

<https://doi.org/10.19052/svo.22.iss1.5143>

Artículo de revisión

El béisbol: un deporte exigente con la función visual

María Covadonga Vázquez-Sánchez

Universidad de Santiago de Compostela

Luz María Gigirey Prieto

Universidad de Santiago de Compostela

Citación recomendada: Vázquez-Sánchez MC y Gigirey Prieto LM. El béisbol: un deporte exigente con la función visual. *Cienc Tecnol Salud Vis Ocul.* 2024;22(1):e1528. DOI: <https://doi.org/10.19052/svo.22.iss1.5143>



EL BÉISBOL: UN DEPORTE EXIGENTE CON LA FUNCIÓN VISUAL

María Covadonga Vázquez-Sánchez* / Luz María Gigirey Prieto**

Recibido: 25 de febrero de 2024 **Aprobado:** 4 de abril de 2024 **Versión Online First:** 8 de agosto de 2024

Resumen

La visión deportiva es una disciplina optométrica emergente que busca mejorar la función visual para obtener más rendimiento. Las habilidades visuales relevantes durante la práctica deportiva dependen del tipo de disciplina y, en el caso de los juegos de equipo, también de la posición y tarea que desempeñe el atleta. El béisbol es una actividad física de acción rápida muy exigente a nivel visual. En este trabajo se ha realizado una revisión bibliográfica y análisis de los estudios que investigan aspectos importantes de la visión en la práctica del béisbol. La mayor parte de los estudios revisados se centran en el análisis de las habilidades visuales de los bateadores, al ser el bateo una tarea altamente exigente a nivel visual. Los resultados de las investigaciones muestran que los jugadores de béisbol tienen mejores habilidades visuales que la población no deportista, y siendo la agudeza visual dinámica, los movimientos oculares, la coordinación ojo-mano-cuerpo, el tiempo de respuesta y la anticipación entre las más importantes para un buen rendimiento visual de los atletas. Los estudios evidencian diferencias estadísticamente significativas en determinadas habilidades visuales en función del nivel del jugador y su posición de juego.

Palabras clave: béisbol, visión deportiva, habilidades visuales, función visual.

Abstract

Sports vision is an emerging optometric discipline that seeks to improve visual fusion to obtain better sport performance. The relevant visual skills during sport practice depend on the type of sport played and, in the case of team sports, also on the playing position and task performed. Baseball is a fast-action sport that is very visually demanding. In this work, a literature review and analysis of the studies that investigate important aspects of vision in baseball practice has been carried out. Most of the studies reviewed focus on the analysis of the visual skills of batters, as batting is a highly visually demanding task. The results of the research show that baseball players have better visual skills than the non-athlete population, with dynamic visual acuity, eye movements, eye-hand-body coordination, response time and anticipation being among the most important for a good visual performance of the athletes. Studies show significant differences in certain visual skills depending on athlete-level and/or their playing position.

Keywords: baseball, sports vision, visual skills, visual function.

* Universidad de Santiago de Compostela, Coruña, España. Correo electrónico:
mariacovadonga.vazquez@usc.es

** Universidad de Santiago de Compostela, Coruña, España.



Introducción

La práctica deportiva no es exclusiva de la edad, sexo, raza o situación económica. En 2020, un 54,8 % de la población española practicó algún tipo de deporte, con un promedio de 5,2 horas/semana (1). A su vez, los últimos datos del Anuario de Estadísticas Deportivas del Ministerio de Cultura y Deporte (2) revelan que existen 3 628 188 deportistas federados en España, de los cuales, 5795 pertenecen a la Real Federación Española de Beisbol y Sófbol.

Se ha evidenciado que la visión es el sentido dominante durante la práctica deportiva (3). La información visual que recibe el atleta es la señal que rige su respuesta muscular, por lo que, aunque las características físicas del atleta sean excelentes, estas no son suficientes para un óptimo rendimiento deportivo si no existe una correcta percepción y procesamiento de la información visual (4, 5).

En la literatura, la relación existente entre función visual y respuesta motora del atleta se representa a través de la pirámide de la visión deportiva (3, 6). Kirschen y Laby (3) afirman que para que esta se mantenga estable, cada uno de sus niveles debe estar apoyado en uno previo firme. Por tanto, para que la visión guíe a la respuesta motora del atleta de forma correcta debe existir un buen procesamiento e integración de la información visual, que dependerá de una correcta binocularidad, la cual tiene su base en una buena función visual monocular (7, 8).

Erickson (9) señala que diversas características visuales relacionadas con la actividad deportiva (discriminación de información visual en movimiento, distancia de visualización, velocidad de reconocimiento del objeto, duración de la tarea visual, demanda de atención a múltiples objetos, etc.) determinan las demandas visuales de la práctica deportiva. Cada deporte exige un grupo de habilidades visuales consideradas como más relevantes para obtener un buen rendimiento (10, 11). Los deportes muy dinámicos, especialmente los de equipo como el béisbol, son altamente exigentes en cuanto a número y calidad de habilidades visuales, pues los atletas responden a múltiples estímulos a la vez (7, 9).

Un equipo de béisbol consta de 9 jugadores que ocupan diferentes posiciones de juego: lanzador (*pitcher*), receptor (*cácher*), primera base, segunda base, tercera base, parador en corto y tres jardineros (izquierdo, central y derecho) (13). A nivel visual, los ángulos y las posiciones que ocuparán los jugadores serán los que condicionen el uso de cada una de sus habilidades visuales.

En el mundo del béisbol existe un creciente interés por potenciar aquellas habilidades que contribuyan al éxito deportivo, tanto en los jugadores profesionales como en los atletas que inician su carrera deportiva. Ello ha dado lugar a diversas investigaciones cuya finalidad es identificar indicadores que garanticen el éxito deportivo (14).

Las revisiones de Appelbaum y Erickson(15) y Laby *et al.* (16), reúnen evidencias de que gran parte de las funciones visuales pueden mejorarse siguiendo un entrenamiento visual adecuado y que dicha mejora puede repercutir en el rendimiento deportivo de los atletas. Los resultados hallados de que las habilidades visuales pueden favorecer el rendimiento en el terreno de juego han llevado a que estas empiecen a ser consideradas por los cazatalentos de béisbol a la hora de seleccionar jugadores (14, 17). El profesional en visión deportiva es el encargado de valorar y optimizar las habilidades visuales del atleta para el éxito deportivo, lo que exige conocer las demandas visuales específicas de cada deporte que condicionan su rendimiento (4).

Desde nuestro conocimiento, no existen publicaciones previas que hayan abordado la importancia del estado visual en la práctica del béisbol desde una perspectiva global. La mayor parte de los estudios se han centrado en el análisis de tareas visuales específicas o posiciones de juego concretas. En este estudio se realiza una revisión de la literatura que ha analizado la función visual en los jugadores de béisbol con el objetivo de determinar cuáles son las habilidades visuales más relevantes en la práctica de este deporte y si son superiores a las de la población general.



Metodología

En la búsqueda de información se han utilizado las bases electrónicas Embase, MEDLINE y Cochrane Library. La búsqueda de evidencias se llevó a cabo entre los meses de octubre de 2022 a junio de 2023. Se utilizó una estrategia de búsqueda amplia en el campo de visión deportiva y béisbol y se empleó una combinación de palabras clave que utilizan reglas lógicas booleanas (AND, OR...); “sports vision and baseball”, “visual perception and baseball”, “visual skills and baseball”, “vision training and baseball”, “refractive error and baseball”, “eye movements and baseball”, “hand-eye coordination and baseball”. El número de estudios identificados inicialmente fueron 385; 302 quedaron excluidos tras cribado del título, seleccionándose 93 para una lectura más exhaustiva de los resúmenes aplicando criterios de inclusión y exclusión. De estos se seleccionaron 69 para revisión del texto completo y de su bibliografía. Finalmente, se incluyeron un total de 45 artículos por su interés y relación con el tema del trabajo. Referencias adicionales han sido compiladas manualmente con el fin de incrementar la exhaustividad del resultado de la búsqueda (figura 1).

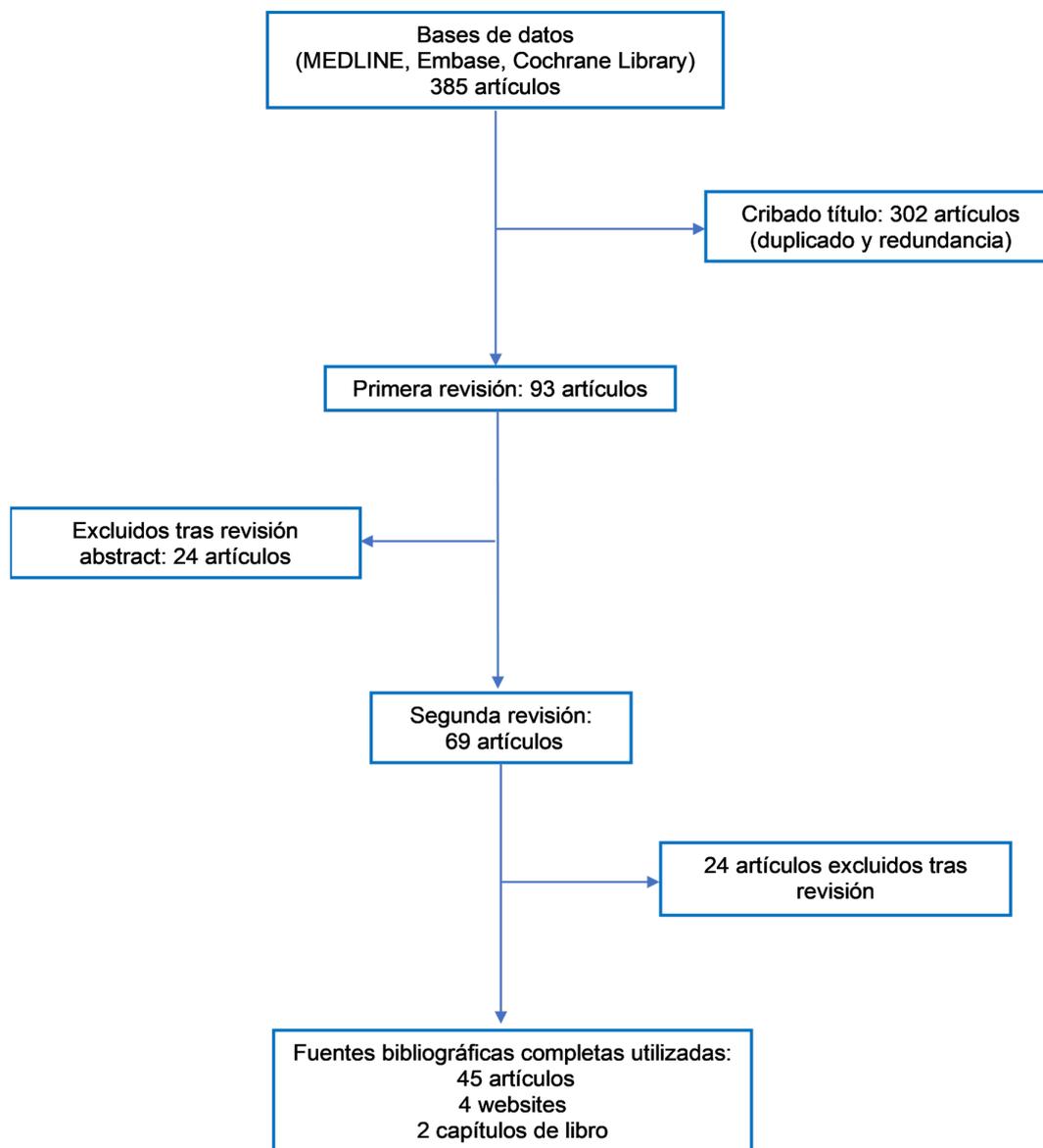


Figura 1. Diagrama de flujo de búsqueda de fuentes bibliográficas

Criterios de inclusión: Estudios que engloban población deportista, artículos con acceso al texto completo, artículos en idioma español, inglés o portugués.

Criterios de exclusión: Estudios que no engloban población deportista, artículos sin acceso al texto completo, estudios duplicados, artículos en idiomas que no sean español, inglés o portugués.

Resultados

El béisbol, como deporte dinámico y de pelota, precisa una alta demanda visual que exige respuestas motoras a estímulos cambiantes en un tiempo muy reducido. Para que estas respuestas sean eficaces, el deportista necesita contar con habilidades visuales óptimas. En la tabla 1 se recopilan los estudios incluidos en este trabajo que abordan habilidades visuales relevantes en la práctica del béisbol.

Agudeza visual

Los estudios consultados señalan que los jugadores de béisbol profesional presentan un nivel de visión notablemente superior al del resto de la población, con valores promedio de AV estática en torno a 20/12 y, en numerosos casos, cercanos al límite de la visión humana (18).

Una buena agudeza visual parece ser fundamental para ver con claridad la pelota durante el bateo, por lo que la presencia de errores de refracción puede condicionar el éxito del golpe. Varios autores han constatado que los jugadores profesionales presentan menor cantidad de aberraciones de bajo orden que la población general, y una cantidad no significativa desde un punto de vista clínico de aberraciones de alto orden (18, 19). A este respecto, Laby *et al.* (18) señalan que estos atletas pueden presentar errores de refracción esféricos con una magnitud promedio muy pequeña, pero que no tienen errores astigmáticos. Sin embargo, apuntan que, dada la importancia de la visión en la técnica del bateo, cualquier error de refracción que disminuya, aunque sea levemente la AV, puede condicionar el rendimiento del bateador. Además, estos autores han observado que el mismo error refractivo condiciona más la visión de estos deportistas que la visión de la población general.

Por otra parte, Klemish *et al.* (20) ponen de manifiesto el efecto posición de juego al comparar la AVE de lanzadores y bateadores profesionales. Los resultados de su investigación revelan que los bateadores presentan mejores valores de AVE que los lanzadores, hecho que atribuyen a una mayor experiencia. Además, indican diferencias significativas en esta habilidad visual entre jugadores profesionales y no profesionales.

Sin embargo, el béisbol es un deporte dinámico de pelota, por lo que la agudeza visual dinámica (AVD) resulta más relevante que la estática (AVE) y ha sido por ello más estudiada, a pesar de que un AVE deficiente repercuta en la AVD, la percepción de profundidad y la función acomodativa (21).

Varios autores han analizado la importancia de la AVD en la práctica del béisbol. Uchida *et al.* (22) estudiaron la relación entre esta habilidad visual y la función oculomotora, revelando que los jugadores de béisbol presentan una excelente AVD debido a su habilidad de seguimiento de objetos, cuando comparan la población general con un grupo de beisbolistas. Dado que las pelotas lanzadas por beisbolistas profesionales pueden alcanzar velocidades superiores a 150 km/h, es imposible fisiológicamente que el ojo humano pueda seguirlas todo el tiempo. Por esta razón, su mayor AVD se asocia con una latencia más corta y una mayor velocidad del movimiento ocular, dando como resultado un error retiniano más pequeño. Estos autores indican, además, que el uso de estímulos visuales en el



entrenamiento de los jugadores similares a los movimientos de la pelota en el campo de juego permitiría detectar si dicho entrenamiento contribuye a potenciar la AVD.

En la investigación de Palidis *et al.* (23) se examinó la relación entre la AVD, los movimientos de persecución y los movimientos sacádicos, y se halló que la AVD está condicionada por dos métricas del movimiento ocular: el error de posición mínimo (alinear correctamente la mirada con un objeto de interés en movimiento) y la frecuencia de movimientos sacádicos inversos. En el estudio se evidenció que los jugadores que intentaron igualar la velocidad de sus movimientos oculares con la velocidad del objetivo presentaron mayor error de posición mínimo, y aquellos que realizaron sacadas inversas tuvieron un retraso en el de inicio de los movimientos de seguimiento, mostrando en ambos casos peores valores de AVD.

De acuerdo con Laby *et al.* (24), batear la pelota es la tarea más complicada, pues el jugador debe extraer información sobre el ángulo de movimiento, la velocidad y el giro de la pelota que se desplaza, es decir, necesita una gran demanda de AVD. Aunque existen evidencias de que la veteranía del atleta se relaciona con la ADV, no se conoce la causa de dicha asociación. Estos autores apuntan que los bateadores se guían por la posición de los dedos del lanzador en relación con la costura de la bola para predecir el tipo de lanzamiento y su trayectoria, además tienen muy poco tiempo para identificar un objetivo que se ve a una gran distancia (60 pies), es muy pequeño y tiene bajo contraste. Por ello, consideran que se debería evaluar la AVD, la sensibilidad al contraste y el tiempo de presentación del estímulo.

Por otro lado, Hoshina *et al.* (25) examinaron la asociación entre AVD y la mano dominante en bateadores. Inicialmente, los autores pensaban que los bateadores diestros presentarían mejores valores de AVD en la dirección izquierda-derecha, y los zurdos en la dirección derecha-izquierda. Sin embargo, los resultados del estudio muestran niveles de AVD similares para ambos grupos, pudiendo deberse dicha igualdad a un efecto de práctica.

Tabla 1. Sumario de estudios sobre habilidades visuales relevantes en el béisbol



Estudio (año)	Muestra	Habilidad visual	Resultado
Krischen <i>et al.</i> (2010)	N = 162 (jugadores béisbol profesionales)	AAO	Ausencia de aberraciones alto orden clínicamente significativas en jugadores profesionales
Klemish <i>et al.</i> (2010)	N = 566 (jugadores béisbol profesionales y no profesionales)	AV	En profesionales, bateadores mejor nivel de AV que lanzadores Diferencias significativas de AV entre profesionales y no profesionales
Uchida <i>et al.</i> (2013)	N = 16 (jugadores béisbol universitarios y no deportistas)		Mejores niveles de AVD que la población no deportista La AVD se asocia con una mejor latencia y mayor velocidad de los movimientos oculares
Hoshina <i>et al.</i> (2013)	N = 102 (jugadores béisbol profesionales)		No diferencias significativas de AVE y AVD entre jugadores de distinto nivel No existe relación entre AVD y mano dominante del bateador
Laby <i>et al.</i> (2017)	N = 413 (jugadores béisbol profesionales)		Presencia de ER esféricos muy pequeños. No errores astigmáticos Menor presencia de ER que en población general
Palidis <i>et al.</i> (2017)	N = 23 (jugadores béisbol universitarios)		La AVD se relaciona con dos métricas de los movimientos oculares: error de posición mínimo y frecuencia de movimientos sacádicos sentido inverso
Laby <i>et al.</i> (2019)	N = 585 (jugadores béisbol profesionales)		Asociación positiva entre habilidades visuales y resultados en diferentes métricas del juego
Fooken <i>et al.</i> (2016)	N = 42 (jugadores béisbol universitarios)		Movimientos oculares
Fogt <i>et al.</i> (2020)	N = 2 (exjugadores béisbol)	Movimientos oculares verticales son muy limitados durante el bateo	
Liu <i>et al.</i> (2020)	N = 71 (jugadores béisbol profesionales)	El rendimiento de los bateadores se relaciona positivamente con movimientos de persecución rápidos y precisos Jugadores ligas superiores realizan movimientos oculares más eficaces Calidad de los movimientos oculares de seguimiento disminuyen con aumento de velocidad del objeto diana	
Tool <i>et al.</i> (2021)	Revisión	En el bateo están implicados movimientos oculares horizontales de seguimiento y sacadas anticipatorias Los primeros contribuyen a estimar la trayectoria de la pelota, cambios en su dirección y el tiempo que tardará en llegar Los errores de interceptación del objeto y los movimientos de persecución son menos frecuentes en jugadores profesionales Bateador casi no utiliza sistema vergencial	
Laby <i>et al.</i> (2021)	Revisión	Movimientos oculares de deportistas profesionales son más precisos y menos variables	
Yoshimura <i>et al.</i> (2021)	N = 34	Diferencias en la velocidad máxima de los distintos movimientos oculares	



	(jugadores béisbol universitarios)		Correlación positiva entre la velocidad máxima de los movimientos de convergencia y las sacadas Sacádicos y movimientos de divergencia son más precisos que los movimientos de convergencia
Young et al. (2006)	N = 8 (escolares)	Coordinación visomotora	Lanzadores utilizar coordinación ojo-mano para evitar lesiones tras el bateo
Fooker et al. (2016)	N = 42 (jugadores béisbol universitarios)		Asociación positiva entre calidad de los movimientos oculares y capacidad de interceptación de la pelota
Laby et al. (2018)	N = 450 (jugadores béisbol profesionales)		El tiempo de reacción visual-motora ojo-mano se relaciona con la capacidad de bateo. Asociación positiva entre coordinación ojo-mano y desempeño de métricas del juego
Bahill et al. (2019)	Revisión		No datos concluyentes sobre el papel del ojo dominante en el rendimiento, pero se estima que la lateralidad cruzada favorece a los bateadores en cierto tipo de lanzamientos
Kishita et al. (2020)	N = 9 (escolares)		Las estrategias de seguimiento de la pelota de los bateadores están condicionadas por los movimientos del <i>swing</i> , entre otros factores
Chen et al. (2021)	N = 44 (jugadores béisbol profesionales)		Asociación positiva entre seguimiento ocular y control manual de los jugadores
Laby et al. (1996)	N = 387 (jugadores béisbol profesionales)	Estereopsis	Mejores niveles de estereogudeza en visión lejana que la población general Mejor nivel de estereogudeza en los jugadores de ligas superiores que en los de ligas inferiores
Molia et al. (1998)	N = 23 (jugadores béisbol universitarios)		Elevados niveles de estereogudeza No se pudo demostrar relación entre estereopsis y rendimiento en el bateo
Boden et al. (2009)	N = 102 (jugadores béisbol, fútbol y grupo control)		Mejor estereogudeza en los sujetos que practican deporte de pelota
Jenerou et al. (2017)	N = 34 (jugadores béisbol novatos)		No asociación entre estereopsis y rendimiento en el bateo No relación entre estereopsis y años de experiencia de juego
Kida et al. (2005)	N = 252 (bateadores y lanzadores profesionales)	TRV	Mejores tiempos de respuesta Go/NoGo en jugadores de béisbol respecto a jugadores de tenis y sedentarios Asociación negativa entre tiempo de respuesta Go/NoGo y nivel de destreza del jugador de béisbol



Nakamoto et al. (2008)	N = 57 (jugadores béisbol, baloncesto y grupo control)		Menores tiempos de reacción y tiempos de respuesta Go/NoGo en deportistas que en no-atletas En béisbol: diferencias en los tiempos de respuesta Go/NoGo en función de la tarea que se va a realizar y la destreza del jugador
Burris et al. (2018)	N = 308 (jugadores béisbol profesionales)		Asociación entre el TRV y la mayor capacidad del bateador para lograr bases por bola
Ranganatán et al. (2007)	N = 20 (jugadores béisbol expertos y novatos)	Anticipación	Mayor capacidad de anticipación en los jugadores expertos
Müller et al. (2017)	N = 125 (jugadores béisbol profesionales)		Bateadores: capacidad de anticipación por encima del nivel de adivinación Emplean información visual previa al lanzamiento para predecir tipo de lanzamiento y el vuelo inicial de la pelota para predecir su ubicación final

Abreviaturas: ER = Error Refractivo; AAO = Aberraciones Alto Orden; AV = Agudeza Visual; AVE = Agudeza Visual Estática; AVD = Agudeza Visual Dinámica; TRV = Tiempo Reacción Visual.

Movimientos oculares

La literatura destaca la importancia que la función oculomotora ejerce en los deportes de acción rápida que requieren fijar, golpear o detener un objeto, pues estas acciones exigen una estimación precisa de la trayectoria para predecir la posición final del objetivo (7, 26).

La revisión efectuada por Tool *et al.* (27) recoge diversos estudios que han analizado el papel de los movimientos oculares en el desempeño de esta actividad. Los resultados de esas investigaciones apuntan que los movimientos de seguimiento con la mirada fija en la pelota contribuyen a prever el tiempo que tardará en alcanzar al bateador, estimar su recorrido e interceptación. Además, favorecen la percepción de cambios en la dirección y reducen el efecto óptico que genera en el movimiento el giro de la pelota.

De acuerdo con Tool *et al.* (27), los estudios actuales revelan que durante la técnica del bateo se producen movimientos de seguimiento horizontales con la cabeza y los ojos, movimientos de cabeza en la dirección de la pelota y sacadas anticipatorias; si bien estas últimas no han sido confirmadas en todas las investigaciones. Asimismo, el único estudio que ha analizado los movimientos verticales de la cabeza y los ojos durante el bateo apunta que, si bien están presentes, son muy limitados (28). Aunque existen movimientos comunes en todos los bateadores, los patrones de movimiento durante la ejecución del *swing* varían de unos a otros (27).

Los movimientos oculares de deportistas profesionales son más precisos y menos variables (29). La mirada se fija en el objeto diana y se ha demostrado que el error de interceptación y el error en el movimiento de persecución son menores en los jugadores profesionales que en los no profesionales, y que ambos se asocian positivamente con la duración del juego (27, 30).

La literatura evidencia que los jugadores de béisbol poseen una capacidad de seguimiento ocular superior al de la población general (30). El estudio de Liu *et al.* (31) pone de manifiesto que el



rendimiento de los bateadores se relaciona positivamente con los movimientos de persecución más rápidos y precisos, y que los jugadores de las ligas superiores realizan movimientos oculares más eficaces. Asimismo, se ha probado que los movimientos de persecución de los jugadores de béisbol dependen de la velocidad del objeto diana, siendo más rápidos, suaves y precisos cuanto menor es su velocidad. Por el contrario, los movimientos de inicio de seguimiento, las sacadas y el error de posición mínimo no se ven afectados por la velocidad del objeto (23).

Con relación a los movimientos oculares de vergencia, el bateador apenas pone en juego su sistema de vergencias, dado que la pelota lanzada produce cambios mínimos en la disparidad absoluta durante su recorrido (27).

El estudio de Yoshimura *et al.* (32) analizó las propiedades de los movimientos vergenciales en una muestra de sujetos que incluyó a jugadores de béisbol profesionales. Los resultados de la investigación revelan que la velocidad máxima de los movimientos de convergencia y divergencia es inferior a la de los movimientos sacádicos. También se halló correlación positiva entre la velocidad máxima de los movimientos de convergencia y las sacadas. De acuerdo con estos autores, las diferencias en la velocidad máxima de los distintos movimientos oculares podrían deberse a variaciones en los procesos neurológicos implicados en el control de dichos movimientos.

Yoshimura *et al.* (32) encontraron también que los movimientos sacádicos y de convergencia eran más precisos que los movimientos de divergencia, ya que tienen un mecanismo de control común. Por otro lado, aunque hallaron que los movimientos sacádicos son los que presentan una latencia más corta, estos autores apuntan que otros estudios previos no han encontrado diferencias entre las latencias de los movimientos vergenciales y sacádicos, o los resultados han sido inconsistentes.

Coordinación visomotora

La coordinación ojo-mano es una habilidad visomotora relevante para bateo en el beisbol y su velocidad depende de factores visuales, perceptivos y motores (8, 34).

Laby *et al.* (33) estudiaron la relación entre el tiempo de reacción visual-motora ojo-mano y la capacidad de bateo en una muestra de 450 jugadores de ligas profesionales y hallaron que en el grupo de sujetos de mejor habilidad coordinación ojo-mano existe un mejor desempeño en las métricas de juego. El estudio, aunque presenta limitaciones, pone de manifiesto que esta habilidad visomotora repercute en el rendimiento del bateador, además de otros factores.

La investigación de Fooker *et al.* (30) halló resultados similares, observando que la calidad de los movimientos de seguimiento se relaciona con la predicción de la trayectoria del objeto y la programación de la respuesta motora. Los jugadores con mejor seguimiento interceptan más tarde la pelota, disponiendo así de mayor cantidad de información y más tiempo para la toma de decisiones. Además, mueven las manos de forma más lenta y corrigen continuamente el movimiento de estas cerca del punto de intercepción, lo que incrementa la precisión de la respuesta. Chen *et al.* (34) también establecen asociación positiva entre el seguimiento ocular y el control manual en los jugadores de béisbol. Kishita *et al.* (35) analizaron los patrones de seguimiento visual de la pelota durante el bateo y encontraron que las estrategias de seguimiento de estos jugadores están condicionadas por información visual (recorrido y velocidad del objeto diana) y por movimientos corporales implicados en el *swing*. Por otro lado, el experimento realizado por Young *et al.* (36) puso de manifiesto que los lanzadores de béisbol utilizan información visual para realizar movimientos coordinados con el guante y atrapar bolas que se dirigen hacia ellos a gran velocidad después del bateo, evitando posibles lesiones. A su vez, no existen datos concluyentes respecto al papel del ojo dominante en el rendimiento de los bateadores. Si



bien Bahill (37) apunta que la lateralidad cruzada puede favorecer a los bateadores en determinados tipos de lanzamientos.

Estereopsis

La estereopsis es fundamental para el análisis tridimensional de la escena deportiva, pues es necesaria para analizar el desplazamiento de los diferentes elementos del juego y la distancia entre ellos. El tipo de deporte, la posición en el campo el atleta, la tarea que realice y el entorno de juego, son factores que condicionan la relevancia de esta habilidad visual en las diferentes disciplinas deportivas (38).

Los estudios revisados señalan que la estereopsis juega un papel importante en las tareas de intercepción (38, 39). Las acciones de captura e intercepción están presentes en el béisbol, de tal forma que una vez que el lanzador pone en juego la pelota, los restantes jugadores deben percibir su trayectoria y desplazamiento para golpearla o moverse al lugar de captura previsto; a la vez que valoran la ubicación de los restantes elementos del juego (39, 7). Existen evidencias de que los jugadores con mejores niveles de estereopsis tienen un rendimiento mayor en la captura de objetos y que una mala estereopsis repercute especialmente en la habilidad para atrapar la pelota cuando la velocidad a la que esta se mueve aumenta (39).

Varios autores coinciden en señalar que los niveles de estereopsis de los jugadores de béisbol son superiores a los de la población normal (40-43). Aunque los bateadores realizan tareas con más demanda visual que los lanzadores, no se ha encontrado correlación entre estereoagudeza y el rendimiento en el bateo y lanzamiento en jugadores 7-15 años y universitarios (40, 41). En jugadores profesionales, Klemish *et al.* (20) sí establecen diferencias estadísticamente significativas en la percepción de profundidad entre bateadores y lanzadores.

Se piensa que es necesario un nivel mínimo de estereopsis para tener un correcto rendimiento visual. Esto se evidencia con ejemplos de deportistas de elite como George Herman (legalmente ciego de un ojo), Wesley Walker (ciego unilateralmente) y Dave Bing (desprendimiento de retina unilateral), los cuales tenían una visión monocular, por lo que solo se apoyaban de las claves monoculares para estimar la profundidad en la que se encontraban los objetos en el espacio (40).

Molia *et al.* (40) estiman que puede que solo sea necesario poseer un nivel mínimo de estereopsis para el desempeño de ciertas tareas visuales, y ponen como ejemplo a deportistas de elite como George Herman (legalmente ciego de un ojo), Wesley Walker (ciego unilateralmente) y Dave Bing (desprendimiento de retina unilateral) que, a pesar de tener visión monocular, presentaban un excelente rendimiento en el terreno de juego.

Tiempo de respuesta

Hay amplia variedad de circunstancias que exigen a los atletas emitir juicios de la escena deportiva rápidamente y con gran precisión para tomar decisiones y ejecutar una respuesta adecuada (44). El tiempo de respuesta visomotora es el tiempo que transcurre desde la presentación del estímulo visual hasta la finalización de la respuesta motora (8, 21).

El TRV se considera un indicador de la eficacia con la que se procesa la información de la escena deportiva y de experiencia deportiva (44, 45). Ha sido analizado en atletas de diferentes disciplinas deportivas como el fútbol, el vóleybol y el waterpolo, hallándose diferencias significativas en los tiempos de respuesta en función del nivel de los jugadores, correspondiendo los tiempos más breves a los deportistas profesionales (46, 47).

La práctica del béisbol exige respuestas motoras rápidas a estímulos visuales dinámicos (21). Las tareas de reacción Go/NoGo hacen referencia a la ejecución o inhibición de una acción en función del tipo de



estímulo. En el béisbol, dichas tareas son propias del bateo y corresponden a la decisión que debe tomar el bateador de ejecutar o no el *swing* una vez sea lanzada la pelota (45).

Kida *et al.* (45) encontraron tiempos de respuesta Go/NoGo significativamente más cortos en los jugadores de béisbol, al compararlos con los de los tenistas y las personas no deportistas. Nakamoto *et al.* (44) también hallaron menores tiempos de respuesta Go/NoGo en los jugadores de béisbol que en los jugadores de baloncesto. Asimismo, estos estudios hallaron que el nivel de destreza de los jugadores de béisbol se asociaba con tiempos de respuesta Go/NoGo más cortos. A su vez, Burris *et al.* (48) establecieron correlación entre el TRV y la habilidad de los bateadores para conseguir bases por bolas. Existen la literatura opiniones contradictorias respecto a la importancia del TRV en el rendimiento de los atletas de élite, surgiendo nuevas perspectivas que apuntan que no es tanto el TRV el que condiciona el rendimiento deportivo, si no saber hacia dónde dirigir la mira en el momento adecuado y cuándo mirar para recopilar información que permita anticiparse a las futuras acciones (49).

Anticipación

En el contexto deportivo, la capacidad de anticipación es la que se encarga de utilizar la información visual que el deportista tiene disponible para predecir el resultado de una acción. En el béisbol, los bateadores utilizan información visual predictiva basada en cambios en los patrones de movimiento del lanzador para predecir el comportamiento espaciotemporal de la pelota y determinar si deben golpearla o no (50).

Müller *et al.* (50) analizan la capacidad de anticipación de jugadores de béisbol expertos y semiexpertos y demuestran que los bateadores se anticipan mejor a los lanzamientos de jugadores diestros que a los realizados por lanzadores zurdos. En dicho estudio, tanto deportistas expertos como semiexpertos fueron capaces de anticiparse, por encima del nivel de anticipación, basándose en la información visual y adaptando su capacidad a la variación del estímulo. El estudio refiere que la información previa al lanzamiento se utiliza para predecir el tipo de lanzamiento, mientras que el vuelo inicial de la pelota predice la ubicación final del lanzamiento.

Las investigaciones de Müller *et al.* (50) y Ranganatán *et al.* (51) coinciden en que los jugadores expertos poseen mayor capacidad de anticipación, con un tiempo de *swing* promedio 50 metros más corto que los jugadores semiexpertos, lo que les concede más tiempo de observación del vuelo de la pelota.

Conclusiones

La literatura señala, entre las habilidades visuales más relevantes de la práctica del béisbol, la agudeza visual dinámica, los movimientos oculares, la coordinación ojo-mano-cuerpo, la percepción de profundidad, el tiempo de respuesta visual y la anticipación. La mayor parte de los estudios se centran en el análisis de las habilidades visuales de los bateadores, al ser el bateo la tarea más exigente a nivel visual en este deporte. Si bien las diferentes investigaciones analizan una o varias habilidades visuales por separado, se ha demostrado que los jugadores de béisbol tienen mejores habilidades visuales que la población normal: presentan un nivel de AVD superior, movimientos oculares más precisos y menos variables, menor latencia en los movimientos vergenciales, así como tiempos de respuesta más cortos y una capacidad de anticipación por encima del nivel de adivinación. Debido a las exigencias visuales de



este deporte, el error refractivo de los beisbolistas debe ser corregido, aunque sea pequeño, para asegurar un rendimiento visual óptimo.

Referencias

1. World Economic Forum. Agenda Articles. Health and healthcare. 2021. Disponible en: <https://www.weforum.org/agenda/2021/08/exercise-sport-fitness-world/>
2. Ministerio de Cultura y Deporte. Gobierno de España. Anuario de estadísticas deportivas 2023. 2023. Disponible en: <https://www.culturaydeporte.gob.es/servicios-al-ciudadano/estadisticas/deportes/anuario-de-estadisticas-deportivas.html>.
3. Kirschen DG, Laby DL. The role of sports vision in eye care today. Eye Contact Lens 2011 May 01;37(3):127-130.
4. Khanal S. Impact of visual skills training on sports performance: Current and future perspectives. AOVIS 2015;2(1).
5. Graham B. Erickson. Introduction to sports vision. Sports vision. Vision care for the enhancement of sports performance St. Louise, Missouri: Elsevier.
6. Laby DL, Kirschen DG. A new model for sports and performance vision. Vision Development & Rehabilitation 2018;4(2):91-97.
7. Gupta R. Important visual skills in sports and introduction to sports vision. J Optom Ophthalmol 2021;1:1-5.
8. Rodrigues P. Sports vision: Influence on athlete's performance. Acta Sci Ophthalmol 2020;3:61-68.
9. Erickson GB. Chapter 2. Visual task analysis in sports. En: Erickson GB, ed. Sports Vision (Second Edition): Elsevier; 2022.
10. Yilmaz A, Polat M. Prosaccadic and antisaccadic performance of the athletes in different types of sports. Biomed Res 2018;29(3):539-543.
11. Argiles M, Quevedo-Junyent L, Erickson G. Topical review: Optometric considerations in sports versus e-sports. Percept Mot Skills 2022 01;129(3):731-46.
12. World baseball softball confederation. Baseball history.
13. Real federación española de beisbol y sófbol. Reglas oficiales del béisbol. Disponible en: <https://www.rfebs.es/es/disciplines/baseball>
14. Ho J, Liu S, Feng Z, Appelbaum LG. Psychomotor and visual skills underlying position specialization in 1352 elite youth baseball players. PLoS One 2023 19;18(1):e0278689.
15. Appelbaum LG, Erickson G. Sports vision training: A review of the state-of-the-art in digital training techniques. International Review of Sport and Exercise Psychology 2018;11(1):160-189.
16. Laby DM, Appelbaum LG. Review: Vision and on-field performance: A critical review of visual assessment and training studies with athletes. Optom Vis Sci 2021 01;98(7):723-731.



17. Ho J, Liu S, Feng Z, Appelbaum LG. Psychomotor and visual skills underlying position specialization in 1352 elite youth baseball players. *PLoS One* 2023 19;18(1):e0278689.
18. Laby DM, Kirschen DG. The refractive error of professional baseball players. *Optom Vis Sci* 2017 01;94(5):564-573.
19. Kirschen DG, Laby DM, Kirschen MP, Applegate R, Thibos LN. Optical aberrations in professional baseball players. *J Cataract Refract Surg* 2010 01;36(3):396-401.
20. Klemish D, Ramger B, Vittetoe K, Reiter JP, Tokdar ST, Appelbaum LG. Visual abilities distinguish pitchers from hitters in professional baseball. *J Sports Sci* 2018 01;36(2):171-179.
21. Erickson GB. Review: Visual performance assessments for sport. *Optom Vis Sci* 2021 01;98(7):6726-80.
22. Uchida Y, Kudoh D, Higuchi T, Honda M, Kanosue K. Dynamic visual acuity in baseball players is due to superior tracking abilities. *Med Sci Sports Exerc* 2013 01;45(2):319-325.
23. Palidis DJ, Wyder-Hodge PA, Fooker J, Spering M. Distinct eye movement patterns enhance dynamic visual acuity. *PLoS One* 2017 10;12(2):e0172061.
24. Laby DM, Kirschen DG, Govindarajulu U, DeLand P. The effect of visual function on the batting performance of professional baseball players. *Sci Rep* 2019 14;9(1):16847-16852.
25. Hoshina K, Tagami Y, Mimura O, Edagawa H, Matsubara M, Nakayama T. A study of static, kinetic, and dynamic visual acuity in 102 Japanese professional baseball players. *Clin Ophthalmol* 2013;7:627-632.
26. Owens CB, de Boer C, Gennari G, Broersen R, Pel JJ, Miller B et al. Early trajectory prediction in elite athletes. *Cerebellum* 2018 01;17(6):766-776.
27. Toole AJ, Fogt N. Review: Head and eye movements and gaze tracking in baseball batting. *Optom Vis Sci* 2021 01;98(7):750-758.
28. Fogt N, Persson TW. Vertical head and eye movements in baseball batting. *Optom Vis Perform* 2020 01;8(3):129-134.
29. Laby DM, Appelbaum LG. Review: Vision and on-field performance: A critical review of visual assessment and training studies with athletes. *Optom Vis Sci* 2021 01;98(7):723-731.
30. Fooker J, Yeo S, Pai DK, Spering M. Eye movement accuracy determines natural interception strategies. *J Vis* 2016 01;16(14):1.
31. Liu S, Edmunds FR, Burris K, Appelbaum LG. Visual and oculomotor abilities predict professional baseball batting performance. *International Journal of Performance Analysis in Sport* 2020;20(4):683-700.
32. Yoshimura Y, Kizuka T, Ono S. Properties of fast vergence eye movements and horizontal saccades in athletes. *Physiol Behav* 2021 01;235:113397.



33. Laby DM, Kirschen DG, Govindarajulu U, DeLand P. The hand-eye coordination of professional baseball players: The relationship to batting. *Optom Vis Sci* 2018 01;95(7):557-567.
34. Chen R, Stone LS, Li L. Visuomotor predictors of batting performance in baseball players. *J Vis* 2021;21(3):3.
35. Kishita Y, Ueda H, Kashino M. Temporally coupled coordination of eye and body movements in baseball batting for a wide range of ball speeds. *Front Sports Act Living* 2020;26(2):64.
36. Young DE, Trachtman D, Scher IS, Schmidt RA. High school and college baseball pitchers response and glove movements to line drives. *J Appl Biomech* 2006;22(1):25-32.
37. Bahill AT, Bahill AT. The advantage of eye-hand cross-dominance for baseball batters. *The science of baseball: Batting, bats, bat-ball collisions, and the flight of the ball.* 2019:253-277.
38. Presta V, Vitale C, Ambrosini L, Gobbi G. Stereopsis in sports: Visual skills and visuomotor integration models in professional and non-professional athletes. *Int J Environ Res Public Health* 2021;18(21):11281. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph182111281>
39. Mazyn LIN, Lenoir M, Montagne G, Delaey C, Savelsbergh GJP. Stereo vision enhances the learning of a catching skill. *Exp Brain Res* 2007 01;179(4):723-726.
40. Molia LM, Rubin SE, Kohn N. Assessment of stereopsis in college baseball pitchers and batters. *J AAPOS* 1998 01;2(2):86-90.
41. Jenerou A, Bauer A, Reich K. Stereopsis' play on baseball. *Optometry & Visual Performance* 2017;5(1).
42. Boden LM, Rosengren KJ, Martin DF, Boden SD. A comparison of static near stereo acuity in youth baseball/softball players and non-ball players. *Optometry* 2009 01;80(3):121-125.
43. Laby DM, Rosenbaum AL, Kirschen DG, Davidson JL, Rosenbaum LJ, Strasser C et al. The visual function of professional baseball players. *Am J Ophthalmol* 1996 01;122(4):476-485.
44. Nakamoto H, Mori S. Sport-specific decision-making in a Go/NoGo reaction task: Difference among nonathletes and baseball and basketball players. *Percept Mot Skills* 2008 01;106(1):163-170.
45. Kida N, Oda S, Matsumura M. Intensive baseball practice improves the Go/NoGo reaction time, but not the simple reaction time. *Brain Res Cogn Brain Res* 2005 01;22(2):257-264.
46. Kioumourtzoglou E, Kourtessis T, Michalopoulou M, Derri V. Differences in several perceptual abilities between experts and novices in basketball, volleyball and water-polo. *Percept Mot Skills* 1998 01;86(3 Pt 1):899-912.
47. Montés-Micó R, Bueno I, Candel J, Pons AM. Eye-hand and eye-foot visual reaction times of young soccer players. *Optometry (St.Louis, Mo.)* 2000;71(12):775-780.
48. Burris K, Vittetoe K, Ramger B, Suresh S, Tokdar ST, Reiter JP et al. Sensorimotor abilities predict on-field performance in professional baseball. *Sci Rep* 2018 08;8(1):116-117.



49. Barrett BT, Cruickshank AG, Flavell JC, Bennett SJ, Buckley JG, Harris JM et al. Faster visual reaction times in elite athletes are not linked to better gaze stability. *Sci Rep* 2020 06;10(1):13216-z.
50. Muller S, Fadde PJ, Harbaugh AG. Adaptability of expert visual anticipation in baseball batting. *J Sports Sci* 2017 01;35(17):1682-1690.
51. Ranganathan R, Carlton LG. Perception-action coupling and anticipatory performance in baseball batting. *J Mot Behav* 2007 01;39(5):369-380.

