

INVESTIGACIÓN ORIGINAL

Discriminación auditiva, exploración visual y desarrollo del esquema corporal y espacial en tenistas y no practicantes de deporte

Auditory discrimination, visual scanning, space and body schemes development in tennis players and non-athletes subjects

Karim Alvis-Gómez MSc¹ • Andrea Pulzara-Tiara²

Recibido: 30/01/2013 / Aceptado: 14/10/2013

¹ Grupo de Investigación en Análisis Mecánico y Neuromecánico del Movimiento Corporal Humano. Departamento del Movimiento Corporal Humano, Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

² Grupo de Investigación en Análisis Mecánico y Neuromecánico del Movimiento Corporal Humano. Departamento del Movimiento Corporal Humano, Universidad Nacional de Colombia.

Correspondencia: kmalvisg@unal.edu.co

| Resumen |

Antecedentes. El movimiento corporal humano depende de la generación de modelos internos de cuerpo y espacio, así como de sus interacciones con todos los insumos aloecéntricos, propiocéntricos y geocéntricos que los determinan.

Objetivo. Describir comparativamente la exploración visual, discriminación auditiva, esquema corporal y esquema espacial en un grupo de deportistas tenistas de alto rendimiento y otro de sujetos no deportistas.

Materiales y métodos. Investigación descriptiva comparativa de dos grupos (tenistas y no deportistas), diseño transversal, en el cual se realizó la evaluación de las condiciones de la exploración visual, discriminación auditiva, esquema corporal y espacial en un grupo de tenistas y uno de individuos que no practicaban regularmente un deporte con edades entre los 14 y los 18 años.

Resultados. A pesar de que ambos grupos obtuvieron resultados que pueden considerarse normales, en algunos ítems del esquema corporal tales como ubicación espacial (diferencia de 10%), continuidad del trazo (14% de diferencia), anatomía (4% de diferencia), el desempeño del grupo de deportistas fue superior al de no deportistas; igual sucede en relación al esquema espacial, en el cual los deportistas tuvieron desempeño superior comparado con los no deportistas que estuvo en rango normales o buenos.

Conclusión. El desarrollo de la capacidad visoespacial y de discriminación auditiva, en especial de la profundidad, y los grados de exploración del campo visual proporcionan a los deportistas regulares una noción de orientación espacial más precisa. El nivel de entrenamiento deportivo en campo y los resultados deportivos obtenidos pueden relacionarse con respuestas más favorables.

Palabras clave: Imagen Corporal, Percepción Espacial, Tenis, Fisioterapia (DeCS).

Alvis-Gómez K, Pulzara-Tiara A. Discriminación auditiva, exploración visual y desarrollo del esquema corporal y espacial en tenistas y no practicantes de deporte. Rev. Fac. Med. 2013;61:395-403.

Summary

Background. The understanding of corporal movement as a product of complex relationships requires an approach to body and space internal models and their interactions with allocentric, geocentric and propiocentric inputs.

Objective. To describe the comparative visual scanning, auditory discrimination, body and spatial schemes in a group of high performance tennis players and in a group of non-athletes.

Materials and methods. Comparative descriptive study of two groups (tennis players and non-athletes), with a crossover design, in which were evaluated the conditions of visual scanning, auditory discrimination, body and spatial schemes. The subjects were ranged between 14-18 years of age.

Results. It is found that although both groups scored could be considered normal, in some items of body schema, such as spatial location (a difference of 10%), stroke continuity (14% difference), anatomy (4% difference) performance of athletes was higher than non-athletes. The same happens in relation to spatial scheme, in which the ability and development of auditory discrimination, specially the spatial depth perception and the degree of visual scanning of the space, athletes had superior performance compared to that of non-athletes who were in normal range or good.

Conclusion. There is a higher visuospatial, with better orientation in the space and a better and more precise body scheme in the athletes group. Added to this, the training sports level and sports performance, may be related to visual and auditory function and its relation to internal models.

Key words: Body Image, Space Perception, Tennis, Physical Therapy Specialty (MeSH).

Alvis-Gómez K, Pulzara-Tiara A. Auditory discrimination, visual scanning, space and body schemes development in tennis players and non-athletes subjects Rev. Fac. Med. 2013;61:395-403.

Introducción

El término “esquema corporal”, introducido por Bonnier en 1893, fue la base sobre la cual fisiólogos y psicólogos buscaron un modelo relacionado con la percepción de estructura y de adaptación espacial en los seres humanos. A partir de estos esfuerzos se introduce la teoría de Head, en donde se define el esquema corporal como la imagen tridimensional que todo mundo tiene de sí mismo (1).

Le Boulch define el esquema corporal como “la intuición global o conocimiento inmediato de nuestro cuerpo, sea en estado de reposo o en movimiento, en función de la interrelación de sus partes y sobre todo de su relación con el espacio y los objetos”; también afirma que una buena integración del esquema corporal condiciona directamente la adaptación del sujeto en el tiempo y en el espacio, contribuyendo a la disposición corporal más adecuada para la realización de diferentes actividades, esto implica contar con la percepción y el control del propio cuerpo, un equilibrio postural económico, una lateralidad bien definida, la independencia de los segmentos en relación al tronco y unos en relación a otros, y el control y equilibrio de las pulsiones

o inhibiciones estrechamente asociadas al esquema corporal. Inversamente, un esquema corporal mal definido incluye un déficit en la relación sujeto-mundo exterior representado ya sea en un insuficiencia de la estructuración espacio-temporal (plano de la percepción), torpeza, incoordinación, malas actitudes (plano de la motricidad) o inseguridad en las relaciones (plano de la relación con el otro) (2).

Se destaca la importancia del medio en el que se llevan a cabo los desplazamientos que realiza el individuo con la estructuración del esquema corporal y el esquema espacial. Este medio está delimitado por sucesos y sujetos, en donde cada individuo organiza una ordenación de sus percepciones (por ejemplo las cinéticas, táctiles, visuales y auditivas) en función de las vinculaciones que mantiene con dicho medio, reportándole un continuo feed-back (3). El desarrollo de actividades para el conocimiento espacial pretende potenciar en el individuo la capacidad de reconocimiento del espacio que ocupa su cuerpo y dentro del cual es capaz de orientarse (3).

Este reconocimiento del espacio, requiere la participación del sistema visual y de la participación en diversas actividades, las cuales desarrollan su capacidad de adaptarse a los cambios del entorno, siendo la visión un medio de retroalimentación e información externa, que genera la capacidad de anticiparse a los diferentes eventos del ambiente (4).

A partir de esta interacción con el mundo externo, se construyen en la memoria modelos mentales internos, los cuales contienen información de todos los aspectos con los cuales el individuo interactúa. La construcción de este modelo puede ser innata o adquirida y da lugar a la capacidad de anticipación o predicción respecto de la acción antes de su cumplimiento. El modelo interno tiene lugar gracias a un proceso de aprendizaje que puede ser modificado por la interacción, la memoria, las condiciones externas e internas con el fin de realizar la decisión más adecuada (5).

Se ha manejado la hipótesis de que en el cerebro se construye un modelo interno del mundo exterior y que, cuando se presenta algún tipo de supresión de la percepción, se genera una caracterización errónea en torno a las propiedades del espacio, debido a la representación obtenida a partir de cada uno de los diferentes sistemas sensoriales, dentro de los cuales la visión desempeña un papel fundamental (6).

Baures discute sobre la importancia de los modelos internos para el control de la “intercepción” del comportamiento, entendida esta como la manera como el cuerpo responde ante la presencia de objetos durante un movimiento esencialmente rápido; a su vez, la reacción no solo depende de la estimulación sensorial, sino también del uso del cerebro para generar el modelo mental interno de la dinámica de los objetos del entorno, modelo que puede ser adquirido por la enseñanza o de manera innata (7).

En cuanto a la relación auditivo-espacial, en el caso de pacientes con deficiencia auditiva, se ha observado que esta se ve ligada a la necesidad de utilizar otros medios para interactuar con el ambiente con mayor facilidad, observándose las consecuencias a nivel perceptivo en la experiencia sensorial con alteraciones en su función. En el caso del déficit auditivo, se presenta un incremento en el uso del lenguaje visual (8).

Así, la relación entre espacio y audición sugiere que la ubicación espacial, a partir de la percepción de sonidos, permite determinar la distancia relativa de los objetos en el espacio. Esta condición de percepción y discriminación de distancias aumenta su precisión a partir de la audición, que a la vez permite seleccionar una sola fuente de sonido dentro de un bloque de múltiples sonidos (9). Al evaluar la precisión en la captura de los efectos a distancia, en ausencia de información visual, se encontró, a través de detalladas mediciones acústicas de los estímulos, que la audición contribuye de manera adicional a la visión, tanto en sentido negativo como positivo, en la percepción de las distancias (10).

De igual forma, en pacientes con negligencia auditiva, Soroker y cols., demostraron que el vendaje en los ojos mejora la capacidad de los pacientes de localizar correctamente los estímulos sonoros, lo cual sugiere que la visión (incluyendo los movimientos de la cabeza y el glóbulo ocular) puede exacerbar los síntomas de "abandono" en diferentes sistemas sensoriales, así como en las imágenes mentales. Se debe tener en cuenta que la captura visual es un fenómeno de gran importancia en la percepción de la ubicación espacial de un objeto, lo cual influye en la localización de un objeto a partir de percepciones auditivas relacionadas (11).

Otro aspecto relevante en la percepción espacial es la atención. La atención puede ser capturada por estímulos visuales o auditivos, incluso cuando los acontecimientos son irrelevantes para alguna tarea, lo que permite responder de forma más precisa y rápida a los eventos que ocurren en determinado lugar. La captura de la atención exógena puede estar de manifiesto al realizar movimientos oculares o de forma encubierta, sin hacer movimientos de los ojos (12). En la literatura existe una discusión acerca de los intermodales pre-escucha, en cuanto a si la captura de la atención visual por medio de sonido es un proceso totalmente automático. Estudios recientes muestran que, cuando la atención visual es endógena y centrada, el sonido capta la atención: Koelewijn y cols., investigaron la interacción exógena entre la percepción auditiva y visual, encontrando que cuando la validez de la señal visual se incrementó a 80% solo se observó la captura visual y no la auditiva y por otra parte, el alto valor predictivo de la señal auditiva no pudo evitar la captura visual. Estos resultados demuestran que la captura auditiva no se produce cuando compite con un evento visual predictivo y no es, por tanto, un proceso totalmente automático (12).

La integración sensorial u organización de sensaciones para su uso tiene lugar gracias a que el cerebro localiza, reparte y ordena sensaciones para que de manera organizada o integrada se utilice la información sensorial para formar percepciones, comportamientos y aprendizajes; de este modo, se entiende lo que sucede alrededor, lo que se necesita hacer y la manera de planear dichas acciones para responder a las demandas ambientales (13). Así, es posible comprender que los sentidos proporcionan toda la información acerca de las condiciones del ambiente alrededor y del propio cuerpo, siendo el cerebro quien recibe información desde todos aquellos sentidos de manera simultánea (visión, audición, noción de cuerpo y espacio), para procesarla y seleccionar los datos sensoriales relevantes que permitan generar respuestas apropiadas a una situación específica como el movimiento corporal (13).

La actividad motriz, integrada por elementos perceptivos, de ejecución, comunicativos, cognoscitivos, afectivos y relacionales, es estructurada no solo por los aspectos mecánicos, sino también por las interrelaciones sensoriales internas con relación a estímulos externos, de donde surgió el interés de determinar comparativamente cómo la discriminación auditiva, la exploración visual y el esquema corporal y espacial aparecen como grandes mecanismos que intervienen en el movimiento, en un grupo de tenistas y en un grupo de individuos no deportistas potencialmente sanos con edades comprendidas entre los 14 y los 18 años.

Materiales y métodos

Estudio descriptivo comparativo, en el cual se describe y analiza la condición de variables como la exploración visual, la discriminación auditiva, el esquema corporal y el esquema espacial en un grupo de tenistas y un grupo de individuos que no practican regularmente un deporte con edades entre 14 y 18 años. La investigación se llevó a cabo en dos grupos de estudio: uno de los grupos estuvo constituido por 4 individuos deportistas de alto rendimiento en tenis y el otro grupo por 4 individuos potencialmente sanos quienes no practicaban regularmente ningún deporte. Los sujetos fueron seleccionados por conveniencia, respondiendo a ciertos criterios de inclusión y exclusión.

El criterio para comparar el grupo de casos del grupo controles fue el deporte. Como criterios de inclusión se contaron para el grupo de deportistas que los sujetos fueran deportistas pertenecientes a la Liga de Tenis de Bogotá y tener mínimo un año de práctica deportiva de manera continuada; para el grupo de no deportistas, que fueran sujetos potencialmente sanos, que no practicaran regularmente ningún deporte; y, para ambos grupos, que fueran sujetos entre los 14 y 18 años de edad, además de

contar con autorización del padre o representante legal para la participación en el estudio y haber leído, comprendido y firmado el consentimiento informado.

Dentro de los criterios de exclusión se contempló que se tratara de sujetos que presentaran alteraciones visopereceptuales, visoespaciales, visomotoras o con algún tipo de agnosias visuales; sujetos con alteraciones de la conducta o alteraciones sensoriales en el sistema auditivo; sujetos que hubiesen registrado lesiones deportivas severas el último año o sujetos con desórdenes en el desarrollo del esquema espacial y corporal.

Una vez se obtuvo el consentimiento informado por parte de cada participante o su representante legal, se realizó la apertura de registro clínico y se hizo la evaluación de la función visoespacial a través de un examen de estereoscopia, con el fin de recoger información sobre visión tridimensional y percepción de profundidad de imagen y una prueba de campimetría cinética por medio del registro del movimiento ocular filmado con una cámara LifeCam cinema 7720pHD, conectada a un portátil de 13 pulgadas para registrar el movimiento ocular, con lo que se analizó el comportamiento bidimensional del globo ocular determinando los grados de desplazamiento ocular; para ello, se tomaron los dos lagrimales como punto anatómico de referencia, desde donde se trazó un plano cartesiano de referencia, en el que se pudo determinar el sentido y magnitud del desplazamiento ocular. Para determinar el grado de desplazamiento ocular en las tres dimensiones se utilizaron las bases de la geometría esférica aplicada a medidas angulares sobre el círculo máximo del globo ocular, de acuerdo a lo expuesto por Alvis y cols., (Figura 1) (14).

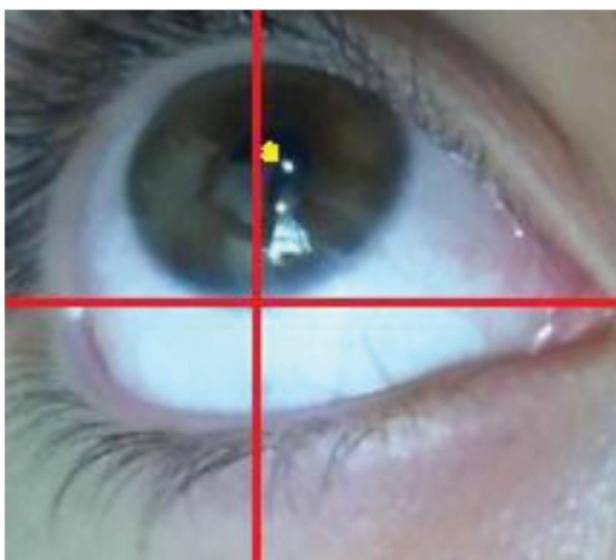


Figura 1. Puntos Anatómicos de Referencia para movimiento ocular. Fuente: autores.

La evaluación de la función auditivo-espacial se realizó por medio de exámenes de audiometría tonal y a través de la prueba de seguimiento auditivo-espacial (Evaluación Funcional Global, SAE-EFG) (15); el esquema corporal, se evaluó con el test del dibujo de las ocho hojas modificado por Alvis y cols., (TD3H) (16); el esquema espacial, se evaluó por medio de la Batería

Psicomotriz (BPM) propuesta por Vitor Da Fonseca en el Manual de Observación Psicomotriz (17) y se complementó con la aplicación del test de la Figura Compleja de Rey Osterrieth (18).

Resultados

Las personas evaluadas fueron en un 75% de género femenino y las edades oscilaron entre los 14 y los 18 años de edad, de donde se obtiene una media aritmética de 16,5 con una desviación media equivalente a 1,33 años. En el grupo de deportistas, el tiempo de entrenamiento tiene un intervalo de tiempo de 5 a 15 años, lo que los ubica en el rango necesario para ser considerados de alto rendimiento por parte de la Federación Internacional de Tenis (19). El tiempo dedicado a la práctica deportiva en promedio tuvo una intensidad horaria de 24,25 horas. A continuación se presenta el comportamiento de cada una de las variables observadas.

Función visual

Esteropsis (Tabla 1)

Tabla 1. Resultados de estereopsis.

AGUDEZA VISUAL					
GRUPO	Ojo Derecho	Ojo Izquierdo	Ambos Ojos	ESTEROPSIS	
DEPORTISTAS	Dep.1	1,0	1,0	1,2	27"
	Dep.2	1,0	1,0	1,2	27"
	Dep.3	0,9	0,9	1,2	27"
	Dep.4	1,0	1,0	1,2	27"
	Promedio	0,97	0,97	1,2	27"
NO DEPORTISTAS	ND1	0,8	1,0	1,2	27"
	ND2	1,0+	1,0+	1,2	1'43"
	ND3	0,9	1,0	1,2	27"
	ND4	0,8	1,0	1,0	3'
	Promedio	0,875	1,0	1,15	1'24"

El grupo de deportistas (0,97 para cada ojo) y de no deportistas (0,87 para el ojo izquierdo y 1,0 para el ojo derecho) presentaron agudeza visual en niveles de normalidad. Para el caso de la evaluación de ambos ojos simultáneamente se obtuvieron puntajes de 1,2 (máximo valor) para el grupo de deportistas y 1,15 para el grupo de no deportistas, significando normalidad visual a nivel binocular. Con base en estos datos, es posible afirmar que el grupo de no deportistas presenta, en promedio, un menor desempeño en visión estereoscópica (nivel de desarrollo de visión tridimensional) que el grupo de deportistas, sin que los resultados arrojen condiciones de anormalidad. Por otro lado, el grupo de deportistas obtuvo el máximo puntaje ante el test de estereoscopia (27") y de agudeza visual para ambos ojos (1,2) lo cual indicó una excelente visión a nivel binocular y, por ende, a nivel tridimensional, ya que producían la sensación de estar percibiendo una sola imagen en tres dimensiones cuando esta

era procesada por el cerebro, puesto que los campos de visión se mantuvieron superpuestos para obtener ese efecto.

Prueba de seguimiento visual (Tabla 2)

Tabla 2. Prueba de seguimiento visual.

Campo Visual	Valor Esperado	Deportistas		No deportistas	
		OD	OI	OD	OI
Temporal	90	106,5	115,3	64,9	78
Nasal	50 – 60 °	73,9	76,9	55,5	52
Superior	50	83,3	78,0	53,6	51
Inferior	65 – 70	39,1	37,7	28	32

En todos los campos visuales, los sujetos deportistas superaron en grados no únicamente al grupo de sujetos no deportistas, sino también los valores normales de campimetría (a excepción del campo inferior). Los resultados entre ojo izquierdo y derecho muestran diferencias pequeñas en cada campo evaluado en los sujetos deportistas, pero en los sujetos no deportistas la diferencia del promedio entre ambos ojos es más alta, lo cual fue más notorio a nivel del campo temporal, puesto que el grupo de deportistas obtuvo una diferencia de 1° entre ambos ojos y el grupo de no deportistas resultó con una diferencia de 13°, siendo superior el resultado para el ojo izquierdo.

Función auditiva

Test de audiometría tonal (Tabla 3)

Tabla 3. Resultados audiometrías.

	OTOSCOPIA		DX AUDIOLÓGICO
	Oído Derecho	Oído Izquierdo	
Deportista1	Normal	Normal	Sensibilidad auditiva periférica normal bilateral
Deportista2	Normal	Normal	Sensibilidad auditiva periférica normal bilateral
Deportista3	Tapón de Cerumen	Tapón de Cerumen	Sensibilidad auditiva periférica normal bilateral
Deportista4	Normal	Normal	Sensibilidad auditiva periférica normal bilateral
Promedio	Normal	Normal	Sensibilidad auditiva periférica normal bilateral
NDep1	Normal	Normal	Sensibilidad auditiva periférica normal bilateral
NDep2	Normal	Normal	Sensibilidad auditiva periférica normal bilateral
NDep3	Normal	Normal	Sensibilidad auditiva periférica normal bilateral
NDep4	Normal	Normal	Sensibilidad auditiva periférica normal bilateral
Promedio	Normal	Normal	Sensibilidad auditiva periférica normal bilateral

En la tabla 3 se observa que ambos grupos presentan normalidad auditiva en ambos oídos y que el diagnóstico auditivo es igual para todos, sensibilidad auditiva periférica normal bilateral.

Prueba de seguimiento auditivo-espacial (Tablas 4 y 5)

Tabla 4. Distribución de la población por seguimiento de fuente sonora.

GRUPO	OÍDOS	CALIFICACIÓN					
		Tonos Graves			Tonos Agudos		
		Ausente	Reconoce y no ubica	Reconoce y ubica	Ausente	Reconoce y no ubica	Reconoce y ubica
Dep	Ambos abiertos			4		1	3
	No dominante abierto		2	2		4	
	Dominante abierto		2	2		3	1
NDep	Ambos abiertos			4	2	2	
	No dominante abierto	4			4		
	Dominante abierto	4			4		

Tabla 5. Distribución de la población por identificación de fuente sonora.

GRUPO	OÍDOS	CALIFICACIÓN					
		Tonos Graves			Tonos Agudos		
		Ausente	Reconoce y no ubica	Reconoce y ubica	Ausente	Reconoce y no ubica	Reconoce y ubica
Dep	Ambos abiertos			4			4
	No dominante abierto	1	3		2	2	
	Dominante abierto		3	1		2	2
NDep	Ambos abiertos		2	2		3	1
	No dominante abierto	3	1		3	1	
	Dominante abierto		3	1	3	1	

El grupo de deportistas presentó adecuada capacidad para seguir la fuente sonora (reconocen y ubican la fuente sonora) la cual es mejor ante tonos graves que ante tonos agudos: la mayoría reconocía el sonido pero no exactamente el lugar de donde provenía. Para el caso de los sujetos no deportistas se observó que ante tonos graves, la respuesta binaural fue

normal (reconocieron y ubicaron la fuente sonora), pero en condiciones monoaurales estuvo ausente; ante tonos agudos su respuesta estuvo disminuida tanto en condiciones binaurales o monoaurales, los sujetos no reconocieron ni ubicaron los sonidos.

En el caso de seguimiento de la fuente sonora, las diferencias fueron menos evidentes que cuando se trató de ubicar la fuente sonora desde un punto estático, encontrándose que el grupo de no-deportistas tuvo mayor dificultad para la detección de la dirección y ubicación cuando se trataba de tonos agudos que el grupo de deportistas. El grupo de no deportistas presentó igual grado de dificultad tanto para tonos agudos como graves, ya que reconocían pero no ubicaban la fuente sonora. Esta respuesta disminuida fue más evidente en condiciones de evaluación monoaural que binaural.

Esquema corporal (Tabla 6)

Tabla 6. Promedio y rango de variables de TD3H.

VARIABLE	GRUPO CASOS		GRUPO CONTROL		POBLACIÓN TOTAL %
	%	Rango	%	Rango	
ANATOMÍA	89	63 – 89	85	80 – 96	82
UBICACIÓN ESPACIAL	86	75 – 100	76	66 – 87	81
POSICIÓN	89	77 – 100	90	86 – 95	89
CONTINUIDAD	70	33 – 100	56	25 – 100	63
FONDO	65	45 – 91	63	40 – 91	64
SIMETRÍA	78	62 – 100	81	62 – 81	79
TOTAL	77	72 – 84	75	66 – 83	76

Ninguno de los individuos analizados presentó dificultad ni incapacidad para la realización de la prueba, de acuerdo con su edad. El resultado total del test muestra que el grupo de deportistas obtuvo una puntuación final promedio de 77% versus a 75% del grupo de sujetos no deportistas, indicando que ambos grupos se encontraban en niveles similares de asimilación y noción de esquema corporal. Pese a la notable similitud en la puntuación final de ambos grupos, se observaron ciertas diferencias relevantes para el análisis cualitativo de los resultados. Se encontraron diferencias entre los dos grupos, especialmente a nivel de variables como: (a) ubicación espacial, siendo los deportistas quienes obtuvieron mayor puntaje (86%), con una diferencia de 10% con respecto a los no deportistas; (b) continuidad del trazo fue otra de las variables con mayor diferencia, con un 14% a favor de los deportistas, quienes obtuvieron 70% mientras los sujetos no deportistas obtuvieron apenas 56% en promedio; (c) variable de anatomía, en donde los deportistas superan en 4% a los no deportistas, con resultados de 89% y 85%, respectivamente.

A nivel de fondo, la diferencia entre grupos es apenas del 2%, es decir, que no presentaron ninguna diferencia relevante para el estudio. El puntaje de simetría manejada en los grupos tiene una diferencia de 3%, siendo en este caso el grupo de no deportistas el que obtuvo el puntaje más alto, con 81% versus un 78% por parte de los deportistas.

Esquema espacial

Figura compleja de Rey-Osterrieth (Tabla 7 y 8)

Tabla 7. Resultados copia-test figura compleja de Rey-Osterrieth.

	GRUPO CASOS					GRUPO CONTROLES				
	D1	D2	D3	D4	Promedio	C1	C2	C3	C4	Promedio
Evaluación numérica	34	34	33.5	36	34.37	35	35	34	36	35
Percentil evaluación numérica	75	75	65	100	78.75	90	90	75	100	88.75
Tiempo	3:58	6:02	6:45	2:51	4:54	4:00	2:49	2:05	2:00	2:41
Percentil tiempo	60	10	10	100	45	75	75	100	100	87.5
Tipo	I	I	I	I	I	III	I	III	II	II
Percentil tipo	75	100	100	100	93.75	25	100	25	25	43.75

Tabla 8. Resultados memoria-test figura compleja de Rey-Osterrieth.

	GRUPO CASOS					GRUPO CONTROLES				
	D1	D2	D3	D4	Promedio	C1	C2	C3	C4	Promedio
Evaluación numérica	25	27	26	25	25.75	29	27	21	17	23.5
Percentil evaluación numérica	60	75	65	60	65	80	75	50	24	57.25
Tiempo	4:33	6:41	5:10	3:15	5:31	2:30	2:20	1:55	2:05	2:20
Percentil tiempo	10	10	20	60	25	85	87	80	87	84.75
Tipo	II	I	I	I	I	III	I	II	II	II
Percentil tipo	25	100	100	100	81.25	25	100	25	25	43.75

En la prueba de imitación directa, los resultados para ambos grupos, en cuanto a tipo y puntos, estuvieron en el rango de percentiles superior y normal. En la prueba de memoria espacial, el desempeño fue mayor en los sujetos deportistas, encontrando que el grupo de no deportistas obtuvo bajos resultados en la evaluación numérica y el tipo de reproducción. Se encontró que el tiempo de duración de la prueba no tenía relación con la riqueza y exactitud del mismo.

Factor espacio-temporal de la batería psicomotriz de Vitor Da Fonseca (Tabla 9)

Tabla 9. Resultados factor espacio-temporal (BPM Vitor Da Fonseca).

FACTOR	GRUPO CASOS					GRUPO CONTROLES				
	D1	D2	D3	D4	PROMEDIO PERFIL	C1	C2	C3	C4	PROMEDIO PERFIL
Organización	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3.25
Estructura dinámica	4	4	4	4	4	4	2	4	3	3.25
Representación topográfica	3	4	4	4	3.75	4	3	4	4	3.75
Estructuración rítmica	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3
RESULTADO	3.75	4	4	4	3.93	3.75	2.75	3.5	3.25	3.31

En esta prueba, el grupo de deportistas se encontró en el perfil superior, mientras que el grupo de no deportistas estuvo más cercano a un tipo de perfil motriz bueno.

Discusión

Los resultados de este estudio muestran que el grupo de deportistas presentó características de tiempo de entrenamiento y horas de práctica semanal que, de acuerdo con los estándares de la Federación Internacional de Tenis, los ubican en un nivel de alto rendimiento. Lo anterior sugiere que sus habilidades motrices corresponden igualmente a un nivel superior, lo que los relaciona con una buena organización perceptiva y una estructuración recíproca de los datos del mundo exterior y de las informaciones del cuerpo propio.

Con relación a la función visual, es posible afirmar, con base en los resultados, que ambos grupos tienen resultados positivos en esta prueba, pero que el grupo de deportistas percibe con mayor eficiencia la imagen tridimensional. Igual resultado se obtiene en la prueba de campimetría, en donde se demuestra que el área total de visión es mucho mayor en deportistas que en no-deportistas; esto puede estar relacionado con los resultados obtenidos a nivel de estereoscopia. Las diferencias encontradas entre los dos grupos reflejan una actividad muscular más coordinada de los 12 músculos que mueven el ojo, facilitando esto la integración de la visión binocular. Estos resultados están de acuerdo con lo planteado por Borras, MR (20), Heinen y Vinken (21), y por Wade y Ono (22), quienes enfatizan en la importancia de la actividad muscular en la visión binocular.

Los dos grupos presentaron normalidad auditiva en ambos oídos y el diagnóstico auditivo fue igual para todos: sensibilidad auditiva periférica normal bilateral.

Las dificultades que tanto deportistas como no deportistas presentan en la identificación de la fuente sonora y en el seguimiento y discriminación auditiva, se pueden relacionar con las experiencias motrices a las cuales han estado expuestos los individuos durante su proceso de desarrollo y en los procesos de entrenamiento, que no facilitan la integración de los insumos auditivo-espaciales. Se debe reflexionar, entonces, sobre la importancia que la identificación de la ubicación y dirección de las fuentes sonoras tienen en la ejecución experta de un deporte como el tenis, donde la velocidad de reacción es de vital importancia en la eficiencia del gesto. Estudios como los realizados por Ley y cols., (23), Stevenson y cols., (24), Keough y cols., (25), enfatizan la relación entre la integración auditivo-espacial y el desempeño motor de los individuos, incluyendo la anticipación temporal de los movimientos contrarios y la distribución de cargas corporales. Así, la complementariedad de la parte visual y auditiva, en el desarrollo del modelo interno espacial y corporal, es algo que contribuye al mejor desempeño deportivo (20,21).

En las pruebas auditivo-espaciales se observó que muchos de los participantes de ambos grupos tuvieron dificultad para reconocer la ubicación de la fuente sonora en el plano vertical, pues la mayoría ubicó casi siempre el sonido en el plano horizontal, lo cual coincide con los estudios realizados por Moore y referenciados por Hug, en los cuales se afirma que el hombre es muy buen localizador en el plano horizontal, menos eficiente en el plano vertical y menos aún en relación a sus juicios sobre distancias (19).

Los resultados sobre el desarrollo del esquema corporal en los dos grupos coinciden con lo expresado por Le Bouch (2), ya que el desarrollo y la conciencia corporal se establecen después de los 11 a 12 años de edad, etapa en la cual el esquema corporal se hace fácilmente representativo, permitiendo realizar representaciones mentales del propio cuerpo dominando operaciones concretas, ya sea en posición estática o dinámica (23), correspondientes a las etapas étareas en las cuales se encuentra el grupo.

Las diferencias que se encuentran en algunos de los ítems evaluados en la prueba de esquema corporal, en los que se encuentra un mejor desempeño de los deportistas, revelan que en este grupo se encuentra más desarrollada la percepción del cuerpo como un todo (24). Sin embargo, se debe profundizar en la relación existente entre la percepción de profundidad y la práctica de un deporte como el tenis, ya que en este ítem no se encuentran diferencias, siendo la percepción de la profundidad uno de los elementos a desarrollar en la ejecución del gesto deportivo en el tenis, ya que el deportista requiere calcular con precisión las distancias y la profundidad, tanto para responder ante el contrincante, como para localizar eficientemente la bola.

En la percepción del espacio no se tiene evidencia de diferencia entre los dos grupos, lo que significa que, en relación con inteligencia, atención y velocidad de identificación de los elementos del espacio, no se encuentra una diferencia relevante que determine un mejor desempeño motriz en alguno de los dos grupos. En cambio, se presentan diferencias en la prueba de memoria del espacio, específicamente en lo relacionado con el nivel de evaluación numérica; lo anterior permite afirmar que el grupo de deportistas cuenta con mejor nivel de memoria visual que el grupo de sujetos no deportistas, presentando mejor capacidad de atención y coordinación perceptivo-motriz.

Estas diferencias se evidencian igualmente en la prueba de Da Fonseca, en la cual se encuentra que los deportistas pueden ser clasificados en un nivel superior, versus un nivel bueno para los no-deportistas. Se deben generar experiencias investigativas que permitan identificar si este desarrollo tiene o no algún nivel de asociación con el entrenamiento deportivo, ya que en el presente estudio, debido a la no aleatorización de la muestra y al pequeño tamaño de la misma, no se pueden identificar estas relaciones.

Conclusión

El grupo de sujetos no deportistas obtuvo como resultado un adecuado nivel de percepción de la profundidad y de campo visual, aunque en menor proporción que los deportistas. A nivel de esquema corporal, se presentaron resultados que indican madurez en el conocimiento de las partes de su cuerpo. No se obtuvo distorsión acentuada ni pérdida de la estructuración marcada en los grupos investigados, en cuanto al recuerdo inmediato y diferido a los tres minutos del diseño complejo de Rey-Osterrieth, lo cual da cuenta de que no existen dificultades con la noción de espacio. Debe verificarse si estas condiciones tienen alguna relación con el entrenamiento de los deportistas o no, para lo cual se hace necesario realizar investigaciones que permitan determinar los grados de asociación.

Conflicto de interés

Ninguno declarado por las autoras.

Financiación

Ninguna declarada por las autoras.

Agradecimientos

Las autoras agradecen a la Facultad de Medicina y al Departamento del Movimiento Corporal Humano de la

Universidad Nacional de Colombia, por el apoyo al desarrollo de la investigación. Así mismo, a la Liga Bogotana de Tenis, a sus directivas y a los deportistas y no deportistas que participaron en el estudio, por la confianza depositada en el grupo de investigación y por la valiosa colaboración y disponibilidad al facilitar tiempos y espacios personales e institucionales para la realización de este proyecto.

Referencias

1. **Aguado J.** *Cuerpo humano e imagen corporal: notas para una antropología de la corporeidad.* México: Universidad Nacional Autónoma de México; 2004.
2. **Le Boulch J.** *La educación por el movimiento en la edad escolar* Barcelona. Barcelona: Ed. Paidós; 1976.
3. **Vaca M, Salgado E.** Incidencia de un programa de actividades acuáticas en el desarrollo motor de los niños de 5 a 6 años del Colegio Nacional Academy de la Ciudad de Quito en el período 2005-2006 [Internet]; 2007 [acceso 2010 Mayo]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/2273>.
4. **Vernon D.** Can neurofeedback training enhance performance? An evaluation of the evidence with implications for future research. *Appl Psychophysiol Biofeedback.* 2005;30:347-64.
5. **Masao I.** Control of mental activities by internal models in the cerebellum. *Nat Rev Neurosci.* 2008;9:304-12.
6. **Knapen T, Kanai R, Brascamp J, Bostel VJ, Van ER.** Distance in feature space determines exclusivity in visual rivalry. *Vision Res.* 2007; 47:3269-75.
7. **Zago M, McIntyre J, Senot P, Lacquaniti F.** Visuo-motor coordination and internal models for object interception. *Exp Brain Res.* 2009;192: 571-604.
8. **Finney E, Dobkins K.** Visual contrast sensitivity in deaf versus hearing populations: exploring the perceptual consequences of auditory deprivation and experience with a visual language. *Cogn Brain Res.* 2001;(11):171-83.
9. **Zahorik P.** Estimating sound source distance with and without vision. *Optom Vis Sci.* 2001;78:270-5.
10. **Jancke L, Loose R, Lutz K, Specht K, Shah N.** Cortical activations during paced finger-tapping applying visual and auditory pacing stimuli. *Cogn Brain Res.* 2000;10:51-66.
11. **Soroker N, Calamaro N, Glicksohn J, Myslobodsky M.** Auditory inattention in right-hemisphere-damaged patients with and without visual neglect. *Neuropsychologia.* 1997;35:249-56.
12. **Koelewijn T, Bronkhorst A, Theeuwes J.** Competition between auditory and visual spatial cues during visual task performance. *Exp Brain Res.* 2009;195:593-602.
13. **Holmes N, Spence C.** The body schema and multisensory representation(s) of peripersonalspace. *Cogn Process.* 2004;5:94-105.
14. **Alvis K, Gómez S, Trujillo D.** Integración visual en el tratamiento fisioterapéutico de las alteraciones mecánicas de la marcha en la enfermedad de Parkinson. Trabajo de Grado para Optar al Título de Fisioterapeuta. Universidad Nacional

- de Colombia. 201. [Trabajo de Grado]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Departamento del Movimiento Corporal Humano; 2011.
15. **Alvis K.** Evaluación Funcional Global. [En prensa]; 2011; Bogotá.
16. **Alvis K, Alfaro A, Moreno A, Olivella I.** Función Visual y Esquema Corporal en Mujeres. Trabajo de Grado. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Movimiento Corporal Humano; 2011.
17. **Da Fonseca V.** Manual de Observación Psicomotriz España. Barcelona: Inde Publicaciones; 2008.
18. **Vidal N, Ibáñez I, Peña J.** Normalización del test de la figura compleja de Rey-Osterrieth en población española. [Tesis]. Barcelona: Universidad de Barcelona; 2000.
19. International Tennis Federation. Descripción del Nivel de Juego. [Internet]. Londres; 2001 [acceso 2012]. Disponible en: <http://www.tennisplayandstay.com/media/131814/131814.pdf>.
20. **Borras García M.** Visión binocular diagnóstico y tratamiento. Bogotá: Alfaomega; 2000.
21. **Heinen T, Vinken P.** Monocular and binocular vision in the performance of a complex skill. *J Sports Sci Med.* 2011;10:520-7.
22. **Wade N, Ono H.** Early studies of binocular and stereoscopic vision. *Japanese Psychological Research.* 2012;54(1):54-70.
23. **Ley I, Haggard P, Yarrow K.** Optimal Integration of Auditory and Vibrotactile Information for Judgements of Temporal Order. *J Exp Psychol Hum Percept Perform.* 2009;35:1005-19.
24. **Stevenson R, Krueger F. J, Barnett Z, Nidiffer AW.** Interactions between the spatial and temporal stimulus factors that influence multisensory integration in human performance. *Exp Brain Res.* 2012;219:121-37.
25. **Keough D, Hawco C, Jones J.** Auditory-motor adaptation to frequency-altered auditory feedback occurs when participants ignore feedback. *BMC Neurosci.* 2013;14(25).