situación que coadyuvará a que el componente técnico-táctico se lleve a cabo con mayor efectividad dentro de la competencia.

Se concluye que a través de la utilización del método consistencia-tiempo como herramienta para medir y controlar el ritmo se podrán reajustar los contenidos de las cargas a lo largo de la macroestructura, buscando eficientar el proceso de entrenamiento en aras de lograr mejores resultados deportivo.

REFERENCIAS

- BARILES, A. (2009). Coordinación motriz. En: <http://www.talentotenis.com/index>.
- BLANDÓN, J. (2004). Entrenamiento de las capacidades físicas en el tenis. Documento para ITF. Universidad de Antioquia. Instituto Universitario de Educación Física, Especialización en Educación Física: Entrenamiento Deportivo. Medellín, Colombia. Pág. 24.
- CAMINERO, F. (2006). Marco teórico sobre la coordinación motriz. Revista digital. Buenos Aires, Argentina. En: <http://www.efedeportes.com/>
- FORTEZA, A. (1997). Entrenar para ganar, La versión cubana del entrenamiento. Madrid. Editorial Pila Teleña. Pág. 111.
- GROSSER, M. (1992). Entrenamiento de la velocidad. España. Ediciones Roca S.A. Pág. 159.
- GUTIERREZ, S. RAMIREZ, M. (1990). Planificación y periodización del entrenamiento deportivo. México. Editorial didáctica Moderna S.A. Pág. 33.
- HARRE, D. (1991). Teoría del entrenamiento deportivo. Barcelona, España. Editorial Paidotribo. Pág. 184, 185.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C., BAPTISTA, P. (1991). Metodología de la Investigación. México. Editorial MacGraw Hill 2da Edición. Pág. 174.
- LANIER, A. (1993). Fundamentos de la teoría y metodología del entrenamiento deportivo. México. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Organización Deportiva. Pág. 129, 130.
- LANIER, A. (1999). La metodología de la planificación del entrenamiento deportivo por el sistema por capacidades. México. Universidad

- Autónoma de Nuevo León, Facultad de Organización Deportiva. Pág. 169-176.
- LANIER, A. (2007). Metodología, planeación y control del entrenamiento deportivo. Monterrey, México. SECCADE INDE 2da edición. Pág. 76, 77.
- MANNO, R. (1994). Fundamentos del entrenamiento deportivo. Barcelona, España. Editorial Paidotribo. Pág. 30, 221.
- MARTIN, D., CARL, K., LEHNERTZ, K. (2001). Manual de metodología del entrenamiento deportivo. Barcelona, España. Editorial Paidotribo. Pág. 68.
- MEINEL, K., SCHNABEL, G. (2004). Teoría del movimiento. Buenos Aires, Argentina. Editorial Stadium 2da edición. Pág. 258, 272.
- OCHOA; F (2007) Sistema de Entrenamiento Multidireccional de Tenis de Campo por Capacidades Motoras y Cognoscitivas para las categorías de 14,16 y 18 años varonil. La Habana, Cuba. Instituto Superior de Cultura Física Manuel Fajardo Tesis de Doctorado Pág. 50.
- PACHECO R. (2007). Teoría sobre el movimiento. México. Editorial Trillas. Pág. 34.
- SPIEGEL, M. (1991). Estadística. España. Editorial Interamericana 2da edición. Pág. 251.
- TRIOLA, M. (2000). Estadística elemental. México. Editorial Pearsons Education. Pág. 306, 307, 308.
- VERKHOSHANSKY, Y (2002). Teoría y metodología del entrenamiento deportivo. Barcelona, España. Editorial Paidotribo. Pág. 245, 246.
- WEINECK, J. (2005). Entrenamiento total. Barcelona, España. Editorial Paidotribo. Pág. 480.

ZAMBRANO, L., VARGAS, R. (2002). Diccionario básico de conceptos sobre actividades físico-deportivas y recreativas. México. Editorial Supernova. Pág. 3, 166, 177, 205.

ZATSIORSKI, U.M. (1989). Metrología deportiva. Moscú. Editorial Planeta. PÁG 119-122.

PROPIEDADES PSICOMÉTRICAS DEL INVENTARIO DE HABILIDADES PSICOLÓGICAS PARA EL DEPORTE (PSIS R-5) CON ATLETAS MEXICANOS.

¹Jeanette M. López-Walle, ²Athanasios Pappous, ¹José L. Tristán Rodríguez y
³Angélica Vences Esparza.

¹Facultad de Organización Deportiva, UANL, México

²Universidad de Montpellier 1, Francia

³Facultad de Filosofía, UANL, México

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue obtener la validez y confiabilidad del PSIS R-5 (Mahoney, Gabriel y Perkins, 1987) en la versión española (López-Walle, 2002) para deportistas mexicanos. El PSIS R-5 cuenta con 6 escalas: Motivación, Confianza, Énfasis de Equipo, Control de la Ansiedad; Preparación Mental y Concentración. El PSIS R-5 fue contestado por 1712 deportistas (41.6% hombres y 56% mujeres, promedio de edad 16.6 años DS=3.68). Se les aplicó en dos eventos deportivos (Universiada Nacional y Olimpiadas Nacionales Juveniles) y a los equipos representativos de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). Los resultados revelan alta consistencia interna ($\alpha = .902$), incluso mayor que la obtenida por Mahoney (1989) ($\alpha = .640$), y de López-Walle (2002) de $\alpha = .790$. Las consistencias por factor fueron: Motivación ($\alpha = .681$); Concentración ($\alpha = .635$); Preparación Mental ($\alpha = .524$); Confianza ($\alpha = .687$); Énfasis de Equipo ($\alpha = .649$); y Control de Ansiedad ($\alpha = .727$). White (1993) obtuvo coeficientes desde $\alpha = .69$ a $.84$; y López-Walle (2002) desde $\alpha = .25$ a $.77$. El análisis factorial confirmatorio revela la consistencia en los factores del PSIS R-5 propuestos en la versión original. Por lo tanto los resultados sugieren que el PSIS R-5 es un instrumento que puede ser usado por los atletas mexicanos.

Palabras clave: atletas mexicanos, habilidades psicológicas, PSIS R-5.

INTRODUCCIÓN

En la mayoría de las competiciones los jugadores ganan o pierden en función de su rendimiento (o del de sus oponentes), de forma que, a igualdad de capacidades físicas, el vencedor es, por lo general, el que exhibe mejores técnicas psicológicas. Todo lo anterior hace que se plantee una pregunta: ¿Cómo es que algunos días todo sale perfecto, mientras que otras veces todo sale al revés? (Weinberg y Gould, 1996).

Varios estudios que comparaban deportistas de más y menos éxito, demostraron de forma coherente que los primeros presentaban una concentración superior, niveles más altos de autoconfianza, ideas más orientadas a la tarea (más que al resultado), y niveles inferiores de ansiedad (Williams, 1991). Del mismo modo, los deportistas de élite también tenían pensamientos más positivos y utilizaban más las técnicas de visualización para representarse el éxito, además, presentaban una inclinación a ser más decididos y exhibían un mayor compromiso que sus compañeros de menor éxito.

Los investigadores en psicología del deporte cada vez preguntan más a los entrenadores y a los deportistas sobre las cuestiones esenciales y de contenido que hay que incluir en los Programas de Entrenamiento en Habilidades Psicológicas (PST- Psychological Skills Training). Por ejemplo, Gould, Tammen, Murphy y May (1989), hicieron un informe sobre entrenadores y deportistas de élite para los programas deportivos del Comité Olímpico Nacional de los Estados Unidos. Concluyeron que el entrenamiento de la relajación, la concentración, la visualización, la atención, y las estrategias de dominio del estrés y del “auto-habla”, eran cuestiones muy importantes.

Otro estudio similar, se realizó con deportistas universitarios de todas las regiones de México (López-Walle-Walle y Márquez, 2001). Participaron

deportistas de 20 disciplinas, así como sus entrenadores y los especialistas que les acompañaban durante la Universiada Nacional 2007. A todos se les preguntó sobre las habilidades y temas que debían tratar para mejorar su rendimiento, los resultados aportados en el ámbito descriptivo muestran que la principal habilidad psicológica para mejorar el rendimiento es la motivación (444 sujetos lo que representa el 95.1%); luego la concentración (N= 385; 82.4%); seguida de la confianza (N= 362; 77.5%); la comunicación (N= 296;63.4%), y por último la habilidad de liderazgo (N= 239; 51.2%).

Orlick y Partington (1988) realizaron un estudio con los deportistas olímpicos canadienses que habían desarrollado su potencial de rendimiento por medio de planes para la competición, la evaluación de la ejecución y el afrontamiento de distracciones, con los que pudieron superar la adversidad y el bajo rendimiento, así como canalizar positivamente la ansiedad y el “arousal” ligados a la ejecución. Los deportistas olímpicos que alcanzaron un rendimiento máximo pusieron de manifiesto un compromiso total con la búsqueda de la excelencia, lo cual no fue evidenciado en ningún momento por sus homólogos de menor éxito. También establecieron objetivos diarios de entrenamiento, utilizaron simulaciones para reproducir los entornos competitivos, e hicieron uso de técnicas de visualización que les ayudaran a centrar su atención y a imaginar los resultados con éxito.

Todas las cuestiones anteriores son muy importantes para los psicólogos del deporte, ya que entre sus principales actividades están el entrenar las habilidades psicológicas (PST) con los atletas y los entrenadores (Sachs, 1991). La efectividad del entrenamiento en habilidades psicológicas (PST) y el uso de estrategias para mejorar la ejecución han sido el tema de muchas e interesantes investigaciones (Greenspan y Feltz, 1989; Swets y Bjork, 1998).

Los atletas pueden aprender y practicar dichas habilidades de la misma forma que un tenista aprende un revés, o un jugador de baloncesto hace un pivote.

Pero si esas habilidades existen, ¿cómo pueden ser medidas?. Si sus habilidades pueden ser aprendidas, entonces sería razonable esperar que se puedan medir las diferencias existentes en los diferentes niveles de desarrollo de las habilidades mostradas por deportistas expertos y por noveles, así como entre diferentes deportes.

Los inventarios de habilidades psicológicas deportivas ofrecen la mejor oportunidad para comparar el contenido de las habilidades evaluadas en estudios de diferente índole. Actualmente existen cinco instrumentos psicológicos relacionados con las habilidades psicológicas: 1) Inventario de Motivación Atlética (AMI; Tutko, Lyon, y Ogilvie, 1969); 2) Inventario de Rendimiento Psicológico (PPI; Loehr, 1986); 3) Cuestionario de Habilidades Psicológicas relacionadas con el Deporte (SPSQ; Nelson y Hardy, 1990); 4) Inventario de Reproducción de Habilidades Atléticas -28 (ACSI-28; Smith, Schutz, Smoll y Ptacek, 1995); y 5) Inventario de Habilidades Psicológicas para el Deporte (PSIS; Mahoney, Gabriel y Perkins, 1987).

El PSIS es el instrumento más popular para la evaluación de las habilidades psicológicas. Esto se ha visto reflejado en un estudio de Gould, Tammen, Murphy, y May (1989), quienes al preguntar a más de 44 asesores de psicología del deporte, encontraron que el PSIS R-5 (Mahoney, 1988) fue el único instrumento de evaluación general de habilidades psicológicas, e incluso, se consideró como el más exitoso cuando en una escala de 0 a 10, el PSIS obtuvo un 8.8.

Dado que el PSIS R-5 es el instrumento más relevante, según Gould, Tammen, Murphy, y May (1989) y Weinberg y Gould, (1996), y además es el único que se encuentra adaptado al español con deportistas de diferentes niveles de rendimiento (López-Walle, 2002); se propone emplear el PSIS R-5 para la presente investigación. Cabe mencionar que el estudio de López-Walle (2002)

está realizado con muestra española; por lo tanto fue necesaria la adaptación al contexto mexicano y comprobar su validez y fiabilidad.

METODO

Participantes

Se selecciona la muestra de manera no probabilística, tipo accidental, ya que se eligieron los grupos por su disponibilidad (Kerlinger, 1988).

Participaron un total de 1712 atletas de toda la República Mexicana, distribuidos en tres grandes muestras: 264 atletas participantes en la Universiada Nacional 2007 realizada en mayo en el estado de Nuevo León; 265 atletas de equipos representativos Tigres de la Universidad Autónoma de Nuevo León, y; 1183 atletas participantes en la Olimpiada Nacional 2008, de la sede Nuevo León.

El 41.6% de la población encuestada eran hombres y el 56.5% eran mujeres. Las edades comprendidas del estudio fueron desde los 8 hasta los 26 años, teniendo un promedio de edad de 15.60 años ($DE=3.68$). La diferencia de años entre los hombres y la mujeres resultó estadísticamente significativa [$t(15212) = -4.493, p < 0.001$], al igual que entre edad y el origen de la muestra [$F(2,1672) = 1275.418, p < 0.001$].

La edad fue dividida en cuartiles, para poder facilitar cierto análisis, obteniendo los siguientes intervalos: 1) menores de 13 años; 2) de 14 a 15 años; 3) de 16 a 19 años y; 4) mayores de 20 años

En la muestra total se contabilizó participación de atletas pertenecientes a 26 disciplinas deportivas, teniendo una mayor cantidad de deportistas en los deportes de baloncesto ($n = 195$), judo ($n = 264$), natación ($n = 325$) y voleibol ($n = 246$); contrastando con una menor participación en los deportes de boliche, karate, raquetbol y tenis de mesa con menos de 10 atletas. Hay diferencia estadísticamente significativa entre el tipo de deporte y el origen de la muestra

$[\chi^2 (50) = 2284.979, p < 0.001]$ con un grado de predicción considerado moderado ($\lambda = .656$).

En la población total se contó con por lo menos 1 persona de cada estado de la República, teniendo entonces que el estado con mayor participación fue Nuevo León con 523 atletas, después Distrito Federal y Jalisco con 135 respectivamente. La diferencia entre estados y origen de la muestra fue significativo $[\chi^2 (64) = 919.845, p < 0.001]$; también entre estados y deportes $[\chi^2 (800) = 3014.928, p < 0.001]$, al igual que entre estados y género $[\chi^2 (64) = 229.434, p < 0.001]$.

Instrumento.

Se utilizó el Inventario de Habilidades Psicológicas para el Deporte (PSIS R-5) adaptado por López-Walle (2002). El instrumento cuenta con 45 ítems, con 5 alternativas de respuesta tipo Likert, desde la alternativa "Completamente en Desacuerdo" a "Completamente de Acuerdo". La puntuación de las respuestas a los ítems se realizó de acuerdo con la siguiente regla: "Completamente en Desacuerdo" un valor de "1", la siguiente opción de respuesta que no tiene asignado un nombre "2", la siguiente "3", la penúltima sin nombre "4", y, por último, a "Completamente de Acuerdo" "5"; y los valores opuestos para los ítems negativos. La Tabla 1 presenta el sistema de puntuación propuesto por Mahoney (1988) y López-Walle (2002) para cada uno de los ítems de las distintas escalas.

Al lado del número de algunos ítems aparece el signo "-", entre paréntesis, lo que indica que el sistema de puntuación para esos ítems se debe invertir respecto al de los ítems con un enunciado positivo. Las preguntas demográficas cambiaron ligeramente de acuerdo al origen de muestra. Teniendo en consideración los anteriores cambios, se aplicó el Inventario de Habilidades Psicológicas para el Deporte (Forma R-5) PSIS R-5.

Tabla 1. Ítems positivos y negativos según la versión española PSIS R-5 (López-Walle, 2002).

Control de Ansiedad	Concentración	Confianza	Visualización	Motivación	Énfasis de equipo
6	2 (-)	4	3	1	5 (-)
11	8	14	7	9 (-)	10
15	16	18 (-)	13	12	19 (-)
20 (-)	17 (-)	23 (-)	33 (-)	22 (-)	27
25 (-)	21 (-)	28 (-)	35	24	31
29 (-)	26 (-)	30 (-)	45 (-)	39	37
32 (-)		34		42	43
38 (-)		36 (-)			
40		44			
41					
n=10	N=6	n=9	n=6	n=7	n=7

Procedimiento.

El procedimiento general de esta investigación consistió principalmente en obtener los permisos necesarios para la aplicación de la encuesta; así como contar con los recursos económicos para el proyecto. Lo principal de la logística radicó en aplicar las encuestas personalmente, situación complicada, ya que para todo el estudio solo participaron tres estudiantes como becarios. Los momentos elegidos para la administración del cuestionario fueron en las

habitaciones de los hoteles sedes, por lo que se llevaba un registro de la entrada y salida de las delegaciones, así como el calendario de eventos. En lo particular en la muestra de equipos representativos de la UANL la aplicación fue al inicio de los entrenamientos, conociendo con antelación los horarios de entrenamiento de cada equipo representativo. De preferencia se le solicitaba al entrenador que reuniera a su equipo o atletas a cargo, para poder aplicar el cuestionario a una hora determinada. Para tratar de disminuir el número de datos perdidos en las preguntas demográficas siempre se trató de recurrir al entrenador en jefe, jefe de delegación, o encuestador para recuperar los datos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis de fiabilidad.

La fiabilidad total del instrumento fue muy elevada, obteniendo $\alpha = .902$ con el Alfa de Cronbach. Las correlaciones ítem-total o índice de discriminación fueron desde $\alpha = .220$ hasta $\alpha = .693$. La prueba de no aditividad de Tukey fue positiva [$F(1,475) = 18.929, p < .001$], mostrando así la presencia de interacciones entre las medias repetidas a lo largo de los sujetos. La fiabilidad obtenida en este estudio es superior a la calculada por Mahoney (1989) de $\alpha = .064$ y López - Walle (2002) de $\alpha = .790$.

De acuerdo al sistema de puntuación elaborado por Mahoney, Gabriel y Perkins (1985) y ratificado en su mayoría por López-Walle (2002) se obtuvieron los coeficientes de fiabilidad por escala. La escala de motivación tuvo una consistencia de $\alpha = .681$; la de concentración de $\alpha = .635$; visualización $\alpha = .524$; confianza $\alpha = .687$; énfasis de equipo $\alpha = .649$ y; control de la ansiedad $\alpha = .727$. White (1993) obtuvo coeficientes desde $\alpha = .69$ a $\alpha = .84$, López - Walle (2002) la variabilidad fue de $\alpha = .25$ a $\alpha = .77$, siendo la escala de visualización de menor fiabilidad y la habilidad de confianza con mayor fiabilidad. También se calculó la fiabilidad total según los datos demográficos. En la Tabla 2 se

muestra según origen de la muestra, género, intervalos de edad, deporte y estado.

Tabla 2. Fiabilidad por diferentes submuestras.

Origen	α	Género	α	Intervalos de Edad	α		
Universiada Nacional 2007	.889	Hombres	.934	Menores de 13 años	.603		
Equipos Representativos UANL	.927	Mujeres	.885	De 14 a 15 años	.684		
Olimpiada Nacional 2008	.710			De 16 a 19 años	.584		
				Mayores de 20 años	.931		
Deporte	α	Deporte	α	Estado	α	Estado	α
Atletismo	.573	Balonmano	.601	Aguascalientes	.746	Michoacán	.370
Baloncesto	.675	Jockey	.815	Baja California	.396	Nayarit	.639
Boliche	.649	Judo	.784	Baja California Sur	.369	Nuevo León	.930
Boxeo	.651	Karate	.356	Coahuila	.217	Oaxaca	.659
Ciclismo	.319	Halterofilia	.658	Colima	.702	Puebla	.102
Esgrima	.693	Patines sobre ruedas	.661	Chiapas	.742	Querétaro	.845
Fútbol Soccer	.872	Pentatlón moderno	.442	Chihuahua	.444	Quintana Roo	.400
Fútbol americano	.957	Raquetbol	.671	D. F.	.625	San Luis Potosí	.933
Gimnasia artística femenil	.445	Voleibol	.940	Durango	.732	Sonora	.828
Gimnasia artística varonil	.136	Voleibol de playa	.183	Estado México	.633	Tamaulipas	.268
				Guerrero	.571	Tlaxcala	.218
				Hidalgo	.670	Veracruz	.707
				Jalisco	.968	Yucatán	.545

Como se observa la fiabilidad más alta se obtuvo en los equipos representativos, y la más baja en los participantes de la Olimpiada Nacional 2004; respecto al género, la fiabilidad fue mayor en hombres que en mujeres. Los deportes con la consistencia interna más elevada fueron voleibol y fútbol americano, mientras que los más bajos fueron voleibol de playa y gimnasia artística varonil. Respecto a la fiabilidad por estados se muestra que el instrumento es muy fiable para aplicarse en atletas nuevoleonese, porque la consistencia fue de $\alpha = .930$, incluso elevada que la fiabilidad total considerando todos los estados. Otro estado que pudiese utilizar el instrumento con gran probabilidad de obtener resultados consistentes fue Jalisco con un $\alpha = .968$. Cabe resaltar que este estudio resulta pionero por considerar una muestra nacional y otorgar datos de consistencia interna para cada estado de la República Mexicana.

Análisis factorial exploratorio

Se realizó el análisis factorial con rotación varimax, el resultado confirmó los 6 componentes o factores que mide la escala, ya que entre ellos se explica más del 51% de la varianza acumulada. De acuerdo a los resultados arrojados por el análisis factorial se procedió a agrupar a los sujetos, haciendo uso de la técnica de análisis de conglomerados (K-medias), dividiendo la muestra en los 6 componentes para obtener los centros de los conglomerados.

Se logró la convergencia debido a que los centros de los conglomerados no presentan ningún cambio o éste fue pequeño; respetando que el cambio máximo de coordenadas absolutas para cualquier centro es de .000, fueron necesarias 29 iteraciones. La distancia mínima entre los centros iniciales es de 32.000. A continuación en la Tabla 3 se presenta el número de sujetos ubicados en cada uno de los conglomerados o habilidades.

Tabla 3. Número de casos en cada conglomerado

Conglomerado	Confianza	323.000
	Visualización	1.000
	Énfasis de Equipo	2.000
	Control de la Ansiedad	462.000
	Motivación	532.000
	Concentración	392.000
Válidos		1712.000
Perdidos		0

Como se puede observar en la Tabla anterior se observa que la motivación es la habilidad más común en los atletas ($n = 532$) y la menos utilizada es la visualización ($n = 1$).

Comparando con estudios previos se encuentra que (López-Walle, 2002) también encuentra 6 factores o escalas; no obstante, en el trabajo realizado por Chartrand, Jowdy y Danish (1992), en el que, aplicando procedimientos de análisis factorial confirmatorio, no pudieron confirmar la estructura teórica propuesta por los autores del cuestionario.

Análisis factorial confirmatorio

Para realizar el análisis factorial confirmatorio se utilizó el programa AMOS versión 7.0 (Arbuckle, 2006), así como los mismos índices de ajuste señalados en el subapartado de AFC. Como primer paso, se analizó la normalidad de los datos, características de asimetría y curtosis, y el coeficiente de kurtosis multivariante de Mardia (1970; 1974). El coeficiente de Mardia obtenido fue 69.7, indicando que la distribución multivariada de los datos no es normal. El rango de asimetría y curtosis de los 45 ítems empleados en el modelo no exceden los valores de -2 a 2, excepto dos ítems, el ítem 1 perteneciente al factor de motivación y el ítem 44 al factor de confianza. Algunos autores (Cuttance,

1987 y Muthen y Kaplan, 1985) comprueban que los métodos robustos, generalmente empleados para no normalidad multivariante, presentan diferencias sustanciales en los indicadores de bondad de ajuste con respecto a la estimación de máxima verosimilitud, siempre y cuando la asimetría y la curtosis excedan el rango de -2 a 2. Un enfoque para el manejo de datos no normales multivariantes mediante el programa AMOS (Byrne, 2001), es el uso de "bootstrap" (West *et al.*, 1995; Yung & Bentler, 1996), enfoque que ha sido utilizado en diferentes estudios (p.e., Lutz, Karoly & Okun, 2008; Sebire, Standage & Vansteenkiste, 2008; Standage, Duda & Ntoumanis, 2003).

El modelo presenta adecuados índices de ajuste: $\chi^2 = 3839.17$, $gl = 930$, $\chi^2 / gl = 4.12$, CFI = .90, NNFI = .90, RMSEA = .05.

Análisis de la capacidad predictiva del PSIS R-5

Como primer análisis se recurrió al Modelo Lineal General Multivariante (6 X 3 X 2 X 4) -habilidad psicológica por origen, género e intervalos de edad. Los resultados mostraron que no existen diferencias significativas entre la interacción de los efectos [$F(24, 5743) = .747, p > .05$]. Solo resultó significativa la F (de efectos principales), entre las variables origen de la muestra y género [$F(12, 3292) = 2.891, p < .01$].

En la Tabla 4 se muestran los estadísticos generados por el MANOVA, así como en el Anexo 1 se pueden comparar las medias de cada habilidad psicológica según origen de la muestra (Universiada 2007, Olimpiada Nacional 2008, y Equipos Representativos UANL), género e intervalos de edad, éste análisis fue a través del Procesamiento Analítico Interactivo (Cubos OLAP).

Tabla 4. Contrastes Multivariados con el Lambda de Wilks.

Efecto	<i>F</i>	<i>gl</i> de la hipótesis	<i>gl</i> del error	<i>p</i>
Origen (O)	4.794	12	3292	.000
Genero (G)	1.819	12	3292	.040
Edad en Intervalos (EI)	.916	18	4656	.559
O X G	2.891	12	3292	.001
O X EI	.772	24	5743	.777
G X EI	1.257	36	7230	.140
O X G X EI	.747	24	5743	.807

También se calculó el ANOVA para cada una de las habilidades psicológicas. Los resultados de la *F* se presentan en la Tabla 5. Se observa que sólo tres comparaciones de medias no son significativas (género con énfasis de equipo, intervalos de edad y estados con control de la ansiedad).

Tabla 5. Análisis de la varianza por habilidades psicológicas, según distintas variables.

Submuestra	Habilidades Psicológicas					
	Motivación	Concentración	Visualización	Confianza	Énfasis de Equipo	Control de Ansiedad
Origen	50.860 ^b	152.190 ^b	88.514 ^b	76.966 ^b	24.262 ^b	9.307 ^b
Género	4.432 ^a	14.199 ^b	3.922 ^a	5.560 ^b	2.642	4.107 ^a
Intervalo de Edad	9.519 ^b	12.565 ^b	19.590 ^b	17.200 ^b	10.187 ^b	2.269
Estado	2.407 ^b	4.952 ^b	2.999 ^b	3.847 ^b	2.474 ^b	.900
Deporte	.7525 ^b	10.461 ^b	7.521 ^b	5.720 ^b	6.020 ^b	1.549 ^a

a. Alfa<.05

b. Alfa<.01

Con la tabla anterior se puede confirmar que la prueba puede distinguir entre los distintos niveles de cierta habilidad psicológica con respecto a variados datos demográficos, lo que en cierto sentido permitiría predecir un resultado en una o varias habilidades psicológicas según el dato demográfico.

Para conocer en qué par de datos se encontraban las principales diferencias significativas se realizó el análisis post hoc para las variables de origen, intervalo de edad, deporte y el estado de Nuevo León.

CONCLUSIONES

La principal contribución de esta investigación radica en contar con un instrumento válido y fiable para poder evaluar psicológicamente a los atletas mexicanos. Los estadísticos más relevantes fueron la alta consistencia interna de $\alpha = .90$ presentada por el Inventario de Habilidades Psicológicas para el Deporte (PSIS R-5). Además de demostrar validez del instrumento al lograr discriminar entre diferente tipo de variables, como género, intervalo de edad, deporte y estado de la República Mexicana. El estudio confirma el análisis factorial de 6 escalas: motivación, confianza, énfasis de equipo, control de la ansiedad, visualización y concentración. Además se compararon las habilidades psicológicas entre las tres muestras, así como conocer el promedio de cada habilidad por origen de la muestra, independientemente de existir o no diferencias significativas entre ellas. De acuerdo a los resultados se observó que los atletas que participaron en la Universiada Nacional 2007 presentaban mayor nivel de concentración, confianza y control de la ansiedad, comparado con los equipos representativos Tigres y los participantes en la Olimpiada Nacional 2008. Otro aspecto a estudiar fue conocer si había diferencias entre género, lo que resultó significativo en cinco de seis habilidades. Énfasis de equipo fue la única habilidad que no presentó diferencias significativas entre los hombres y las mujeres. Las mujeres presentan niveles más altos de concentración, confianza, énfasis de equipo y controlan mejor la ansiedad que los hombres.

Este estudio permitió conocer las diferencias entre los deportes y estados con respecto a cada habilidad psicológica. Para lo cual encontramos que los deportes de fútbol americano y voleibol son los de mejor preparación psicológica; y en relación a los estados Jalisco y Nuevo León son los punteros.

Sin duda, con la investigación realizada se puede plantear mejor la preparación psicológica del atleta; ya que por principio, se conocen sus debilidades y fortalezas, así como la especialización que generan las habilidades psicológicas según las variables demográficas.

REFERENCIAS

- GOULD, D., TAMMEN, V., MURPHY, S., Y MAY, J. (1989). An examination of U.S. Olympic sport psychology consultants and the services they provide. *The Sport Psychologist*, 3, 300-312.
- GREENSPAN, M.J., Y FELTZ, D.L. (1989). Psychological interventions with athletes in competitive situations: A review. *The Sport Psychologist*, 3, 219-236.
- KERLINGER, F.N. (1988). *Investigación del Comportamiento*. México: McGrawHill.
- LOEHR, J.E. (1986). *Mental toughness training for sports: Achieving athletic excellence*. Lexington, MA: Stephen Greene Press.
- LÓPEZ-WALLE, J. (2002). *Adaptación al español del Inventario de Habilidades Psicológicas para el Deporte (PSIS R-5)*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- LÓPEZ-WALLE-, J., Y MÁRQUEZ, C. E. (2001). Opinión de Temas Psicodeportivos en atletas, entrenadores y especialistas del deporte en México. II Congreso de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Valencia, España.

- MAHONEY, M. (1989). Psychological Predictors of elite and non-elite performance in Olympic weightlifting. *International Journal Sport Psychology*, 20, 1-12.
- MAHONEY, M., GABRIEL, T.J., Y PERKINS, T.S. (1987). Psychological Skills and Exceptional Athletic Performance. *The Sport Psychologist*, 1, 181-199.
- NELSON, D. & HARDY, L. (1990). The development of an empirically validated tool for measuring psychological skill in sport [Abstract]. *Journal of Sports Sciences*, 8,71.
- ORLICK, T., Y PARTINGTON, J. (1988). Mental links to excellence. *The Sport Psychologist*, 2, 105-130.
- SACHS, M.L. (1991). Reading list in applied sport psychology: Psychological skills training. *The Sport Psychologist*, 5, 88-91.
- SMITH, R.E., SCHUTZ, R.W., SMOLL, F.L., Y PTACEK, J.T. (1995). Development and validation of a multidimensional measure of sport-specific psychological skills: The Athletic Coping Skills Inventory-28. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 17, 379-398.
- SWETS, J.A., Y BJORK, R.A. (1998). Enhancing human performance: An evaluation of "New Age" techniques considered by the U.S. Army. En Duda, J.L. *Advances in Sport and Exercise Psychology Measurement* (pp. 195-209). Morgantown, W.V, USA: Fitnees Information Technology, Inc.
- TUTKO, T.A., LYON, L.P., Y OGILVIE, B.C. (1969). *Athletic Motivation Inventrory*. San Jose, C.A.:Institute for Study of Athletic Motivation. En Duda, J.L. (ed.). *Advances in Sport and Exercise Psychology Measurement*. Morgantown, W.V, USA: Fitnees Information Technology, Inc

WEINBERG, R.S. Y GOULD, D. (1996). Fundamentos de psicología del deporte y el ejercicio físico. Barcelona: Ariel.

WHITE, S.A. (1993). The relationship between psychological skills, experience, and practice commitment among collegiate male and female skiers. *The Sport Psychologist*, 7, 49-57.

WILLIAMS, J. M. (1991). Psicología aplicada al deporte. Madrid: Biblioteca Nueva.

Anexo 1. Medias de las habilidades psicológicas según origen, genero, intervalos de edad y total de la población.

	Intervalos de Edad	Universiada Nacional 2007		Equipos Representativos UANL		Olimpiada Nacional 2008			Población Total			
		Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total
Motivación	menores de 13 años	No hay datos				24.86	24.47	24.66	24.86	24.47	24.66	
	de 14 a 15 años	25.20	25.20	28.00	24.00	24.40	24.33	24.40	24.36	24.39	24.42	24.37
	de 16 a 19 años	25.05	25.05	26.50	26.58	26.46	23.74	24.54	24.32	25.23	25.12	25.15
	mayores de 20 años	24.66	24.66	27.41	27.65	27.44	21.36	22.56	22.50	26.86	25.01	25.72
	Total	24.83	24.83	27.10	27.00	26.97	24.50	24.41	24.46	25.15	24.74	24.91
Concentración	menores de 13 años	No hay datos				20.50	20.25	20.37	20.50	20.25	20.37	
	de 14 a 15 años	23.80	23.80	16.33	17.00	16.00	20.89	21.30	21.09	20.81	21.34	21.06
	de 16 a 19 años	22.26	22.26	17.05	16.49	16.79	20.96	20.66	20.75	18.85	20.60	20.04
	mayores de 20 años	21.47	21.47	16.99	16.38	16.82	19.55	21.50	20.43	17.22	20.59	19.25
	Total	21.84	21.84	17.00	16.45	16.79	20.65	20.69	20.66	19.74	20.65	20.24
Visualización	menores de 13 años	No hay datos				16.47	16.43	16.46	16.47	16.43	16.46	
	de 14 a 15 años	16.60	16.60	20.67	18.00	19.20	16.32	16.18	16.23	16.40	16.20	16.28
	de 16 a 19 años	17.50	17.50	19.13	19.69	19.37	15.28	15.95	15.73	17.36	17.28	17.30
	mayores de 20 años	16.79	16.79	20.14	18.32	19.74	17.91	15.63	16.67	19.94	16.96	18.12
	Total	17.08	17.08	19.80	19.09	19.58	16.33	16.25	16.29	17.20	16.72	16.93
Confianza	menores de 13 años	No hay datos				32.34	31.56	31.92	32.34	31.56	31.92	
	de 14 a 15 años	32.40	32.40	26.33	25.00	26.00	31.75	33.00	32.38	31.65	32.95	32.29
	de 16 a 19 años	31.44	31.44	28.10	26.38	27.38	30.83	32.37	31.85	29.36	30.90	30.44
	mayores de 20 años	31.64	31.64	27.85	27.41	27.76	31.18	31.81	31.33	28.15	30.92	29.84
	Total	31.57	31.57	27.91	26.80	27.57	31.97	32.17	32.04	30.95	31.55	31.27
Énfasis de Equipo	menores de 13 años	No hay datos				25.83	25.94	25.88	25.83	25.94	25.88	
	de 14 a 15 años	26.20	26.20	30.00	20.00	27.20	26.36	26.96	26.65	26.42	26.90	26.65
	de 16 a 19 años	26.61	26.61	27.98	27.40	27.70	26.34	26.01	26.08	27.23	26.52	26.70
	mayores de 20 años	27.11	27.11	28.32	27.24	28.10	24.91	24.50	24.57	28.02	26.92	27.32
	Total	26.88	26.88	28.23	27.24	27.92	26.03	26.24	26.12	26.59	26.50	26.52
Control de Ansiedad	menores de 13 años	No hay datos				29.53	29.73	29.63	29.53	29.73	29.63	
	de 14 a 15 años	31.20	31.20	25.67	32.00	26.20	29.43	29.92	29.66	29.37	29.96	29.63
	de 16 a 19 años	30.18	30.18	28.23	28.22	28.15	28.66	30.25	29.69	28.43	29.86	29.39
	mayores de 20 años	30.79	30.79	29.80	29.03	29.60	30.55	30.63	30.50	29.87	30.47	30.22
	Total	30.54	30.54	29.18	28.61	28.93	29.43	29.90	29.67	29.37	29.97	29.69

EL EJERCICIO FÍSICO Y SU RELACIÓN CON EL SISTEMA INMUNE

¹Blanca Rocío Rangel Colmenero, ¹Germán Hernández Cruz y ²Adrián G.
Rosas Taraco

¹Facultad de Organización Deportiva y ²Facultad de Medicina,
Universidad Autónoma de Nuevo León

RESUMEN

En nuestro país es escasa o nula la información que se tiene con respecto a la relación que existe entre el ejercicio físico y la respuesta inmune. Por lo tanto, es de suma importancia incursionar en estos campos para aumentar nuestro conocimiento y poder emprender nuevos proyectos de investigación que puedan proveer información de los atletas mexicanos con respecto al efecto que tiene el ejercicio físico sobre la respuesta inmune de estos. En esta revisión se presentan algunos resultados que se obtuvieron en investigaciones extranjeras en el área de la inmunología deportiva. Los hallazgos revelan que el ejercicio de acuerdo a su intensidad, duración y cronicidad, tiene efectos positivos o negativos sobre la respuesta inmune. Después de la realización de un ejercicio de alta intensidad se induce un cambio en el número de leucocitos, por ejemplo, los linfocitos T, B y NK son reclutados hacia el torrente sanguíneo, conllevando a un incremento en el número total de estas células. Posterior a las, dos horas de un ejercicio de alta intensidad, se observa una disminución del número total de linfocitos T, B y NK y la prolongación de esta supresión depende de la duración del periodo de recuperación y durante este estado, la persona está propensa a contraer enfermedades de tipo infecciosas.

Palabras claves: Inmunidad deportiva, Inmunidad, Respuesta inmune, Ejercicio, Deporte

INTRODUCCION

El ejercicio de acondicionamiento físico tiene efectos benéficos para la salud de todas las personas, siendo uno de sus efectos más importante el aumento de la inmunidad que provoca una disminución de desarrollar enfermedades.

Por el contrario, el ejercicio intenso afecta negativamente la respuesta inmune. El ejercicio físico, dependiendo la intensidad, tiene repercusiones importantes en la respuesta inmune, ésta a su vez tiene efectos directos sobre la salud del deportista y por ende en el rendimiento deportivo. Durante las competencias, el entrenamiento exhaustivo del deportista induce una disminución de sus defensas, esto significa una mayor susceptibilidad a contraer infecciones y enfermedades asociadas al sistema inmune.

Para lograr el entendimiento de dicho proceso es necesario saber que la respuesta inmune es el conjunto de genes, moléculas, células, órganos y tejidos de un individuo que participa en el control de infecciones y neoplasias, entre otras funciones. Por lo tanto, el sistema inmune está capacitado para eliminar cualquier microorganismo o agente extraño y una falla en este sistema compromete el estado de salud de un individuo. La forma de evaluar el sistema inmune se logra mediante la cuantificación de los componentes de dicho sistema, ya sea a nivel de la inmunidad innata y/o adaptativa. Los principales componentes celulares de la inmunidad innata son los linfocitos NK, neutrófilos, eosinófilos, basófilos, monocitos y macrófagos. Por otro lado, los componentes solubles de la inmunidad innata son el complemento y algunas citocinas principalmente la pro-inflamatoria como $TNF\alpha$, IL-6 e IL-1. La inmunidad adaptativa celular se compone de linfocitos T CD4+ y CD8+, además de los linfocitos B; los componentes solubles son las inmunoglobulinas IgM, IgG, IgA, IgE e IgD, así como citocinas producidos por los linfocitos.

El presente escrito provee una revisión de varios aspectos de los efectos inmunológicos del ejercicio directamente sobre las células, inmunoglobulinas y citocinas utilizadas como marcadores de la inmunidad, su relación directa con problemas de salud que pueden reducir el rendimiento deportivo. También se analizan aspectos del ejercicio físico y sus etapas de entrenamiento necesarios para entender su relación con la respuesta inmune.

Dicha revisión nos abre el camino de una gran posibilidad de futuras investigaciones relacionadas con este tema brindando la oportunidad del comprender el comportamiento de la respuesta inmune ante los cambios fisiológicos que existen en el entrenamiento de las diferentes disciplinas deportivas, así como las variantes de género, edad, metabolismo energético, carga de entrenamiento, susceptibilidad a contraer enfermedades, entre otras.

SISTEMA INMUNE.

La función del sistema inmune es mantener la homeostasis del organismo, actuando contra cualquier célula o partícula no propia. El sistema inmune reconoce a una gran variedad de sustancias, partículas y microorganismos que son nocivos para la salud y destruye (Dvorkin y Cardinali, 2003). La defensa frente a los microorganismos está mediada por las reacciones tempranas de la inmunidad innata (primera barrera defensiva) y las respuestas tardías de la inmunidad adaptativa (se desarrollan después y consisten en la activación de los linfocitos) (Dvorkin y Cardinali, 2003; Abbas y Lichtman, 2004; Guyton y Hall, 2000).

Inmunidad Innata. Son mecanismos de defensa bioquímicos y celulares con los que se cuenta permanentemente sin necesidad de que ocurra una infección. Está formada por 1) Barreras físicas y químicas como los epitelios y sustancias antimicrobianas sintetizadas en la superficie de los epitelios, 2) Células fagocíticas (neutrófilos y macrófagos) y linfocitos asesinos naturales (NK o Natural Killer), 3) Proteínas de la sangre, que incluyen componentes del sistema

de complemento y otros mediadores de la inflamación y 4) proteínas que reciben el nombre de citocinas, que regulan y coordinan numerosas actividades de las células de la inmunidad innata (Abbas y Lichtman, 2004; Guyton y Hall, 2000).

Inmunidad adaptativa. Surge como una respuesta a una infección ya establecida para poder erradicarla, cuenta con una especificidad a distintas moléculas, capacidad de recordar y emitir una respuesta más intensa conforme se aumente la exposición al mismo microorganismo. También es llamada inmunidad específica o adquirida. Los componentes de este tipo de inmunidad son los linfocitos que se encargan de producir una respuesta al identificar un antígeno o molécula en el contexto de moléculas del complejo mayor de histocompatibilidad (MHC) en las células presentadoras de antígenos como macrófagos y células dendríticas (Abbas y Lichtman, 2004; Guyton y Hall, 2000).

En la respuesta inmune adaptativa se presentan dos tipos de respuesta, la inmunidad humoral y la celular. En la inmunidad humoral participan los linfocitos B mediante la producción de anticuerpos (inmunoglobulinas) que reconocen a los antígenos, los neutralizan y los eliminan (Abbas y Lichtman, 2004; Guyton y Hall, 2000).

La inmunidad celular está basada en la participación de linfocitos T, que reconocen los antígenos en el contexto de MHC, producidos durante la degradación de microorganismos en el interior de fagocitos, logrando la destrucción de ellos o de las células infectadas (Abbas y Lichtman, 2004; Guyton y Hall, 2000).

El sistema inmune y las células que lo conforman

Las células blancas o leucocitos se clasifican en agranulocitos (monocitos y linfocitos) y los granulocitos (neutrófilos, los eosinófilos y los basófilos).

Neutrófilos. Células que se producen y se diferencian en médula ósea y una vez que son liberados permanecen en la circulación de 6 a 12 días antes de migrar a los tejidos, su función es fagocítica en los sitios de inflamación. Estas células tienen gránulos primarios formados de lisozima y otras enzimas para la destrucción bacteriana.

Eosinófilos. Procesos similares que los neutrófilos y también tienen una capacidad fagocítica, con gránulos ricos en peroxidasa, fosfatasa ácida y arilsulfatasa. Ayudan principalmente durante las enfermedades alérgicas y parasitarias.

Basófilos. Sus gránulos están formados de histamina, heparina y sustancia de reacción lenta a la anafilaxia. También participan en reacciones alérgicas y en la defensa contra parásitos.

Monocitos. Se originan en médula, son fagocitos activos. La ingestión y adhesión a los microorganismos es facilitada por las inmunoglobulinas y el complemento, con los cuales los microorganismos pueden estar cubiertos. Tienen los marcadores de superficie CD13 y CD33 y receptores de linfocinas como interferon gamma y el factor inhibidor de la migración.

Linfocitos. Son células que asisten a los fagocitos y la defensa del organismo contra las infecciones, agregando especialidad a la defensa. Se originan en médula ósea y se diferencian en células B y T.

Linfocitos T. Abarcan del 65 al 80% de la población de linfocitos, se dividen en dos subpoblaciones principales, que se detectan por anticuerpos monoclonales contra antígenos de membrana CD4 y CD8. Las células CD8+ son supresoras citotóxicas, y las células CD4+ son células cooperadoras.

Linfocitos B. Comprenden del 5 al 15% de los linfocitos circulantes. Se define por la presencia de inmunoglobulinas producidas por el linfocito, ensambladas en la superficie de la membrana donde actúa como receptores de antígenos

específicos. Se identifica mediante anticuerpos monoclonales en contra de los antígenos CD10, CD19, CD20 y CD22.

Célula asesina natural (NK). Tienen la apariencia de linfocitos granulares, estas células tienen la capacidad de destruir células blanco o diana, sobre todo las infectadas por virus y las células tumorales.

Componentes solubles

Citocinas. Forman parte principalmente de la inmunidad innata y/o adquirido, son proteínas de bajo peso molecular y péptidos que regulan las interacciones entre las células involucradas en las respuestas inmunes, por ejemplo, facilitan la movilidad y activación de linfocitos, neutrófilos, monocitos y otras células que participan en la eliminación del antígeno. Las interleucinas (IL), interferones, factor de necrosis tumoral son componentes clave dentro del proceso de respuesta inflamatoria. Durante este proceso ocurren algunas reacciones como lo son la movilización y activación de leucocitos, la inducción de la respuesta de la fase aguda, los incrementos en la producción de proteínas proinflamatorias, la infiltración celular y el daño tisular (Shephard y Shek 1994).

La IL-1ra es un inhibidor potente de la IL-1, un medidor temprano crítico de la respuesta inflamatoria sistémica. La IL-6 regula la respuesta inmune, la hematopoyesis, la respuesta de fase aguda y puede llegar a ejercer efectos antiinflamatorios. La IL-8 funciona como proteína quimiotáctica, principalmente de neutrófilos. La IL-10 funciona como un regulador negativo del sistema inmune ya que inhibe la síntesis de muchas citocinas, incluidas IL-1, IL-6 y IL-8, por lo que es considerada como un antiinflamatorio (Aguilar, Zuluaga, Patiño y Caballo, 2006; Esposito, Nappo, Marfella, Giugliano y Giugliano, 2002; Suzuki, Yamada, Kurakake, Okamura, Yamaya y Liu, 2000)

El factor de necrosis tumoral (TNF) es una citocina que estimula la fase aguda de la reacción inflamatoria, activando la síntesis de la proteína C reactiva, aumenta la permeabilidad vascular, conduciendo al reclutamiento de las células inflamatorias, inmunoglobulinas y complemento, provocando la activación de linfocitos T y B. El interferon gamma es una citocina producida por los linfocitos T y NK que presenta la función de activación de los macrófagos (Dvorkin y Cardinali, 2003; Abbas y Lichtman, 2004; Guyton y Hall, 2000).

Anticuerpos. Existen de 10^{10} a 10^{11} moléculas diferentes. Esta diversidad se gesta antes de la presencia del antígeno y surge de reordenamientos génicos al azar. Según el tipo de región constante se distinguen cinco tipos de inmunoglobulinas: A, M, G, D y E. La respuesta humoral se basa en los isotipos de anticuerpos IgM, IgG e IgA, IgD e IgE, esta última se relaciona con fenómenos de tipo alérgico. La IgA es el anticuerpo mas importante en las mucosas, este neutraliza, bloquea y lisa virus. La IgG es la inmunoglobulina más predominante en la sangre y se encuentra como parte de la respuesta adquirida contra diversos agentes extraños. Finalmente, la IgM es una inmunoglobulina presente en las primeras etapas de una infección (Dvorkin y Cardinali, 2003; Abbas y Lichtman, 2004; Guyton y Hall, 2000).

EL EJERCICIO FÍSICO

El ejercicio físico es la realización de cualquier actividad física con el fin de mantener un buen estado de salud, corregir una deformidad, tener mejores resultados deportivos, o para tareas de tipo militar (Aguilar , Zuluag, Patiño y Caballo, 2006).

El avance que se ha tenido en el rendimiento deportivo ha ido en aumento en los últimos años, y estas mejoras se producen gracias a que existe una base muy grande de conocimientos sobre el deporte. Las ciencias del deporte han evolucionado pasando de ser empíricas a científicas (Bompa, 2003).

Durante el periodo del entrenamiento, así como durante una competencia existen muchos factores que intervienen sobre el organismo, estos factores pueden ser de tipo fisiológico, bioquímico, de salud, psicológico, social y metodológico. Para entender la reacción del deportista y planificar futuros programas es necesario evaluar toda la información que se recaba durante estos periodos (Aguilar, Zuluaga, Patiño y Caballo, 2006; Bompa, 2003).

Durante la realización de un ejercicio físico es cierto que uno de los principales componentes es el sistema muscular esquelético, pero dicho sistema sería incapaz de cumplir su función sin la participación adecuada de prácticamente todos los sistemas y órganos del cuerpo humano. Debido a esto, es necesario comprender el funcionamiento de cada uno de estos sistemas para realizar un adecuado entrenamiento del individuo participante; ya que la respuesta de adaptación de los sistemas cardiovascular, músculo esquelético, neuroendócrino e inmunológico varía con la duración, la intensidad y la periodización del entrenamiento con la que se lleva a cabo la actividad física.

En un estudio realizado en ciclistas, con un ejercicio continuo de 4 h de duración a una intensidad moderada (70% del umbral anaeróbico individual), se indujo una moderada respuesta de fase aguda incrementando la IL-6 y la proteína C reactiva al terminar el ejercicio, así como un aumento del número absoluto circulante de células NK, neutrófilos y monocitos fagocíticos, pero no hubo cambios sobre la actividad funcional de estas. Con estos resultados se concluyó que la práctica del ciclismo prolongado a una intensidad moderada pareciera no alterar seriamente la función de la primera línea de defensa, por lo que pudiera ser seguro desde el punto de vista inmunológico (Scharhag, Meyer, Gabriel, Schlick, Fraude y Kindermann, 2005).

En un estudio elaborado con nueve sujetos saludables los cuales realizaron dos pruebas de ejercicio en cicloergómetro a alta intensidad, en donde la primera consistía en 30 minutos de ejercicio en cicloergómetro normal (ejercicio

concéntrico) a 65% de $VO_{2\text{máx}}$ y la segunda consistía en 30 minutos de frenado con revolución invertida (ejercicio excéntrico) con los primeros 20 minutos a 150% de $VO_{2\text{máx}}$ y seguido por 10 minutos a 100% de $VO_{2\text{máx}}$. Se observó el aumento significativo de IL-6 y Creatina en suero en el ejercicio excéntrico, sin embargo estos cambios no se observaron en el ejercicio concéntrico. Se observó un aumento significativo de células NK y CD8+, pero no en los monocitos en el ejercicio excéntrico. Estos factores reflejan que puede ocurrir un probable daño muscular en el ejercicio excéntrico (Bruunsgaard, Galbo, Halkjaer, Johansen, MacLean y Pedersen, 1997).

Metodología del entrenamiento deportivo

Una primera categoría en el esquema de la dirección y control del entrenamiento es la planificación. La cual se refiere especialmente a la realización del entrenamiento. Sus decisiones orientadas hacia los objetivos del entrenamiento, afectan principalmente a la configuración metodológica y de contenidos, tomando en consideración tanto los principios generales y las experiencias de la metodología como las particularidades individuales del estado y la evolución del rendimiento (Martín, Carl, y Lehnertz, 2001).

Periodización del entrenamiento

La periodización es el establecimiento de una sucesión de periodos, cuya configuración en cuanto a contenidos, cargas y ciclos persigue la obtención de un estado de forma óptimo para un determinado momento, situado dentro del ciclo de periodos (Martín, Carl y Lehnertz, 2001).

Los periodos son estadios sucesivos de un proceso de entrenamiento. Se caracterizan por una aplicación selectiva de determinados contenidos y métodos que garantizan un efecto idóneo sobre la evolución del rendimiento. Los periodos son estadios sucesivos de un proceso de dirección encaminado al desarrollo de la forma deportiva (Bompa, 2003).

Sistemas metabólicos durante el ejercicio

El músculo esquelético tiene tres tipos de fuentes energéticas cuya utilización varía en función de la actividad física desarrollada. Así, en actividades de potencia (pocos segundos de duración y de elevada intensidad) el músculo utilizará el llamado sistema de los fosfágenos; para actividades de alrededor de 60 segundos de duración a la máxima intensidad posible, utilizará perfectamente las fuentes de energía glucolíticas, no oxidativas (metabolismo **anaerobio**) mientras que para actividades de más de 120 segundos, el sistema aeróbico (metabolismo **aeróbico**) será el que soporte fundamentalmente las demandas energéticas (López, 1995).

Los sistemas energéticos distan mucho de funcionar como compartimentos aislados sin relación entre ellos. Sino que los mismos se encuentran funcionando en una continua interacción, por lo tanto debe hablarse siempre de una predominancia de un sistema energético sobre el resto y nunca de una exclusividad en la vía del aporte de energía para la realización de una determinada actividad física (López, 1995; Metral, 2000).

Sistema del fosfágeno

La principal fuente de energía para la contracción muscular es el trifosfato de adenosina (ATP). La cantidad de ATP que contienen los músculos, incluso en el deportista bien entrenado, es suficiente para mantener la potencia muscular máxima durante unos 3 segundos solamente. La fosfocreatina, es otro compuesto químico que lleva un enlace de fosfato de alta energía. Esta puede descomponerse en creatina y en ion fosfato, y al hacerlo así, libera grandes cantidades de energía (Guyton y Hall, 2000).

La suma de las cantidades de ATP y de fosfocreatina que se encuentran en el músculo se conoce como sistema de energía del fosfágeno. Dicha suma es capaz de proporcionar una potencia máxima al músculo durante 8 a 10 segundos. Por

ello, la energía del sistema del fosfágeno se utiliza en las breves y bruscas oleadas de potencia muscular (Guyton y Hall, 2000).

Sistema glucógeno-ácido láctico

Cuando se necesitan grandes cantidades de ATP en periodos breves o moderados de la contracción muscular, este mecanismo de la glucólisis anaerobia puede usarse como fuente de energía rápidamente disponible (Guyton y Hall, 2000).

En condiciones ideales, el sistema glucógeno-ácido láctico puede suministrar 1.3 a 1.6 minutos de actividad muscular máxima además de los 8 a 10 segundos proporcionados por el sistema del fosfágeno, aunque con una potencia muscular algo reducida (Guyton y Hall, 2000).

Sistema aeróbico

Este sistema consiste en la oxidación de los sustratos alimenticios en las mitocondrias para obtener energía. Es decir, la glucosa, los ácidos grasos y las proteínas de los alimentos, después de alguna preparación intermedia, se combinan con el oxígeno y liberan enormes cantidades de energía. El sistema aeróbico es necesario para la actividad prolongada del deportista (Guyton y Hall, 2000).

Pruebas ergométricas en laboratorio

Literalmente ergometría significa medida del trabajo. Por lo que parece que el camino más evidente y más directo para evaluar el movimiento es someter al organismo a un ejercicio y recoger sus respuestas. Este procedimiento se realiza en el laboratorio ya que permite tener un perfecto control del estado ambiental y con facilidades para obtener un alto rendimiento de los deportistas en condiciones de seguridad. El trabajo en el laboratorio es fiable y preciso (Terreros y Novas, 2003).

Se entiende por prueba de esfuerzo progresiva, aquella que se realiza en varias etapas que determina las respuestas fisiológicas de una persona a las diferentes intensidades del ejercicio y/o la capacidad aeróbica máxima de una persona (Howley y Franks, 1996).

Actualmente la concentración de ácido láctico en la sangre es muy utilizado como señal en la valoración funcional en esfuerzo ya que se considera que guarda una relación con el nivel metabólico del ejercicio. El ión lactato en la sangre aumenta de forma exponencial al aumentar la potencia del ejercicio desarrollado. Se recomienda que la toma se realice del lóbulo de la oreja eliminando cuidadosamente el sudor de la zona para evitar una contaminación de la muestra y alterar la señal de medida. Se analizara a través del método electroenzimático (Terreros y Novas, 2003).

Para la preparación de una prueba de esfuerzo se siguen las recomendaciones señaladas por el American Collage of Sports Medicine (1999) como lo son: 24 horas de reposo antes de la prueba, no haber ingerido alimentos, alcohol, productos con cafeína o tabaco por lo menos 3 horas antes de efectuar la prueba y ropa adecuada para el ejercicio, así como otras consideraciones a evaluar (Howley y Franks, 1996).

EL EJERCICIO Y SU EFECTO SOBRE EL SISTEMA INMUNE

Existen un gran número de artículos que demuestran que el ejercicio tiene un efecto sobre el sistema inmune, se sabe que un ejercicio moderado tiene un efecto positivo y que a su vez un ejercicio agudo o intenso tiene cambios negativos. Estos resultados se han obtenido evaluando las cantidades de células blancas en sangre venosa periférica, cuantificando proteínas y anticuerpos en suero y en saliva, así como algunas citocinas en orina, entre otros; diferentes etapas del entrenamiento y/o antes de una competencia y al finalizar esta.

Los diferentes tipos de entrenamiento son importantes debido a que cada uno de estos trabaja a diferentes intensidades y su efecto sobre el sistema inmune puede ser variado.

A continuación se hace una revisión de los resultados que se han tenido hasta la fecha en base a la forma de evaluación realizada, es decir, el efecto de la actividad física sobre puntos determinantes del sistema inmune.

El ejercicio y la población de linfocitos.

El incremento en la concentración de linfocitos durante un periodo ejercicio, se debe al reclutamiento de todas las subpoblaciones de linfocitos como los son: las células T CD4+, células T CD8+, células B CD19+, células NK CD16+ y células NK CD56+. Durante el ejercicio la relación CD4-CD8 disminuye, reflejando un gran incremento en linfocitos CD8+ que en los CD4+. Por el contrario, se ha observado que la concentración de linfocitos cae dramáticamente, después del trabajo físico de larga duración (Pedersen y Hoffman, 2000; Pedersen y Toft, 2000; Eskola, Ruuskanen, Soppi, Viljanen, Jarvinen, Toivonen y Kouvalainen, 1978).

Durante el entrenamiento de alto rendimiento, está bien documentado que existe un incremento en los linfocitos durante la actividad física, seguida por una súbita caída o linfocitopenia durante la fase de recuperación, este efecto es reportado principalmente para las subpoblaciones de CD3+, CD4+, CD8+ y CD56+ (Simpson, Florid-James y Guy, 2006). Este efecto se ve más marcado sobre las subpoblaciones de linfocitos CD8+ y CD56+ (Simpson, Florid-James y Guy, 2006; Gannon, Rhind, Shek y Shephard, 2001; Nieman, Simandle, Henson, Warren, Suttles, Davis, Buckley, Ahle, Butterworth y Fagoaga, 1995).

El aumento inicial del número de linfocitos en respuesta al ejercicio es un reflejo de la movilización celular desde órganos linfoides periféricos, lo cual puede ser medido por el incremento en los niveles de catecolaminas (Simpson, Florid-

James y Guy, 2006; Gabriel y Kindermann, 1998; Hay y Andrade, 1998). Sin embargo la disminución de linfocitos durante el proceso de recuperación posterior a la realización de un ejercicio exhaustivo, se cree sea debido a la movilización de dichas células hacia otros compartimientos del cuerpo. Esta movilización es dependiente de la expresión de moléculas de activación y adhesión sobre la superficie celular de los linfocitos, para su reconocimiento y unión a las células endoteliales, facilitando la extravasación y subsecuente migración de células dentro de los tejidos u órganos linfoides. Moléculas CD54, CD53, L-selectina CD62L, β_2 integrinas CD18 han sido implicadas en estos procesos (Simpson, Florid-James y Guy, 2006; Hong, Johnson, Farag, Guy, Matthews, Ziegler y Mills, 2005; Shephard, 2003; Nielsen y Lyberg, 2004).

Otro proceso por el cual pasan los linfocitos es la senescencia o envejecimiento celular, en donde una consecuencia es el acortamiento de los telómeros de los cromosomas como respuesta a una repetida estimulación antigénica, o una exposición excesiva al estrés oxidativo. La habilidad de los linfocitos T para expandirse clonalmente, montar un efecto antitumoral efectivo y la capacidad de formar memoria en respuesta a una estimulación antigénica, es fundamental para la respuesta inmune adaptativa. En los linfocitos T replicativos ocurre senescencia cuando las células entran en excesivas rondas de división celular, resultando en una progresiva erosión de los telómeros en los cromosomas (Simpson, Florida, Cosgrove, Whyte, Macrae, Pircher y Guy, 2007)

Los linfocitos T senescentes son funcionalmente comprometidos, pueden no entrar en el ciclo de división celular y están asociados con la disfunción del sistema inmune asociada a la edad. Se ha observado que durante un entrenamiento ocurre una movilización de linfocitos CD4+ y CD8+ que no expresan CD28, el cual es un importante coestimulador molecular para la activación y proliferación de células nuevas. Es importante mencionar que un marcador de células T senescentes es el receptor de superficie celular KLRG1.

En base a esto se ha reportado que las células mononucleares CD4+ y CD8+ en el torrente sanguíneo después del ejercicio agudo, presentan los telómeros acortados, es decir, con fenotipo senescente, en comparación con las células antes del ejercicio (Simpson, Florida, Cosgrove, Whyte, Macrae, Pircher y Guy, 2007; Brenchley, Karandikar, Betts, Ambrozac, Hill, Crotty, Casezza, Kuruppu, Migueles, Connors, Roederer, Douck y Koup, 2003; Bruunsgaard, Jensen, Schjerling, Halkjaer-Kristensen, Ogawa, Skinhoj y Pedersen, 1999). Esto sugiere que los linfocitos T contenidos en el tejido linfoide periférico, son movilizados por el ejercicio, semejante a una etapa avanzada de senescencia biológica y con capacidad reducida para la expansión clonal, en comparación con los linfocitos residentes (Simpson, Florida, Cosgrove, Whyte, Macrae, Pircher y Guy, 2007; Drela, Kozdron y Szczypiorski, 2004).

Se ha reportado que el ejercicio exhaustivo suprime temporalmente la inmunidad mediada por células reduciendo la respuesta *in vitro* de la mitogénesis de las células T y B, reduciendo el ratio CD4:CD8 (células cooperadoras y supresoras), reduciendo la actividad celular de las NK y la función de los linfocitos. Este efecto persiste durante la fase de descanso posterior al ejercicio. También se compromete la inmunidad humoral observándose la reducción de inmunoglobulinas en suero, la secreción de IgA en saliva y en el conteo total de linfocitos (Ames, 1989).

El ejercicio y la población de células NK

Las células NK son linfocitos granulares grandes con citotoxicidad natural, representan un componente de la inmunidad innata que pueden destruir células infectadas por virus y células tumorales sin una sensibilización previa. Estas células presentan la coexpresión de Fc γ receptor III (CD16) y una isoforma de la molécula de adhesión celular neural humana (CD56) cuya función sobre las NK es desconocida (Cooper, Fehniger y Caligiuri, 2001). El fenotipo tradicional de células NK circulantes humanas es CD3-CD16+CD56+. Las

células CD3CD56^{dim} con expresión de niveles altos de CD16, son más citotóxicas que CD3CD56^{brighth} que tiene baja expresión de CD16 (Cooper, Fehniger y Caligiuri, 2001).

Las células NK son rápidamente movilizadas a la circulación periférica como una respuesta al ejercicio agudo, y estos niveles tienden a regresar a los valores de pre-ejercicio o incluso por debajo de estos después de las dos horas de haber terminado el ejercicio. Se menciona también que las células NK que se infiltran a la sangre periférica son las más citotóxicas (CD3CD56^{dim}). Alternativamente la salida de células de la circulación puede significar que se están moviendo a zonas donde son necesitadas para su efecto inmune o inflamatorio (Timmons y Cieslak, 2008; Targan, Britvan y Dorey, 1981).

El ejercicio y la población de granulocitos

En un estudio que se realizó con jugadores de fútbol, se observó que en su plan de entrenamiento, existe periodos de alto nivel de estrés físico durante una sesión de juego, posterior a este existe un periodo de recuperación antes de iniciar el periodo de entrenamiento previo al siguiente juego. En esta investigación se estudiaron a 10 jugadores profesionales de fútbol extrayendo sangre periférica, al terminar la sesión de juego, al terminar la sesión de recuperación y al terminar la sesión de entrenamiento previa al siguiente juego, observando una leucocitosis debido al incremento en el conteo de granulocitos y monocitos, durante fase de recuperación, mientras que los linfocitos fueron en decremento (Reinke, Karhausen, Doehner, Taylor, Hottenrott, Duda, Reinke, Volk, y Anker, 2009).

Se ha propuesto que los cambios en la función inmune pueden ser utilizado como un marcador precautorio cuando el ejercicio empieza a ser excesivo, además se ha mencionado que la depresión del sistema inmune ocasionado por

el ejercicio agudo, llevan al cuerpo a tener un estado más susceptible para infecciones (López, 1995).

La mujer deportista y la respuesta inmune

La mayoría de los datos que se tienen, en el ámbito deportivo, es en base a los resultados de hombres jóvenes, sin embargo al entrenar a una mujer se hace en base a los principios básicos que se obtuvieron de los hombres (Guyton y Hall, 2000).

Durante la realización de un ejercicio físico, la presencia y fluctuaciones en las hormonas sexuales es importante para la regulación de utilización de sustrato, fatiga muscular, regulación de la temperatura corporal y la regulación endócrina. En los últimos años se ha considerado que el ejercicio influye sobre la función inmune, pero ha quedado exento el género y las fluctuaciones hormonales como otro factor de la respuesta inmune. Son pocos los estudios relacionados en esta área.

Se conoce que las hormonas sexuales están relacionadas con el sistema inmune bajo condiciones sin ejercicio, por ejemplo la mujer tiende a tener mayor respuesta de inmunización, concentraciones más altas en suero de algunas inmunoglobulinas, un número absoluto más grande de linfocitos T cooperadores y una regulación diferencial de producción de citocinas (Michels y Rogers, 1971; Giron, Moral, Elvira, García-Gil, Guerrero, Gavilán y Escobar, 2000).

Se han realizado estudios en los que se ha visto que el género presenta variaciones en la concentración de linfocitos NK así como de la IL-6 durante la realización de un ejercicio extenuante en adolescentes y mujeres que usan anticonceptivos orales, por lo que concluyen que es importante controlar el género y el uso de anticonceptivos orales durante un estudio de la evaluación

del ejercicio e inmunología (Timmons, Hamadeh, Devries y Tarnopolsky, 2005; Timmons, Tarnopolsky y Bar-Or, 2006).

Ejercicio y afecciones de la salud.

La mayoría de los reportes que se tienen con respecto a las enfermedades que se contraen mediante esta disminución de la respuesta inmune producida por un entrenamiento intenso o después de una competencia, se encuentran relacionadas a infecciones tracto respiratorio superior, como el resfriado común por mencionar alguno, aun y cuando las posibilidades pueden ser muchas desde problemas gastrointestinales, urinarios, de la piel, etc. También se menciona que el periodo de más vulnerabilidad de contraer enfermedades es durante entrenamientos exhaustivos así como también de 1 a 2 semanas seguidas a un una actividad física muy fuerte como puede ser la que se logra en un maratón o eventos similares. Esto se explica ya que seguido a un actividad física extenuante y prolongada algunos componentes del sistema inmune son suprimidos por algunas horas, por lo cual se puede manejar como el efecto de “ventana abierta” creando una vulnerabilidad a la infección de microorganismos generadores de enfermedades de 1 a 9 horas seguidas a un prolongado ejercicio muy fuerte (Nieman, 1997; Weidner y Sevier, 1996).

CONCLUSIÓN

El ejercicio físico de alta intensidad afecta de manera negativa sobre la respuesta inmune de una persona, influyendo directamente sobre el porcentaje de células como los linfocitos T NK e interleucinas, ambos de la inmunidad innata y así como sobre la inmunidad humoral evaluada mediante linfocitos T, Infocitos B e inmunoglobulinas. A lo largo del tiempo se han realizado evaluaciones de la respuesta inmune observando una caída de esta, posterior al ejercicio físico de alta intensidad o extenuante, también se ha observado una recuperación de estas condiciones en un periodo de entre 24 a 48 horas, por lo

que nos hace pensar que dentro de este periodo, la persona está muy susceptible a contraer enfermedades de tipo infecciosas que ocasionarían una disminución del rendimiento físico. Al realizar un plan de entrenamiento es necesario que se tomen en cuenta estos resultados que se reportan, ya que podría perjudicar un entrenamiento o algún torneo llegando a producir en estado de vulnerabilidad a contraer alguna enfermedad infecciosa lo que ocasionaría una baja del rendimiento del atleta. También es importante hacer énfasis en el hecho de que los reportes que se tienen hasta la fecha nos dejan incógnitas como los efectos de los diferentes metabolismos energéticos que se manejan dentro de los entrenamientos y disciplinas deportivas, haciendo una diferencia clara entre el metabolismo anaeróbico y aeróbico; hacer un comparativo global entre las diferentes disciplinas deportivas; discernir entre los efectos de las hormonas sexuales evaluando la respuesta inmune entre atletas femeninos y masculinos en diferentes edades; así como con respecto al tiempo de recuperación necesario en base al análisis comparativo con otras técnicas de evaluación del rendimiento físico como lo es el lactato y la frecuencia cardiaca dentro del entrenamiento y competencias de las diferentes disciplinas deportivas. Todos estos son temas que a lo largo del tiempo se irán abordando para aumentar nuestro conocimiento acerca de la relación que existe entre la respuesta inmune y el ejercicio.

REFERENCIAS

- ABBAS, A. Y LICHTMAN A. (2004). *Inmunología Celular y Molecular 5ª edición*. España: Elsevier S.A.
- AGUILAR-LONDOÑO C, ZULUAGA-ZAPATA N, PATIÑO-GRAJALES, CABALLO-GARCÍA D., (2006). Ejercicio y Sistema Inmune. *IATREIA*, 19, 189-198.
- AMES, A. (1989). Chemistry of marathon running. *J Clin Pathol*, 42, 1121-1125.

BOMPA, T. (2003). *PERIODIZACION Teoría y Metodología del Entrenamiento*. España: Editorial Hispano Europea S.A.

BRENCHLEY, J., KARANDIKAR, N., BETTS, M., AMBROZAC, D., HILL, B., CROTTY, L., CASEZZA, J., KURUPPU, J., MIGUELES, S., CONNORS, M., ROEDERER, M., DOUCK, D. Y KOUP, R. (2003). Expression of CD57 defines replicative senescence and antigen-induced apoptotic death of CD8+ T cells. *Blood*, 101, 2711-2720.

BRUUNSGAAD, H., GALBO, H., HALKJAER-KRISTENSEN, J., JOHANSEN, T., MACLEAN, D. Y PEDERSEN, B. (1997). Exercise-induced increase in serum interleukin-6 in humans is related to muscle damage. *Journal of Physiology*, 3, 833-841.

BRUUNSGAARD, H., JENSEN, M., SCHJERLING, P., HALKJAER-KRISTENSEN, J., OGAWA, K., SKINHOJ, P. Y PEDERSEN, B. (1999). Exercise induces recruitment of lymphocytes with an activated phenotype and short telomeres in young and elderly humans. *Life Sci*, 65, 2623-2633.

COOPER, M.A., FEHNIGER, T.A. Y CALIGIURI, M.A. (2001). The biology of human natural killer cell subsets. *Trends Immunol*, 22, 633-640.

DRELA, N., KOZDRON, E. Y SZCZYPIORSKI, P. (2004). Moderate exercise may attenuate some aspects of immunosenescence. *BMC Geriatrics*, 4, 1-7.

DVORKIN, M. Y CARDINALI, D. (2003). *Bases Fisiológicas de la Práctica Médica 13ª edición*. Argentina: Editorial Médica Panamericana S.A.

ESKOLA, J., RUUSKANEN, O., SOPPI, E., VILJANEN, K., JARVINEN, M., TOIVONEN, H, Y KOUVALAINEN, K. (1978). Effect of Sport stress on lymphocyte transformation and antibody formation. *Clin exp Immunol*, 32, 339-345.

- ESPOSITO, K., NAPPO, F., MARFELLA, R., GIUGLIANO, G., GIUGLIANO, F., CIOTOLA M. (2002). Inflammatory cytokine concentrations are acutely increased by hyperglycemia in humans: role of oxidative stress. *Circulation*, 106, 2067-2072.
- GABRIEL, H.H. Y KINDERMANN, W. (1998). Adhesion molecules during immune response to exercise. *Can J Physiol Pharmacol*, 76, 512–523.
- GANNON, G.A., RHIND, S.G., SHEK, P.N. Y SHEPHARD R.J. (2001). Differential cell adhesion molecule expression and lymphocyte mobilization during prolonged aerobic exercise. *Eur J Appl Physiol*, 84, 272–282.
- GIRON, J., MORAL, F., ELVIRA, J., GARCÍA-GIL, D., GUERRERO, F., GAVILÁN, I. Y ESCOBAR, L. (2000). Consistent production of a higher TH1:TH2 cytokine ratio by stimulated T cells in men compared with women. *Eur J Endocrinol*, 143, 31-36.
- GUYTON, A. Y HALL, J. (2000). *Tratado de fisiología Médica 9ª edición*. México: Interamericana Mc Graw Hill.
- HAY, J.B. Y ANDRADE, W.N. (1998). Lymphocyte recirculation, exercise, and immune responses. *Can J Physiol Pharmacol*, 76, 490–496.
- HONG, S., JOHNSON, T.A., FARAG, N.H., GUY, H.J., MATTHEWS, S.C., ZIEGLER, M.G. Y MILLS, P.J. (2005) Attenuation of T lymphocyte demargination and adhesion molecule expression in response to moderate exercise in physically fit individuals. *J Appl Physiol*, 98, 1057–1063.
- HOWLEY, E. Y FRANKS, B. (1996). *Manual del técnico en salud y fitness*. España: Editorial Paidotribo.
- LÓPEZ, J. (1995). *Fisiología del ejercicio*. Madrid, España: Editorial médica panamericana, S. A.

MANUAL DEL AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (1999). *Manual para la valoración y prescripción del ejercicio*. España: Editorial Paidotribo.

MARTÍN, D., CARL, K. Y LEHNERTZ, K. (2001). *Manual de metodología del entrenamiento deportivo*. España: Editorial Paidotribo.

METRAL, G. (2000). *Sistemas Energéticos*. PubliCE Standard.

MICHELS, R. Y ROGERS, K. (1971). A sex difference in immunologic response. *Pediatrics*, 47, 120-123.

NIELSEN, H.G. Y LYBERG, T. (2004). Long-distance running modulates the expression of leucocyte and endothelial adhesion molecules. *Scand J Immunol*, 60, 356-362.

NIEMAN, D.C. (1995). Upper respiratory tract infections and exercise. *Thorax*, 50, 1229-1231.

NIEMAN, D.C. (1997). Risk of upper respiratory tract infection in athletes: an epidemiologic and immunologic perspective. *Journal of Athletic Training*, 32, 344-349.

NIEMAN, D.C., SIMANDLE, S., HENSON, D.A., WARREN, B.J., SUTTLES, J., DAVIS, J.M., BUCKLEY, K.S., AHLE, J.C., BUTTERWORTH, D.E., FAGOAGA, O.R. (1995). Lymphocyte proliferative response to 2.5 h of running. *Int J Sports Med*, 16, 404-409.

PEDERSEN, B. Y HOFFMAN-GOETZ, L. (2000). Exercise and the Immune System: Regulation, Integration and Adaptation. *Phys Rev*, 80, 1055-1080.

PEDERSEN, B. Y TOFT, A. (2000). Effects of exercise on lymphocytes and cytokines. *Br J Sports med*, 34, 246-251.

REINKE, S., KARHAUSEN, T., DOEHNER, W., TAYLOR, W., HOTTENROTT, K., DUDA, G., REINKE, P., VOLK, H. Y ANKER, S. (2009). The influence of recovery and training phases on body composition, peripheral

- vascular function and immune system of professional soccer players. *Plos One*, 4,1-7.
- SCHARHAG, J., MEYER, T., GABRIEL, H., SCHLICK, B., FRAUDE, O. Y KINDERMANN, W. (2005). Does prolonged cycling of moderate intensity affected immune cell function?. *Br J Sport Med*, 39, 171-177.
- SHEPHARD, R. Y SHEK, P. (1994). Potential impact of physical activity and sport on the immune system-a brief review. *Br J Sp Med*, 28(4), 247-255.
- SHEPHARD, R.J. (2003). Adhesion molecules, catecholamines and leucocyte redistribution during and following exercise. *Sports Med*, 33, 261–284.
- SIMPSON, R., FLORIDA-JAMES, G., COSGROVE, C., WHYTE, G., MACRAE, S., PIRCHER, H. Y GUY, K. (2007) High-intensity exercise elicits the mobilization of senescent T lymphocytes into the peripheral blood compartment in human subjects. *J Appl Physiol*, 103, 396-401.
- SIMPSON, R., FLORID-JAMES, G. Y GUY, K. (2006). The effects of intensive, moderate and downhill treadmill running on human blood lymphocytes expressing the adhesion/activation molecules CD54 (ICAM-1), CD18 (β_2 integrin) and CD53. *Eur J Appl Physiol*, 97, 109-121.
- SUZUKI, K., YAMADA, M., KURAKAKE, S., OKAMURA, N., YAMAYA, K., LIU, Q. (2000) Circulating cytokines and hormones with immunosuppressive but neutrophil-priming potentials rise after endurance exercise in humans. *Eur J appl Physiol*, 81, 281-287.
- TARGAN, S., BRITVAN, L. Y DOREY, F. (1981). Activation of Human NKCC by moderate exercise: increased frequency of NK cells with enhanced capability of effector-target lytic interactions. *Clin exp Immunol*, 45, 352-360.
- TERREROS, J. Y NOVAS, F. (2003). *Valoración funcional. Aplicaciones al entrenamiento deportivo*. Madrid, España: Editorial Gymnos.

- TIMMONS, B., HAMADEH, M., DEVRIES, M. Y TARNOPOLSKY, M. (2005). Influence of gender, menstrual phase, and oral contraceptive use on immunological changes in response to prolonged cycling. *J Appl Physiol*, 99, 979-985.
- TIMMONS, B., TARNOPOLSKY, M. Y BAR-OR, O. (2006). Sex based effects on the distribution of NK cells subsets in response to exercise and carbohydrate intake in adolescents. *J Appl Physiol*, 100, 1513-1519.
- TIMMONS, B.W. Y CIESLAK, T. (2008). Human Natural Killer cells subsets and acute exercise. A brief review. *Exerc Immunol Rev*, 14, 8-23.
- WEIDNER, T.G. Y SEVIER, T.L. (1996). Sport, exercise, and the common cold. *Journal of Athletic Training*, 31, 156-159.

SPORTS AND THE SOCIAL MOBILITY OF WOMEN

Claudia Benavides Espinoza

Facultad de Organización Deportiva

Universidad Autónoma de Nuevo León

RESUMEN

El estudio de la movilidad social a través del deporte ha mostrado resultados contradictorios. Así que la pregunta sigue sin ser contestada, hay una relación entre el deporte y la movilidad social de manera directa o mediante la educación? En el caso de atletas hombres, los pocos que logran llegar al deporte profesional consiguen, al menos temporalmente, movilidad social ascendente. Para las mujeres atletas la historia es diferente. Muchas ven la participación deportiva como un medio para expandir sus oportunidades de educación superior. Padres, maestros, consejeros, y en algunas ocasiones compañeros alientan a atletas a cursar educación superior, tal vez por la oportunidad de obtener becas en universidades grandes que valoren sus programas atléticos. La asociación con compañeros con deseos de conseguir una educación superior es beneficiosa para el estudiante atleta. Esto, debido a la influencia positiva que puede tener el asociarse con un grupo con altas aspiraciones educativas. La adquisición de un grado universitario es una contribución importante a los esfuerzos individuales para obtener movilidad social. Se discuten direcciones para investigaciones futuras.

Palabras clave: estudiante-atleta, movilidad social.

INTRODUCTION

The study of social mobility through sports has shown contradictory results. One side of the dichotomy has shown a positive relationship between sports and social

mobility. Sack and Thiel (1979)'s case study of Notre Dame football players, for example, found that first teamers have higher salaries than second teamers and reserves. Also, they found stellar players to be overrepresented in top management positions in their organization. Furthermore, other studies have strong relationships between sport and educational orientations. For example, Picou and Curry (1974) found black athletes had higher educational aspirations than their non-athlete counterparts.

On the other hand, there are studies documenting a negative relationship between the sport and social mobility constructs. Shulman and Bowen (2001), demonstrate a negative relationship between sports and academic performance. Also, Guest and Schneider (2003) found participation in sports is detrimental to social mobility for those participants who started off in the upper-class social strata. However, given the baseline of this particular segment of their sample, the detrimental effects of sport on social mobility in this case could be due to regression towards the mean. Lastly, Eitzen (1999) points out that although the number of black athletes who attain upward social mobility seems astronomic, they represent a minimal proportion of the population.

Therefore, the question remains. Is there a relationship between sports and social mobility, either directly or through education? We know the very few athletes that get to play in professional leagues attain social mobility. However, it is only the case for male athletes, and it lasts only as long as their career lasts. However, society keeps selling the idea that sport is a feasible avenue for upward social mobility attainment.

A possible reason for the emphasis on sports performance in American society is the education system. Many female athletes view participation in athletics as a means to expand their college education opportunities (Downing, 2000).

Furthermore, sport participation is positively associated with persistence in school, and aspirations regarding education (Guest & Schneider, 2003; Picou & Curry, 1974).

The purpose of this paper is the creation of a conceptual model of sport participation and the social mobility of women. Based on the work by Picou and Curry (1974), mediating and moderating variables have been identified. The model is explained in detail in the next section, and illustrated in Figure 1.

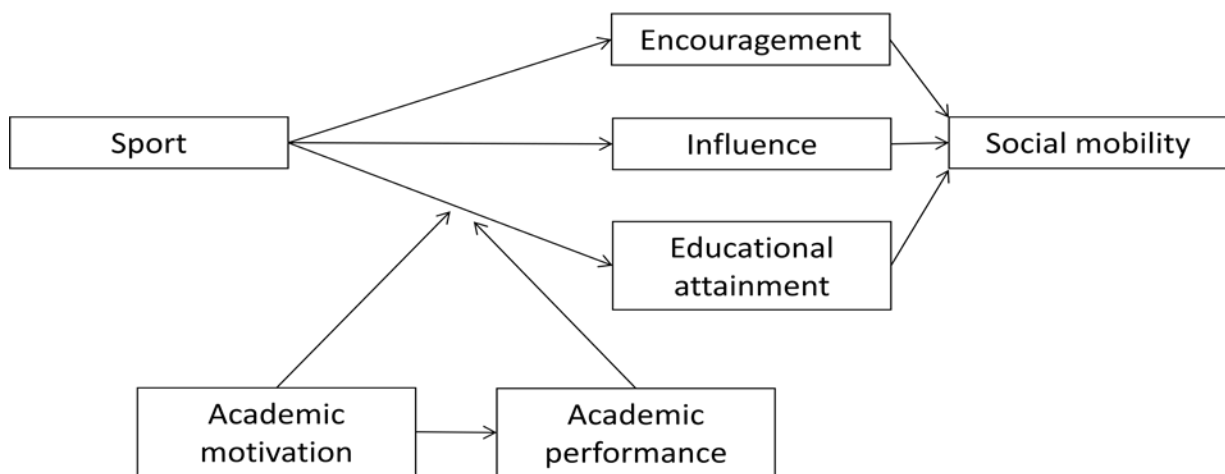


Figure 1. Sport Participation and the Social Mobility of Women Model

SPORT PARTICIPATION AND THE SOCIAL MOBILITY OF WOMEN MODEL

Basically, the model depicts sports as a source of upward social mobility of women. Variables identified from the literature as possible mediators of the sport - social mobility relationship are: encouragement, influence, and educational attainment (Picou & Curry, 1974). Also, two variables identified as possible mediators between one of the mediating variables, academic attainment, and the final outcome, social mobility, are academic motivation and academic performance.

Sport participation

Sport is commonly defined as physical activity practiced in a formal setting, governed by rules, with the purpose of competition. Many schools use their athletic success as an added value to their academic reputation, placing a lot of emphasis on athletic programs (Ferris, Fisher, & McDonald, 2004). This, represents for many an opportunity to attend to school that they may not have otherwise (Picou & Curry, 1974).

In the United States, the governing body for college sports is the National College Athletic Association. Keeping in mind the relatively small proportion of athletes that succeed in professional sports (Eitzen, 1999), the NCAA cares for the student-athletes welfare and their academic performance. One of their basic premises is “when the athlete can no longer play, the student can still succeed (NCAA webpage).” Thus, participation in college athletics provides, now more than ever, a feasible avenue for achieving a quality education, and with it, social mobility.

Mediating variables

A mediator is a variable accounting for the relation between two variables (Baron & Kenny, 1986). In the model proposed in this paper, the variables encouragement, influence, and educational attainment act as mediators of the relationship between sports participation and upward social mobility. The mediator variables are explained in detail next.

Encouragement. According to some of the previous literature, student athletes receive encouragement to attend and complete college from their parents, teachers, and counselors (Picou & Curry, 1974). One of the reasons parents, teachers, and counselors encourage student athletes to pursue higher education may be the possibility those students have to obtain scholarships, given the value that many major universities place in their athletic program (Ferris et al., 2004). Such

encouragement may be one of the determinant variables influencing social mobility.

For example, Rehberg and Schafer (1968) found that students that participate in athletics in high-school expect to enroll in college in greater proportions than those students that did not participated in high-school athletics. In another study, it was found that even high-school student-athletes that were not predisposed to go to college received more interpersonal encouragement and guidance from teachers and counselors (Schafer & Rehberg, 1970). In this study predisposition to go to college was determined by social class origins and grade point average, and those not student-athletes considered nor predisposed had a lower class social origin, as well as low grade point average (Schafer & Rehberg, 1970).

Thus, the teenager's athletic performance while in high-school is recognized by parents, teachers, and counselors. These people may also recognize the student-athlete has an opportunity to get a higher education at a reduced or no cost, and encourage them to pursue a college career. In conclusion, the encouragement to go to college that the athletes receive from their parents, teachers, and counselors may be a variable playing a key role in their further social mobility.

Influence. It is well documented in the literature that peers are a powerful influence among adolescents (Wood, Read, Mitchell, & Brand, 2004). The literature indicates that peers can be the influence that elicits positive and negative behaviors (Picou, & Curry, 1974; Wood et al., 2004). In the case of influence college attendance, peers influence could be another determinant factor; hence, improving the opportunity of social mobility attainment.

Examples of peer influenced behavior range from alcohol use and abuse, to more positive behaviors such as college attendance. For instance, Wood et al. (2004) found a significant association between peer influence and alcohol involvement on

a study of recent high school graduates. Regarding college attendance, the literature shows that student athletes associate with peers that plan to attend college, and benefit from those associations (Picou & Curry, 1974).

In summary, we know peers influence adolescents and young adults' behaviors. Such influences can be positive, like association with a crew that will attend college (Picou & Curry, 1974), or negative, such as alcohol consumption (Wood et al., 2004). In the case of student-athletes and social mobility, peers have been found to have a positive influence on the athlete's college aspirations; ultimately, impacting mobility (Picou & Curry, 1974).

Educational attainment. Research in sport and social mobility indicates participation in sports has a positive effect on higher education aspirations (Fijgin, 2001; Guest & Schneider, 2003; Picou & Curry, 1974). When it comes to female athletes, they see sports as a vehicle to expand their educational possibilities (Downing, 2000). Thus, the model presented in this paper proposes educational attainment as a mediator of the sport – social mobility relationship.

Examples of the literature on educational aspirations include the work by Picou and Curry (1974), and more recently Fijgin (2001). Picou and Curry (1974) analyzed a sample of high school students, and their results reveal high correlations between athletic success and educational aspirations for Black student-athletes. In more recent studies Fijgin (2001) found students that played competitive sports in high school had superior educational aspirations. More importantly, she indicates this aspirations' enhancement may be due to the human capital such students developed through their athletic participation (Fijgin, 2001).

In conclusion, the acquisition of a college degree is an important contribution to an individual's efforts to attain social mobility. With the encouragement and influence

athletes get from parents, teachers, counselors, and peers their educational aspirations increase. As intentions to engage in a behavior are a great predictor of the likelihood of actually carrying out the intended behavior (Sewell, Haller, & Ohlendorf, 1970), it is very likely these student athletes with high educational aspirations will attend college. And in the end, their college degree will help them move upward in social rank.

Moderating variables

Moderators are variables affecting the strength of relationships among other variables (Baron & Kenny, 1986). In this case, the relationship considered is that between sport and social mobility, through the attainment of education. The variables identified in the literature that can act like moderators -academic performance and academic motivation- are discussed next.

Academic motivation. The demands placed on the athletes to keep their athletic performance at an elite level are high (Sack & Thiel, 1979). This makes the athletic/academic balance a true struggle for the student-athlete, requiring a keen amount of motivation. Research shows athletes often lack the motivation in the classroom that they display on the play field (Simmons, Van Rheenen, & Covington, 1999).

Simmons et al. (1999) found high profile athletes focus on their athletic endeavors more than they do on academics. This is understandable, as athletic performance gives them a celebrity status (Sack & Thiel, 1979). Furthermore, the pressure of representing their school (Ferris et al., 2004) may have a greater motivational value for the student-athletes than does their academic excellence.

However, the lack of academic motivation can considerably hurt their academic performance, as well as their academic attainments. If a student-athlete does not

graduate this may considerably hinder their opportunity to move upwards socially. Hence, motivation is an important moderating variable to consider in this model.

Academic performance. The literature on academic performance, as measured by grade point average, shows confounding results. On one hand, athletic participation on high school has been shown to have a positive relationship with academic performance (Fejgin, 2001; Guest & Schmeider, 2003; Picou & Curry, 1974; Schafer & Armer, 1968). On the other hand, additional studies analyzing high-school student-athletes indicate basketball and football players are generally less prepared for college (Maloney & McCormick, 2001; Rishe, 2003). Also, research on college students points to college student-athletes have been found to have lower grade point averages than do their non-athlete counterparts (Shulman & Bowen, 2001).

The highly commercialized way college athletics are handled nowadays may have an impact on the relationship between participation in college athletics and the student-athletes performance in academics (Sack & Thiel, 1979). With the large demands placed on athletes to perform in sports, their performance in the classroom will more likely suffer (Sack & Thiel, 1979). This may affect not only their eligibility to play, but also their possibilities for graduating.

Ultimately, if the student athlete does not graduate, this will very likely hamper their opportunities for upward social mobility. Academic performance will mediate the relationship between sport and academic attainment, which consequently, according to the proposed model, moderates the relationship between sport and social mobility.

Social mobility

Social mobility has gained ground as an area of sociological research since its beginning as a line of inquiry in the 1970 (Goldthorpe, 1987). In the sports domain, it is a common societal belief that sports' participation, especially in those disciplines with professional leagues in America, is the way to go if you are to move vertically in the social class hierarchy (Sack & Thiel, 1979). However, as mentioned earlier, the findings on the sport – social/class mobility literature are contradictory.

For purposes of this model and consistent with some of the existent literature, social mobility is defined as the gap between the student-athletes current social status, and that of their parents (Picou & Curry, 1974). Social status has been operationally defined as a compound of several variables, such as income and education, among others (Hollingshead two-factor ISP and Duncan SEI; Picou & Curry, 1974). So, I propose social mobility be measured by comparing the scores on those variables between former athletes with that of their parents, similarly to Picou and Curry (1974) in their study of high school athletes.

Control variable

Major. It is common knowledge that even with a college degree, income varies by profession. According to the U.S. census bureau, the median earnings of year-round full-time workers (50 weeks or more, 35 hours a week) vary considerable according to their occupation. For example, their 2000 census data indicates an engineering manager median income is near \$81,000; whereas the median income of a marketing and convention planner is near \$36,500 (U.S. census bureau webpage).

As many student-athletes in college struggle to maintain their eligibility (Ferris et al., 2004), they chose less demanding majors (Eitzen, 1999). This decision may negatively affect their future social mobility opportunities. In observance of this

fact, the proposed model suggests to use the major they chose as a control variable in the study of social mobility through sports.

CONCLUSIONS

The purpose of this paper was to present a conceptual model of sport participation and the social mobility of women. Basically, the model depicts sports as a source of upward social mobility of women. Variables identified from the literature as possible mediators of the sport - social mobility relationship are: encouragement, influence, and educational attainment (Picou & Curry, 1974). Also, two variables identified as possible mediators between one of the mediating variables, academic attainment, and the final outcome, social mobility, are academic motivation as well as academic performance.

The premise of the model is participation in college athletics provides a feasible avenue for achieving a quality education, and with it, social mobility. The encouragement to go to college that athletes receive from their parents, teachers, and counselors may play a major role in their further social mobility. This encouragement may result from the recognition that the student-athlete has an opportunity to get a higher education at a reduced or no cost. Also, the weight of peer influence has to be considered. In the case of student-athletes, their peers have a positive influence on the athlete's college aspirations (Picou & Curry, 1974). Finally, the acquisition of a college degree is an important contribution to an individual's efforts to attain social mobility, because a college degree may help them move upward in social rank. However, educational attainments through sports do not happen in a vacuum. The motivation and academic performance highly influence the likelihood of graduating. Finally, controlling for the major the athletes graduated from is suggested, as there are differences between salaries according to profession.

Studies on sport and social mobility have generally been conducted with samples of high-school male athletes and non-athletes (i.e. Picou & Curry, 1974), as well as men former students (i.e. Sack & Thiel, 1979). In consequence, the spatial boundaries of the postulates and theories are constricted. Further research should seek to expand such boundaries, maybe by studying a sample of female former athletes, given that the settings of women sports are quite different to those of male sports (especially revenue sports).

Furthermore, the research analyzing high school studies uses education and mobility expectations as a measure of social mobility (Picou & Curry, 1974). The measurement of this variable, although accurate, could be improved by measuring actual mobility. Thus, a future research alternative is tracking down former students and former student-athletes (as done by Sack and Thiel, 1979) to be able to measure social mobility by comparing their current social status with that of their parents when the students initially attended college.

Finally, the studies conducted with former student athletes are not only scarce, but highly under-theorized. Further research endeavors may contribute to knowledge by bringing in existing theories from other fields that may help better explain the relationship between sport and social mobility. Another alternative would be start building our own theories by using this and similar models to explain such relationship.

REFERENCES

- DOWNING, J. D. (2000, August). *Hoop dreams and life schemes: Women, sport, and social mobility*. Paper presented at the 95th annual meeting of the American Sociological Association, Washington, D. C.
- EITZEN, D. S. (1999). *Fair and Foul: Beyond the myths and paradoxes of sport*. Lanham, MD: Rowman & Lattfield.
- FEJGIN, N. (2001). Participation in high-school competitive sports: A subversion of school mission or contribution to academic goals. In A. Yiannakis & M. J. Melnick (Eds.) *Contemporary Issues in Sociology of Sport* (95-107). Champaign, IL: Human Kinetics.
- FERRIS, E., FISHER, M., & MCDONALD, D. (2004). Academic fit of student-athletes: An analysis of NCAA division I-A graduation rates. *Research in Higher Education*, 45, 555-575.
- GOLDTHORPE, J. H. (1987). *Social Mobility and Class Structure in Modern Britain*. Oxford, NY: Clarendon Press.
- GUEST, A., & SCHNEIDER, B. (2003). Adolescent's extracurricular participation in context: The mediating effects of schools, communities, and identity. *Sociology of Education*, 76(2), 89-109.
- MALONEY, M. T., & MCCORMICK, R. E. (2001). An Examination of the role that intercollegiate athletic participation plays in academic achievement: Athletes' feats in the classroom. *The Journal of Social Resources*, 29, 555-570.
- NATIONAL COLLEGE ATHLETIC ASSOCIATION. (n.d.). Academics and athletes. Retrieved May 7, 2008, from <http://www.ncaa.org/wps/>

- PICOU, J. S., & CURRY, E. W. (1974). Athletic success as a facilitator of adolescents' mobility orientations: A Black-White comparison. *Paper presented at the Southern Sociological Society Annual Meeting* (Atlanta, Georgia, April 1974).
- REHBERG, R. A., & SCHAFER, W. E. (1968). Participation in interscholastic athletics and college expectations. *American Journal of Sociology*, 63, 732-740.
- SACK, A. L., & THIEL, R. (1979). College football and social mobility: A case study of Notre Dame football players. *Sociology of Education*, 52, 60-66.
- SCHAFER, W. E., & ARMER, J. J. (1968). Athletes are not inferior students. *Transaction*, 5, 21-26.
- SCHAFER, W. E., & REHBERG, R. A. (1970). Athletic participation, college aspirations and college enrollment. *Pacific Sociological Review*, 13, 182-186.
- SEWELL, W. H., HALLER, A. O., & OHLENDORF, G. W. (1970). The educational and early occupational attainment process: Replications and revisions. *American Sociological Review*, 34, 82-92.
- SIMONS, H. D., VAN RHEENEN, D., & COVINGTON, M. V. (1999). Academic motivation and the student athlete. *Journal of College Student Personnel*, 40, 151-162.
- SHULMAN, J. L., & BOWEN, W. G. (2001) *The game of life: College sports and educational values*. Princeton, NJ: Princeton University Press
- U.S. CENSUS BUREAU. (2000). Earnings by occupation and education. Retrieved May 7, 2008, from <http://www.census.gov/hhes/www/income/earnings/call2usboth.html>
- WOOD, M. D., READ, P. R., MITCHELL, R. E., & BRAND, N. H. (2004). Do parents still matter? Parent and peer influences on alcohol involvement among recent high school graduates. *Psychology of Addictive Behaviors*, 18(1), 19-30.

®Revista de Ciencias del Ejercicio FOD
Revista semestral
Boletín de suscripción 2010-2011

Favor de enviar vía fax, correo postal o e-mail el boletín de suscripción debidamente llenado y la ficha de depósito a:

®REVISTA DE CIENCIAS DEL EJERCICIO FOD
 Av. Universidad s/n
 Cd. Universitaria
 San Nicolás de los Garza
 C.P. 66451, Nuevo León
 México
 Fax. (+52 81) 83708003
 E-mail: jlopezw@hotmail.com

PRECIOS PARA LA SUSCRIPCIÓN	Ordinaria	Estudiantes*
Número suelto (indicar vol. y núm)	\$100.00 MN	\$60.00 MN
Suscripción anual (2 números)	\$180.00 MN	\$90.00 MN

*Adjuntar justificante de matrícula (inscripción)
 *Se deben añadir \$100.00 MN por cada número, si se ha de enviar al extranjero (fuera de México)

Nombre
 Institución
 Dirección
 Estado o Provincia Código Postal País
 Teléfono Fax E-mail:

FORMAS DE PAGO

Efectivo
 Transferencia bancaria
 Depositar en BANREGIO, cuenta de cheques #**004-02318-001-0**, a nombre de: ®Revista de Ciencias del Ejercicio FOD o pago interbancario a la misma cuenta con **CLABE INTERBANCARIA: 05858-00402-31800-103**, Sucursal Anahuac, Plaza San Nicolás, Dirección: Av. Universidad #405, Col. Roble, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, CP 66450, México.

EDITORES EJECUTIVOS

Dra. Jeanette M. López Walle. México
MC. Mireya Medina Villanueva. México

EDITORES ASOCIADOS

MC Jaime Segura Gómez. México
C. Dr. Marco Antonio Garrido Salazar. México
C. Dr. José Alberto Pérez García. México

EDITORES POR ÁREAS

Medicina

Dr. Pedro G. Morales Corral. México
Dr. José Díaz Cisneros. México
Dr. Francisco García Ucha. Cuba
Dr. Eloy Cárdenas Estrada. México
Dr. Antonio Rivera Cisneros. México
Dr. Juan López Taylor. México

Actividad Física y Salud

Dr. Paulino Padial Puche. España
Dr. Maurice Pieron. Bélgica
Dra. Guillermina de León Fierro. México
Dra. Blanca Rangel Colmenero. México

Psicología

Dr. Miguel López Torres. México
Dra. Imelda Alcalá Sánchez. México
Dra. Isabel Balaguer Sola. España
†Dr. Michael Mahoney. E. U.A. (*en memoria*)
Dr. Alexandre García Mas. España
Dr. Pedro Almeida. Portugal

Administración, Gestión y Derecho

Dr. Luis Marín Hita. España
Dra. Rosa Elena Medina Rodríguez. México
Dra. Claudia Benavides Espinoza. México

Educación Física

Dr. Oswaldo Ceballos Gurrola. México
C. Dr. Tulio Guterman. Argentina
C. Dr. José L. Tristán Rodríguez. México

Sociología

Dr. Francisco Ruíz Juan. España
C. Dr. Jorge I. Zamarripa Rivera. México

Entrenamiento Deportivo

Dr. Rodolfo Luquín Pulido. México
Dr. Alejandro Legaz Arrese. España
Dr. Fernando Ochoa Ahmed. México
Dr. Alberto Garrido Esquivel. México.

Para enviar correspondencia:
Send editorial correspondence to:
Facultad de Organización Deportiva
Cd. Universitaria , C.P. 66451
San Nicolás de los Garza, Nuevo León
México
Tels.: (+52 81) 83524218. 83769484
Fax (+52 81) 83522356
E-mail: jlopezw@hotmail.com
www.fod-uanl.org.mx/ www.uanl.mx/facs/fod

DERECHOS RESERVADOS © 2009