

Influencia de la organización de la práctica en la adquisición del patrón de pateo en escolares de 4º de educación primaria

Influence of practice organization on the acquisition of ball kicking pattern in 4th graders

*Juan Granda Vera, *José Carlos Barbero Alvarez, **Adela Cortijo Cantos, ***José Mariano Montilla Medina, *Inmaculada Alemany Arrebola

*Universidad de Granada (España), **Consejería de Bienestar Social, Ciudad Autónoma de Melilla (España), *** CEIP Eduardo Morillas (España)

Resumen. Este estudio se diseñó para examinar los efectos de tres condiciones de práctica (repetitiva, variable y combinada) en la adquisición del patrón de pateo de un balón estático a un blanco estacionario usando el pie dominante, determinado mediante el registro de variables temporales y espacio-temporales (velocidad lineal de ambas rodillas y pie de la pierna de pateo). 60 sujetos (edad $M = 9.45$, $SD = .3$) de 4º curso de Educación Primaria (30 niños y 30 niñas) fueron asignados al azar a tres grupos de prácticas diferentes (repetitiva = 20, Variable = 20, Combinada = 20). Los datos encontrados parecen confirmar que la organización de la práctica en las condiciones variable y combinada conduce a una mejor adquisición del patrón de pateo en precisión, de acuerdo a los parámetros que caracterizan a los expertos, mejorando el patrón temporal de los movimientos (mejor transferencia de los momentos de impulso entre las articulaciones/segmentos que participan en el golpeo) y una disminución del pico de velocidad en cada una de las articulaciones del segmento que golpea la bola en el grupo de práctica combinada, tratando de reducir la variabilidad con objeto de disminuir los niveles de error en la consecución del objetivo.

Palabras clave: Patrón de pateo de una bola, Precisión, Organización de la práctica, Análisis cinemático, Educación Primaria.

Abstract. This study was designed to examine the effects of three practice schedules —i.e., blocked, variable and combined— on the acquisition of the pattern of ball kicking towards stationary targets using the dominant foot, determined by recording temporal and spatial-temporary variables (linear speed of both knees and foot). A sample of 60 4th graders (30 boys and 30 girls; M age = 9.45, $SD = .3$) were randomly assigned to three different practice groups (blocked = 20, Variable = 20, Combined = 20). The results seem to confirm that, in agreement with the parameters that characterize expert players, the organization of variable and combined practices leads to a better acquisition of kick-ball skills by improving the temporal pattern of movements (enhanced momentum transfer between joints and segments that participate in the movement), and by lowering the highest-speed peak of each joint of the segment used to kick the ball, trying to reduce variability with the aim of decreasing error levels in pursuing the target.

Key words: Ball kicking pattern, Accuracy, Practice schedule, Kinematic analysis, Primary School.

Introducción

Una de las cuestiones más relevantes para los teóricos del aprendizaje motor es comprender los procesos y mecanismos que subyacen en la adquisición de movimientos bien coordinados. Las características topológicas de una acción motriz describen los movimientos de cada uno de los segmentos corporales en relación a los demás segmentos implicados en la acción y los cambios en los patrones de movimiento que pueden iluminar aspectos específicos en cambios de la coordinación (Anderson & Sidaway, 1994).

El patrón de pateo de un balón se caracteriza por ser una acción multiarticular compleja que requiere la sincronización y la adecuada transferencia de energía entre los segmentos que participan en la acción. Manolopoulos, Papadopoulos, y Kellis (2006) han señalado varios factores importantes durante su ejecución como la sincronización y la adecuada transferencia de energía entre los segmentos que participan en la acción, la velocidad y la utilización del ciclo de estiramiento-acortamiento característico de los músculos de la pierna de pateo.

Los estudios realizados sugieren que esta habilidad se desarrolla rápidamente entre los cuatro y los seis años aunque los datos indican que el 72,2% a la edad de 10 y el 80% a los 11,45 años ha alcanzado el patrón maduro (Butterfield, Looovis, & Lee, 2008; Butterfield, Angell, & Mason, 2012). Ulrich (2000), en un estudio con escolares de cinco a 10 años de edad, encontró que el 66% de los escolares presentaban el patrón maduro de golpeo a los 10 años, informando que en grupo de escolares de nueve años no hay diferencias en el nivel de desempeño entre niños y niñas.

Cuestión característica de los expertos en esta habilidad es la realización de una secuencia próximo-distal de los segmentos implicados en

la acción, siendo especialmente relevante la secuencia de tiempo de participación de cada segmento, definido por la transferencia del momento de impulso desde el segmento más proximal al más distal.

Putnam (1991, 1993) señala que cada segmento debería iniciar su participación en el momento en que el segmento anterior alcance su pico de máxima velocidad, de forma que cada uno de los segmentos implicados en la realización del pateo alcance un mayor pico de velocidad que el segmento precedente.

Esto es de gran relevancia, ya que la transferencia del momento angular ocurre porque las acciones del cuerpo responden a un modelo de cadena cinética abierta y este hecho permite a los aprendices mejorar en su desempeño habilidoso mediante un incremento en la transferencia del momento angular, pudiendo asumir, por tanto, que esta cadena cinética abierta sea un parámetro de orden en la habilidad de patear un balón con el pie (Southard, 2014).

Egan, Verheul, y Savelsberg (2007) indican que, cuando se trata de reducir la variabilidad, se acorta la fase de preparación (flexión de la pierna sobre el muslo y extensión de éste respecto a la cadera), provocando un acortamiento en el tiempo que se precisa durante la fase en la que el alumno mueve su pie hacia delante para patear el balón.

La ley de Fitts (1954) y su aplicación a los procesos de ejecución de habilidades motrices, ha sido durante mucho tiempo referencia fundamental en los estudios sobre aspectos fundamentales del movimiento humano (Urbin, Stodden, Fischman, & Weimer, 2011). La disyuntiva precisión - velocidad se refiere al hecho de que el incremento en la velocidad produce una disminución en la precisión del movimiento. Button, Smith, y Pepping (2005) señalan que los rangos de movimiento son mayores cuando el objetivo de la tarea de pateo a un balón es alcanzar la máxima velocidad, con respecto a cuando el objetivo de la tarea es alcanzar la máxima precisión. Este cambio en el patrón de movimiento también fue hallado por Lees y Nolan (2002) en jugadores profesionales cuando la exigencia de precisión era requerida en la acción de pateo. Esto podría explicarse por la necesidad de los ejecutantes de

limitar la variabilidad de los parámetros de movimiento mediante la reducción de la velocidad (Schmidt, Zelaznik, Hawkins, Frank, & Quinn, 1979; Molina, 2015).

Muñoz y González (2012) estudiaron las diferencias cinemáticas del golpeo en fútbol entre futbolistas expertos y sujetos inexpertos, encontrando diferencias significativas en la velocidad de la pierna no dominante en el momento del impacto del balón y en la duración de la fase dos del pateo, concluyendo que solamente se encontraron diferencias en la pierna no dominante. Sánchez, Molinero y Yagüe (2012) llevaron a cabo un estudio con niños de 6 a 10 años en el que comprobaron los efectos de dos metodologías en el aprendizaje de habilidades técnicas en el fútbol, encontrando que el pateo con el pie dominante fue una de las habilidades que no mejoró con el aprendizaje tradicional.

Levanon y Dapena (1998) y Andersen y Dörge (2011) señalan que cuando la precisión es requerida tiene una influencia directa sobre la velocidad de ejecución, con objeto de situar el pie de pateo en una situación óptima durante el impacto para asegurar el control en el recorrido del balón hacia el blanco después del contacto. Molina (2015), en un estudio con 43 niños de 9 a 11 años, analizó una acción de pateo a un balón con un 45% , 65% , 85% y 100% de su velocidad máxima a un blanco en la pared. Los resultados indicaron que los participantes cometieron menos errores en la precisión en el blanco en la condición de 65% de la velocidad en comparación con la velocidad máxima.

En relación con el proceso de aprendizaje de esta habilidad, la influencia de las condiciones de organización de la práctica en la adquisición de una habilidad motora ha sido objeto de un amplio estudio en la investigación sobre el aprendizaje de habilidades motoras (Li & Wright, 2000; Granda & Medina, 2003; Granda, Barbero, & Montilla, 2004; Granda, Barbero, & Montilla, 2008). García, Menayo y Sánchez (2015) estudiaron los efectos de la variabilidad en futbolistas expertos, encontrando que el grupo que practico de forma repetitiva fue mas preciso en el post y la retención, mejorando significativamente el grupo de práctica variable en la velocidad de golpeo en las dos fases de estudio, siendo está superior al grupo que trabajo de forma repetitiva.

Frente a los intentos iniciales de comparar práctica repetitiva frente a práctica variable, los últimos estudios se han interesado por los efectos de una práctica combinada (variable-repetitiva o repetitiva-variable) respecto a los dos tipos inicialmente considerados, cuestión recomendada originalmente por Schmidt (1991) como un método alternativo de organizar la práctica. Los resultados encontrados parecen apuntar a una superioridad de la práctica repetitiva-variable sobre los otros tipos de práctica, señalando la necesidad de una práctica repetitiva previa a la práctica variable en el proceso de adquisición de habilidades motrices que ayude a los aprendices sin ninguna experiencia en la habilidad a consolidar un esquema de movimientos sobre el que asentar los ajustes mediante la posterior práctica variable (Corrêa, Benda, Meira, & Tani, 2003; Granda, et al., 2008).

A partir de estos hallazgos, el objetivo de este estudio fue examinar los efectos de tres condiciones de práctica (repetitiva, variable y combinada) en las posibles modificaciones del patrón de movimiento de la habilidad pateo de un balón estático a un blanco estacionario mediante el uso de análisis cinemático tridimensional.

La hipótesis de estudio es que los participantes de los grupos de práctica variable y combinada presentarán un patrón de pateo caracterizado por una menor velocidad de ejecución y un patrón temporal de transferencia de impulsos en los que la máxima velocidad del extremo distal se alcance en momentos muy próximos al instante del impacto con el balón.

Material y método

La investigación ha utilizado técnicas cinematográficas en tres dimensiones (3D), debido a la necesidad de integrar parámetros biomecánicos en los estudios sobre aprendizaje motor para examinar los cambios de coordinación con el aprendizaje (Davids, Lees, & Burwitz, 2000).

Participantes

Los participantes fueron 60 escolares ($M = 9.45$ años, $SD = 0.3$) seleccionados al azar de clases de cuarto curso de Educación Primaria de una escuela pública en la ciudad de Melilla. Ningún participante realizaba actividad físico-deportiva extraescolar relacionada con la habilidad objeto de estudio y no participaban de forma regular en práctica deportiva reglada. El conjunto de participantes fueron asignados aleatoriamente a un grupo de práctica (programa de intervención de práctica repetitiva, variable y combinada) en subgrupos de 20. Se solicitó y obtuvo el permiso de la Dirección Provincial del Ministerio de Educación para la realización del estudio. Todos los padres/tutores de los alumnos dieron su consentimiento a la participación de sus hijos en el estudio, incluyendo la filmación en vídeo, cumpliendo todos los principios éticos contemplados por la declaración de Helsinki.

Instrumentos

Patear un balón estático a un blanco estacionario.- El móvil fue un balón de fútbol tamaño tres, adaptado a la edad de los participantes. El blanco venía determinado por un rectángulo de 100 cm de largo x 20 cm de alto y fue dividido en cinco zonas de 20 cm x 20 cm, una zona central con una puntuación de cinco puntos, dos zonas a ambos lados de la central, con una puntuación de tres puntos y dos zonas exteriores con una puntuación de un punto. El blanco se sujetó a la pared en una posición vertical, con el borde inferior del mismo a ras del suelo (ver figura uno).

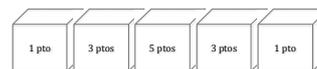


Figura 1. Blanco utilizado durante la tarea de pateo

La propuesta de blanco fue realizada a partir de referencias en estudios previos con participantes de la misma edad, considerando que la distancia balón-blanco era idónea dada la edad y experiencia de los sujetos y teniendo en cuenta la exigencia de precisión, evitando la posible influencia que una mayor distancia hubiera supuesto en el factor fuerza durante la ejecución, lo que hubiera añadido una complejidad más a tener presente en el estudio.

Las variables de estudio consideradas han sido de dos tipos:

- Temporales: A) duración de la acción de pateo, tiempo transcurrido entre el pico de máxima velocidad lineal del pie de pateo y el instante de contacto con el balón (definido como final de la acción) y B) momento temporal de aparición de dicho pico de máxima velocidad en las articulaciones de la cadera, rodilla y extremo distal del pie que ejecuta el pateo. Esta última variable fue determinada mediante el cálculo del porcentaje en relación a la duración total de la fase analizada, con objeto de determinar la secuencia de participación segmentaria y la coordinación de impulsos parciales.

- Espacio-temporales: A) velocidad lineal de la rodilla de la pierna de pateo (VR) y del pie de la pierna de pateo (VP), determinada por los valores alcanzados al final de la acción, B) pico de máxima velocidad de la rodilla de la pierna de pateo durante el pateo (MáxVR) y C) pico de máxima velocidad del pie de la pierna de pateo durante el pateo (MáxVP).

Procedimiento

El experimento se llevó a cabo en tres fases, una fase preliminar (pretest), una fase de adquisición y una fase final (postest). Durante la fase preliminar se les dio a los participantes una breve introducción sobre la prueba a realizar, con una breve explicación de cómo llevarla a cabo y una demostración de la misma. La prueba consistió en diez intentos con el pie dominante.

La fase de adquisición abarcó cuatro semanas de práctica. Cada grupo practicó por separado tres veces a la semana durante treinta minutos, con un total de doce sesiones de práctica. El maestro de Educación Física planificó y llevó a cabo todas las sesiones por ser un docente experto en este tipo de diseños de organización de la práctica, al haber colaborado en estudios previos sobre esta temática (Granda, et al.,

2004; Granda, et al., 2008). La sesiones se llevaron a cabo en horario extraescolar. Durante el proceso de adquisición el grupo de práctica repetitiva (grupo control - GC) practicó de forma repetitiva cada una de las tareas diseñadas relacionadas con la habilidad objeto de aprendizaje. El grupo de práctica variable (grupo experimental uno - GE1) realizó tareas relacionadas con la habilidad señalada, incluyendo variaciones continuas en la realización de cada una de las tareas de enseñanza (ver figura dos). Por último, el grupo que practicó de forma combinada (grupo experimental dos - GE2) realizó seis sesiones iniciales de práctica repetitiva y seis sesiones finales de práctica variable (similares a las últimas seis sesiones del grupo experimental uno) a lo largo de las doce sesiones de aprendizaje. Una vez que finalizó la fase de adquisición, los participantes volvieron a realizar la misma prueba que efectuaron en la fase pretest.

EJEMPLO DE SESIÓN	
DURACIÓN:30 MINUTOS	GRUPO: PRÁCTICA VARIABLE
1.- Golpear el balón con distintas partes del cuerpo, no se puede repetir nunca el golpeo con la misma zona.	
2.- Individual, un balón para cada jugador. Ir pateando el balón por encima de las líneas pintadas del suelo.	
-Cambiar del balón (pelotas tenis, balonmano o fútbol)	
3.- Dentro de espacio acotado conducir balón.	
-Reducir cada vez más el espacio	
-Cambiar de tipo de balón	
-Colocar obstáculos e ir esquivándolos o pasándolos por encima.	
4.- Hacer distintas habilidades con el balón.	
-Levantarlo con ambos pies	
-Dar patadillas	
-Golpear con la cabeza	
5.- Patear el balón contra la pared en 3 zonas	
- Zona 1.- Diana a tres, cinco y siete metros colocadas en el suelo. Alternar zonas de pateo a distintas distancias, no repetir dos veces la misma.	
- Zona 2.- Diana a tres, cinco y siete metros colocadas en un plano elevado. Alternar zonas de pateo a distintas distancias, no repetir dos veces la misma.	
- Zona 3.- Diana a tres, cinco y siete metros que serán cajas de unos 40 cm. Alternar zonas de pateo a distintas distancias, no repetir dos veces la misma.	
6.- En grupos de tres x uno, intentar pasar el balón con las manos. Jugador defensor cambia cuando toca el balón. Intentar conseguir 10 pases seguidos.	
7.- Por parejas, cada pareja con un balón. Balones situados en el suelo en diferentes filas horizontales. Un miembro de cada pareja patea los balones tratando de dirigir el balón a la zona donde está situado el compañero. Cada vez que hay un pateo, el compañero cambia de posición y el pateador nunca puede patear balones de la misma línea dos veces consecutivas.	
8.- Colocar una pelota gigante en un cuadrado de 25 x 25 metros aproximadamente. Los participantes se sitúan alrededor del cuadrado, en cualquiera de sus lados, pudiendo cambiar de lado durante el juego cuando quieran. Deberán patear un balón (de distintos tamaños), desde fuera del cuadrado, e intentar impactar en la pelota gigante. Deberán anotar mentalmente el número de aciertos.	

Figura 2. Ejemplo de sesión durante la fase de adquisición

La acción propia del pateo comprendió desde el momento que el sujeto tomaba contacto con el pie de apoyo en el suelo hasta instantes después del contacto con el balón (fase segunda y tercera de la acción de pateo, según Luhtanen, 1988).

El análisis del golpeo se realizó mediante cinematografía tridimensional con filmación mediante dos cámaras a 200 Hz, digitalizando 21 puntos corporales. La filmación se realizó con dos cámaras Casio EX F1, situadas a 12 m del centro geométrico de un sistema de referencias formado por un cubo de 12 aristas de dos metros de lado, siendo el eje X (longitudinal) perpendicular el plano que define el blanco y asociado al suelo, el transversal (Y) también asociado al suelo y perpendicular al anterior y el vertical Z, perpendicular a los otros dos. Las cámaras se colocaron sobre trípodes a una altura de un metro veinte

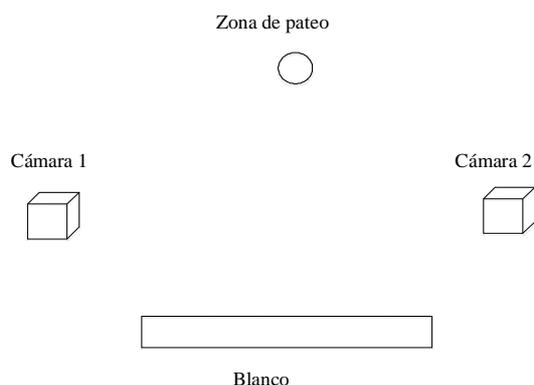


Figura 3. Diagrama del proceso de registro de vídeo

centímetros. Una cámara se situó a la derecha de la posición del balón en un ángulo de 45° respecto de la línea perpendicular balón - centro del blanco y la otra cámara a la izquierda de la posición del balón a un ángulo de 45° respecto de la línea perpendicular balón - centro del blanco (ver figura tres).

Análisis de datos

Los datos fueron analizados estadísticamente mediante el paquete estadístico SPSS versión 20.0. Para determinar la existencia de diferencias significativas intergrupos se utilizó el estadístico «Anova de un factor» (prueba post-hoc de Bonferroni). Para establecer la existencia de diferencias significativas intragrupo en las puntuaciones entre las etapas pretest y postest, los datos fueron sometidos al *t* - test de muestras relacionadas ($p < .05$).

Resultados

La tabla uno muestra los resultados en la fase postest en cada grupo para las variables espacio-temporales y temporales.

Como se aprecia en la tabla uno, el grupo de práctica combinada es el que presenta valores más bajos en la velocidad lineal de los puntos considerados en el análisis en el instante de contacto con la bola, así como en el pico de máxima velocidad alcanzado durante el desarrollo de la acción de pateo, especialmente relevante en lo que respecta al pie de pateo.

Los valores encontrados para las variables temporales indican que el grupo de práctica combinada presenta unos valores más altos en la duración de la acción, estando relacionado este hecho con la menor velocidad de ejecución manifestada por este grupo.

En cuanto al patrón temporal (aplicación de los momentos de transferencia de impulsos) se observa que el grupo que practicó de forma repetitiva es el que presenta un modelo (patrón temporal) menos coordinado, llegando a alcanzar el pico de máxima velocidad de cada articulación en momentos muy anteriores al momento del contacto con el balón, provocando ello una ruptura en la transferencia de impulsos parciales entre los diferentes segmentos intervinientes en la acción y, por lo tanto, una menor eficacia en la cadena cinética.

	Combinada		Repetitiva		Variable	
	M	S	M	S	M	S
Final de la acción						
VR(ms ⁻¹)	.58 ± .47		.68 ± .43		1.11 ± .42	
VP(ms ⁻¹)	3.68 ± 1.89		5.18 ± 2.14		6.29 ± 1.58	
PMaxVR (ms ⁻¹)	1.51 ± .42		1.54 ± .48		1.62 ± .46	
PMaxVP (m.s ⁻¹)	4.76 ± 1.09		7.02 ± 1.46		6.92 ± 1.79	
Duración golpeo (ms)	197.6 ± 65.5		169.6 ± 19.4		168.3 ± 49.5	
PT vel cadera (%)	65.3 ± 29.1		55.4 ± 36.1		63.4 ± 26.8	
PT vel rod (%)	70.1 ± 13.5		66.5 ± 19.7		73.3 ± 25.5	
PT vel pie (%)	91.4 ± 7.16		86.9 ± 10.9		91.7 ± 8.82	
Tiempo pico máx vel pie a impacto bola (ms)	23.08 ± 6.93		15.2 ± 12.9		14.3 ± 12.83	

Nota: PMaxV=Pico de máxima velocidad

Anova de un factor	F	p
Final velocidad rodilla pateo	7.313	.002
Final velocidad pie pateo	8.568	.001
Duración acción pateo	3.788	.003

Variable de estudio	Grupos		p
	GE2 (M=.58 ± .47) versus GE1 (M=1.11 ± .42)	GC (M=.68 ± .43) versus GE1 (M=1.11 ± .42)	
Final velocidad rodilla pateo	.002	.033	
Final velocidad pie pateo	.039	.001	
Duración acción pateo	.028	.026	

Sometidos los datos encontrados en la fase postest de cada uno de los grupos de estudio al estadístico Anova de un factor, se encontraron diferencias intergrupos al final de la fase de adquisición en las variables relacionadas en la tabla dos.

Los resultados muestran la existencia de diferencias significativas intergrupos en dos de las variables más relevantes en la acción de pateo

con una exigencia de precisión, como son la velocidad en el instante del contacto con el balón de la rodilla y pie del segmento de pateo.

Al realizar el contraste post-hoc mediante la prueba de Bonferroni, las diferencias se concretaron entre los siguientes grupos para cada una de las variables en las que se encontraron diferencias significativas (ver tabla tres).

Los datos ponen en evidencia que las diferencias encontradas en el Anova se concretan, fundamentalmente, entre el grupo de práctica combinada y los otros dos grupos de estudio, lo que parece indicar que este tipo de práctica conduce a la consecución de un patrón más maduro en la acción de pateo respecto a las otras dos formas de organización, todo ello como consecuencia de una menor velocidad final en el instante del contacto con el balón (aspecto éste que caracteriza al patrón maduro de pateo cuando la exigencia es de precisión) y una mayor duración de la acción (menor velocidad durante la realización) como consecuencia de una mejor adaptación a los requerimientos de fuerza dada la distancia del blanco y la exigencia en precisión.

Sometidos los datos de cada grupo al estadístico *t* para muestras relacionadas, se han encontrado diferencias significativas entre las fases pretest y posttest para cada uno de los grupos en algunas de las variables de estudio.

El grupo que practicó de forma repetitiva (GC) solamente presenta diferencias significativas en la duración de la acción (menor tiempo en la fase posttest respecto a la fase pretest)

Los grupos de práctica combinada (GE2) y variable (GE1) presentan diferencias significativas entre la fase pretest y posttest en las variables «patrón temporal de la velocidad pie de pateo» (GE2 $t = 2.29 p < .05$ y GE1 $t = -2.76 p < .05$) y «tiempo desde pico máxima velocidad pie al instante de impacto» (GE2 $t = 2.96 p < .05$ y GE1 $t = -2.92 p < .05$).

Además el grupo de práctica combinada presentó diferencias significativas en las variables «pico máxima velocidad rodilla pateo» ($t = 7.13 p < .001$) y «pico máxima velocidad pie pateo» ($t = 2.76 p < .05$), mientras que en el grupo de práctica variable también se hallaron diferencias significativas en las variables «Velocidad rodilla pateo instante contacto bola» ($t = 3.52 p < .005$), «duración acción pateo» ($t = 2.32 p < .05$) y «patrón temporal de la velocidad rodilla

de pateo» ($t = 2.73 p < .05$).

Las diferencias significativas encontradas en las variables espacio-temporales vienen motivadas por una disminución de los valores de velocidad lineal en las variables consideradas, constatándose una disminución de la velocidad en aras de un mayor control en la precisión del pateo (ver figuras cinco y seis)

Como se observa en ambas figuras, los grupos de práctica variable y combinada son los que presentan una modificación relevante (entre siete y 12%) en el momento de transferencia de impulsos desde la fase pretest a la fase posttest, manteniendo prácticamente los mismos valores el grupo de práctica repetitiva.

Discusión

El objeto del presente estudio fue examinar los efectos de tres condiciones de práctica (repetitiva, variable y combinada) en las posibles modificaciones del patrón de movimiento de la habilidad pateo de un balón a un blanco estacionario mediante el uso de análisis cinemático tridimensional.

En cuanto a los resultados, diferenciar dos aspectos relacionados con el pateo: la velocidad durante el movimiento y en el instante del impacto y el patrón temporal del movimiento.

Respecto a la velocidad, el grupo que practicó de forma combinada disminuyó de forma significativa la velocidad en todos los puntos articulares analizados durante la ejecución y en el instante del pateo.

Estos datos son coincidentes con los señalados por Lees y Nolan (2002) y Button, Smith y Pepping (2005), quienes señalaron que esta disminución en la velocidad de ejecución es requerida para lograr una mayor estabilidad en la precisión, dada la necesidad de los ejecutantes de limitar la variabilidad de los parámetros del movimiento mediante la reducción de la velocidad (Andersen & Dörge, 2011; Molina, 2015).

En cuanto al patrón temporal (transferencia en los momentos de impulso), los grupos que practicaron de forma combinada y variable muestran un patrón tras la fase de adquisición caracterizado por la aparición del pico de máxima velocidad en las articulaciones consideradas en los momentos más cercanos al instante del pateo, mientras que el grupo que practicó de forma repetitiva manifiesta un patrón temporal en el que la aparición de dicho pico máximo de velocidad aparece en momentos temporales más distantes al momento del impacto, lo que pone de manifiesto un patrón de coordinación menos experto, no encontrando en este grupo modificaciones respecto a la fase anterior a la intervención.

Estos datos parecen indicar que una organización de la práctica en forma combinada o variable provoca un efecto de mejora en la coordinación de la acción de pateo, con una mayor sincronización en la aparición progresiva del pico máximo de velocidad en cada uno de los segmentos articulares analizados y la aparición de la máxima velocidad en el pie de pateo en un momento más cercano al instante del contacto con el balón una vez finalizada la fase de adquisición (aprendizaje).

Este hecho incide en una mejora en la sincronización entre las velocidades máximas de las articulaciones implicadas y una manifestación de un patrón más experto en la realización del pateo (Southard, 2009), siendo necesario seguir indagando para definir mejor si la suma secuencial y la transferencia del momento de impulsos es un mecanismo que subyace a este hallazgo.

De acuerdo con estos datos, la forma más exitosa parece ser una organización de la práctica combinada, aunque la práctica variable también produce mejoras respecto a la práctica repetitiva en el momento de transferencias de impulsos.

Esta ventaja alcanzada por el grupo de práctica combinada podría ser explicado por el hecho de que la práctica repetitiva inicial, en combinación con la práctica variable subsiguiente, provoca una mejora más rápida y unos mayores niveles de adquisición, proporcionando a estos aprendices con un bajo nivel inicial de desempeño un rápido aprendizaje de la destreza (Brady, 1998; Granda, et al., 2008).

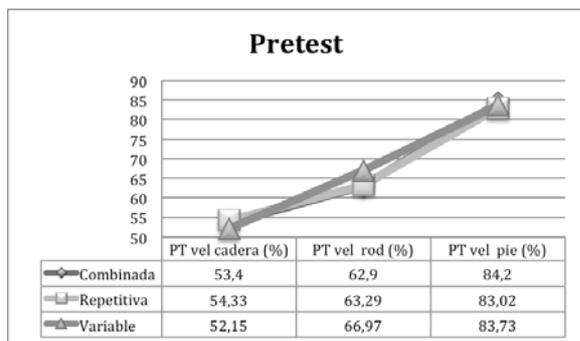


Figura 5. Aparición del pico de máxima velocidad de cada punto articular para cada grupo en la fase pretest

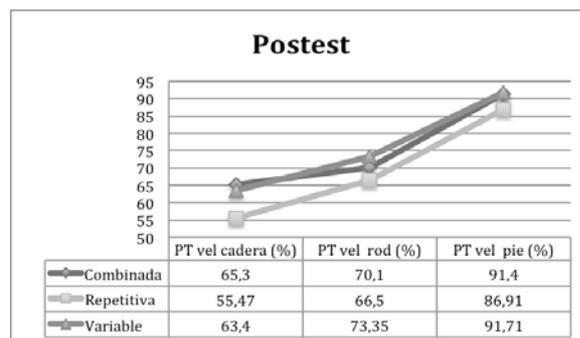


Figura 6. Aparición del pico de máxima velocidad de cada punto articular para cada grupo en la fase posttest

Conclusiones

En síntesis, los datos encontrados en el presente estudio parecen indicar que la organización de la práctica de tipo combinada, y en parte también la variable, facilitan una mejor adquisición de la habilidad de pateo a un balón, mejorando su patrón temporal de movimiento (lo que facilitaría la transferencia de impulsos entre los segmentos participantes en la acción de pateo) y una disminución en el pico máximo de velocidad de todas las articulaciones analizadas buscando una menor variabilidad y la consiguiente mejora en la precisión al blanco en el grupo que practica de forma combinada (ver Granda et al., 2008).

Estos datos sugieren que los aprendices pueden adquirir este patrón de coordinación con relativo tiempo de práctica y que posteriormente la práctica conducirá a una mejora de dicho patrón, posiblemente a partir de un incremento en la explotación de las dinámicas pasivas del movimiento (Egan, et al., 2007), siendo necesario la realización de más estudios de estas características y con muestras más amplias para confirmar en un futuro los hallazgos encontrados en el presente estudio.

Referencias

- Anderson, D. I. & Sidaway, B. (1994). Coordination changes associated with practice of a soccer kick. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 65, 93-99.
- Andersen, T. B. & Dörge, H. C. (2011). The influence of speed of approach and accuracy constraint on the maximal speed of the ball in soccer kicking. *Scandinavian Journal Medicine Science Sports*, 21, 79-84. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2009.01024.x.
- Brady, F. (1998). A theoretical and empirical review of the contextual interference effect and the learning of motor skills. *Quest*, 50, 266-293.
- Butterfield, S. A., Looiv, E. M., & Lee, J. (2008). Kicking development by children in Grades K-8: a multi-cohort longitudinal study. *International Council for Health, Physical Education, Recreation, Sports, and Dance Journal of Research*, 3(1), 29-32.
- Butterfield, S. A., Angell, R. M., & Mason, C. A. (2012). Age and sex differences in object control skills by children ages 5 to 14. *Perceptual and Motor Skills*, 114(1), 261-274. DOI: 10.2466/10.11.25
- Button, C., Smith, J., & Pepping, G. J. (2005). The influential role of task constraints in acquiring football skills. In T. Reilly, J. Cabri, & D. Araujo (Eds.). *Science and football V* (pp 481-489). London: Routledge, Taylor & Francis.
- Corrêa, U. C., Benda, R. N., Meira, C. M., & Tani, G. (2003). Practice schedule and adaptative process in the acquisition of a manual force control task. *Journal of Human Movement Studies*, 44, 121-138.
- Davids, K., Lees, A., & Burwitz, L. (2000). Understandings and measuring coordination and control in kicking skills. Implications for talent identification and skill acquisition. *Journal of Sports Sciences*, 18, 703-714.
- Egan, C. D., Verheul, M. H. G., & Savelsberg, G. J. P. (2007). Effects of experience on the coordination of internally and externally time soccer kicks. *Journal of Motor Behavior*, 39 (5), 423-432.
- Fitts, P. M. (1954). The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. *Journal of Experimental Psychology*, 47 (6), 381-391. doi:10.1037/h0055392
- García, J.A., Menayo, R. & Sánchez, J. (2015). Efectos de la práctica variable sobre el golpeo a portería en fútbol. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias del Deporte*, 15(60), 663-675.
- Granda, J. & Medina, M. (2003) Practice schedule and acquisition, retention and transfer of a throwing task in 6 years old children. *Perceptual and Motor Skill*, 96, 1015-1024.
- Granda, J., Barbero, J. C., & Montilla, M. (2004) Comparative study of kinematic description variables of the pattern of kicking the ball with foot in precision in children of nine years old by the learning process organization. *Publicaciones*, 34, 147-160.
- Granda, J., Barbero, J. C., & Montilla, M. (2008). Effects of different practice conditions on acquisition, retention, and transfer of soccer skills by 9-old schoolchildren. *Perceptual and Motor Skill*, 106 (2), 447-460. DOI: 10.2466/pms.106.2.447-460
- Lees, A. & Nolan, L. (2002). Three dimensional kinematic analysis of the instep kick under speed and accuracy conditions. En W. Spinks, T. Reilly, & A. Murphy (eds.), *Science and football IV* (pp. 16-21). London, England: Routledge.
- Levanon, J. & Dapena, J. (1998). Comparison of the kinematics of the full-instep and pass kick in soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30 (6), 917-927.
- Li, Y. & Wright, D. L. (2000). An assessment of the attention demands during random and blocked training schedules. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 53, 591-606.
- Luhtanen, P. (1988). Kinematics and kinetics of maximal instep kicking in junior soccer players. En T. Reilly, A. Lees, K. Davids & W. J. Murphy (Eds.). *Science and football*. (pp. 441-448). London: E & FN Spon.
- Manolopoulos, E., Papadopoulos, C. y Kellis, E. (2006). Effects of combined strength and kick coordination training on soccer kick biomechanics in amateur players. *Scandinavian Journal Medicine Sports*, 16, 102-110.
- Molina, S. L. (2015). *Integration of impulse-variability theory and the speed-accuracy trade-off in children's multijoint ballistic skill performance*. Tesis doctoral inédita. Carolina del Sur: University of South Carolina.
- Muñoz, A., & González, J.A. (2012). Diferencias cinemáticas del golpeo de fútbol entre futbolistas expertos y sujetos inexpertos. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 21, 63-66.
- Putnam, C. A. (1991). A segment interaction analysis of proximo-to-distal sequential segment motion patterns. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(1), 130-144.
- Putnam, C.A. (1993). Sequential motions of body segments in striking and throwing skills: Descriptions and explanations. *Journal of Biomechanics*, 26, 125-135.
- Sánchez, J., Molinero, O., & Yagüe, J.M. (2012). Incidencia de dos metodologías de entrenamiento-aprendizaje sobre la técnica individual de futbolistas de 6 a 10 años de edad. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 22, 29-32.
- Schmidt, R. A. (1991). *Motor learning and performance from principles to practice*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Schmidt, R. A., Zelaznik, H., Hawkins, B., Frank, J. S., & Quinn, J. T. (1979). Motor-output variability: a theory for the accuracy of rapid acts. *Psychological Review*, 86, 415-451.
- Southard, D. L. (2009). Changes in timing of joint lag according to age between and within skill level. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 80, 213-222. DOI:10.1080/02701367.2009.10599555
- Southard, D. L. (2014). Changes in kicking pattern: Effect of experience, speed, accuracy, and effective striking mass. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 85, 107-116. DOI:10.1080/02701367.2013.872222
- Ulrich, D. A. (2000). *Test of Gross Motor Development-2: examiner's manual*. Austin, TX: PRO-ED
- Urbin, M.A., Stodden, D.F., Fischman, M.G., & Weimar, W.H. (2011). Impulse-variability theory: Implications for ballistic, multijoint motor skill performance. *Journal of Motor Behavior*, 43, 275-283.

