



Influencia de diferentes formas de representación de un videomodelo en el aprendizaje de una técnica de lanzamiento compleja

Influence of different forms of representation of a video
model in learning of a complex throwing technique

Andreas Bund³
Saeed Ghorbani⁴

Resumen

El aprendizaje observacional es una forma clásica de enseñanza y aprendizaje en el deporte y se basa en el principio de demostración e imitación de una habilidad motriz. Una pregunta central en cuanto al aprendizaje observacional es ¿qué informaciones son transmitidas con el modelo y su comportamiento o qué informaciones son extraídas por el observador? Scully y Newell (1985), en su "teoría de la percepción visual", asumen que, sobre todo, son transmitidas informaciones del *movimiento relativo*, al que definen como cambios espacio-temporales en una articulación o extremidad del cuerpo en relación con la otra. Desde esta teoría se puede deducir que las demostraciones tendrían que ser particularmente eficaces, cuando con ellas la estructura relativa

³ Profesor Doctor. Universidad de Luxemburgo.

⁴ Profesor Doctor. Universidad de Oldenburgo, Alemania.



de un movimiento se hace más visible, por ejemplo, a través de videos de puntos de luz (Point-light) o figura de palillo (Stick-figure). Esta hipótesis fue probada en un estudio en el que 41 participantes practicaron el lanzamiento de beisbol con ayuda de un video clásico, video puntos de luz (Point- light), video figura de palillo (Stick-figure) o sin video. Los participantes realizaron un pre-test, tres bloques de práctica y un test de retención temprana y tardía. El progreso del aprendizaje fue medido a través de los análisis cinemáticos de la coordinación intralímbica e interlímbica. La hipótesis no pudo ser verificada. Los análisis no revelaron ningún beneficio significativo para aquellos participantes que habían practicado con los videos puntos de luz (Point-light) o figura de palillo (Stick-figure). Los resultados son discutidos con respecto a la teoría de la percepción visual y el método de nuestra investigación.

Abstract

Based on the principle of demonstration and imitation of motor skills, observational learning is a classical method of teaching and learning in the field of sports. A pivotal question regarding to observational learning is which type of information is transmitted by the model and his behavior or, in other words, which information is extracted by the observer. In the "visual perception theory", Scully and Newell (1985) assume that mainly *relative movement*-information is transmitted. As "relative movement" they de-fine spatio-temporal changes in a joint or limb relative to another. According to this theory, demonstration which point out information about the relative structure of a motor skill, e.g., point-light- and stick-figure videos, should be particularly effective. This hypothesis was examined in a study, in which 41 participants practiced



the baseball pitch supported by a classic video, point-light video, stick-figure video, or without video. Participants completed a pretest, three blocks of practice, and an early and delayed retention test. Learning was assessed using kinematic analyses of intra- and interlimb coordination. Overall, the hypothesis was not confirmed. The analyses revealed no significant benefit for participants who had practiced with the point-light- or stick-figure video. The results are discussed with regard to the visual perception theory and the method of our investigation.

1. Introducción

La forma clásica de enseñanza y aprendizaje en el deporte se basa en el principio de demostración e imitación de una habilidad motriz. En la educación física escolar una profesora demuestra a sus alumnos como es el lanzamiento en baloncesto y en el deporte de rendimiento un entrenador de natación muestra a los deportistas el ángulo en el que el brazo debe ser sumergido en el agua. Ambos, profesora y entrenador, actúan en estas situaciones como modelos, cuyo comportamiento debe ser observado y reproducido con la mayor precisión posible. Por lo tanto se habla de un aprendizaje observacional o aprendizaje social.

No es raro que alguien actúe como modelo inadvertidamente; por ejemplo, cuando los jóvenes se observan mutuamente al montar patineta. En el aprendizaje observacional, organizado intencionalmente, se pueden perseguir distintos objetivos. Por ejemplo, la meta puede ser transmitir una estrategia de acción para la solución de una tarea motriz específica. Así demuestran los entrenadores de fútbol frecuentemente a los jugadores los caminos para encontrar el espacio libre. O se



demuestra cómo se puede integrar una parte del movimiento en el movimiento global, por ejemplo, el regreso de la raqueta en el saque de tenis.

Sin embargo, en la mayoría de los casos, y especialmente en el contexto del entrenamiento de la técnica, el objetivo de la demostración de un movimiento es, simplemente, enseñar al deportista la estructura espacio-temporal correcta del movimiento. En todos los casos el proceso de aprendizaje debe favorecer que la meta de aprendizaje se alcance más rápidamente.

Especialmente en el deporte de rendimiento se usan frecuentemente grabaciones de video. Ellas tienen la ventaja que la demostración de los movimientos mantienen la misma calidad y pueden repetirse sin límite. De hecho, parece no importar si el modelo se presenta como persona real o por medio de videograbación. Una variante especial es el "propio modelo" (self-modeling), donde el deportista mismo es capturado en el video, para que luego vea la grabación. De esta manera él es modelo y observador al mismo tiempo.

Un significado central para el aprendizaje observacional es la pregunta, ¿qué informaciones son transmitidas con el modelo y su comportamiento o qué informaciones son extraídas por el observador? Esta pregunta se responde de manera diferente según la perspectiva teórica. Según Bandura (1986), en su "teoría de los cuatro procesos", el observador tiene que dirigir su atención al modelo y su comportamiento. Esto depende, por un lado, del propio modelo; estudios demuestran que, por ejemplo, la experiencia, el estrato social y el género juegan aquí un papel importante (Clark & Ste Marie, 2002;



Meaney & col., 2005). Por otro lado, determinan naturalmente las características del comportamiento del modelo –en nuestro caso, la demostración del movimiento– la duración e intensidad de la atención. ¿Con qué claridad es mostrado el movimiento? ¿Son ciertos aspectos del movimiento destacados? En un estudio frecuentemente citado, Carroll y Bandura (1990) fueron capaces de mostrar que, tanto la repetición de la demostración, como también señales verbales adicionales, resultan en una reproducción del movimiento más precisa. En demostraciones de video, las repeticiones en cámara lenta son más efectivas que las repeticiones estándar (Daugis & col., 1989).

Por el contrario, Scully & Newell (1985) y Scully & Carnegie (1998) enfocan en su "teoría de la percepción visual" más en la demostración del movimiento por sí mismo que en la relación entre modelo y observador. Asumen que, durante una demostración, son transmitidas sobre todo informaciones del *movimiento relativo* de los diferentes segmentos corporales. Como "*movimiento relativo*" definen Scully & Newell (1985) cambios espacio-temporales en una articulación o extremidad del cuerpo en relación con la otra. Esto puede referirse a una sola extremidad ("intra-límbica"; por ejemplo, articulación del hombro y del codo del brazo derecho) o varias extremidades ("inter-límbica"; por ejemplo, articulación del hombro y de la cadera). La percepción de esta información sucede directamente, es decir, no hay un procesamiento cognitivo anterior. Con esto Scully & Newell (1985) se relacionan con la teoría de percepción de Gibson (1979) y los trabajos de Johansson (1973, 1975) sobre la percepción del movimiento biológico, y delimitan, al mismo tiempo, con la "teoría de los cuatro procesos" de Bandura. En esta teoría, las informaciones son extraídas desde la demostración sobre el "desvío" de una representación



cognitiva y por subsiguiente eficaces para la reproducción del movimiento.

Desde la teoría "percepción visual" se puede deducir que las demostraciones tendrían que ser particularmente eficaces cuando, con ellas, la estructura cinemática relativa de un movimiento se hace más visible. Esto puede suceder a través de formas de representación específicas como, por ejemplo, videos de puntos de luz (Point-light) o figura de palillo (Stick-figure), que son conocidos desde la investigación sobre el movimiento biológico. En comparación, videos clásicos deberían ser menos efectivos, porque muestran el modelo completamente y de esta forma desvían la atención del observador de la estructura relativa del movimiento.

Estas suposiciones fueron probadas en los últimos años en varios experimentos. Breslin & col. (2005) dejaron practicar a sus participantes un lanzamiento en Cricket con ayuda de un video-modelo clásico o un modelo de puntos de luz (Point-light). Al contrario de la suposición de la teoría de la "percepción visual", ambas formas de representación apoyaron igualmente el aprendizaje de la coordinación intralímbica del brazo lanzador, es decir, no hubo diferencias significativas entre los dos grupos de estudio. En dos estudios siguientes (Breslin & col., 2006; Breslin & col., 2009), con la misma tarea de movimiento se mostraron ventajas para la representación puntos de luz (Point-light) de todo el cuerpo o del brazo lanzador en comparación con los videos, para los cuales se veía – también como puntos de luz (Point-light) – sólo la articulación de la mano del brazo lanzador o ambas articulaciones de la mano. Un video "normal" no se incluyó en este estudio.



En resumen, hay que constatar que la suposición de la teoría de la "percepción visual", según la cual una demostración de un movimiento transmite sobre todo informaciones relativas del movimiento, hasta el momento no se ha podido confirmar. En particular falta constatar si las formas de representación que destacan dicha información resultan de hecho en un aprendizaje observacional más efectivo, que aquellas formas de representación que no lo hacen. Esta hipótesis debe ser probada en el siguiente estudio una vez más, ahora mediante un lanzamiento de beisbol. En una extensión de los estudios anteriores, tomamos en cuenta no solo la representación clásica y la representación de puntos de luz (Point-light) sino también un modelo figura de palillo (Stick-figure). El progreso del aprendizaje de los participantes fue medido como la aproximación de la coordinación del modelo, por un lado, a través de un análisis cinemático, y por otro lado a través de una valoración de expertos. Los análisis fueron realizados tanto a nivel del movimiento global como a nivel de las diferentes fases del lanzamiento.

Según la teoría de la "percepción visual", suponemos que las representaciones puntos de luz (Point-light) y figura de palillo (Stick-figure) conducen a resultados del aprendizaje superiores comparados con la representación clásica.

2. Método

2.1 Participantes

En total 41 adultos jóvenes ($M = 24.2$ años, $SD = 3.3$ años) –21 mujeres y 20 hombres–, tomaron parte libremente y sin ánimo de lucro en la investigación. En un cuestionario que fue entregado con anterioridad



escribieron ser diestros y que no tenían ninguna experiencia con el lanzamiento de beisbol.

2.2 Grupos de estudio

Los participantes practicaron el lanzamiento de beisbol con ayuda de un video, donde un experto demuestra el lanzamiento. Los participantes fueron separados aleatoriamente en cuatro grupos (con aproximadamente el mismo porcentaje de hombres y mujeres):

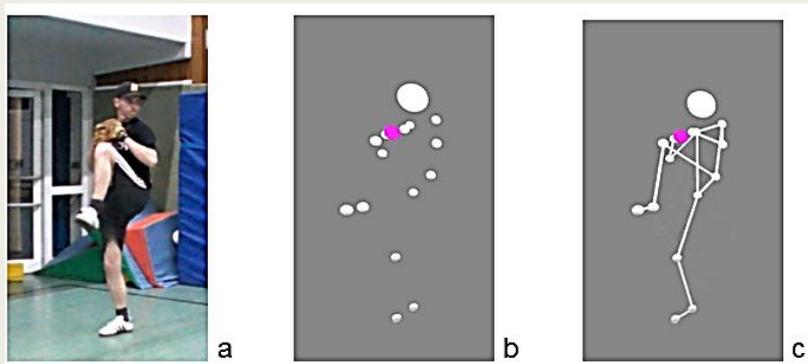
- *Video (VI)*: los participantes de este grupo vieron un video normal, sin ninguna preparación.
- *Point-light-Video (PL)*: los participantes de este grupo vieron un video, donde el movimiento del experto fue presentado con puntos de luz en las articulaciones.
- *Stick-figure-Video (SF)*: Para los participantes de este grupo, los puntos fueron unidos entre sí por rayas y el experto fue presentado como una figura de palillo.
- *Ningún video (NV)*: los participantes de este grupo no vieron ningún video y por eso tomaron la función de grupo de control.

La figura 1 muestra imágenes fijas de cada una de las diferentes formas de representación. Como videomodelo actúa un experimentado jugador de beisbol de 28 años, que juega en la segunda liga de Alemania. Para el video él realizó un lanzamiento de beisbol, que fue grabado desde el plano frontal y sagital por cuatro cámaras sincronizadas de alta frecuencia (120 Hertz). Al experto se le pegaron marcas reflectivas, bilateralmente, en 7 articulaciones del cuerpo (hombro, codo, muñeca, cadera, rodilla, tobillo, dedo del pie), para que, con ayuda del Software Simi Motion 5.0™ se pudiera digitalizar la grabación. Más tarde se utilizó



dicha grabación para la producción de los videos Point-light y Stick-figure. Los videos empiezan y finalizan iguales, con una duración exacta de 4 segundos, así que solamente se diferencian en la forma de representación del modelo.

Figura 1. Imagenes fijas de los videos: a) Video normal, b) Video puntos de luz (Point-light), c) Video figura de palillo (Stick-figure).



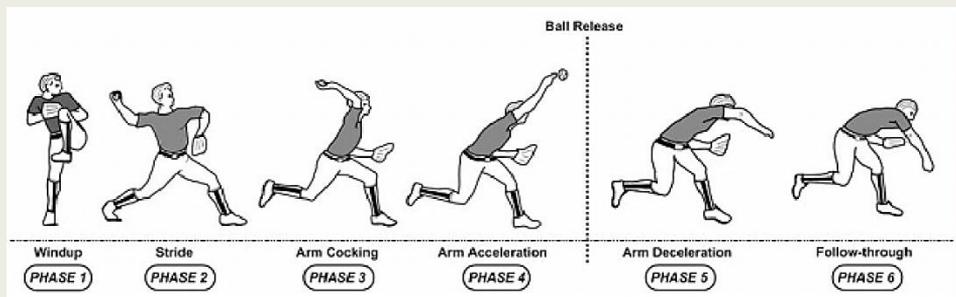
2.3 Tarea de movimiento

El lanzamiento de beisbol fue seleccionado como la tarea a realizar, porque se trata de un movimiento complejo y dinámico que requiere un alto nivel de coordinación. Particularmente requiere del lanzador la coordinación de miembros separados como, por ejemplo, el brazo lanzador (coordinación intralímbica) junto con varios miembros al mismo tiempo (coordinación interlímbica). La calidad de la coordinación intra e interlímbica se pueden utilizar para valorar el progreso del aprendizaje del participante. Además, el lanzamiento de beisbol tiene una fase estructural clara (figura 2): de la posición inicial sigue el movimiento de viento-arriba (fase 1; "Wind-up") y el cuerpo, con un



movimiento de martillo, se gira en la dirección del lanzamiento (fase 2; "Stride"). Después el brazo lanzador se dirige por primera vez hacia adelante (fase 3; "Arm cocking") y se acelera crecientemente (fase 4; "Arm acceleration"). Por último, el movimiento se desacelera (fase 5; "Arm deceleration") y el brazo se mueve hacia el centro del cuerpo (fase 6; "Follow-through"). Así es posible analizar no solo el movimiento desde una perspectiva global sino también a nivel de las diferentes fases.

Figura 2. Fase estructural del lanzamiento de beisbol.



2.4 Procedimiento

A los participantes se les realizó un test individual en el laboratorio de la Universidad de Oldenburg (Alemania). Después de que un participante entró en el laboratorio, se le entregó una hoja informativa sobre el objetivo y el procedimiento de la investigación. Luego rellenó un cuestionario en el cual fueron registrados datos personales como: edad, sexo, lado dominante así como experiencias previas con el lanzamiento



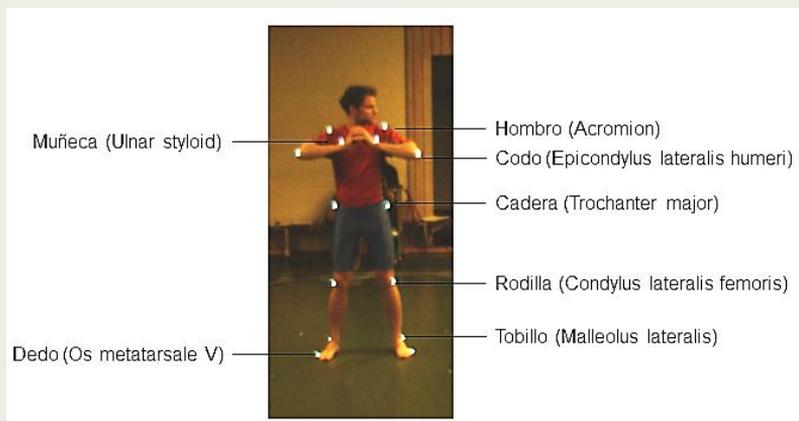
de beisbol⁵. A continuación se les entrego información –de nuevo por escrito– sobre el lanzamiento de beisbol, con la solicitud de que las leyera cuidadosamente. Contenía una serie de imágenes (figura 2) así como un texto corto, donde se nombraron las características principales de las seis fases del movimiento. Finalmente el participante fue instruido para realizar el lanzamiento como se veía en el video, o sea, tratar de imitar el movimiento del experto lo más exacto posible. El lanzamiento no tenía ningún blanco específico y tampoco debería ser realizado con mucha fuerza. Para estar seguro de que todos los participantes empiezan la investigación con el mismo nivel de información, el investigador no respondió ninguna pregunta sobre el lanzamiento de beisbol.

Después de la fase de instrucción se le fijaron a los participantes las marcas reflectivas en las mismas articulaciones que al experto (figura 3). Así, se pudieron también grabar y digitalizar los lanzamientos de los participantes, para luego poder compararlos con el movimiento del experto.

⁵ Participantes que tuvieran experiencia previa no fueron tomados en cuenta en la investigación. Pero debido a la poca propagación del beisbol en Alemania fue el caso sólo para dos participantes.



Figura 3. Marcas reflectivas en las articulaciones.

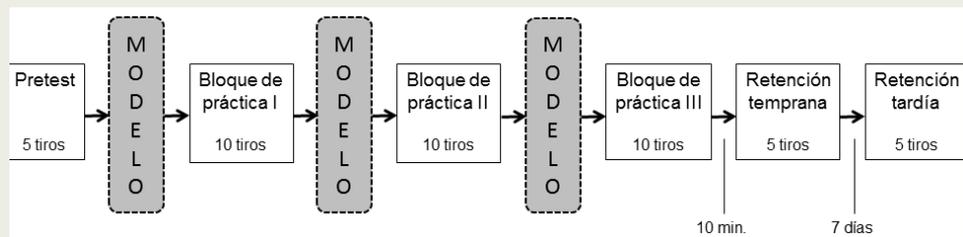


El procedimiento posterior de la investigación es descrito esquemáticamente en la figura 4; con el fin de que los participantes se familiarizaran con el proceso de investigación, y principalmente con las marcas, se realizaron dos lanzamientos de prueba. El lanzamiento se realizó desde una zona de aproximadamente 1.1 x 2.1 metros, demarcada en el suelo. Después del pretest con 5 lanzamientos, los participantes ejecutaron en total 3 bloques de práctica a 10 lanzamientos. Antes de cada bloque de práctica vieron el video del experto tres veces en un portatil de 17.3" pulgadas, dependiendo de su grupo lo vieron en forma de video normal, puntos de luz (Point-light) o figura de palillo (Stick-figure). Al grupo control no se le presentó video. Antes de la primera fase del video, el investigador le recordó a los participantes que el lanzamiento presentado en el video fue realizado por un excelente jugador y que deberían tratar de ejecutar el movimiento lo más exacto posible. Además, no hizo comentarios sobre el video y tampoco hizo retroalimentaciones para los lanzamientos siguientes.



Los intervalos entre los bloques de práctica fueron de tres minutos para todos los grupos. Para medir el progreso de aprendizaje de los participantes se realizaron los tests de retención temprana y tardía a 5 lanzamientos diez minutos y siete días respectivamente después de finalizado el último bloque de práctica. En estos tests, los participantes no vieron video y no recibieron retroalimentación.

Figura 4. Procedimiento de investigación.



2.5 Variables dependientes

Las variables dependientes del estudio representan el progreso de los participantes en el aprendizaje del lanzamiento de béisbol. Así, por un lado la coordinación intra e interlímica fue comparada con la del experto y, por otro lado, hubo una valoración de expertos sobre los videos de los participantes, que fueron grabados en el pretest, los bloques de práctica y los dos tests de retención. Todos los análisis se llevaron a cabo, tanto a nivel del movimiento global, como a nivel de las seis fases del movimiento.



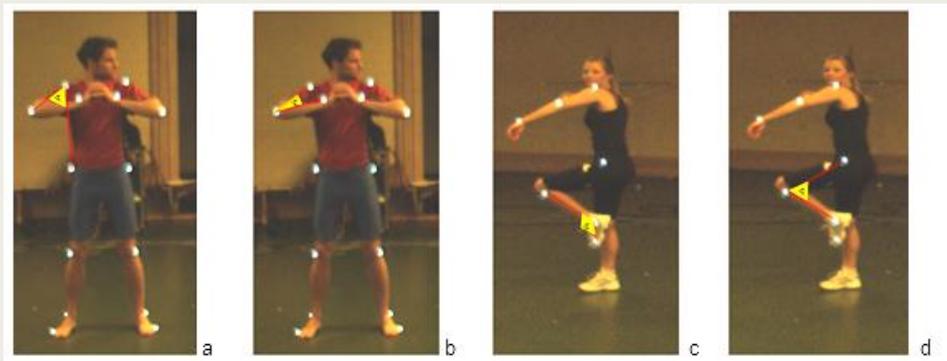
2.5.1 Coordinación intra- e interlímica

El término "coordinación intralímica" se refiere a la coordinación de una sola extremidad del cuerpo, en el contexto de un movimiento global, como, por ejemplo, el de un brazo. En el lanzamiento de beisbol es interesante, por un lado, el brazo lanzador y, por otro, la pierna izquierda (para los diestros) con el que el movimiento viento-arriba, el movimiento de martillo y la desaceleración del movimiento se realizan. La medición de la coordinación intralímica se realiza a través del análisis cinemático de dos ángulos de la extremidad: para el brazo lanzador, el ángulo del hombro y del codo (coordinación intralímica del brazo lanzador) y, para la pierna de apoyo, el ángulo de la rodilla y del pie (coordinación intralímica de la pierna de apoyo). En ambos casos fue considerada la cinemática relativa de los ángulos pares, es decir, el cambio espacio-temporal que tuvieron entre sí en el curso del movimiento.

La coordinación interlímica describe, por el contrario, la coordinación de dos o más extremidades. En el lanzamiento de beisbol se debe mover, coordinadamente, tanto la parte superior como inferior del cuerpo. Por se escogió el ángulo del codo del brazo lanzador y el ángulo de la rodilla de la pierna de apoyo. El objeto de análisis fue, nuevamente, el cambio espacio-temporal de estos dos ángulos y, por lo tanto, el movimiento relativo de los respectivas extremidades corporales.



Figura 5. Coordinación intralímbica del brazo lanzador: cambios relativos en el ángulo del hombro (a) y ángulo del codo (b). Coordinación intralímbica de la pierna de apoyo: cambios relativos del ángulo de la rodilla (c) y ángulo del pie (d).



La desviación de la coordinación intra e interlímbica de los participantes, en comparación con la del experto, fue determinada con ayuda de "Normalised Root Mean Square"; *NoRM-D*, que cuantifica, para un número definido de imágenes de video, la diferencia media entre los participantes y el experto, referente a la posición de unos pares de ángulos en el espacio (por ejemplo, ángulo del hombro y del codo para la coordinación intralímbica del brazo lanzador). La comparación se hace para cada imagen de video, así que cada imagen genera un punto de datos. Mientras más pequeña es la *NoRM-D*, tanto menor es la desviación de la coordinación intra e interlímbica de los participantes con respecto a la coordinación del experto y mayor es el progreso de aprendizaje de los participantes. Una descripción detallada de cómo se calcula la *NoRM-D* se puede encontrar en Bartlett & Bennett (2001).



El cálculo de la NoRM-D requiere que todos los videos, tanto de los participantes como del experto, tengan el mismo número de imágenes. Inicialmente no fue el caso, ya que los movimientos de lanzamiento fueron ejecutados por los participantes intra e interindividualmente con diferente rapidez. Por eso se utilizó la función de “Normalización” en el Software Simi Motion 5.0™ para estandarizar, por medio de una interpolación lineal, el número de imágenes, y por lo tanto los puntos de datos, en 250 imágenes por movimiento global. La distribución de los puntos de datos en las imágenes durante las seis fases del lanzamiento de beisbol, resulta de la duración absoluta de las fases, que a su vez fueron determinadas mediante la definición de los puntos de inicio y fin. En la tabla 1 se presenta toda la información sobre este paso.



Tabla 1. Puntos de inicio y fin de las seis fases del movimiento y la duración de las fases y puntos de datos resultantes.

Fase		Punto de inicio y fin	Duración fase	Puntos de datos
	1 Viento-arriba "Wind-up"	Punto de inicio: Pie izquierdo se libera del suelo Punto final: Rodilla izquierda en el punto más alto	1.072	100
	2 Martillo "Stride"	Punto inicial: Rodilla izquierda en el punto más alto Punto final: El martillo finaliza, brazo lanzador atrás	0.958	90
	3 Erección brazo lanzador "Arm cocking"	Punto inicial: El martillo finaliza, brazo lanzador atrás Punto final: Brazo lanzador totalmente erigido	0.168	15
	4 Aceleración brazo lanzador "Arm acceleration"	Punto inicial:: Brazo lanzador totalmente erigido Punto final: Pelota sale de la mano	0.093	10
	5 Desaceleración brazo lanzador "Arm deceleration"	Punto inicial: Pelota sale de la mano Punto final: Brazo lanzador alcanza el centro del cuerpo	0.075	10
	6 Decaimiento brazo lanzador "Follow-through"	Punto inicial: Brazo lanzador alcanza el centro del cuerpo Punto final: Brazo lanzador completamente caído	0.236	25
	Movimiento global		2.602	250



Para reducir la cantidad de datos, los análisis cinemáticos fueron limitados a los lanzamientos en el pretest, en los tests de retención y en los tres primeros lanzamientos de cada bloque de práctica. De esta manera fueron analizados y comparados con el movimiento del experto 24 lanzamientos: 15 lanzamientos del pretest y de los tests retención temprana y tardía, más 9 lanzamientos de los bloques de práctica.

2.5.2 Valoración de los expertos

La valoración fue realizada por dos jugadores y entrenadores activos de beisbol, con muchos años de experiencia (28 y 32 años), que recibieron una remuneración. Después de que los expertos se pusieron de acuerdo en la forma de valorar los videos, los vieron independientemente y de forma aleatoria. La valoración fue hecha por medio de un formulario de evaluación, desarrollado especialmente para este estudio. Para el análisis cinemático fueron 24 lanzamientos por participante. Los videos fueron digitalizados como datos AVI, fueron guardados en dos USB-Sticks y los expertos pudieron llevárselos a sus casas. En cada memoria, por lo tanto, se encontraban 984 archivos (24 lanzamientos x 41 participantes). Los archivos fueron nombrados solamente con un número de código, de modo que los expertos no pudieran reconocer a cuál de los grupos de estudio pertenecía el participante o si se trataba de un lanzamiento del pretest, de la fase de práctica o de los test de retención. Los expertos escribieron estos códigos en los formularios para que después fuera posible asignarles el grupo y la fase de estudio.

El formulario fue desarrollado en forma conjunta con los dos expertos y toma en cuenta la diferenciación del lanzamiento en seis fases. Para cada fase fueron formulados dos a cuatro criterios de evaluación, los



cuales fueron respondidos en una escala de 0 (no cumplió) hasta 3 (cumplió). Un criterio para la fase de viento-arriba fue, por ejemplo, "Cuerpo es lateral en dirección del lanzamiento", un criterio para la fase de aceleración fue "Brazo lanzador se mueve rápidamente en la dirección del lanzamiento y se estira". Otros criterios se relacionan con el movimiento global: "Movimiento está completamente balanceado" y "Movimiento se realiza con fluidez". El formulario contiene, en general, 21 items, por lo que la evaluación de un lanzamiento puede fluctuar entre 0 y 63 puntos.

2.6 Análisis estadístico

Los rendimientos de los participantes en el pretest fueron probados en dos 2 (grupos de estudio) x 2 (género) análisis de varianza separados con la NoRM-D y la valoración del experto como variables dependientes. Las comparaciones Post hoc se realizaron aquí, como en los demás análisis, con el Scheffé-Test. El desarrollo del rendimiento en los bloques de práctica fue analizado en dos 2 (grupos de estudio) x 2 (género) x 3 (bloques de práctica), análisis de varianza con repetición de medida en el último factor y nuevamente con la NoRM-D y la valoración del experto como variables dependientes. El análisis del rendimiento de los participantes en los tests de retención temprana y tardía se hizo por un lado en 4 (grupos de estudio) x 2 (género) análisis de varianza, por otro lado en 4 (grupos de estudio) x 2 (género) x 2 (test de retención temprana y tardía), análisis de varianza con repetición de medida en el último factor, para descubrir un posible desarrollo diferencial del test de retención temprana al test de retención tardía. La NoRM-D, así como la valoración del experto, se tomaron también en estos análisis como variables dependientes. Como probabilidad de error fue tomada en



todos los casos $p < .05$. Para los efectos significativos fue calculada la η^2 parcial (η_{par}^2) como la medida del efecto.

3. Resultados

A continuación se presentan únicamente los resultados de la coordinación intralímbica e interlímbica. Por razones de espacio, el foco se centra en el movimiento global. Además, los resultados sobre la influencia del género serán por el momento excluidos. La valoración de los expertos todavía no ha terminado, por lo tanto los resultados no están aún disponibles.

3.1 Coordinación intralímbica del brazo lanzador (ángulo del hombro y del codo)

¿Qué tan bien resultó la coordinación del brazo lanzador de los participantes en los diferentes grupos – medidos a través de variaciones relativas del ángulo del hombro y del codo – comparada con la del experto?

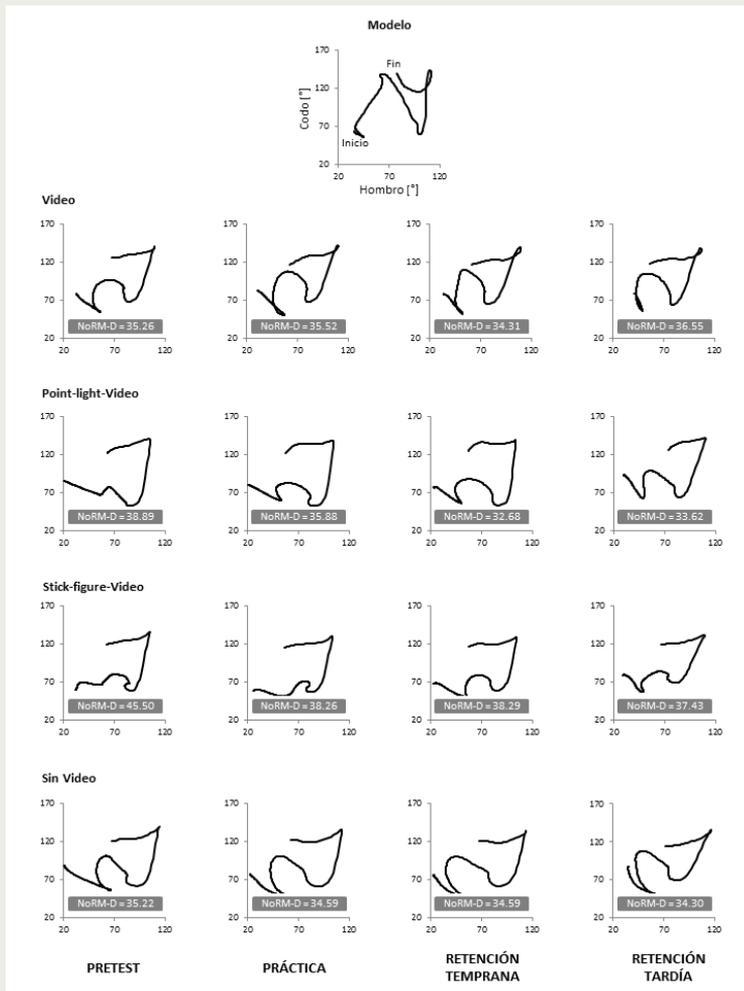
La figura 6 muestra una serie de gráficas ángulo-ángulo del movimiento del brazo lanzador del experto (arriba) y el promedio del movimiento del brazo lanzador de los participantes de los cuatro grupos de estudio (de arriba a abajo) en el pretest, los bloques de práctica y los tests de retención temprana y tardía (de izquierda a derecha). Las gráficas se leen de la siguiente manera:



El experto inicia el lanzamiento con un ángulo en el hombro de ca. 35° y un ángulo en el codo de ca. 60° . Al final del movimiento está el hombro ca. 80° alejado del torso y el codo con ca. 140° fuertemente estirado. Por el contrario, los participantes en el video grupo comenzaron el lanzamiento en el pretest, en promedio, con un ángulo en el hombro de ca. 30° y un ángulo de casi 80° en el codo y terminaron el movimiento con un ángulo de ca. 60° y 120° respectivamente. Además, los valores NoRM-D están incluidos en las gráficas; ellos expresan la diferencia entre la coordinación de los participantes y la del experto de manera numérica (para recordar: mientras más pequeño es el valor NoRM-D, menor es la diferencia).



Figura 6. Coordinación intralímbica del brazo lanzador: variaciones relativas del ángulo del hombro y del codo para el experto (arriba) y para los participantes de los cuatro grupos (de arriba a abajo) en el pretest, los bloques de práctica y los test de retención temprana y tardía (de izquierda a derecha).





Las gráficas ángulo-ángulo en la figura 6 ilustran lo siguiente:

1. La coordinación del brazo lanzador de los participantes en todos los grupos de estudio difiere visiblemente de la coordinación del experto.
2. Esta desviación disminuye con el aumento de la práctica, es decir, la coordinación del brazo lanzador de los participantes se acerca en todos los grupos de estudio a la coordinación del experto. Esto se reconoce tanto ópticamente como también en los valores NoRM-D, que se reducen tendencialmente.
3. La coordinación del brazo lanzador de los participantes se diferencia ópticamente en cuanto al grupo de estudio; los valores NoRM-D indican por el contrario pequeñas diferencias entre los grupos de estudio.

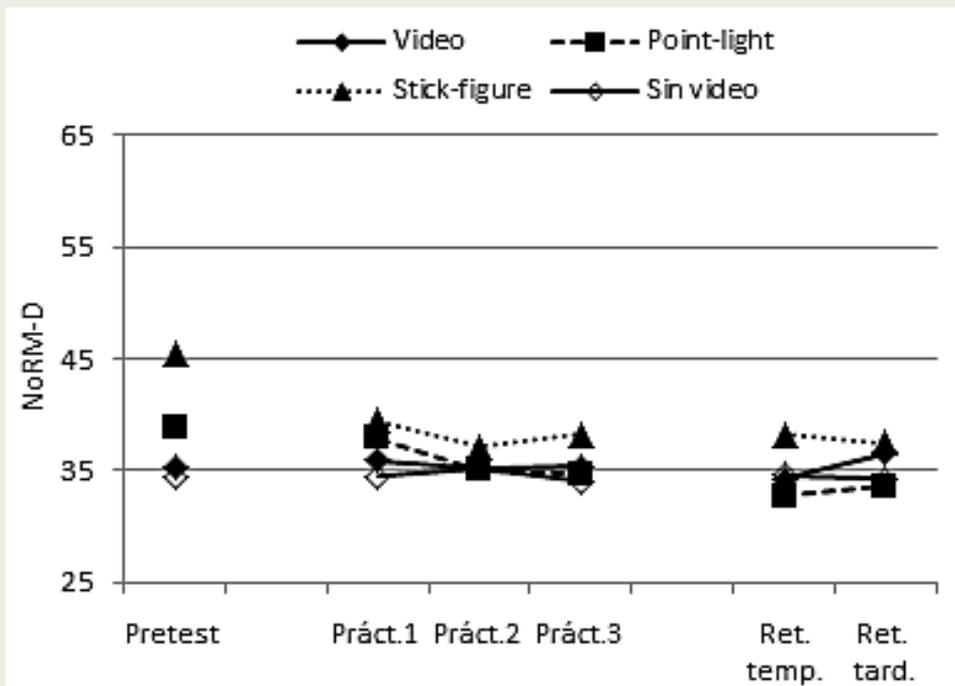
Los análisis estadísticos de la coordinación intralímbica del brazo lanzador llegan a los siguientes resultados:

En el pretest no hubo diferencia entre los grupos de estudio, $F = 1.76$, $p > .1$. Esto es válido también para los bloques de práctica, $F = 0.26$, $p > .1$. Los participantes tampoco pudieron aproximar su coordinación a la coordinación del experto en los bloques de práctica, $F = 1.66$, $p > .1$. Esto ocurrió anteriormente en mayor escala, es decir, desde el pretest al primer bloque de práctica. Un análisis de la varianza que incluye el pretest revela un efecto significativo de tiempo, $F = 4.73$, $p < .01$, $\eta_{par}^2 = .17$. Los análisis de los tests de retención indican de nuevo que no hay diferencia significativa entre los grupos de estudio, $F = 0.70$, $p > .1$ y $F = 0.38$, $p > .1$, es decir, todos los participantes alcanzaron un nivel de aprendizaje similar, independiente de cual videomodelo habían visto durante los bloques de práctica. La figura 7 representa las desviaciones



medias (NoRM-D) de los grupos de estudio desde la coordinación del experto.

Figura 7. Coordinación intralímbica del brazo lanzador, dependiendo del grupo de estudio. **Nota:** mientras más pequeño es el valor NoRM-D, menor es la desviación desde la coordinación del experto.



3.2 Coordinación intralímbica de la pierna de apoyo (ángulo de la rodilla y del tobillo)

La coordinación de la pierna de apoyo de los participantes fue medida a través del cambio relativo del ángulo de la rodilla y del tobillo y es

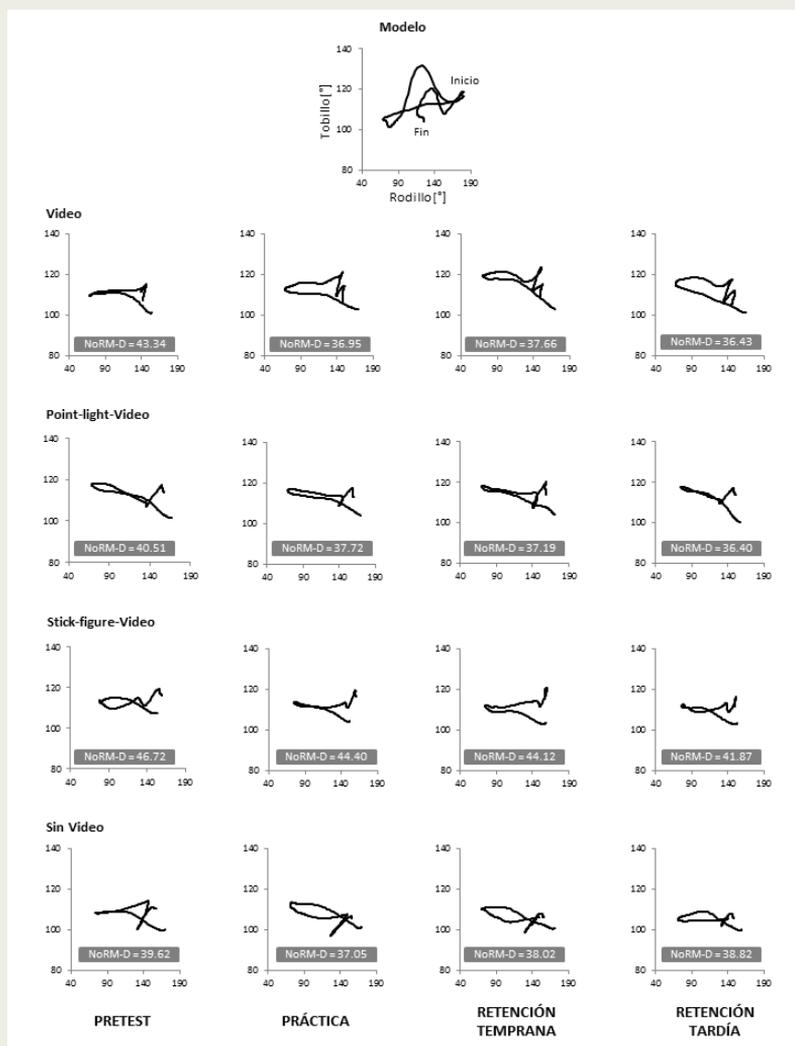


comparado en la figura 8 con el movimiento del experto. En la comparación se muestra que la coordinación de los participantes es claramente menos compleja que la del experto. Así, no se encuentra en el movimiento de los participantes, por ejemplo, el cambio de flexión y extensión en el ángulo del tobillo, que permanece durante todo del movimiento en un margen aproximado de ca. 100° hasta 120° , mientras que en el experto se extiende hasta 140° . También la variación del ángulo de la rodilla en los participantes se presenta relativamente simple; además, la rodilla está más extendida al final del movimiento que en el experto (ca. 150° contra ca. 120°). En apariencia los participantes frenan su movimiento de avance apenas sobre la pierna de apoyo y por eso no la flexionan. En resumen, las gráficas ángulo-ángulo para la coordinación intralímbica de la pierna de apoyo muestran lo siguiente:

1. La coordinación de la pierna de apoyo de los participantes difiere obviamente de la coordinación del experto. La alternancia entre flexión y extensión de los respectivos ángulos es menos compleja.
2. La desviación disminuye un poco con el aumento de la práctica tanto óptica como numéricamente (NoRM-D), es decir, los participantes logran acercarse a la coordinación del experto solo en corta medida.
3. La coordinación de la pierna de apoyo de los participantes se diferencia ópticamente muy fuerte en cuanto al grupo de estudio; los valores NoRM-D indican que los participantes del grupo figura de palillo (Stick-figure) tienen la peor coordinación de la pierna de apoyo.



Figura 8. Coordinación intralímbica de la pierna de apoyo: variaciones relativas del ángulo de la rodilla y del tobillo para el experto (arriba) y para los participantes de los cuatro grupos (de arriba a abajo) en el pretest, los bloques de práctica y los test de retención temprana y tardía (de izquierda a derecha).



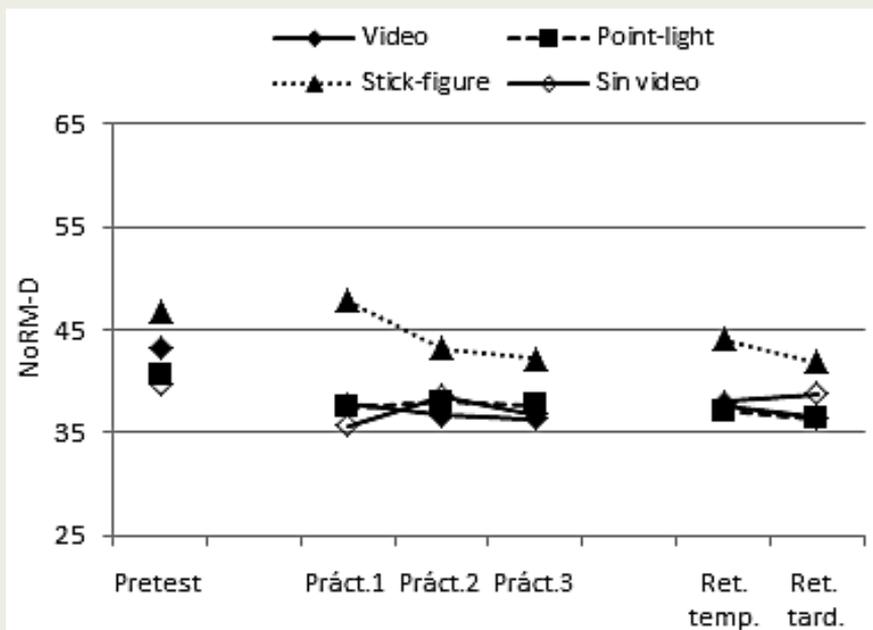


Los resultados de los análisis estadísticos corresponden con estos enunciados:

En el pretest, el movimiento de la pierna de apoyo de los participantes no se diferenció en cuanto a los grupos de estudio, $F = 1.43$, $p > .1$. Este también fue el caso en los bloques de práctica, $F = 1.42$, $p > .1$, en que los participantes, además, no pudieron mejorar significativamente su coordinación, $F = 0.92$, $p > .1$. Solamente cuando los lanzamientos en el pretest y en los bloques de práctica se consideran conjuntamente, se muestra una mejoría significativa en el rendimiento de la coordinación $F = 4.13$, $p < .01$, $\eta_{par}^2 = .29$, causado por el desarrollo positivo del pretest al primer bloque de práctica (la única excepción son solamente los participantes del grupo figura de palillo -Stick-figure-). En los test de retención temprana y tardía de nuevo no se registra diferencia grupal significativa, $F = 1.35$, $p > .1$ y $F = 1.26$, $p > .1$, así que todos los participantes alcanzaron un nivel de aprendizaje parecido. Sin embargo, en la figura 9 se puede observar que los participantes del grupo figura de palillo (Stick-figure), en los bloques de práctica así como en los tests de retención, tuvieron peores desempeños en cuanto a la coordinación de la pierna de apoyo que los participantes de los otros grupos.



Figura 9. Coordinación intralímbica de la pierna de apoyo dependiendo del grupo de estudio. **Nota:** mientras más pequeño es el valor NoRM-D, menor es la desviación desde la coordinación del experto.



3.3 Coordinación interlímbica (ángulo del codo y de la rodilla)

De particular interés es la coordinación interlímbica, que se manifiesta en las variaciones relativas del ángulo del codo derecho y del ángulo de la rodilla izquierda. Al igual que con la coordinación de la pierna de apoyo, los participantes se mueven –como muestra la figura 10– claramente con menor complejidad que el experto. Esto se aplica particularmente a las fases de lanzamiento medio, donde el brazo lanzador se erige, acelera y a continuación se desacelera. El experto

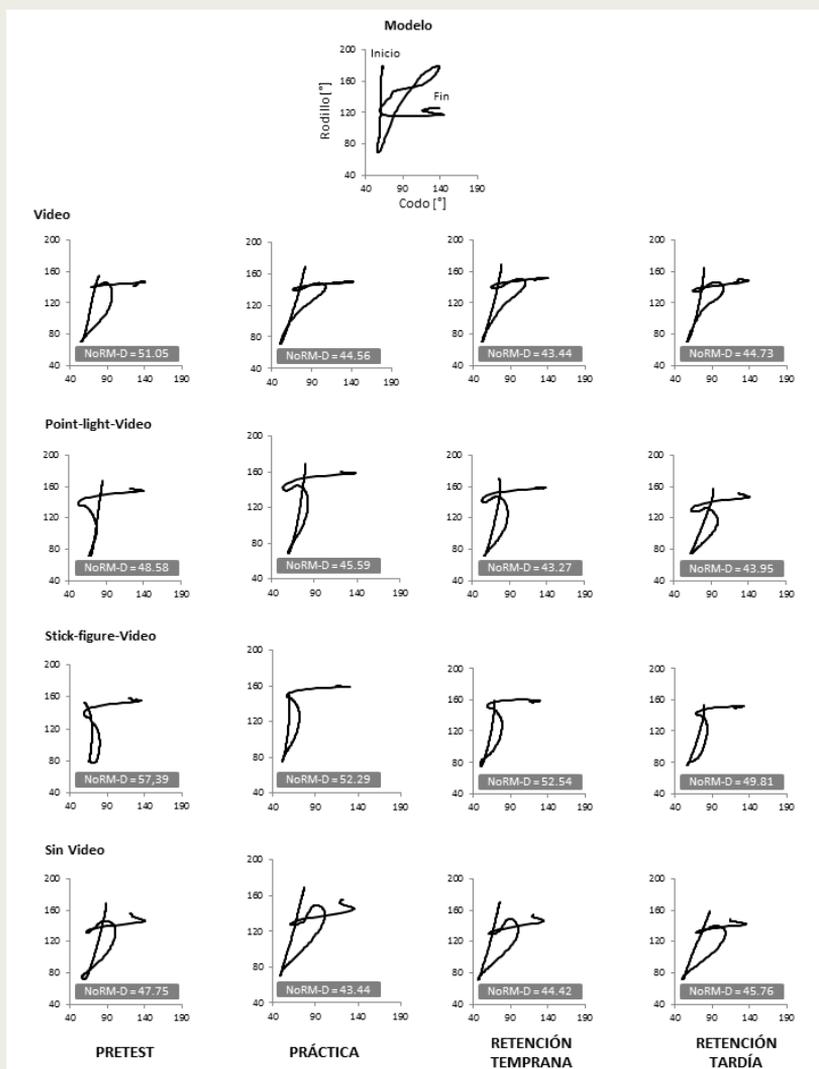


abre el codo en el movimiento de lanzamiento hasta ca. 140° , y luego en la fase de desaceleración y decaimiento primero dobla la articulación (ca. 50°) y finalmente la vuelve a estirar (ca. 140°). En forma diferente, el estiramiento del brazo lanzador de los participantes es con un máximo de 100° muy pequeño y no se observa una flexión temporal. La rodilla muestra en el experto un patrón de extensión-flexión pronunciado, que no se puede encontrar de esta forma en los participantes. La pierna de apoyo está en el lanzamiento casi completamente estirada (ca. 170°) y después del lanzamiento doblada con ca. 120° , con el fin de frenar el movimiento hacia adelante. Comparado con esto, ocurre la extensión en los participantes sólo hasta ca. $140\text{-}150^\circ$ y una flexión subsiguiente no se observa. En resumen, los siguientes puntos deben tenerse en cuenta para la coordinación interlímbica:

1. La coordinación interlímbica de los participantes difiere en todos los grupos de estudio muy claramente de la del experto. En cuanto a la alternancia entre flexión y extensión de los ángulos observados, la coordinación es menos compleja.
2. La desviación es tanto óptica como numéricamente (NoMR-D) mayor que en la coordinación intralímbica. Sin embargo, esta se reduce para todos los participantes en el transcurso del estudio.
3. La coordinación interlímbica se diferencia ópticamente entre los grupos de estudio menos que la coordinación intralímbica. Una excepción son los participantes del grupo de control.



Figura 10. Coordinación interlímica: variaciones relativas del codo y de la rodilla para el experto (arriba) y para los participantes de los cuatro grupos (de arriba a abajo) en el pretest, los bloques de práctica y los tests de retención temprana y tardía (de izquierda a derecha).





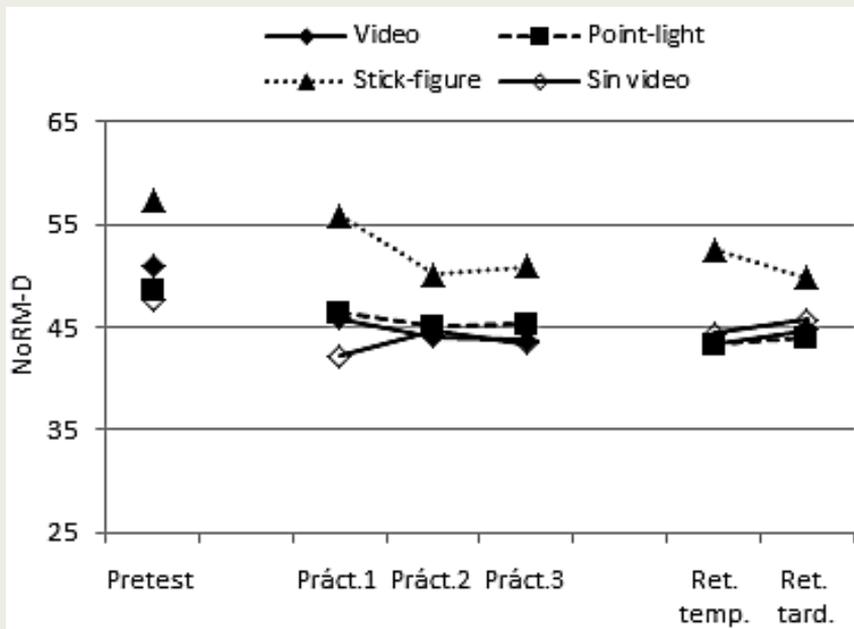
Los análisis estadísticos de los valores NoRM-D conducen a los siguientes resultados:

En el pretest no se encuentran diferencias significativas entre los grupos de estudio, $F = 2.22$, $p > .1$. Esto se aplica también para los bloques de práctica, $F = 1.18$, $p > .1$, en la que los participantes tampoco se aproximaron considerablemente a la coordinación interlímica del experto, $F = 1.56$, $p > .1$. Un efecto significativo de tiempo se observa no antes de que se incluya en el análisis el pretest y los bloques de práctica, $F = 7.37$, $p < .001$, $\eta_{par}^2 = .24$, pues la mejora de la coordinación interlímica ya se consiguió desde el pretest hasta el primero y segundo bloque de práctica. Para los test de retención temprana y tardía no se encuentran diferencias significativas entre los grupos de estudio, $F = 1.67$, $p > .1$ y $F = 0.80$, $p > .1$, aunque en la figura 11 el grupo figura de palillo (Stick-figure) se reconoce fácilmente como el grupo con la mayor desviación de la coordinación del experto.



Figura 11. Coordinación interlímbica dependiendo del grupo de estudio.

Nota: mientras más pequeño es el valor NoRM-D, menor es la desviación desde la coordinación del experto).



4. Discusión

El tema del presente estudio fue la revisión de una hipótesis derivada de la teoría "percepción visual" (Scully & Newell, 1985), según demostraciones en las cuales se destaca que las informaciones sobre la estructura relativa de un movimiento resultan en un aprendizaje observacional más efectivo que las demostraciones tradicionales. En resumen, hay que constatar que esta hipótesis no se pudo verificar. Los análisis cinemáticos de la coordinación intralímbica (brazo lanzador,



pierna de apoyo) como también la coordinación interlímica (codo y rodilla) no revelaron beneficio significativo para aquellos participantes que habían practicado el lanzamiento de beisbol con ayuda de los videos puntos de luz (Point-light) o figura de palillo (Stick-figure). Los participantes del grupo figura de palillo (Stick-figure) mostraron especialmente en las fases tardías del lanzamiento (aceleración, desaceleración y decaimiento del brazo) incluso un peor rendimiento que los participantes de otros grupos. Es especialmente notable que los participantes del grupo control –que de hecho no habían visto ningún video-modelo– no obtuvieron peores resultados que los participantes que fueron apoyados por un modelo; es decir, las demostraciones de video basado en el movimiento del lanzador –igual en cual forma de representación– no influyen en el proceso de aprendizaje de los participantes, al menos cuando se evalúa mediante los datos cinemáticos objetivos.

Este resultado debe plantear preguntas sobre la metodología de la investigación y particularmente sobre la representación del modelo. Aunque nos hemos orientado en estudios anteriores (por ejemplo, Breslin & col., 2005, 2006), es posible que la duración y la forma de representación del video no fueron adecuadas en cuanto a la rapidez con la que se realiza el lanzamiento, y por eso los participantes no se beneficiaron nada o casi nada. Como se describió, el video tuvo una duración de 4 segundos y fue mostrado a los participantes antes de cada bloque de práctica, sólo en tres repeticiones y con velocidad normal. Parece concebible que –teniendo en cuenta la velocidad y complejidad del lanzamiento– no fue suficiente para facilitar a los participantes la extracción de informaciones del movimiento relativo. En nuestra opinión, los estudios posteriores deberían aumentar la duración y la



frecuencia de la demostración del modelo. Además, el efecto de las demostraciones en cámara lenta se debe investigar.

Antes del inicio del estudio los participantes recibieron instrucciones sobre el lanzamiento de beisbol, incluyendo una serie de imágenes. Aunque parezca inverosímil que de una secuencia estática de imágenes se pueda obtener información sobre la estructura relativa de un movimiento, un resultado de nuestro estudio indica exactamente que todos los participantes pudieron mejorar significativamente su coordinación intra e interlímica desde el pretest hasta el primer bloque de práctica, mientras que no hubo más progresos en la fase de práctica. Eso muestra que las instrucciones iniciales tenían un impacto fuerte. En consecuencia, en estudios futuros la precisión y el volumen de estas instrucciones deberían probarse con anterioridad.



5. Referencias

- Bandura A (1986). *Social foundations of thought and action: a social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Breslin G, Hodges NJ, Williams AM (2009). Effect of information load and time on observational learning. *Research Quarterly of Exercise and Sport*, 90:480-90.
- Breslin G, Hodges NJ, Williams AM, Curran W, Kremer J (2005). Modelling relative motion to facilitate intra-limb coordination. *Human Movement Science*, 24:446-63.
- Breslin G, Hodges NJ, Williams AM, Kremer J, Curran W (2006). A comparison of intra- und inter-limb relative motion information in modelling a novel motor skill. *Human Movement Studies*, 25:753-66.
- Carroll WR, Bandura A (1990). Representational guidance of action production in observational learning: A causal analysis. *Journal of Motor Behavior*, 22:85-97.
- Clark SE, Ste-Marie DM (2002). Peer mastery versus peer coping models: Model type has differential effects on psychological and physical performance measures. *Journal of Human Movement Studies*, 43.
- Daugis R, Blischke K, Olivier N, Marschall F (1989). *Beiträge zum visuomotorischen Lernen im Sport*. Schorndorf: Hofmann.
- Gibson JJ (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston: Houghton Mifflin.
- Hayes SJ, Hodges NJ, Scott MA, Horn RR, Williams AM (2007). The efficacy of demonstrations in teaching children an unfamiliar movement skill: The effects of object-oriented actions and point-light demonstrations. *Journal of Sport Sciences*, 25:559-75.



- Horn RR, Williams AM, Scott MA (2002). Learning from demonstrations: The role of visual search during observational learning from video and point-light models. *Journal of Sports Sciences*, 20:253-69.
- Johansson G (1973). Visual perception of biological motion and a model for its analysis. *Perception & Psychophysics*, 14:201-11.
- Johansson G (1975). Visual motion perception. *Scientific American*, 232:76-88.
- Meaney KS, Griffin K, Hart MA (2005). The effect of model similarity on girls' motor performance. *Journal of Teaching in Physical Education*, 24:165-78.
- Mullineaux DR, Bartlett RM, Bennett SJ (2001). Research design and statistics in biomechanics and motor control. *Journal of Sport Sciences*, 19:739-60.
- Scully DM, Carnegie E (1998). Observational learning in motor skill acquisition: A look at demonstrations. *The Irish Journal of Psychology*, 19:472-85.
- Scully DM, Newell KM (1985). Observational learning and the acquisition of motor skills: Towards a visual perception perspective. *Journal of Human Movement Studies*, 11:169-86.