



*MODULACIÓN DE LA CARGA DE VARIABILIDAD
EN EL ENTRENAMIENTO DE LA TÉCNICA*

Trabajo Final de Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte
Universidad Miguel Hernández de Elche
Facultad de Ciencias Sociosanitarias

Alumno: Daniel Esparcia López
Tutor académico: Carla Caballero Sánchez

Curso académico: 2019 – 2020

INDICE

1. CONTEXTUALIZACIÓN.....	2
2. METODOLOGÍA.....	5
2.1 BÚSQUEDA.....	5
2.2 SELECCIÓN DE ARTÍCULOS.....	5
3. DESARROLLO.....	7
4. DISCUSIÓN.....	13
5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.....	15
6. BIBLIOGRAFIA.....	18



1. CONTEXTUALIZACIÓN

En el aprendizaje motor encontramos el estudio de la **organización de la práctica** como una línea cada vez con mayor importancia, que puede ser decisiva en la adquisición de habilidades.

Según nos resumen la mayor parte de la bibliografía científica publicada hasta nuestros días, durante la adquisición, la organización parece ser decisiva si hablamos de la retención y la transferencia en el aprendizaje de una habilidad (Shea & Morgan, 1979). Este estudio pionero proporcionó la primera demostración de cómo diferentes tipos de organización de la práctica pueden presentar o no beneficios para el aprendizaje.

Bajo el concepto de la organización en la práctica, podemos distinguir dos grandes tipos de práctica: la Práctica Específica o Constante y la Práctica Variable.

La Práctica Específica se basa en la realización y repetición de una habilidad siempre en las mismas condiciones para su adquisición. En cambio, la Práctica Variable sugiere la ejecución de una habilidad motora incluyendo variaciones en su patrón motor y modificaciones del entorno para facilitar el aprendizaje (Schmidt & Lee, 2005).

Además, dentro de la organización en la práctica, nos encontramos la **Inferencia Contextual (IC)**, que consiste, según Brady (1998), en modificar la organización de la práctica agregando diferentes tareas a una tarea criterio. Según este autor, practicar varias tareas relacionadas en un orden aleatorio (alta IC), entendida en ocasiones como práctica en variabilidad, resulta en un rendimiento más progresivo durante la fase de adquisición, pero mejora el aprendizaje en pruebas de retención y transferencia, en relación con un programa de práctica en bloque (baja IC). Según muchos autores, la aplicación de un mayor o menor nivel de IC puede relacionarse con la manipulación de la variabilidad al practicar.

Considerando la variabilidad como característica inherente al movimiento y estando relacionada con el aprendizaje de las acciones motrices, sería razonable pensar entonces que la práctica variable es un medio a tener en cuenta para facilitar el aprendizaje motor (Menayo, Fuentes, Moreno & García, 2010).

Una de las teorías explicativas de los efectos de la práctica variable es la teoría del esquema motor de Schmidt (1975). Esta teoría indica que la variabilidad promueve el desarrollo de un "esquema" generalizado que se infiere o adapta de la experiencia de diferentes condiciones de práctica. La mayoría de los estudios con respecto a la teoría de esquemas han postulado que la práctica variable es más efectiva que la práctica constante en el aprendizaje de habilidades a realizar en entornos impredecibles o habilidades abiertas (Moreno & Ordoño, 2015).

Otra teoría que defiende el uso de la práctica variable para el aprendizaje motor es la teoría general de los sistemas dinámicos, según la cual el aprendizaje mediante la variabilidad se produce por desequilibrios que provocan cambios en la conducta y la constante auto-organización y adaptabilidad a las nuevas situaciones. Bajo esta teoría, se propone que la práctica variable utiliza fluctuaciones en el comportamiento motor para aprovechar el movimiento individual y las características de aprendizaje. El alumno se enfrenta a una variedad de movimientos que abarcan toda la gama de soluciones posibles para una tarea específica (Moreno & Ordoño, 2015). Bajo esta segunda teoría, se podría afirmar que no solo la práctica variable produce beneficios sobre las habilidades abiertas, sino que también es beneficiosa en el aprendizaje de las habilidades cerradas. Actualmente encontramos diferentes estudios que hallan resultados positivos al aplicar la práctica variable sobre la práctica en consistencia para el

aprendizaje de una habilidad ya sea abierta o cerrada (Zetou et al., 2014; Hernández-Davo, Urbán, Sarabia, Juan-Recio y Moreno, 2014).

El análisis de diferentes estudios concluye que mediante la **práctica variable** se obtiene un movimiento más estable y más flexible en comparación con la práctica repetida de un movimiento específico (Breslin, Hodges, Steenson & Williams, 2012). Según nos definen también Moreno y Ordoño (2015), al practicar bajo condiciones de práctica variable, se desafía el equilibrio del sistema y se observan fluctuaciones en el comportamiento durante el proceso de búsqueda de nuevas configuraciones del sistema adaptadas a las restricciones de la tarea, lo que conduce a una pérdida temporal del rendimiento. Después del tiempo de recuperación necesario, el alumno adquirirá niveles más altos de rendimiento en comparación con los que mostró antes de la intervención. Esta afirmación justifica la idea de que, por lo general, la variabilidad en la práctica resulta en una mejora durante la fase de retención y transferencia si lo comparamos con los resultados obtenidos en las intervenciones realizadas con práctica constante y distribuciones en bloque. Sin embargo, la realidad es que el estudio de la variabilidad en la práctica no siempre obtiene los resultados teóricamente esperados.

Por ejemplo, el estudio de Lotfi, Baghaeyan y Baghaee (2019) concluye que el entrenamiento variable y una alta interferencia contextual no afectaron al rendimiento en las etapas de adquisición, retención y transferencia frente al entrenamiento específico en la habilidad de lanzamiento a canasta. Otros estudios nos muestran que, en algunas ocasiones, los resultados entre la práctica constante y la práctica variable son similares, o incluso se pueden encontrar mejoras favorables a la práctica constante, con respecto a la retención y/o la transferencia de algunos movimientos, como fue en este caso en una habilidad motriz de realizar secuencias de teclado (Hodges, Lohse, Wilson, Lim & Mulligan, 2014; Raisbeck, Regal, Diekfuss, Rhea & Ward, 2015) o en tareas de aplicación de fuerza manual (Horbacewicz, 2018).

Debido a los resultados controvertidos encontrados, la literatura ha ido más allá, existiendo estudios que concluyen que la variabilidad no solo depende de la tarea, sino que también del nivel y las características intrínsecas del sujeto (Breslin et al., 2012; Haudum, Birklbauer, Josef & Müller, 2011; Meira, Fairbrother & Pérez, 2015). Según el estudio de Ranganathan & Newell (2013), la variabilidad puede tener efectos muy diferentes en el aprendizaje motor dependiendo del tipo de tarea en el que se introduce y también puede no ser útil en ciertas circunstancias. Además, Moreno y Ordoño (2015) nos indican que la variabilidad inducida excesiva de una prueba a otra podría causar peores resultados al aprender habilidades bajo mecanismos dependientes o cuando se requiere un patrón de coordinación estable para realizar la tarea, como ocurre en las habilidades cerradas. También existen estudios que han analizado el efecto de la variabilidad durante la práctica y donde se han observado que niveles más altos de variabilidad han producido peores resultados en el aprendizaje, en comparación con bajos niveles en un estudio que realizaron sobre el lanzamiento en balonmano (Caballero, Luis, & Sabido, 2012) y otro estudio de precisión en la habilidad manual (Ranganathan & Newell, 2010). Por ello, surge la necesidad de establecer algún tipo de magnitud o de referencia que nos permita distinguir la cantidad y el tipo de variabilidad que se está aplicando. Y es que, como ya se puede intuir, el estudio de la variabilidad del movimiento carece de un ajuste de la **carga de entrenamiento** que nos permita identificar las diferentes magnitudes de variabilidad que se aplican durante el aprendizaje. Entendemos que la gran diversidad de resultados encontrados por las diferentes investigaciones puede deberse a la inexistencia de una carga de práctica ajustada a las necesidades del sujeto y de la tarea.

Según Moreno y Ordoño (2015) pocos estudios han manipulado la cantidad de práctica variable, definida como la **magnitud** apropiada de variabilidad inducida en situaciones prácticas para optimizar el proceso de aprendizaje y la dirección de su efecto. Por ello, consideramos necesario orientar la investigación sobre la variabilidad de la práctica hacia el establecimiento de diferentes niveles de carga que nos permita hallar la cantidad y el tipo de variabilidad que

realmente produce los resultados esperados y, del mismo modo, nos permita entender el motivo de los resultados controvertidos.

Como nos definen estos mismos autores, la práctica debe diseñarse de modo que la carga de práctica alcance un nivel ni muy bajo ni demasiado alto, si no que se ajuste a las capacidades potenciales del alumno para facilitar la adaptación. Actualmente, van apareciendo algunos estudios que muestran ciertas intenciones en la aplicación de práctica variable sobre diferentes niveles de práctica, los cuales podemos empezar a identificar cómo diferentes cargas de entrenamiento en variabilidad, aunque muy alejados de una verdadera definición de carga (Pacheco & Newell, 2018). Algunos experimentos comparan diferentes niveles de práctica variable, comparando niveles muy bajos de variabilidad (mayor práctica constante) con niveles más altos y con los máximos niveles (variabilidad inducida) de variabilidad en la práctica (Porter & Magill, 2010). En el estudio de Caballero et al. (2012), se nos muestra la posibilidad de una práctica mixta y sus posibles beneficios frente a las otras metodologías utilizadas de manera aislada. Podríamos entender la práctica mixta como un nivel intermedio de práctica variable, pero debemos ir más allá y establecer una escala de magnitud de la carga que pueda explicar los efectos dispares que se presentan en otros estudios. También encontramos en el trabajo de Coves (2017), un estudio donde sí que se aplican diferentes magnitudes de carga al entrenamiento con variabilidad, pero no se aprecian diferencias en el efecto de diferentes magnitudes de carga, ni tampoco hallamos una carga definida de forma óptima.

A pesar de que ya van emergiendo algunos estudios que tratan de manipular la carga de variabilidad al practicar, aún hay mucho camino por recorrer en este sentido y no existe actualmente un consenso o criterios a tener en cuenta a la hora de utilizar la práctica variable como herramienta para favorecer el aprendizaje. Es por eso que el objetivo principal de este trabajo fue realizar una revisión sistemática sobre los diferentes estudios que investigan los efectos de la práctica variable sobre el aprendizaje de habilidades motrices, en particular en términos de retención y transferencia. Concretamente centrándonos en aquellos que llevaron a cabo una aplicación de diferentes magnitudes de carga de la práctica en variabilidad.

2. METODOLOGIA

2.1 BUSQUEDA

Para la búsqueda de los artículos que se incluyen en esta revisión bibliográfica, se realizó una **búsqueda sistemática** en las principales bases de datos: Pubmed, Dialnet y Scopus.

Se utilizaron las siguientes **palabras clave**: *Variable, Variability, Random, Training, Practice, Motor Learning, Motor Control, Skill, Task, Load*.

Estos descriptores se combinaron con los **booleanos AND, OR** y se truncaron los términos para realizar la búsqueda en las diferentes bases de datos.

Los mejores resultados se obtuvieron con la siguiente **ecuación**, la cual se estipuló como definitiva para nuestra búsqueda:

((Variable) OR (Variability) OR (Random))) AND ((Training) OR (Practice)) AND ((Motor Learning) OR (Motor Control))

La misma búsqueda se realizó en las principales bases de datos que ya hemos mencionado, siendo finalmente la base de datos de PUBMED la que utilizamos en nuestra revisión.

A continuación, se filtró la búsqueda siguiendo los siguientes criterios de elegibilidad:

Se incluyeron:

- Artículos publicados a partir del año 2010 en adelante a texto completo en inglés o español.
- Trabajos donde se realice una intervención.
- Trabajos con seres humanos.
- Estudios donde se aplique Práctica Variable o Inferencia Contextual para el aprendizaje de una habilidad motora.

Se excluyeron:

- Tesis, revisiones bibliográficas y libros.
- Artículos que tratan sobre el uso de la práctica variable en habilidades de canto y percusión.

Las búsquedas se realizaron desde el inicio del trabajo hasta junio de 2019.

2.2 SELECCIÓN DE ARTICULOS

Con la búsqueda final, en PUBMED se encontraron 206 artículos

Se leyeron los *títulos* y los *resúmenes* de los artículos encontrados y se eligieron 42 posibles artículos en base a estas lecturas, descartando 164 artículos que no trataban el tema o que no cumplían los criterios de elegibilidad.

Después, se realizó la lectura completa de los 42 artículos restantes, con mayor énfasis en la parte de procedimiento para buscar una posible estimación de la carga de variabilidad. En base a esto se eligieron los 16 artículos que finalmente se incluyen en la *revisión bibliográfica* (Tabla 1) y se procedió a su análisis completo.

Ecuación de la búsqueda:

((Variable) OR (Variability) OR (Random))) AND ((Training) OR (Practice)) AND ((Motor Learning) OR (Motor Control))

Criterios de inclusión:

- > 2010
- Intervención
- Práctica Variable o Inferencia Contextual
- Humanos
- Texto completo
- Idiomas: inglés o español

Criterios de exclusión:

- Tesis, libros y revisiones bibliográficas
- Canto y Percusión

PUBMED
206 ARTICULOS

Lectura de título y resumen de los artículos

Exclusión de 164 artículos

Lectura completa de 42 artículos

16 artículos seleccionados para la revisión bibliográfica

3. DESARROLLO

Tabla 1. Revisión bibliográfica de los artículos seleccionados

ARTICULO	EDAD (años)	POBLACIÓN	GÉNERO		PROCEDIMIENTO	RESULTADOS
			H	M		
Porter & Magill (2010)		Estudiantes universitarios principiantes en la práctica del Golf.	18	42	<p><u>Tarea:</u> colocar una pelota de golf en un objetivo (superficie de 7 círculos concéntricos) desde 3 distancias diferentes: 0'9 m, 1'37 m y 1'82 m (27 rep en cada ubicación). Una sesión de 81 rep. El círculo central indica 0 puntos y el resto de anillos contabiliza un punto según se van alejando del círculo central, siendo 7 la puntuación si la bola cae fuera de todos los anillos.</p> <p><u>Grupos</u> de práctica asignados de forma aleatoria:</p> <ol style="list-style-type: none"> PC: ensayos consecutivos en cada zona. PA: ensayos aleatorios desde las 3 posiciones (no más de 2 desde la misma ubicación de forma consecutiva) PAC: constante del 1 al 27, en serie del 28 al 54 y aleatorio del 55 al 81. <p><u>Test:</u> pretest y Test de Retención (24 h): 10 ensayos desde los 0'9 y 1'82 m, de forma aleatoria. Test de Transferencia (24 h): 10 ensayos desde dos ubicaciones nuevas en secuencia alterna (1,6 m y 1,52 m) y en un ángulo diferente al resto.</p> <p><u>Instrumental:</u> putter de golf, pelota de golf, Alfombra donde se sitúan los círculos objetivo.</p> <p><u>Variables:</u> precisión determinada por un sistema de puntos en base a la proximidad de la bola al objetivo central.</p>	<p>↑ Rendimiento en el posttest vs pretest en los grupos PC y PAC.</p> <p>↑ Rendimiento en el test de retención vs pretest en el Grupo PAC</p> <p>↑ Rendimiento en el test de transferencia vs pretest en los grupos PAC y PA.</p>
		Jugadores noveles de baloncesto.	96	0	<p><u>Tareas:</u> golpear el objetivo en una pared con un balón de baloncesto y con 3 tipos de pase diferentes: pase de dos manos por encima de la cabeza, pase de dos manos de pecho y pase de una mano. Desde una distancia de 5 m. Una sesión de 81 rep.</p> <p><u>Grupos:</u> igual que el experimento anterior, asignados de forma aleatoria.</p> <p><u>Test:</u> pretest incluido en la sesión práctica de 81 rep. Test de Retención a las 24 h con una distribución de la práctica nueva (12 rep). Test de Transferencia de 12 rep desde una nueva ubicación (6 m).</p> <p><u>Instrumental:</u> balón de 21 cm de diámetro. Videocámara digital.</p> <p><u>Variables:</u> precisión determinada por un sistema de puntos en base a la proximidad del golpeo del balón hacia el objetivo.</p>	<p>↑ Rendimiento en el test de retención y test de transferencia vs pretest únicamente en el grupo PAC.</p>

Rep: repeticiones; **PC:** Práctica Constante; **PA:** Práctica Aleatoria; **PAC:** Práctica Aleatoria Creciente; **PV:** Práctica Variable **Sign:** Significativo; **Max:** máxima; **Serv pl:** Servicios Planos; **Var:** Variabilidad; **V:** Velocidad; **S:** Serie; **Coef-Var:** coeficiente de Variación; **Dif:** Diferencias; **T:** Tiempo

Haudum, Birkbauer, Josef, & Müller (2011)	14,3 ± 0,9	Jugadores baloncesto con 4,8 ± 1,3 años de experiencia	52	1	<p><u>Tarea:</u> tiro libre a canasta. Un periodo de 7,5 semanas. 50 tiros libres X 15 sesiones.</p> <p>2 <u>grupos</u> asignados tras una prueba previa de nivel:</p> <ul style="list-style-type: none"> - PC - AD: variaciones del lanzamiento en ángulo de la rodilla, movimiento de la muñeca y punto de liberación. <p><u>Instrumental:</u> cámara de video, sistema de velocidad ALGE</p> <p><u>Test:</u> pretest: 20 tiros libres (suma de éxitos y fallos). Posttest. Test retención. Test de Transferencia (20 tiros con salto previo y dribbling)</p> <p><u>Variables:</u> Rendimiento (sistema de puntuación)</p>	<p>No se encuentran diferencias del rendimiento en el pretest vs posttest y test retención</p> <p>↑ Rendimiento en el test de transferencia vs posttest en los 2 grupos</p>
	23,7 ± 2	Jugadoras de voleibol con 6,3 ± 2 años de experiencia	0	14	<p><u>Tarea:</u> remate de voleibol. 25 rep X 18 sesiones en 2 sesiones por semana.</p> <p>2 <u>grupos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - PC - AD + VI: como experimento anterior y añadiendo cuerdas elásticas (Thera-Band® GmbH) para aumentar variabilidad. <p><u>Test:</u> pretest y posttest (un test de situación constante y un test variable en cada uno)</p> <p><u>Instrumental:</u> sistema de velocidad ALGE</p> <p><u>Variables:</u> rendimiento (mediante v y precisión), precisión (puntos de contacto de la pelota en el espacio mediante sistema de coordenadas)</p>	<p>↑ V en el grupo AD + VI vs PC en el posttest de situación variable</p> <p>↑ V en el grupo PC vs AD + VI en el posttest de la situación constante</p> <p>Sin diferencias significativas en la precisión</p>
Breslin, Steenson, Williams (2012)	21,85 ± 1,04	Estudiantes universitarios sin experiencia previa	20	0	<p><u>Tarea:</u> encestar balón de baloncesto a una canasta colocada a 3,05 m desde 5 distancias diferentes. 3 días de práctica.</p> <p><u>Grupos</u> de práctica asignados aleatoriamente.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. PC: 100 rep/día desde la línea de tiros libres (15') 2. PV: 5 Bloques X 20 rep/día desde diferentes distancias asignadas al azar: 11', 13', 15', 17', 19' <p><u>Test:</u> 3 pretest y 3 posttest realizados todos los días de práctica.</p> <p><u>Instrumental:</u> balón oficial (talla 7) y canasta oficial. Anotación de los resultados.</p> <p><u>Variables:</u> rendimiento (precisión) mediante sistema de puntuación.</p>	<p>↑ Rendimiento en el posttest día 1 vs posttest días 2 y 3 en ambos grupos</p> <p>Sin diferencias significativas entre grupos</p> <p>↑ Rendimiento en el posttest día 3 (para las distancias 17' y 19') en el grupo de PV</p>
Yao, et al. (2012)	20 – 35	Estudiantes universitarios sin experiencia previa	15	18	<p><u>Tarea:</u> propulsión en silla de ruedas. 12 Semanas X 3 días de entrenamiento. 6 series X 30 minutos/día</p> <p><u>Grupos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - PC 30: 30% de la VME - PC 50: 50% de la VME - PV al 30 y al 55% de la VME en cada sesión (3 bloques para cada velocidad) <p><u>Test:</u> VME individual. Pretest: diferentes velocidades (30, 40, 55, 70% VME). Posttest 3 días después de la intervención (donde se incluyó el test de transferencia para las velocidades del 40% y 70% de la VME).</p> <p><u>Instrumental:</u> silla de Ruedas manual "Quickie" con un velocímetro. "Vacumed Vista Mini CPX" para recopilar consumo de oxígeno. Sistema de análisis de movimiento "Aerial Dynamics" para t de propulsión relativo. Cámara de vídeo.</p> <p><u>Variables:</u> eficiencia de propulsión (fórmula que cuenta la velocidad y el oxígeno exhalado). Tiempo de propulsión (incluye tiempo de empuje y tiempo de ciclo). Variabilidad entre ciclos (Desviación típica y coef-var)</p>	<p>↑ Eficiencia de propulsión en el posttest vs pretest del grupo PV para las velocidades 40% y 55% VME</p> <p>↑ Eficiencia de propulsión en el posttest para el grupo PV vs PC30</p> <p>↑ Tiempo de propulsión y ↓ coef-var en el Posttest vs Pretest</p>

Rep: repeticiones; **PC:** Práctica Constante; **PV:** Práctica Variable; **AD:** Aprendizaje Diferencial; **VI:** Variabilidad Inducida; **V:** Velocidad; **Rep:** repeticiones; **VME:** Velocidad Máxima de Empuje

Ruiz-Amengual y Ruiz (2013)	18,62 ± 0,56	Estudiantes Universitarios con baja experiencia en Golf o deporte Similar	24	24	<p>Tarea: golpeo "Putt de Golf" a 4 dianas situadas sobre el suelo desde diferentes distancias y posiciones. 8 series X 10 rep.</p> <p>Grupos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grupo Baja Aleatoriedad (GBA): golpean de forma consecutiva tanto las rep como las series. 2 posiciones laterales (izq y derch) con la misma distancia a las 2 dianas laterales. - Grupo Moderada Aleatoriedad (GMA): golpea de forma consecutiva las rep y aleatorizando las series. 2 posiciones laterales y 2 distancias diferentes a las 2 dianas laterales - Grupo Máxima Aleatoriedad (GMX): golpean todas las repeticiones de cada serie de forma aleatoria. 2 posiciones laterales y 2 distancias diferentes a las 2 dianas laterales. <p>Test: sin Pretest. Test de transferencia (inmediato tras finalizar intervención) 4 series X 10 rep desde una posición central a las 2 dianas centrales. Test de transferencia (a las 48 h) similar al anterior.</p> <p>Instrumental: Putter, diana de círculos concéntricos situada en el suelo.</p> <p>Variables: precisión mediante un sistema de puntuación según la posición final de la pelota con respecto al anillo central. Cálculo del Error Constante (EC) y Error Variable (EV)</p>	<p>↑ Precisión en el test de transferencia inmediato en el grupo GMX vs GMA y GBA.</p> <p>↑ Precisión en Test de Transferencia a las 48 h en el grupo GMX vs GMA.</p>
García, Menayo y Sánchez (2013)	20,34 ± 1,5	Jugadores Fútbol 3ª División (11,67 ± 2,15 años de experiencia)	27	0	<p>Tarea: golpear un balón de fútbol hacia una cruz situada en ambas esquinas superiores de una portería (diestros a la escuadra izq y zurdos a la escuadra derch) desde una distancia de 19,5 m. 14 sesiones (4/semana).</p> <p>Grupos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - PC: 5 series X 10 rep con un balón de fútbol estándar y sin variar las condiciones de golpeo. - PV: 5 series X 10 rep diferentes y aleatorias en cada serie: 2 con balón estándar; 2 balón de fútbol siete; 2 en carrera; 2 sin carrera y 2 en movimiento. <p>Test: pretest (5 lanzamientos a portería a Vmax sin ningún objetivo de precisión). Posttest y test de retención (48h)</p> <p>Instrumental: cámara "Panasonic SDR-H80" para calcular las desviaciones de los lanzamientos respecto a la diana. Radar "Sports Radar Ltd SR 3600" para medir Vb y Vg.</p> <p>Variables: precisión mediante el cálculo del error radial (ER) y Vmax alcanzada por el balón.</p>	<p>↑ Precisión en el pretest y en el test de retención en el grupo de PC vs PV</p> <p>↑ Precisión en el test de retención vs pretest y posttest en el grupo de PV</p> <p>↑ precisión en el pretest vs test de retención en el grupo de PC</p> <p>↑ Vg en el pretest en el grupo de PC vs PV</p> <p>↑ Vg en el test de retención en el grupo de PV vs PC</p> <p>↓ Vb en el posttest y test de retención vs pretest en el grupo de PC.</p> <p>↑ Vb en el posttest vs pretest y ↓ Vb en test de retención vs posttest en el grupo de PV.</p>
Hodges, et al. (2014)	22,8 ± 4,1	Estudiantes universitarios sin experiencia previa	24	24	<p>Tarea: sec de teclado en 2 días de intervención. 3 sec el día 1 y 3 sec diferentes el día 2, con variaciones en el tiempo de movimiento (MT) entre las 3 sec de cada día (900 ms, 1200 ms y 1500 ms) y empleando PC (sec del mismo MT consecutivas) y PA (aleatorizando las sec de diferentes MT). 90 rep (30 por cada sec) cada día y completadas con éxito (si fallaban una, se añadía automáticamente otra con el fin de completar 90 sec correctas)</p> <p>Grupos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. CC: 2 días PC 2. CV: 1 día PC y 1 día PA (en ese orden) 3. VC: 1 día PA y 1 día PC (en ese orden) 4. VV: 2 días PA <p>Test: test de retención 1 del día 1 a las 24 h de la intervención, test de retención del día 2 a las 24 h y test de retención del día 1 a las 48 h. Todos los test incluyen un test realizado de forma constante y otro de forma aleatoria, realizando 18 rep en cada uno.</p> <p>Instrumental: ordenador portátil y software EPrime "Psychology Software Tools, Inc., Sharpsburg, PA".</p> <p>Variables: cálculo del % de error MT (EC).</p>	<p>↑ Niveles de EC durante la fase de adquisición de CV, VV y VC (aleatorios) vs CC pero sin diferencias tras finalizar la intervención.</p> <p>↓ EC en el test de retención del día 1 a las 24 h de los grupos aleatorios vs grupos constantes (en las pruebas aleatorias. Sin diferencias en las pruebas constantes)</p> <p>↓ EC en el test de retención del día 2 de los grupos aleatorios vs grupos constantes (en test aleatorios y test constantes)</p> <p>↓ EC en el test de retención del día 1 a las 48 h en VV vs resto de grupos, pero sin diferencias significativas.</p>

Rep: repeticiones; **Izq:** izquierda; **Derch:** derecha; **PC:** práctica constante; **PV:** práctica variable; **EC:** error constante; **EV:** error variable; **Vb:** velocidad del balón; **Vg:** velocidad de golpeo; **SEC:** secuencias; **MT:** tiempo medio; **CC:** constante - constante; **CV:** constante – variable; **VC:** variable – constante; **VV:** variable – variable.

Hernández-Davo, et al. (2014)	13 ± 1,52	Jugadores de tenis (2 – 3 años experiencia)	20	10	<p><u>Tarea:</u> saque de tenis (habilidad cerrada). 12 sesiones X 60 rep.</p> <p><u>Grupos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - PC: realización del gesto técnico sin variar el patrón de movimiento. - PV: 1 bloque con diferentes condiciones del gesto técnico y realizando el mismo bloque las 4 veces. Modificación de: <ul style="list-style-type: none"> a) base de apoyo (3 bases de apoyo diferentes) b) tipo de golpeo (3 alturas y 3 posiciones diferentes) c) orientación espacial (45 y 90º de la línea de base) d) duración del movimiento (golpear delante y golpear detrás) <p><u>Test:</u> pretest, posttest y 2 test de retención (en la semana 2 y 4). Todos los test con el mismo protocolo (detrás de la línea de servicio y a 0,8 m de la línea central. 20 rep con la mayor velocidad y precisión posible hacia un objetivo situado en el cuadro de saque)</p> <p><u>Instrumental:</u> “radar deportivo SR3600”. Cámara “sony HDR-SR8E”. Aplicación “visual basic 5.0” para la digitalización.</p> <p><u>Variables:</u> precisión mediante el cálculo del ER y V de la bola.</p>	<p>↑ Precisión en el posttest vs pretest en el grupo de PV.</p> <p>Sin mejoras significativas de la precisión para el grupo de PC.</p> <p>Sin diferencias significativas entre grupos en los 2 Test de retención.</p> <p>↑ V del servicio en el posttest vs pretest en ambos grupos (mayor aumento para PV)</p> <p>↑ Variabilidad de la V en posttest vs pretest en ambos grupos (sin diferencias entre grupos)</p>
Hernández-Davo, et al. (2014)	13 ± 0,33	Jugadores de Baloncesto (2 – 3 años de experiencia)	10	0	<p><u>Tarea:</u> lanzamientos a Canasta. 9 sesiones X 40 rep en cada uno de los 2 métodos de entrenamiento.</p> <p><u>Grupos:</u> el mismo grupo realizó entrenamiento específico (3 primeras semanas) y entrenamiento en variabilidad (3 semanas siguientes)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) PC 2) PV: Modificación de: <ul style="list-style-type: none"> a) Trayectoria del balón (mucha altura y poca altura) b) Posición y orientación respecto a la canasta (delante y detrás de la línea de tiro libre, izquierda y derecha) c) Modificación de los apoyos (3 bases de apoyo) d) Tipo (Con impulso, sin impulso y salto en suspensión) <p><u>Test:</u> lanzamiento desde la zona de tiro libre. Pretest, posttest (en cada método de entrenamiento) y test retención (2ª y 4ª semana tras finalizar la PV)</p> <p><u>Instrumental:</u> cámara digital “sony HDR-SR8E”. Software “Kinovea 0.8.15”.</p> <p><u>Variables:</u> Precisión mediante el cálculo del ER. EA y EV (errores obtenidos en cada eje). Puntuación en función de la precisión (escala de Wallace y Hagler)</p>	<p>↓ ER en el test de retención de la 2ª semana vs pretest</p> <p>↑ Precisión en posttest 1 Vs pretest (PC), ↓ en posttest 2 (PV) y ↑ en ambos test de retención.</p> <p>↓ EA del eje antero-posterior en el test de retención de la 2ª semana vs pretest</p>
Meira, Fairbrother y Pérez (2015)	24,3 ± 5,6	Estudiantes Universitarios con resultados de extrovertidos /introvertidos en el cuestionario EPQ. Sin experiencia previa en la tarea.	40	0	<p><u>Tarea:</u> realizar 1 secuencia de teclado con 3 niveles de velocidad usando la mano no dominante. 3 Series X 36 rep (una serie para cada nivel) y con conocimiento de los resultados obtenidos durante la intervención.</p> <p><u>Grupos:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Constante Introvertidos (CI) 2. Constante Extrovertidos (CE): ambos grupos constantes realizaron cada tarea antes de pasar a la siguiente. 3. Aleatorio Introvertidos (AI) 4. Aleatorio Extrovertidos (AE): ambos grupos aleatorios realizaron series de 36 rep con los diferentes niveles de forma aleatoria. <p>Además, los grupos realizan 4 tareas correspondientes a los diferentes niveles de velocidad de la secuencia.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tarea 1.- 1,440 ms - Tarea 2.- 1,920 ms - Tarea 3.- 2,400 ms - Tarea 4.- 2,160 ms (solo para posttest y test de transferencia) <p><u>Test:</u> sin pretest (se midió durante la intervención). Posttest y test de transferencia (12 rep de la tarea 4 sin conocimiento de los resultados) a los 5 min y a las 24 h respectivamente.</p> <p><u>Instrumental:</u> teclado estándar compatible con un ordenador.</p> <p><u>Variables:</u> EA y ECM en ms</p>	<p>↑ EA y ECM en el grupo AI vs CI durante la intervención ↓ EA y ECM en el test de transferencia.</p> <p>↑ EA en el grupo AE vs CE durante la intervención (días 1 y 5) y en el posttest.</p> <p>↑ ECM en el grupo AE vs CE solo en el primer día de intervención.</p> <p>↓ EA en todos los grupos durante el periodo de intervención y ↑ EA en el test de transferencia vs posttest.</p>

REP: repeticiones; PC: práctica constante; PV: práctica variable; V: velocidad ER: error relativo; EA: error absoluto; EV: error variable; MS: mili segundos; ECM: error cuadrático medio

Raisbeck, et al. (2015)	21,54 ± 3,25	Estudiantes Universitarios	49	0	<p>Tarea: pulsar con la mano dominante una secuencia de teclado de 3 números. 2 series X 32 rep en 800 ms con 2 tiempos de secuencia diferentes.</p> <ol style="list-style-type: none"> 200 ms entre las teclas 2 y 6 y 600 ms entre las teclas 6 y 5 600 ms entre las teclas 2 y 6 y 200 ms entre las teclas 6 y 5. <p>Grupos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - PC y foco atencional centrado en la habilidad (BSF): tono auditivo para dirigir su atención en la habilidad. Rep de la secuencia de forma consecutiva. - PC y foco atencional externo (BE): tono auditivo para dirigir su atención lejos de la ejecución. - PA y foco en la habilidad (RSF): rep de la secuencia de forma aleatoria - PA y Foco externo (RE) <p>Test: 4 ensayos consecutivos para cada tiempo de secuencia. Pretest, posttest (10 min) y test de retención (24 h)</p> <p>Instrumental: ordenador "Pentium – class" y teclado estándar. Programa personalizado con "E-Prime Professional v2.08 Psychology Software Tools".</p> <p>Variables: cálculo del EC como medida de rendimiento, del EVR y del ET (la suma de los dos anteriores)</p>	<p>Mayores ↓ ET en el grupo BE vs BSF.</p> <p>↓ ET en el test de retención y posttest vs pretest en el grupo BE.</p> <p>↓ ET en el test de retención vs pretest en el grupo RE.</p>
Hossner, Käch & Enz (2015)	13,8 ± 1,1	Jugadores de fútbol (5,8 ± 1,9 años de experiencia)	28	0	<p>Tarea: tiro libre a portería. 12 sesiones de 30 min X 30 – 35 rep.</p> <p>Grupos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aprendizaje tradicional (TL) - Aprendizaje diferencial + feedback inducido (AD + FI) - Aprendizaje diferencial (AD): 13 variaciones de práctica en la pierna de apoyo, pierna de golpeo, posición del tronco, proximidad, tipo de golpeo y tipo de balón (X 3 variantes en cada uno) <p>Test: 16 tiros a las diferentes esquinas de la portería. Pretest y posttest (1 semana).</p> <p>Instrumental: balón oficial para los dos grupos de edad. Cámara de video "sony Handycam HDRXR520V".</p> <p>Variables: precisión de los disparos mediante el cálculo del ER (en cm) y su promedio</p>	<p>Sin diferencias significativas aunque mayor mejora en la precisión del grupo TL vs AD y AD + FI en el posttest.</p>
	20,9 ± 0,9	Estudiantes de CAFD (sin experiencia previa)	23	13	<p>Tarea: lanzamiento de peso. 8 sesiones X 50 min (244 rep total)</p> <p>Grupos: 7 variaciones de la práctica X 2 o 4 variantes cada una.</p> <ul style="list-style-type: none"> - TL - AD: práctica de variantes en sucesión - DL: práctica de variantes de forma aleatoria <p>Test: 3 lanzamientos diferentes en todas las pruebas. Pretest, posttest y test retención (a las 2 y 4 semanas).</p> <p>Instrumental: peso de 4 kg (chicas) y 6,25 kg (chicos). Cámara de video "sony Handycam HDRXR520V".</p> <p>Variables: distancia promedio en cm.</p>	<p>Sin cambios significativos entre pretest, posttest y los 2 test de retención para el grupo TL.</p> <p>↑ Pequeño de la distancia en el posttest y 2 test de retención vs pretest para el grupo DL</p> <p>↑ Considerable de la distancia en el posttest y 2 test de retención vs pretest para el grupo AD.</p>
Pacheco & Newel (2018)	22 – 35	Estudiantes Universitarios	11	13	<p>Tarea: lanzamiento de precisión con una pelota de golf hacia un objetivo situado a 2,05 m de la posición central. 210 rep/5 días.</p> <p>Grupos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - PC: desde la posición central. - Práctica variable de la distancia (PVD): 5 posiciones de forma aleatoria (1,33 m, 1,69 m, 2,05 m, 2,41 m y 2,77 m) - Práctica variable del ángulo (PVA): 5 ángulos de forma aleatoria en el eje antero-posterior (-20°, -10°, 0°, 10° y 20°) <p>La variabilidad incrementa a medida que nos alejamos de la posición central tanto en la distancia como en el ángulo.</p> <p>Test: 30 rep desde la posición central. Pretest, posttest y test de transferencia (a los 10 min y a las 24 h):</p> <p>Instrumental: pelotas de golf de 4 cm de diámetro. Cámara VICON "Bonita 10". Marcadores de localización Plugin – Gait.</p> <p>Variables: rendimiento (suma de los lanzamientos acertados/número de pruebas) y parámetros de lanzamiento (promedio de 3 marcadores en la mano para obtener ubicación)</p>	<p>↑ Rendimiento en posttest y 2 test de transferencia vs pretest en los 3 grupos.</p> <p>Sin dif sign en los 3 grupos con respecto a las funciones de coordinación.</p> <p>Sin dif sign de la PVD y PVA en los grupos durante la adquisición ni en los test de transferencia</p>

Rep: repeticiones; **MS:** milisegundos **Min:** minutos; **CM:** centímetros; **M:** metros; **EC:** error Constante; **EVR:** error variable relativo; **ET:** error total; **ER:** error relativo; **Dif Sign:** diferencias significativas; **PC:** práctica constante; **PA:** práctica aleatoria.

Tsaih, et al. (2018)	53,33 ± 11,78	Pacientes de accidente cerebrovascular desde hace más de 3 meses, y con el ángulo de flexión dorsal del tobillo afectado en la extremidad izquierda.	26	7	<p>Tarea: ejercicios de mejora del rango del movimiento, estiramientos y fortalecimiento de las EESS. 18 sesiones de 40 min en 6 semanas.</p> <p>Grupos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grupo control (G0) - Grupo con feedback de EMG y entrenamiento de fuerza del TA constante (G1): contraer TA hasta alcanzar la máxima señal EMG registrada previamente. En posición sentados - Grupo con feedback en EMG y entrenamiento del TA variable. (G2) 2 fases: <ul style="list-style-type: none"> 1ª) contraer al 100%, 75%, 50% y 25% del EMG el TA de forma aleatoria en posición sentados. 2ª) contraer TA durante la marcha y ejercicios de equilibrio y coincidir con los objetivos EMG establecidos. <p>Test: fuerza TA, test de velocidad de marcha de 6 m, prueba de cronometraje y prueba de caminata de 6 min. Pretest, posttest (24 h) y test de retención (2 y 6 semanas)</p> <p>Instrumental: sistema EMGBFB (BioFeedback Electromiográfico). Goniómetro universal. Dinamómetro manual. Sistema "Smart Balance Master System". Software SPSS 17.0.</p> <p>Variables: fuerza muscular del TA, equilibrio y movilidad de EEII, equilibrio dinámico (límite de estabilidad solo en dirección antero-posterior)</p>	<p>↑ Fuerza muscular TA en los 2 test de retención vs pretest en los grupos G1 y G2.</p> <p>↑ Equilibrio anterior de G0 en posttest y los 2 test de retención vs pretest.</p> <p>↓ Equilibrio posterior de G1 vs G0 en el posttest vs pretest.</p> <p>↑ Equilibrio anterior de G2 en el posttest y test retención a las 2 semanas vs pretest.</p> <p>↑ Equilibrio anterior de G2 vs G0 en posttest.</p> <p>↑ Equilibrio posterior de G2 en test de retención a las 6 semanas vs pretest.</p> <p>↑ Equilibrio posterior en G2 vs G1 en el posttest y test retención a las 6 semanas.</p>
Horbacewicz (2018)	24,5 ± 3,3	Estudiantes sin experiencia previa	31	21	<p>Tarea: ejercer fuerza manual (dos niveles: 2 y 4 kg) con feedback visual. 30 rep en cada nivel de fuerza.</p> <p>Grupos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) PC: cada nivel de fuerza de forma constante. 2) PA: realizan los dos niveles de fuerza de forma aleatoria <p>Test: igual que la tarea, de forma aleatoria y sin feedback visual. 3 rep/nivel. Sin pretest. Posttest y test de retención (1 semana).</p> <p>Instrumental: transductor de fuerza (dinamómetro) "9712b50 Kistler Instrument Corp." Amplificador "5118ª1 low-voltage" Tablero conector "2080 BNC National Instruments Corp" y Convertidor analógico – digital "6024E NI-DAQcard.</p> <p>Variables: rendimiento mediante el cálculo del EA y ME en la tarea, el momento del test y la producción de fuerza (de las 3 rep)</p>	<p>↑ ME en PA vs PC en ambos test y para ambos niveles de fuerza</p> <p>↑ ME en el test de retención vs posttest, en los dos grupos y los dos niveles de fuerza.</p> <p>↑ ME en el nivel de alta fuerza (4 kg) vs baja fuerza (2 kg) de ambos grupos y en ambos test.</p>
Steib (2019)	67,6 ± 8,2 (PTT) y 62,5 ± 7,9 (CTT)	Pacientes de Párkinson	27	11	<p>Tarea: caminar en la cinta rodante con aumento progresivo de la V de marcha (70% de Vmax en la sesión 1). 40 min X 16 sesiones (8 semanas).</p> <p>Grupos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Perturbaciones en la marcha (PTT) - No perturbaciones (CTT) <p>Test: igual que la tarea con perturbaciones en la marcha. Pretest, test durante la intervención (al comienzo de cada semana), posttest y test de retención (tras 3 meses).</p> <p>Instrumental: matriz de sensor de presión integrado en la cinta rodante.</p> <p>Variables: tiempo de la zancada (TZ), longitud (L), V y variabilidad de la marcha (mediante la asimetría y la posición de la zancada)</p>	<p>↑ L y ↓ TZ de PTT vs CTT en el test de retención vs posttest</p> <p>↑ Variabilidad de la marcha para el grupo CTT en el test de retención vs posttest</p> <p>↓ TZ en el grupo PTT en el posttest vs test durante la intervención.</p>

EESS: extremidades superiores; EEII: extremidades inferiores; TA: tibial anterior; EMG: Electromiográfico; Min: minutos; PC: práctica constante; PA: práctica aleatoria; Rep: repeticiones; EA: error absoluto; ME: media del error; V: velocidad; Vmax: velocidad máxima.

4. DISCUSIÓN

Cuando hablamos del entrenamiento en variabilidad, en la literatura nos encontramos con una controversia acerca de si es más o menos beneficiosa que la práctica en consistencia. Creemos que uno de los motivos de dicha contradicción en los resultados es la falta de una correcta cuantificación o adaptación de la carga variable a las características de los deportistas. Por ello, el objetivo de este trabajo fue realizar una revisión sistemática sobre los diferentes estudios que investigan los efectos de la práctica variable sobre el aprendizaje de habilidades motrices, en particular en términos de retención y transferencia. Concretamente centrándonos en aquellos que llevaron a cabo una aplicación de diferentes magnitudes de carga de la práctica en variabilidad.

Dentro de los estudios revisados solamente 7 estudios son favorables a las bases teóricas conocidas sobre la práctica variable y sus beneficios en la retención y la transferencia de habilidades motrices, encontrando 9 estudios con resultados desfavorables. Además, gracias a esta revisión sistemática, confirmamos dicha falta de una carga definida y adaptada a las necesidades del deportista.

A pesar de esta necesidad en el establecimiento de una cuantificación de carga variable, se podría extraer ciertas conclusiones de los estudios analizados.

En los trabajos cuyos **resultados se encuentran positivos a la práctica variable**, los de Hodges et al. (2014), Hossner et al. (2015), Meira et al. (2015), Tsaih et al. (2018) y Steib (2019), se encontraron resultados favorables en la fase de retención. Respecto a la transferencia, se podrían mencionar los estudios de Porter & Magill (2010) y de Ruiz-Amengual y Ruiz (2013) como los dos únicos estudios que encuentran mejoras.

Indicar que, de todos estos estudios, solamente se encontraron diferentes magnitudes de carga de la práctica variable en los trabajos de Porter & Magill (2010), Hodges et al. (2014), Hossner et al. (2015), Ruiz-Amengual y Ruiz (2013), y Tsaih et al. (2018). Las mejoras se produjeron en las magnitudes intermedias para los tres primeros estudios, y las magnitudes máximas para los dos siguientes.

En todos los estudios mencionados, la muestra se presenta con participantes sin experiencia previa en la tarea o con muy poca experiencia, por lo que parece ser que el uso de la práctica variable en este tipo de sujetos podría producir los beneficios esperados de este tipo de práctica, aunque la carga que se ha manipulado en algunos de los trabajos no sea definida y adaptada, o directamente no exista ninguna manipulación de la carga en otros. Según los artículos mencionados, y bajo estos análisis, se podría concluir que en sujetos sin experiencia previa, cualquier carga de práctica variable parece ser suficiente para producir las adaptaciones, y dicha práctica variable resulta más beneficiosa que la práctica constante en términos de retención y transferencia.

Cabe destacar los trabajos de Porter & Magill (2010) sobre el pase de pecho en baloncesto, y el de Ruiz-Amengual y Ruiz (2013), que se trata de un análisis realizado sobre el golpeo en golf. En el primero, encontramos mejoras en el grupo que trabajó con un aumento progresivo de interferencia contextual frente a otros dos grupos que trabajaron únicamente práctica constante o práctica aleatoria. El segundo muestra mejores resultados con un mayor nivel de carga de práctica variable frente a un nivel de carga bajo y medio. En ambos estudios se manipulan los niveles de carga de práctica en variabilidad, encontrándose más adaptada al nivel de los sujetos y que consigue los resultados definidos en las bases teóricas. Podría suponerse que la falta de mejoras tras el entrenamiento en los otros grupos que participaron en estos estudios puede deberse a una aplicación de una insuficiente o una excesiva variabilidad.

También destacamos el trabajo de Meira et al. (2015), el cual es el primero que nos muestra una distinción en las características personales de los sujetos (grupo de sujetos introvertidos y grupo de sujetos extrovertidos), y los **resultados se muestran favorables únicamente para el grupo de práctica variable con sujetos considerados introvertidos**. Nos encontramos con un claro ejemplo de que este tipo de práctica depende de las características intrínsecas de los sujetos y que es necesario adaptar la carga variable si queremos que este tipo de práctica tenga los efectos deseados.

Por último, encontramos los estudios con una muestra que presentaba alguna dificultad motriz (pacientes de *Stroke* y *Parkinson* respectivamente), destacando que la práctica variable parece ser beneficiosa en estos pacientes que presentan alguna patología de este tipo (Tsaih et al., 2018; Steib, 2019).

Por otro lado, nos encontramos estudios cuyos **resultados no se encuentran favorables a la práctica en variabilidad**, y también con sujetos sin experiencia. Breslin et al. (2012) y Pacheco & Newel (2018) no encontraron diferencias significativas en función del tipo de entrenamiento. En ambos estudios encontramos una aplicación de la práctica variable con diferentes magnitudes de carga, donde hayamos una cuantificación de la carga variable mejor definida que en los trabajos citados anteriormente, pero donde se han aplicado las mismas magnitudes de carga a todos los sujetos y de forma aleatoria. Con estos resultados, podemos empezar a reforzar nuestra hipótesis inicial, pues, aunque nos encontramos frente a trabajos que aplican diferentes magnitudes de carga variable, ninguno de ellos presenta una carga adaptada al nivel de los sujetos, de ahí a que los resultados no encuentren diferencias significativas con ninguna de los tipos de práctica.

En esta línea, también encontramos los estudios que analizan una muestra de participantes que sí presentan experiencia en las habilidades sobre las que se les está analizando. Haudum et al. (2011) y Hossner et al. (2015), con este tipo de muestra, **no encontraron diferencias significativas entre las situaciones de práctica constante y la práctica variable**. Además, en el segundo estudio se encontraron mejoras en ambos grupos (práctica constante y aprendizaje diferencial) pero sin diferencias significativas entre ellos. De estos resultados se podría deducir que las mejoras se dieron por el propio entrenamiento de la habilidad, y que de nuevo la práctica variable no tenía una carga adaptada a los sujetos que produzca las mejoras distinguidas de este tipo de práctica.

Sin embargo, en el estudio de García et al. (2013), sobre una tarea de precisión del golpeo del balón en fútbol en el que los sujetos tenían una alta experiencia en la tarea, **se encontraron mejoras significativas para los participantes que trabajaron bajo condiciones de práctica constante**; estos mismos resultados los encontraron Raisbeck et al. (2015), sobre una tarea de tecleo con la mano dominante, pero en esta ocasión con sujetos sin experiencia.

Tras la revisión de todos estos estudios, se podría destacar como motivo de la controversia de los estudios la falta de una carga de práctica variable adaptada al nivel de los sujetos. Una posibilidad para adaptar dicha carga podría ser evaluar el nivel inicial de variabilidad que presentan para adaptar la carga variable que se les induce. Tras esta evaluación y según la variabilidad que presente cada sujeto, deberíamos adaptar la carga de práctica variable inducida para producir los beneficios esperados.

Por ello, concluimos que se debería profundizar en el estudio de la práctica en variabilidad, consideramos necesario el establecimiento de un sistema de cuantificación de la carga variable que permita conocer la correcta aplicación de este tipo de práctica en los diferentes tipos de sujetos que se puedan presentar. Por ejemplo, se podría adaptar la práctica variable a las características que presenten los sujetos sobre su experiencia en la tarea o su nivel inicial de variabilidad en dicha tarea, y hallar la magnitud adecuada de práctica variable que en cada caso suponga las mejores adaptaciones.

5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Como propuesta para abarcar el problema de la individualización de la carga en la práctica variable, vamos a realizar una intervención sobre un **lanzamiento de precisión** en la habilidad del pase por detrás de la cabeza, como aplicación a un saque de banda de fútbol.

El grupo con el que vamos a realizar la intervención es un grupo femenino de la categoría juvenil de un club de fútbol, con 17 ± 1 años.

El rendimiento lo vamos a obtener mediante la medida del error, ya que esta medida nos informa acerca del rendimiento en aquellas habilidades de ajuste espacial, como es nuestro caso. Particularmente, la variable de rendimiento va a ser el **Error Radial Medio** (ERM) que cuantifica la magnitud del error en dos dimensiones y nos informa con exactitud de la cantidad de error obtenida en los dos ejes.

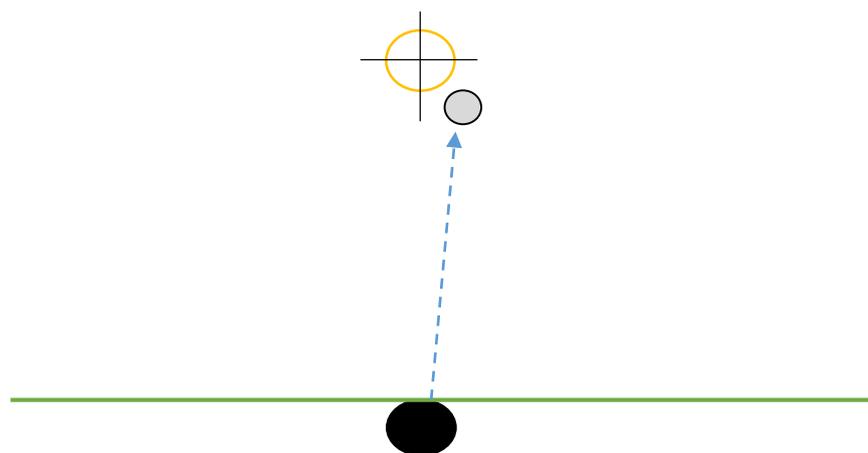
Primero, realizaremos un pretest para conocer la variabilidad que presenta cada sujeto. Para ello, usaremos el **Error Bivariado Variable** (EBV), que cuantifica la dispersión del error en dos dimensiones. Una vez conocida la variabilidad de los sujetos y, en función de ésta, realizaremos una sesión de práctica constante y variable para mejorar la precisión en el lanzamiento por detrás de la cabeza. Tras la práctica, se realizará un posttest inmediatamente después para conocer los resultados y evaluar si se han producido o no mejoras mediante un nuevo análisis del ERM, y un test de retención tras una semana para comprobar si dichos resultados se han mantenido en el tiempo o no.

De esta forma se podría afirmar el problema de la controversia en los estudios analizados, que consistiría inicialmente en la inexistente correcta cuantificación de la carga en la práctica variable.

Pretest: los sujetos, colocados justo detrás de la línea de saque de banda y con el cuerpo orientado hacia una línea imaginaria y perpendicular que la atraviesa, deben realizar un lanzamiento cogiendo el balón por detrás de la cabeza con las dos manos y buscando alcanzar el objetivo con la mayor precisión posible hacia un aro situado a 7 m de la línea (Figura 1).

Cada sujeto realizará 10 lanzamientos (lanz) consecutivos, donde se medirá la distancia del balón con respecto al aro para el cálculo del ERM y el EBV, en centímetros.

Figura 1. Test de precisión de un lanzamiento por detrás de la cabeza.



Una vez registrados todos los lanzamientos, se anotan en la Tabla 2 los valores de ERM de cada sujeto, usando la siguiente fórmula:

$$ERM = \frac{\sum_{i=1}^n \sqrt{((X_i - C)^2 + (Y_i - C)^2)}}{N}$$

Tabla 2. Registro de los lanzamientos y ERM de cada sujeto en el pretest.

SUJETO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
LANZ 1 X (cm)	8	19	-50	-38	-6	62	18	-32	40	-13
LANZ 1 Y (cm)	13	-32	-15	44	-13	25	-20	23	33	-4
LANZ 2 X (cm)	10	26	-40	-32	-14	47	-28	30	-24	16
LANZ 2 Y (cm)	-11	-14	14	-27	-7	-40	40	14	12	-6
LANZ 3 X (cm)	15	48	45	33	-12	35	16	-26	18	12
LANZ 3 Y (cm)	-12	-32	-26	14	-20	-19	-10	41	-10	4
LANZ 4 X (cm)	19	-15	-13	51	8	17	12	-16	22	-18
LANZ 4 Y (cm)	-2	4	33	-20	-7	-8	19	-17	-13	8
LANZ 5 X (cm)	-6	20	-40	18	4	32	22	-19	32	-24
LANZ 5 Y (cm)	14	-23	25	-24	-22	-21	-31	13	-14	3
LANZ 6 X (cm)	12	6	-34	14	24	18	27	-10	28	8
LANZ 6 Y (cm)	10	10	-35	-32	-13	28	-15	17	10	12
LANZ 7 X (cm)	3	-8	29	-15	9	-46	19	11	-4	-19
LANZ 7 Y (cm)	-13	30	-18	26	-8	15	8	22	36	6
LANZ 8 X (cm)	8	18	-41	31	7	10	41	-9	19	-10
LANZ 8 Y (cm)	12	-10	30	-19	18	-41	10	16	-10	-2
LANZ 9 X (cm)	4	26	-47	24	-10	10	17	-19	26	7
LANZ 9 Y (cm)	-10	-24	-21	26	2	-1	-22	-10	12	14
LANZ 10 X (cm)	9	30	33	23	23	39	9	6	-10	-10
LANZ 10 Y (cm)	-6	17	18	31	-2	-26	-12	24	24	2
ERM	14,86	30,36	45,20	39,59	17,82	40,63	29,16	27,63	30,18	15,76

Tras ello, se calcula el EBV de cada sujeto, utilizando la fórmula:

$$EBV = \frac{\sum_{i=1}^n \sqrt{((X_i - \bar{X})^2 + (Y_i - \bar{Y})^2)}}{N}$$

Y obtenemos los valores que nos indican la variabilidad intrínseca que presenta cada sujeto, y que registramos en la Tabla 3.

Tabla 3. EVB inicial de los sujetos previo a la sesión práctica.

SUJETO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
EVB	12,19	24,02	41,55	36,69	15,70	31,15	22,28	20,81	25,00	14,21

Para poder llevar a cabo la tarea de práctica variable que queremos desarrollar en la intervención, agrupamos a los sujetos en 3 grupos según la cantidad de variabilidad intrínseca que presenten (EVB).

BAJA VARIABILIDAD

Sujeto 1
Sujeto 5
Sujeto 10

MEDIA VARIABILIDAD

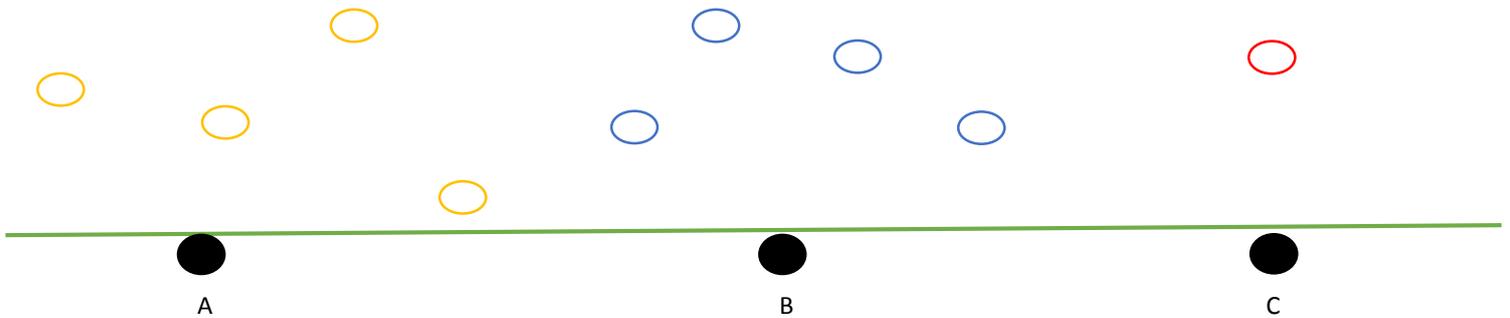
Sujeto 2
Sujeto 7
Sujeto 8
Sujeto 9

ALTA VARIABILIDAD

Sujeto 3
Sujeto 4
Sujeto 6

Sesión de intervención: la tarea consiste en un juego de precisión realizando el lanzamiento por detrás de la cabeza a varios objetivos (aros similares al del test inicial) distribuidos en diferentes distancias y orientaciones. Separamos a los alumnos en los 3 grupos establecidos según su variabilidad intrínseca inicial (alta, media o baja) y les proponemos alcanzar la mayoría de puntos posibles (cada acierto equivale a un punto). Cada alumno realizará 4 series de 2 minutos de lanzamientos continuados, los cuales serán anotados por un árbitro que decidirá si el lanzamiento es bueno o no.

Figura 2. Organización de la tarea de los diferentes grupos



La carga variable la vamos a manipular mediante la aleatorización de los lanzamientos a los diferentes objetivos:

- El **grupo 1 (baja variabilidad inicial)** cuya organización de la tarea corresponde a la Figura 2A, donde vemos que la diferencia de la distancia entre cada uno de los aros y el sujeto es la mayor posible. Los sujetos tendrán un trabajo de alta práctica variable, realizando todos los lanzamientos de forma aleatoria sin poder repetir 2 veces consecutivas en el mismo aro.
- El **grupo 2 (media variabilidad inicial)** corresponde a la organización de la Figura 2B. Los sujetos realizarán un trabajo de práctica variable de carga media: 2 lanzamientos consecutivos a cada aro y pasarán al siguiente de forma aleatoria. Como vemos en la Figura 2B, la diferencia entre las distancias de cada aro con respecto al sujeto será más igualitaria que en el grupo 1.
- El **grupo 3 (alta variabilidad inicial)** corresponde a la organización de la tarea que observamos en la Figura 2C. Únicamente tienen un objetivo, similar a la tarea criterio. Los sujetos realizarán un trabajo de práctica constante: todos los lanzamientos consecutivos al mismo aro.

Posttest: inmediatamente tras finalizar la sesión práctica, realizaremos el posttest, en las mismas condiciones que el pretest. Se registran los lanzamientos y se calcula el ERM para comparar los valores de rendimiento entre el pretest y el posttest y poder comprobar si hay mejora o no tras la intervención y si hay diferencias entre los grupos de práctica.

Test de retención: se realizará un test de retención una semana después de la sesión práctica y el posttest, en las mismas condiciones que las evaluaciones anteriores, para observar si dichos resultados se mantienen estables en el tiempo; o si se han producido o no cambios significativos en el rendimiento y en la cantidad de variabilidad registrada a cada uno de los sujetos.

Mediante estos test y si los resultados se muestran favorables a nuestra hipótesis, se podría afirmar la importancia de una correcta cuantificación de la carga en el desarrollo de la práctica variable, que se adapte a las características de los sujetos y de la propia tarea; y que la controversia de los estudios analizados en cuya práctica se encuentran diferentes magnitudes de carga, se debe a la falta de una verdadera correcta adaptación de la carga a la práctica variable.

6. BIBLIOGRAFIA

- Brady, F. (1998). A Theoretical and Empirical Review of the Contextual Interference Effect and the Learning of Motor Skills. *Quest*, 50, 266-293. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00336297.1998.10484285>
- Breslin, G., Hodges, N. J., Steenson, A. & Williams A. M. (2012). Constant or variable practice: Recreating the especial skill effect. *Acta Psychologica*, 140(2), 154-157. DOI:10.1016/j.actpsy.2012.04.002
- Caballero, C., Luis, V. y Sabido, R. (2012). Efecto de diferentes estrategias de aprendizaje sobre el rendimiento y la cinemática en el lanzamiento del armado clásico en balonmano. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 28, 83-100. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=274224368005>
- Caballero, C. Moreno, F.J., Reina, R., Roldán, A., Coves, A. y Barbado, D. (2017). El rol de la variabilidad motora en el control y aprendizaje motor depende de las características de la tarea y las capacidades individuales. *European Journal of Human Movement*, 38, 12-26.
- Coves, A. (2017). Efecto de la aplicación de diferentes magnitudes de carga de variabilidad en el aprendizaje de la estabilidad del tronco. (Tesis doctoral). Universidad Miguel Hernández, Elche.
- García, J.A., Menayo, R. y Sánchez, J. (2015). Efectos de la práctica variable sobre el golpeo a portería en fútbol. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 15(60), 663-675. <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista60/artefectos649.htm>
- Haudum, A., Birklbauer, J., Josef, K., & Müller, E. (2011). Motor learning of gross-motor skills under variable practice conditions. *Baltic Journal of Sport and Health Sciences*, 1(80), 22-28.
- Hernández-Davo, H., Urbán, T., Morón, H., Reina, R. y Moreno, F. J. (2014). Efecto de la Práctica Variable sobre la Precisión del Tiro Libre en Baloncesto en Jóvenes Jugadores. *Kronos*, 13(1).
- Hernández-Davo, H., Urbán, T., Sarabia, J. M., Juan-Recio, C. & Javier Moreno, F. (2014). Variable training: effects on velocity and accuracy in the tennis serve. *Journal of sports sciences*, 32(14), 1383-1388. <http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2014.891290>
- Hodges, N. J., Lohse, K. R., Wilson, A., Lim, S. B., & Mulligan, D. (2014). Exploring the dynamic nature of contextual interference: previous experience affects current practice but not learning. *Journal of motor behavior*, 46(6), 455-467. <http://dx.doi.org/10.1080/00222895.2014.947911>
- Horbackewicz, J. (2018). Effect of Blocked Versus Random Practice on Physical Therapy Students' Manual Force Modulation. *Perceptual and motor skills*, 125(6), 1173-1185. DOI: 10.1177/0031512518797845
- Hossner, E. J., Käch, B., & Enz, J. (2016). On the optimal degree of fluctuations in practice for motor learning. *Human movement science*, 47, 231-239. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167945715001025?via%3Dihub>

- Lotfi, G., Baghaeyan, M., & Baghaee, N. (2019). The impact of variability and distribution of practice on student's learning of basketball throw skill. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*, 23(1), 14-18. DOI:10.15561/18189172.2019.0102
- Medina, S. S., Baba, J. A., & Thomas, S. (2019). Assessment of Random and Blocked Practice Schedules on Motor Skills' Acquisition, Retention and Transfer Among Selected Senior High School Students. *American Journal of Sports Science*, 7(1), 26. <https://www.researchgate.net/publication/333045275>
- Meira, C. M., Fairbrother, J. T., & Pérez, C. R. (2015). Contextual interference and introversion / extraversion in motor learning. *Perceptual and motor skills*, 121(2), 447-460. DOI:10.2466/23.PMS.121c20x6
- Menayo, R., Fuentes, J. P., Moreno, F. J., Reina, R., y García, J. A. (2010). Relación entre variabilidad de la práctica y variabilidad en la ejecución del servicio plano en tenis. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 25, 75-92.
- Moreno, F. J., y Ordoño, E. M. (2014). Variability and practice load in motor learning. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 11(39), 62-78. DOI: 10.5232/ricyde
- Pacheco, M. M., & Newell, K. M. (2018). Learning a specific, individual and generalizable coordination function: evaluating the variability of practice hypothesis in motor learning. *Experimental brain research*, 236(12), 3307-3318. <https://doi.org/10.1007/s00221-018-5383-3>
- Porter, J. M., & Magill, R. A. (2010). Systematically increasing contextual interference is beneficial for learning sport skills. *Journal of sports sciences*, 28(12), 1277-1285. <https://doi.org/10.1080/02640414.2010.502946>
- Raisbeck, L. D., Regal, A., Diekfuss, J. A., Rhea, C. K., & Ward, P. (2015). Influence of practice schedules and attention on skill development and retention. *Human movement science*, 43, 100-106. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2015.07.004>
- Ranganathan, R., & Newell, K.M. (2010). Motor learning through induced variability at the task goal and execution redundancy levels. *Journal of motor behavior*, 42(5), 307-316. <http://dx.doi.org/10.1080/00222895.2010.510542>
- Ruiz-Amengual, A., & Ruiz, L. M. (2014). Práctica aleatoria y aprendizaje perceptivo-motor. *Revista iberoamericana de psicología del ejercicio y el deporte*, 9(1), 123-142.
- Schmidt, R.A. (1975). A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review*, 82(4), 225-60. <http://dx.doi.org/10.1037/h0076770>
- Schmidt, R.A., & Lee, T. (2005). Motor Control and Learning. *Human Kinetics*.
- Shea, J. B., & Morgan, R. L. (1979). Contextual interference effects on the acquisition, retention, and transfer of a motor skill. *Journal of experimental psychology: Human learning and memory*, 5(2), 179.

- Steib, S., Klamroth, S., Gaßner, H., Pasluosta, C., Eskofier, B., Winkler, J., Kluchen, J. & Pfeifer, K. (2019). Exploring gait adaptations to perturbed and conventional treadmill training in Parkinson's disease: Time-course, sustainability, and transfer. *Human movement science*, 64, 123-132. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2019.01.007>
- Tsaih, P. L., Chiu, M. J., Luh, J. J., Yang, Y. R., Lin, J. J., & Hu, M. H. (2018). Practice Variability Combined with Task-Oriented Electromyographic Biofeedback Enhances Strength and Balance in People with Chronic Stroke. *Behavioural neurology*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/7080218>
- Yao, W. X., Cordova, A., De Sola, W., Hart, C., & Yan, A. F. (2012). The effect of variable practice on wheelchair propulsive efficiency and propulsive timing. *European journal of physical and rehabilitation medicine*, 48(2), 209-216.
- Zetou, E., Papadakis, L., Vernadakis, N., Derri, V., Bebetos, E., & Filippou, F. (2014). The effect of variable and stable practice on performance and learning the header skill of young athletes in soccer. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 152, 824-829. DOI:10.1016/j.sbspro.2014.09.328.

