



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

**Máster Universitario en Rendimiento
Deportivo y Salud**

Trabajo Fin de Máster

**“Análisis del efecto agudo en intervención de
variabilidad sobre la velocidad y precisión en la
ejecución de golpes de derecha en tenis”**

Curso académico: 2021 -2022

Estudiante: Sebastián Mansilla Monsalve

Tutor: Tomás Urbán Infantes

Índice

Abstract.....	3
1. Introducción	4
2. Contextualización de variabilidad.....	5
3. Método	7
3.1 Muestra	7
3.2 Instrumentos	7
3.3 Procedimiento.....	8
4. Protocolo de medición.....	9
5. Análisis de datos	9
6. Referencias bibliográficas	10



Abstract

La derecha o drive en el tenis es el golpe más sencillo de aprender, al ser un gesto básico y natural. Para muchos jugadores es el arma principal para ganar el punto y en muchos casos suele ser el golpe con mayor dominio y control en los jugadores. En el rendimiento deportivo, ejercicios y actividades funcionales de variabilidad pueden ser de gran ayuda en la búsqueda de esta mejora en el tenis. En la intervención la muestra estuvo compuesta por 51 tenistas con edades entre 11 y 50 años, a los cuales se les aplicó un test inicial en el que se evaluó la velocidad precisión en el golpeo de derecha en tenis. Posteriormente se realizó un proceso de intervención en el que se utilizaron bolas de baja presión, realizando un test final para comprobar el efecto agudo de la práctica en variabilidad sobre las variables analizadas. Se realizó un estadístico t-test de medidas relacionadas para analizar diferencias intra sujeto y un ANOVA de medidas repetidas para comparar el efecto agudo en la práctica variable en función de la experiencia. Cada jugador realizaba 40 golpes de derecha bolas; 10 en el test inicial, 20 en la intervención y 10 en el test final. En todas las bolas golpeadas, la instrucción para los jugadores era de golpear a la máxima potencia manteniendo la precisión. Este trabajo tiene como objetivo analizar el efecto agudo de la práctica en variabilidad sobre las variables de rendimiento velocidad y precisión en el golpeo de derecha en tenis.

Palabras clave: Práctica variable, tenis, velocidad, precisión.



1. Introducción

El tenis es un deporte que se caracteriza por ser un juego de repetición, debido a que el hecho de ganar o perder un punto, puede efectuarse mediante diferentes tipos de golpes, los cuales se practican repetitivamente en los entrenamientos. El tenis presenta variedad de situaciones imprevistas y cambiantes, por lo cual el jugador debe tener la capacidad de resolver problemas de manera constante y ser capaz de adaptarse a ellos en un tiempo reducido.

Una de las características del tenis actual son la velocidad y la precisión que los tenistas imprimen a sus acciones. En este sentido, entre los aspectos más relevantes destacan la precisión con la cual ejecutan los golpes, así como la potencia que imprimen a la bola en el contacto con la raqueta.

En cuanto al rendimiento en el tenis, los golpes requieren una alta velocidad y precisión, y en los movimientos laterales y frontales se evidencian repentinos cambios de dirección, ritmos, salidas y paradas, donde tiene un papel fundamental la capacidad de acelerar y desacelerar los desplazamientos en muy pocos metros manteniendo el control de los golpes.

La velocidad con la que la pelota sale despedida de la raqueta depende de tres variables fundamentales: la velocidad de la pelota antes del impacto, la velocidad de la raqueta y las características de la raqueta (Bermejo, 2011). La raqueta parte de velocidad cero y el jugador la acelera para que en el instante del impacto con la pelota la velocidad sea la máxima (Knudson & Bahamonde, 2004). En este sentido, algunos autores consideran la velocidad como una variable determinante en el rendimiento de los golpes de tenis (González-González et al., 2018; Haake et al., 2000; Hernández-Davó et al., 2014; Menayo et al., 2008; Menayo et al., 2012; Urbán et al., 2012).

Si bien es cierto que el tenis ha evolucionado en la rapidez de los golpes y movimientos, existen factores y variables que van a determinar que un golpe u otro afecten directamente en la velocidad de la pelota, como por ejemplo el apoyo de los pies, la rotación de cadera, la cercanía con la red en el momento del impacto, la anticipación del jugador o la velocidad con la que venga la bola rival.

Todo parece encaminado a considerar que la velocidad es un factor discriminatorio y/o de comparación en el rendimiento de un tenista, llevando a la deducción de que una mayor velocidad, se podría relacionar con un mayor nivel de rendimiento.

Aunque parece lógico que la velocidad sea sinónimo de rendimiento en el tenis, la precisión en el golpeo también influye de manera determinante en el rendimiento. Sin embargo, son diversos los autores que han sugerido que las variables precisión y rendimiento mantienen una relación inversa, ya que cuanto mayor sea la velocidad de ejecución del gesto, menor será la precisión (Cauraugh, Gabert & White, 1990).

Landlinger (2012) observó que la velocidad de la bola del golpe de derecha y el golpe de revés fue significativamente mayor en un grupo de jugadores de elite, en

comparación con los jugadores sub-elites, no encontrando diferencias en la precisión de los golpes entre los jugadores que consiguieron mayor velocidad y los que alcanzaron menor velocidad de la pelota. En base a estos resultados, se podría interpretar que la alta velocidad de bola parece ser un factor determinante que permite diferenciar a jugadores de distintos niveles, sobre todo entre tenistas de élite y amateurs, y la precisión se podría asumir o interpretar como una característica de nivelación.

Estas dos variables han sido estudiadas en diferentes deportes para relacionarlas con el rendimiento y diseñar distintos tipos de metodologías de trabajo para la mejora de la actividad. Texeira (1999) investigó el efecto de la velocidad sobre la precisión en el golpeo en fútbol, concluyendo que la intención de precisión producía descensos en la velocidad del movimiento. En la misma línea, Juárez & Navarro (2006) identificaron los efectos que la intención de precisión producía en el golpeo de un balón hacia portería, haciendo descender de manera significativa la potencia ejercida en el golpeo y por tanto la velocidad del gesto. Sin embargo, Hernando (2004) determinó la escasa relación entre la velocidad del balón y la eficacia en el resultado en el lanzamiento del doble penalti en fútbol sala. Igualmente, en balonmano, Van den Tillaar & Ettema (2006), Bayios et al (2001) o Gorostiaga et al (2005), no encontraron relación entre el aumento de la velocidad y las pérdidas de precisión en tareas de lanzamiento con jugadores expertos, concluyendo que esta variable no producía descensos del rendimiento en términos de precisión.

Por otra parte, en habilidades de golpeo con implemento, Schmidt & Lee (2005), concluyeron tras el análisis de una tarea de bateo en béisbol, que una mayor velocidad de ejecución beneficiaba al golpeo de la bola, en cuanto a que optimizaba los parámetros cinemáticos del impacto.

2. Contextualización de variabilidad

La variabilidad es una característica presente en los sistemas biológicos (Sanz & Fernández 2012), somos variables, variables en muchos aspectos de nuestra vida, como lo puede ser el ánimo, la actitud, los gustos, nuestros intereses o incluso en nuestras costumbres, por lo que no es una casualidad también ser variables en nuestros movimientos (Hernández, 2006). Está caracterizada como los cambios que ocurren en el rendimiento motor a lo largo de múltiples repeticiones de una tarea (Glass & Mackey, 1988).

Newell & Slifkin 1998, aseguran que no es posible concebir un patrón común y óptimo, ya que la variabilidad observada inter e intra-sujetos en el rendimiento motor humano es muy alta. Según Acero 2009, cada deportista, independiente de sus cualidades y/o habilidades físicas tiene variabilidad en sus patrones. Si trasladamos esta idea al tenis, se podría decir que no es posible ejecutar un gesto o realizar un movimiento con un mismo resultado, independiente la experiencia del tenista, no pueden eliminar completamente la variabilidad en sus ejecuciones.

La variabilidad en el movimiento humano puede ser conceptualizada como las variaciones normales que ocurren en la ejecución motora a través de múltiples repeticiones de un gesto (Stergiou et al., 2004). En términos prácticos, esta tendencia de

pensamiento implicaría que, a mayor práctica de una tarea específica, como por ejemplo la derecha paralela en tenis, los errores iniciales se corregirán secuencialmente hasta obtener un nivel de poca variabilidad en este gesto deportivo. Sin embargo, la variabilidad no ha de ser entendida como errores indeseables del sistema (Newell & Slifkin, 1998; Riley & Turvey, 2002), ya que los deportistas amateurs o inexpertos pueden lograr éxito en tareas usando diferentes patrones de coordinación (Davids et al., 2008). Por ello la variabilidad es fundamental en el aprendizaje motor, y debe ser vista como un factor funcional que permite explorar distintas soluciones a diversos objetivos que aportan la mejora del rendimiento deportivo.

Existen estudios que han podido confirmar diversos beneficios en la práctica deportiva aplicando variabilidad en gestos y movimientos, viendo un aprendizaje motor y logrando incrementar el rendimiento deportivo (Schöllhorn et al., 2001; Rein & Simon, 2003; Jaitner & Pfeifer, Wagner et al., 2003; Jaitner et al., 2003).

Durante la práctica de tenis, existen diversas variables, además de las características individuales de los jugadores, que producen que las condiciones de golpeo varíen constantemente (climatológicas, superficie de la pista, golpeo del adversario) (Varas-Caro & Gómez-Ruano, 2016).

En este sentido, la variabilidad puede ser un estímulo que produciría adaptaciones para mejorar el rendimiento en habilidades de lanzamiento o golpeo en deportistas expertos (Menayo et al., 2010). Sin embargo, en deportistas inexpertos, los beneficios de la variabilidad al practicar no son tan evidentes en habilidades de golpeo (Alfonso & Menayo, 2019; Douvis, 2005; Hernández-Davo et al., 2014). Las condiciones de ejecución suponen una carga de práctica distinta en cada deportista por ello se observa que la práctica se debe ajustar individualmente a los deportistas para conseguir una estimulación adecuada que permita producir mejoras en el rendimiento (Moreno & Ordoño, 2015).

Newell & Slifkin 1998, mostraron la inexistencia de dos movimientos exactamente idénticos, por ello, podría establecerse el nivel de rendimiento en una habilidad a partir de la capacidad de adaptación a las demandas de la tarea, tomando como referencia la cantidad, el momento de aparición, la estructura y el tipo de variabilidad presente durante la ejecución de la acción (Fuentes et al., 2010).

Cuando la variabilidad se hace presente en trabajos e intervenciones donde se busca mejorar el rendimiento en acciones motoras, se adopta como un recurso beneficioso para la organización y la ejecución del movimiento (Fuentes et al., 2010). La variabilidad también puede favorecer la selección, el cambio o la generación de nuevos patrones de movimiento aprendidos con anterioridad, reestableciendo o modificando incluso movimientos atractores que retrasan la mejora del rendimiento (Fuentes et al., 2010).

El objetivo de este trabajo es identificar el efecto agudo mediante la inducción de variabilidad en la tarea, utilizando bolas de presión reducida del 75% (bolas rojas” o bolas stage 3), sobre las variables de rendimiento (velocidad y precisión) en el golpe de derecha

del tenis. La hipótesis de partida es que el efecto agudo bajo esta condición de variabilidad aumentará la velocidad y precisión de golpe de derecha en tenis.

3. Método

La búsqueda de la literatura científica pertinente a esta revisión se realizó de la base de datos PubMed y la sección académica de Google (Google académico). Los términos que se han usado para la búsqueda han sido “variability”, “velocity”, “accuracy” y “tennis”. La metodología utilizada para este trabajo es un análisis cualitativo y cuantitativo de datos extraídos en la intervención.

3.1 Muestra

La muestra de estudio estuvo compuesta por un total de 51 tenistas amateurs pertenecientes a la escuela de tenis “Tennis Concept” de la ciudad de Elche, España. El rango de edad de los participantes fue de 11 hasta 50 años con una media de $18,11 \pm 7,65$. Todos los participantes fueron voluntarios para el estudio, y en el caso de los menores de edad autorizados bajo consentimiento informado a los padres o tutores legales. Se tomó como criterio para participar en el estudio que los participantes jugaran o entrenaran con bolas normales (amarillas). Dentro de los participantes, hay un grupo de 26 sujetos con menos de 10 años de experiencia jugando al tenis y un segundo grupo de 25 sujetos con 10 años de experiencia o más practicando este deporte.

3.2 Instrumentos

Todos los test se realizaron en una pista de tenis con las medidas reglamentarias cuyas dimensiones son de 23,77 m de largo x 8,23 m de ancho, para el juego de individuales. Se utilizó un canasto especial con 2 espacios diferentes para dividir en un espacio las bolas rojas y en otro las amarillas. Las bolas amarillas tienen un peso entre 56,7 y 59,5 gramos y un diámetro de entre 6,35 cm y 6,67 cm, con una presión de 8,165 kg aproximadamente. Las bolas rojas, tienen un diámetro entre 6.90-8.00 cm, un peso de 36.0-46.9 gramos y la presión es reducida en un 75% de la bola amarilla. Ambos tipos de bola (amarilla y roja) son de la marca Babolat. Para todos los test se utilizaron un total de 60 bolas distribuidas en 30 amarillas y 30 rojas.

En el área de puntuación se utilizaron marcas de goma para dividir áreas en la pista de tenis, cuyas dimensiones son de 30 cm. Para obtener la velocidad de los golpes se utilizó el Radar Sports Gun SR3600, que registra la velocidad de móviles con una precisión de +/- 1 km/h. Este radar se posicionó en la parte posterior del jugador en la línea del pasillo de la pista para enfocar la dirección del golpeo que se analiza. Previamente a la realización del test inicial se realizaron 3 golpes para verificar el correcto funcionamiento del radar y que el participante había entendido las instrucciones. Para mantener constantes la velocidad, efecto y frecuencia de lanzamiento de la bola, se requirió de un monitor de tenis capacitado para poder dirigir las bolas con una precisión similar durante toda la intervención, situándose a un metro de distancia de la red y a un metro alejado del pasillo hacia afuera de la pista.

SET UP

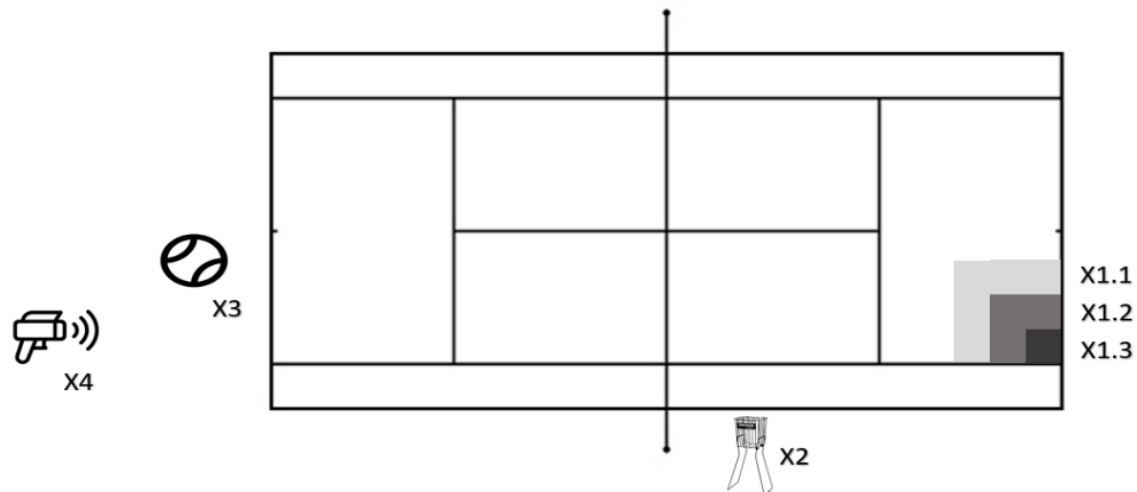


Figura 1. Set up experimental, con los instrumentos en pista y posicionamiento del jugador y monitor.

1. X1.1 Área de 1 punto
2. X1.2 Área de 2 puntos
3. X1.3 Área de 3 puntos
4. X2 Zona de lanzamiento del monitor
5. X3 Zona de golpes del participante
6. X4 Posicionamiento del radar

3.3 Procedimiento

Se utilizó un diseño de investigación intra y entre grupo para comparar rendimientos intra sujetos y por grupos según años de experiencia. El proceso de medida se llevó a cabo en la pista dura de las instalaciones deportivas de la Universidad Miguel Hernández de Elche. Los jugadores fueron citados en grupos de 2 participantes, y una vez en la pista, se explicaron las tareas a realizar. Tanto para los golpes con bola amarilla como para la práctica en variabilidad, la instrucción era la misma; golpear con máxima velocidad, manteniendo el control y precisión de la trayectoria de la bola tratando de direccionarla hacia el área de puntuación. Previo al inicio de los test, realizaron un calentamiento de forma autónoma de 5 minutos de duración en una pista secundaria.

En la situación experimental los jugadores debían realizar un total de 40 golpes en 3 etapas diferentes (test inicial, práctica en variabilidad y test final). El test inicial consistía en realizar 10 golpes de derecha con bolas amarillas a la máxima velocidad y con la máxima precisión posible, descansando 30 segundos antes de iniciar la intervención. En la intervención, los jugadores debían golpear 20 bolas rojas manteniendo los objetivos de velocidad y precisión en todos los golpes, descansando 30 segundos una vez finalizados los golpes para evitar fatiga. Finalmente, en el test final el participante golpeaba 10 bolas amarillas para ver el efecto agudo de la práctica variable sobre las variables de rendimiento. La puntuación máxima era de 3 puntos, la cual corresponde al área distribuida por 1 metro cuadrado puesto en la esquina del fondo de la pista, la

puntuación intermedia corresponde a 2 puntos distribuidos en un área de 2 metros cuadrados en la esquina del fondo de la pista y para la puntuación mínima se utilizará un área de 3 metros cuadrados en la esquina del fondo de la pista, la cual da 1 punto el acierto. En caso de fallar cualquiera de las 3 áreas, se considera 0 puntos de precisión en la ejecución.

La velocidad de golpeo era registrada por evaluador para cada ensayo. La precisión era observada por el monitor, quien indicaba la puntuación obtenida en cada golpeo para dejarlo en el registro donde se anotan directamente en el Excel de la computadora del evaluador.

4. Protocolo de medición

Test Inicial	Descanso	Práctica de variabilidad	Descanso	Test Final
10 bolas amarillas	30 segundos	20 bolas rojas	30 segundos	10 bolas amarillas

Figura 2. *Procedimiento completo de la intervención con fases de golpes y descansos.*

5. Análisis de datos

Los datos fueron analizados mediante el software IBM SPSS Statistics Versión 24, estableciendo el nivel de significación de $p < 0.05$. Para ver si existe diferencia significativa en el efecto agudo intra sujetos en las variables de rendimiento de velocidad y precisión, se realizó un t-test de medidas repetidas comparando todos los datos de golpes entre el test inicial y final. Esta misma prueba se utilizó para descubrir diferencias significativas intra sujetos con respecto a los promedios de los 10 golpes del test inicial y los 10 golpes del test final en cada sujeto.

La siguiente prueba estadística que se realizó fue un ANOVA de medidas repetidas con la variable años de experiencia para ver si hay diferencias significativas entre grupos en las variables de rendimiento velocidad y precisión. Primero se hace el análisis entre test inicial y test final utilizando todos los datos de golpes de los sujetos, y luego se hace el análisis entre test inicial y final de los promedios obtenidos por cada sujeto.

6. Referencias bibliográficas

- Acero, J. (2009). *Análisis biomecánico integral de golfistas*- Club farallones de Cali. Instituto de Investigaciones & Soluciones Biomecánicas. Cali.
- Alfonso-Asencio, M; Gea-García, G.M; Menayo, R (2020). Variabilidad inducida, velocidad de bola y aprendizaje del golpeo de revés para tenistas amateurs. *Journal of Sport and Health Research*. 13(1):57-66.
- Alfonso-Asencio, M; Gea-García, G.M; Menayo, R (2018). *Efectos del aprendizaje mediante variabilidad en la práctica sobre el golpeo de revés en tenistas amateurs*. Programa de Doctorado en Ciencias del Deporte. Murcia, España.
- Bayios, I.A., Anastasopoulou, E.M., Sioudris, D.S. & Boudolos, K.D. (2001). Relationship between isokinetic strength of the internal and external shoulder rotators and ball velocity in team handball. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(2), 229-235.
- Bermejo, J. (2011). *Cinemática del modelo técnico de rendimiento del salto de altura en función de la edad*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad Católica San Antonio. Murcia: España.
- Cauragh, J.H., Gabert, T.E. & White, J.J. (1990). Tennis serving velocity and accuracy. *Perceptual & Motor Skills* June, 3 (70), 719-722.
- Davids, K., Button, C. y Bennett, S. (2008). *Dynamics of Skill Acquisition: A Constraints-led Approach*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Glass, L. y Mackey, M. C. (1988). *From clocks to chaos: The rhythms of life*. New York: Princeton University Press.
- Gonzalez, I (2018). *Factores antropométricos y de rendimiento físico determinantes de la velocidad y precisión de golpeo en jugadores de tenis menores de 20 años*. Tesis doctoral. Sevilla, España.
- González-González, I., Rodríguez-Rosell, D., Clavero-Martín, D., Mora-Custodio, R., ParejaBlanco, F., Yáñez, J.M. & González-Badilo, J.J. (2018). Reliability and accuracy of ball speed during different strokes in young tennis players. *Sport Medicine International Open*, 2(5), E133- E141.
- Gorostiaga, E.M., Granados, C., Ibáñez, J. E Izquierdo, M. (2005). Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball players. *International Journal of Sports Medicine*, 26, 225-232.
- Hernández-Davó, H., Urbán, T., Sarabia, J. M., Juan-Recio, C. & Moreno, F. J. (2014). Variable training: effects on velocity and accuracy in the tennis serve. *Journal of Sports Sciences*, 32 (14), 1383-1388.
- Hernández, R., Fernández-Collado, C. y Baptista, L. (2006). *Metodología de la Investigación (4ta Edic)*. DF, México. McGraw Hill.
- Hernando, E. (2004). *Aspectos que inciden en la eficacia del lanzamiento de doble penalti en fútbol sala*. Tesis Doctoral. Universidad de Castilla- La Mancha, Toledo
- Juárez, D. Y Navarro, F. (2006). Análisis de la velocidad del balón en el tiro en futbolistas en función de la intención de precisión. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 16, 39- 49.

- Knudson, D., Noffal, G., Bahamonde, R., Bauer, J. & Blackwell, J. (2004). Stretching has no effect on tennis serve performance. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 3 (18), 654-656.
- Landlinger, J., Stöggel, T., Lindinger, S., Wagner, H., & Müller, E. (2012). Differences in ball speed and accuracy of tennis groundstrokes between elite and high-performance players. *European Journal of Sport Science*, 12(4), 301–308.
- Menayo, R.; Fuentes, J. P.; Moreno, F. J.; Reina, R.; García, J. A (2010). Relación entre variabilidad de la práctica y variabilidad en la ejecución del servicio plano del tenis. *Motricidad. European Journal of Human Movement* 25, 75-92. Cáceres, España.
- Menayo, R.; Fuentes, J. P.; Moreno, F. J.; Clemente, R.; García Calvo, T (2008). Relación entre la velocidad de la pelota y la precisión en el servicio plano en tenis en jugadores de perfeccionamiento. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 21, 17-30. Cáceres, España.
- Morales, A (2016). *La variabilidad en el aprendizaje de habilidades motrices*. Trabajo fin de grado: revisión sistemática. Elche, España.
- Moreno, F.J. & Ordoño, E.M. (2015). Variability and practice load in motor Learning. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 39, 62-78.
- Newell, K. M. y Slifkin, A. B. (1998). *The nature of movement variability*. En J. P. Piek (Ed.), *Motor Behaviour and Human Skill* (pp. 143-160). Campaign Illinois: Human Kinetics.
- Ramon, G; Acero, J (2009). Biomecánica deportiva y control del entrenamiento. *Aplicabilidad de la variabilidad en los análisis biomecánicos del gesto y el entrenamiento deportivo*.
- Riley MA, Turvey MT. (2002). Variability and determinism in motor behavior. *Journal of Motor Behaviour*, 34:99–125
- Sanz, D., Fernández, J., Zierof, P., & Méndez, A. (2012), Variabilidad en la práctica para desarrollar las cualidades coordinativas de tenistas en formación. *ITF Coaching and Sport Science Review*, 58(20), 16–18.
- Schmidt, R.A. & Lee, T.D. (2005). *Motor Control and Learning*. United States: Human Kinetics.
- Schölnhorn, W., Röber, F., Jaitner, T., Hellstern, W. y Käubler, W. (2001). Discrete and continuous effects of traditional and differential sprint training. 6th Annual Congress of the European College of Sport Sciences Colonia, 24-28 de julio (libro de actas).
- Stergiou, N, Buzzi, UH. Kurz, MJ. Heidel, J. (2004). *Nonlinear Tools in Human Movement. In: Stergiou N: Innovative Analyses for Human Movement*. Champaign, Ill: Human Kinetics Publishers; 63-90.
- Texeira, L. A. (1999). Kinematics of kicking as a function of different sources of constraint on accuracy. *Perceptual and Motor Skills*, 88(3 Part 1), 785-789.
- Van Den Tillar, R. & Ettema, G. (2006) A comparison between novices and experts of the velocity-accuracy trade-off in overarm throwing. *Perceptual Motor Skills*, 103, 503-514.

Varas-Caro, I. y Gómez-Ruano, Á. M. (2016). Análisis notacional en jugadores de tenis de élite en función de las variables contextuales. *Kronos*, 15(1), 1–12.

