

Modelo técnico del push de empuje en el hockey sobre césped. Una propuesta de análisis

Technical model of the push in field hockey. An analysis proposal

*Joaquín Moreno de la Fuente, *Luis Rojas-Briceño, *Jaime Escalona-Riquelme, **Pablo Merino-Muñoz, ***,***,****,*****Hugo Cerda-Kohler, **Bianca Miarka, ****Ciro Brito, *****David Arriagada-Tarifeño, **,****,*****Esteban Aedo-Muñoz

*Universidad Santo Tomás (Chile), **Universidad Federal do Rio de Janeiro (Brasil), ***Clínica MEDS (Chile), ****Instituto Nacional de Deportes (Chile), *****Universidad Federal de Juiz de Fora (Brasil), *****Universidad de Santiago (Chile), *****Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación (Chile)

Resumen. Este artículo presenta una visión propositiva de la bibliografía actual sobre la técnica de push de empuje desde la biomecánica. El objetivo de la investigación fue describir la técnica deportiva del push de empuje en el hockey sobre césped, con el fin de proponer bases para su análisis biomecánico a través de la determinación de OGR, PM y OB. Se revisaron las siguientes bases de datos; Pubmed, Google Académico y ScienceDirect, para obtener artículos seleccionados desde 2000-2020. Se utilizó la metodología PRISMA®; se incluyeron artículos; (i) estudios centrados en el hockey sobre césped (ii) artículos que hagan referencia al gesto del empuje y (iii) estudios escritos tanto en inglés, como en español. Los artículos incluidos fueron 5, posteriormente se elaboró un modelo técnico compuesto por tres fases: acomodación, aceleración y seguimiento, donde cada fase presentó sus propósitos mecánicos y objetivos biomecánicos, entregando una estrategia innovadora para el análisis de la técnica deportiva con un enfoque desde el deporte hacia la biomecánica deportiva.

Palabras claves: hockey, rendimiento atletico, biomecánica, técnica deportiva.

Abstract. The article presents a propositional point view of the current bibliography on the push technique from biomechanics. The aim of this research was to describe the push sports technique in field hockey, in order to propose bases for its biomechanical analysis through the determination of OGR, PM and OB. The following databases were reviewed; Pubmed, Google Scholar and ScienceDirect, to obtain selected articles from 2000-2020. The PRISMA® methodology was used; articles were included; (i) studies focused on field hockey (ii) articles that refer to the push gesture and (iii) studies written in both English and Spanish. The articles included were 5, subsequently a technical model was elaborated composed of three phases: accommodation, acceleration and monitoring, where each phase presented its mechanical purposes and biomechanical objectives, delivering an innovative strategy for the analysis of sports technique with a focus from the sport towards sports biomechanics.

Keywords: hockey, athletic performance, biomechanic, sport technic.

Introducción

El hockey sobre césped presenta diferentes demandas fisiológicas y físicas (Leal, Ortega, Porrás & Galvez, 2019) que se utilizan en la aplicación de diferentes gestos técnicos, en base a las demandas del juego (Corbellini, 2013), siendo de los más relevantes aquellos que logran desplazar la pelota hacia una dirección específica, donde existen 2 grandes grupos de gestos técnicos: los de golpeo y los de empuje. En relación con el primer grupo, corresponden a acciones motrices que golpean o abofetean la pelota con un movimiento de balanceo del

palo hacia la misma. Con respecto a las técnicas de empuje, son gestos que mueven la pelota por el suelo a través de un movimiento de empuje del palo, luego que éste ha sido ubicado en contacto o cerca de la pelota, donde tanto la pelota como la cabeza del palo, están en contacto con el suelo (The International Hockey Federation, 2021). La presencia de acciones de pases es fundamental para la asociación del juego en deportes colectivos como el hockey, siendo el push de empuje la técnica más utilizada en pasar la pelota a un compañero (Wein, 1994; Prasetyo 2019). La velocidad de ejecución del push, la posibilidad de ocultar su intencionada trayectoria y el momento del pase, así como su técnica relativamente sencilla, hacen que se utilice tres veces más que la técnica del golpeo, la cual muchas veces no resulta exitosa (Wein, 1994; Prasetyo 2019). La precisión del push de empuje, para algunos autores solo se

relaciona con la posición correcta de los pies, que equilibran el cuerpo y orientan los hombros (Anders & Myers, 1999; Nordmann Lutz, 2014), por lo que conocer la estructura de movimiento del push en hockey resulta fundamental para los procesos de enseñanza aprendizaje y su efectividad en los objetivos reales de la técnica, acompañado de una mejor comprensión para los científicos del deporte sobre esta estructura de movimiento.

El push de empuje al igual que otros deportes presenta elementos generales de la técnica deportiva (TD), donde la TD se ha definido en el tiempo por diferentes autores Donskoi (1988), Barrios & Ranzola (1999), Neumeier & Ritzdorf (1996), Collazo (2007) & Morante & Izquierdo (2008) entregando diversas propuestas, muchas veces contradictorias entre ellas, pero con algunos elementos comunes como el reglamento, la ejecución de un conjunto de movimiento, eficiencia y eficacia (Bermejo, 2013). Comprendiendo estos antecedentes, es necesario someter la TD a un proceso de observación y análisis por parte de los profesionales de la actividad física y el deporte. Se debe conocer la división por fases y las características del movimiento en aspectos cualitativos y cuantitativos (Morante & Izquierdo, 2008). Así, el proceso de descomponer una TD en sus partes funcionales es un primer paso analítico al momento de realizar un análisis adecuando, para la correcta observación en el desempeño de cada una de las partes (Lees, 2002).

Una de las propuestas más utilizadas comienza con identificar en la TD el objetivo general de rendimiento (OGR), el cual se menciona como la característica principal implicada en el cumplimiento de dicha tarea motora en función del rendimiento motriz (Dal Bello et al., 2018; Izquierdo et al., 2008). Posteriormente, cada una de las fases identificadas, las cuales deben estar basadas en alguna propuesta existente en la literatura, en la TD tiene un propósito de características biomecánicas llamado propósito mecánico (PM), definiéndose como la característica mecánica que consigue la efectividad de la fase (Dal Bello et al., 2018). Finalmente, desde el PM se desprenden los objetivos biomecánicos (OB) los cuales pueden ser directos o indirectos (ambos de cuantificables), representados a través de todas las características mecánicas o musculares que se hacen para conseguir con éxito el PM (Dal Bello et al., 2018; Diener-González & Aedo-Muñoz, 2017; Diener & Aedo-Muñoz, 2019).

El propósito de la investigación fue presentar una propuesta de análisis del modelo técnico del push de

empuje en el hockey sobre césped con el fin de proponer bases para su análisis biomecánico a través de la determinación del objetivo general de rendimiento, los propósitos mecánicos y los objetivos biomecánicos de esta técnica deportiva.

Materiales y métodos

El estudio se realizó de acuerdo con la declaración Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA®) (Liberati et al., 2009), con énfasis en la revisión sistemática cualitativa como un método de mejor entendimiento en el fenómeno de la TD (Grant & Booth, 2009) y su aplicación en la enseñanza y las ciencias aplicadas al deporte.

Fuentes de datos

Para construir la base de datos del presente estudio, se examinaron investigaciones y artículos que cumplieran con los criterios de elegibilidad, publicados dentro de los años 2000 a 2020. Esta selección se realizó en las siguientes bases de datos: Pubmed, Google Académico y ScienceDirect. Las palabras claves utilizadas, en diferentes combinaciones, fueron: hockey, field hockey, analysis, phase, technique, biomechanic, kinematic. Para estas combinaciones se utilizaron operadores booleanos; reducción específica [AND], ampliación [OR] y exclusión [NOT].

Criterios de elegibilidad

Los criterios de inclusión fueron los siguientes: (i) estudios centrados en el hockey sobre césped (ii) artículos que hagan referencia al gesto del push de empuje y (iii) estudios escritos tanto en inglés, como en español. Los criterios de exclusión fueron: (i) estudios no relacionados al push de empuje y (ii) documentos tipo tesis y similares. Los artículos fueron seleccionados según título y resumen, posteriormente se revisó el texto en extenso y, después se confirmó su inclusión o no en la investigación.

Recopilación de datos

Los datos fueron extraídos de todos los artículos considerados apropiados. La información extraída de los artículos se dividió en: descripción y propósito del gesto técnico, división de fases y variables de rendimiento.

Riesgo de sesgo

Se realizó una evaluación de la calidad de los artículos utilizados, mediante la lista de verificación «Downs

Tabla 1.

Descripción de estudios incluidos

Autores	Muestra	Materiales	Descripción	OGR	Fases	Variables	Conclusión
Utomo et al. (2018)	n = 6 jugadores expertos en push entre 20 a 30 años y 6 inexpertos en push entre 16 a 20 años	Se utilizaron 2 cámaras (SONY HDR-CX450). Los videos se cortaron en partes utilizando el programa "punch core I video estudio" que luego se procesó en "Dartfish teapro 5.5"	Sí	No	3	Variables de rendimiento: Precisión y velocidad de la pelota. Variable de ancho y distancia: ancho de piernas, distancia de arrastre, velocidad de arrastre. Variables ángulos articulares: brazo derecho, pie derecho y pierna izquierda	Los jugadores experimentados tienen mayores capacidades en el push, tanto en la velocidad de la pelota, precisión y velocidad de arrastre.
Viswanath & Kalidasan (2006)	n = 20 jugadores de hockey de nivel universitario	Se utilizó una cámara de alta definición (DCR SR65) 100 CPS. Los videos se analizaron con el programa "Silicon Coach Pro-7".	Sí	No	No	Variables biomecánicas y cineantropométricas: ancho de postura, ángulo de rodilla frontal, ángulo de rodilla trasera, ángulo de codo derecho, altura, peso, largo del brazo, ancho lateral de brazos, longitud de la palma, ancho lateral de la palma y velocidad de la pelota. Variables de rendimiento: Precisión y velocidad de la pelota. Variable de postural y de arrastre: ancho postura, distancia pie delantero-pelota, ancho postura relativa, distancia de arrastre, tiempo de arrastre, velocidad de arrastre y desplazamiento del centro de masa.	Se observó una asociación positiva del ángulo de rodilla trasera y con el rendimiento del push-in. Se observó una asociación negativa del peso, ancho postura, longitud de la palma y ancho lateral de la palma con variables de rendimiento.
Kerr & Ness, (2006)	n = 17 jugadores (8 expertos en push-in, 7 inexpertos) en categoría senior	Se utilizó una cámara (Panasonic NVM55A and JVC GYX-2 3CCD), 1000 CPS. Sistema de análisis de movimiento APAS (Ariel Dynamics Inc.) 27 puntos de referencia corporal (Norton & Old, 1996)	Si	Velocidad y precisión	No	Variable de desplazamiento angular de segmentos: desplazamiento angular (cintura pélvica, cintura escapular, brazo izquierdo, brazo derecho), ángulo del palo y desplazamiento del palo. Velocidad angular de segmento: velocidad angular al soltar pelota (cintura pélvica, cintura escapular, brazo izquierdo, brazo derecho, máxima de cintura pélvica), velocidad angular máxima (cintura pélvica, cintura escapular, brazo izquierdo, brazo derecho, máxima de cintura pélvica).	El jugador experimentado en push-in mostró de manera significativa mayor ancho de postura y velocidad de la pelota.
Kaur & Singh (2019)	n = 5 jugadoras universitarias de hockey entre 22 y 26 años	Se utilizó una cámara (CASIO EX-FH 100) 50 CPS. Los videos se analizaron con el programa "Quintic coaching v-17".	No	Velocidad y precisión	3	Variable postural: ancho postura, distancia pie delantero-pelota, distancia de push. Variable de rendimiento: precisión.	Relación entre ancho de postura, distancia entre pie delantero-pelota y distancia del push en el rendimiento del pase push en jugadoras de hockey
Viswanath, S, & Kalidasan, R. (2012)	n = 24 jugadores de hockey universitario entre 19 a 26 años	Se utilizó cámara de alta definición (Casio EX 10) 240 CPS. Los videos se analizaron con el programa Max Traq.	No	No	No	Ancho de postura, ángulo del palo, distancia de arrastre, velocidad del palo y velocidad de la pelota.	Ángulo del palo, distancia de arrastre y ancho de postura fueron predominantes en predecir el rendimiento del push-in de jugadores universitarios de hockey césped

OGR: objetivo general de rendimiento - CPS: cuadros por segundo

and Black» (Downs & Black, 1998). Esta escala contiene 5 sub escalas: calidad del estudio (10 ítems, evalúa si la información permite al lector evaluar de manera imparcial los hallazgos del estudio), validez externa (3 ítems, evalúa si los hallazgos se pueden generalizar en la población de estudio), sesgo de validez interna (7 ítems, aborda el sesgo en la medición de la intervención y el hallazgo), confusión y selección de sesgo (6 ítems, aborda el sesgo en la selección de sujetos de estudio) y potencia del estudio (1 ítem, evalúa si los hallazgos negativos del estudio pudieran deberse al azar). La lista de verificación utilizada para medir la calidad contiene 26 preguntas de «sí», «no» o «indeterminable», en 4 de 5 secciones, siendo la última de 5 puntos, dando un total de 32 puntos.

Resultados

La estrategia de búsqueda identificó 277 artículos (Figura 1). Fueron eliminados 19 estudios por encontrarse duplicados. Los títulos y resúmenes de los 258 restantes se examinaron para determinar su idoneidad, obteniendo 26 artículos. De éstos, 15 fueron excluidos según criterios, quedando 11 en la revisión por evaluación y calidad de los artículos. Finalmente, se restaron 6 estudios al aplicar los criterios de exclusión determinados para la revisión, obteniendo así 5 estudios que fueron incluidos en el presente artículo. Se excluyeron los estudios que pertenecieran a algunas de las siguientes categorías: no relacionados con la temática definida para la investigación, artículos que no se relacionan con el gesto deportivo específico, que no incluyan parámetros biomecánicos y estudios no escritos en inglés o español, y que además no cumplieran con la formalidad o rigurosidad para el estudio, con diseño metodológico.

Proceso de selección de artículos PRISMA® (Liberati et al., 2009).

En la tabla 1 se detallan los 5 artículos en cuanto a; referencia, muestra, descripción del gesto, objetivo del gesto, división de fases, variables estudiadas y conclusión que se analizaron.

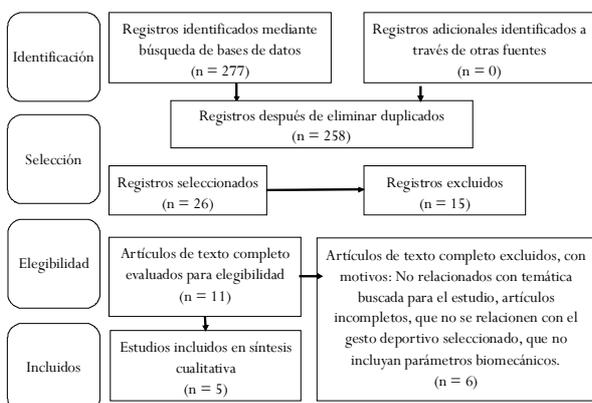


Figura 1. Proceso de selección de artículos PRISMA® (Liberati et al., 2009).

Discusión

El propósito del estudio fue describir la técnica del push de empuje en el hockey sobre césped, con el fin de proponer bases para su análisis mediante la determinación del OGR, PM y OB (Dal Bello et al., 2018). Esta orientación descriptiva de la técnica del push de empuje se encuentra direccionada en las nuevas propuestas de la biomecánica deportiva sobre la optimización de los análisis de TD en relación con el análisis del rendimiento y monitoreo del entrenamiento en las tareas propias de la biomecánica deportiva (Ae, 2019). Una de las tareas corresponde en establecer mecanismos de entendimiento del movimiento humano y técnicas deportivas hacia los entrenadores. Uno de estos mecanismos comienza con la construcción de propuestas de análisis de la TD desde el deporte hacia la biomecánica deportiva, y no en sentido contrario. En el caso de la TD de push de empuje, las principales características son lograr la mayor velocidad de la pelota y la mayor precisión resultante de esta acción (Kaur & Singh, 2019). Sin embargo, al maximizar cada uno de estos elementos, pueden llegar a ser contrarios entre sí, ya que, entre mayor sea uno, el otro podría verse disminuido (Utomo et al., 2018). Respecto de las características del empuje, Anders & Myers (1999) mencionan que la precisión tiene una relevancia mayor que la velocidad, ya que dada la naturaleza del gesto técnico es un pase para habilitar a otros compañeros. Tomando en consideración lo anterior, se propone que el OGR del push de empuje sea proyectar con máxima precisión la pelota hacia un objetivo, sin perder de vista que la velocidad podría tener un rol importante en la efectividad del pase (Kaur & Singh, 2019; Kerr & Ness, 2006; Utomo et al., 2018).

El proceso de descomponer una habilidad en sus partes es un primer paso analítico importante al momento de realizar un análisis de una TD. Esto permite que la atención se pueda centrar en el desempeño de cada una de las partes (Lees, 2002), aplicando procedimientos de análisis y evaluación con precisión de las características biomecánicas de cada fase, las cuales determinan los resultados generales de rendimiento (Lees, 2002). Al analizar los diferentes artículos que existen sobre el push de empuje, no es posible identificar una propuesta de fases unánime (Kaur & Singh, 2019). Kaur & Singh (2019), se refieren a las fases de acciones motrices que deben acontecer para ejecutar el push de empuje, siendo estas tres fases; (i) la preparación, previo al desplazamiento de la pelota, (ii) transferencia de masa y (iii) aceleración del palo con dirección en el pase. Por otra

parte, Utomo et al. (2018), señalan la división de la técnica del push de empuje también en tres fases: (i) predesprendimiento, (ii) desprendimiento de la pelota y (iii) posdesprendimiento, siendo esta última la fase posterior a la ejecución del movimiento técnico, libre de pelota, en donde se busca desacelerar el movimiento. Esta información proporcionada por Kaur & Singh (2019) y Utomo et al. (2018) nombran las fases de la técnica, pero sin mayores detalles. Ante lo anteriormente expuesto, se propone un análisis del push de empuje dividido en tres fases: (i) acomodación, (ii) aceleración y (iii) seguimiento.

Fase de acomodación

En términos generales, toda TD de características acíclica presenta movimientos preparatorios o de acomodación, donde reportan que uno de sus principales propósitos es la acumulación de energía elástica, a través de los ciclos de estiramiento-acortamiento en los grupos musculares involucrados (Izquierdo et al., 2008; Lees, 2002). Esta fase de acomodación presenta algunas características dadas por la amplitud del movimiento otorgada por la distancia lineal del pie de desplazamiento. Entre las propuestas de OB establecidos en los artículos, la mayoría menciona objetivos relacionados con distancia entre pies; el ancho de piernas (Utomo et al., 2018), ancho de postura (Kaur & Singh, 2019; Kerr & Ness, 2006; Viswanath & Kalidasan, 2012, 2006), distancia pie delantero-pelota (Kaur & Singh, 2019; Kerr & Ness, 2006). De esta distancia entre pies, Kerr & Ness (2006) menciona que una mayor distancia logra ampliar el ancho de postura funcional y, por lo tanto, aumentará la distancia sobre la que se puede arrastrar la pelota. Por otro lado, Viswanath & Kalidasan (2012) y Kaur & Singh (2019) describen que existe una relación entre el ancho de la postura con el rendimiento en el push de empuje y la variable de velocidad de la pelota. La técnica de push de empuje y drag-flick presentan características similares en fases iniciales o de acomodación (Bari et al., 2014). La propuesta planteada por López De Subijana Hernández et al. (2011), mencionan seis posiciones que regulan sus fases; (i) contacto del pie delantero, (ii) pico de velocidad angular negativa del palo, (iii) máxima velocidad angular de la pelvis, (iv) máxima velocidad angular de tronco superior, (v) desprendimiento de la pelota y (vi) pico de velocidad angular positiva del palo. En la primera posición tendría implicancia la distancia entre pie-pelota, al igual que sucede en el push de empuje, donde en el inicio de la técnica es relevante la distancia pie-pelota. Sin embargo, Kerr

& Ness (2006) en su propuesta expresan que un propósito relevante es el ángulo del palo, detallando a través del aumento del ángulo del palo respecto de la vertical una asociación positiva con el desplazamiento angular del brazo como con la velocidad de la pelota. Aportando a la propuesta de Kerr & Ness (2006), Viswanath & Kalidasan (2006) mencionaron que el cambio en el ángulo del palo durante la ejecución del push-in se relacionó con la distancia de arrastre como con la velocidad de la pelota, recomendando que optimizar el ángulo del palo durante la ejecución del push-in aumentó el rendimiento mejorado del push de empuje. De los estudios incluidos en la investigación, es posible indicar que los OB que responden a los PM de la fase son; (i) ancho de piernas (Utomo et al., 2018), (ii) ancho de postura (Kaur & Singh, 2019; Kerr & Ness, 2006; Viswanath & Kalidasan, 2012, 2006), (iii) distancia pie delantero-pelota (Kaur & Singh, 2019; Kerr & Ness, 2006), (iv) ancho postura relativa (Kerr & Ness, 2006), (v) ángulo del palo (Kerr & Ness, 2006; Viswanath & Kalidasan, 2006), (vi) ángulo de rodilla trasera, (vii) ángulo de rodilla frontal, (viii) ángulo de codo derecho (Viswanath & Kalidasan, 2006), (ix) ángulo de brazo derecho, (x) pie derecho y (xi) pierna izquierda (Utomo et al., 2018).

Fase de aceleración

El esquema de secuenciación segmentaria de proximal a distal promueve el rendimiento efectivo en la mayoría de los deportes que deben producir velocidades elevadas (Izquierdo et al., 2008), Ferdinands et al. (2010) aportan que ese esquema se origina sobre principio de enlace cinético clásico, donde cada segmento distal sucesivo se activa después de que el segmento proximal adyacente haya alcanzado su máxima velocidad. Se propone que la fase de la técnica que involucra la secuenciación segmentaria sea la fase de arrastre o aceleración del push de empuje, la cual tendría como PM el aumento progresivo de la velocidad del palo, el cual estaría determinado por la rotación secuencial de segmentos que avanzan por pelvis, hombros, brazos y el palo inmediatamente antes de desprenderse la pelota aumenta la velocidad de esta (Kerr & Ness, 2006). La distancia y tiempo empleado son fundamentales (Perez-Soriano & Llana Belloch, 2015), por lo que es importante mantener longitudes de radios permanentes para una mayor velocidad de arrastre, contribuyendo así a la máxima velocidad de la pelota (Kerr & Ness, 2006). Los OB utilizados en los estudios y presentan una relación con el PM son; (i) distancia de arrastre (Kerr & Ness, 2006; Utomo et al., 2018; Viswanath & Kalidasan,

2012), (ii) velocidad de arrastre (Kerr & Ness, 2006; Utomo et al., 2018), (iii) tiempo de arrastre, (iv) desplazamiento del centro de masa, (v) ángulo del palo, (vi) desplazamiento del palo, (vii) velocidad angular máxima de cintura pélvica, (viii) velocidad angular máxima cintura escapular, (ix) velocidad angular máxima brazo izquierdo, (x) velocidad angular máxima brazo derecho, (xi) desplazamiento angular cintura pélvica, (xii) desplazamiento angular brazo izquierdo, (xiii) desplazamiento angular brazo derecho (Kerr & Ness, 2006), (xiv) distancia push (Kaur & Singh, 2019), (xv) velocidad del palo, (xvi) ángulo rodilla trasera, (xvii) ángulo de rodilla frontal, (xviii) ángulo codo derecho (Viswanath & Kalidasan, 2012), (xix) ángulo brazo derecho, (xx) ángulo pie derecho y (xxi) ángulo pierna izquierda (Utomo et al., 2018).

El nivel de experiencia en la fase de aceleración presenta un aspecto diferenciador, Kerr & Ness (2006) mencionaron que los jugadores experimentados tienen una asociación negativa entre la distancia de arrastre y tiempo de arrastre, por tanto, a medida que aumentaba la distancia de arrastre, el tiempo de arrastre disminuía, lo cual indica un arrastre más rápido para el grupo experimentado, al compararlos con jugadores inexpertos los jugadores experimentados manifiestan mejores resultados (Utomo et al., 2018). De acuerdo a las variables de rendimiento detalladas, esta fase busca como PM maximizar la distancia de arrastre del palo, este PM coincide con las propuestas que detalla la literatura (Kaur & Singh, 2019; Kerr & Ness, 2006; Utomo et al., 2018; Viswanath & Kalidasan, 2012).

Fase seguimiento

La fase de seguimiento está descrita de manera escasa en los gestos técnicos que podrían asemejarse a la ejecución del push de empuje. De manera general, estas fases tienen por función general volver al cuerpo a la estabilidad y minimizar el riesgo de lesión por movimientos previos (Izquierdo et al., 2008). Según Kaur & Singh (2019) la técnica de push de empuje viene precedida de una elevada velocidad y continua aceleración como resultado de la reducción del torque externo por abandono de la pelota, por lo tanto, el PM corresponde a una desaceleración del palo y un control de la estabilidad en el deportista. Algunas técnicas similares se caracterizan por la desaceleración de la rotación del tronco, acompañada de la rotación externa e interna de los brazos, respectivamente (McHardy & Pollard, 2005). Este evento ocurre ya la velocidad angular del brazo continúa aumentando luego del desprendimiento de la

pelota como resultado de la reducción del torque externo, actuando en la parte final de la palanca del brazo derecho, mediante la eliminación de la fricción y reducción del momento de inercia al desprenderse de la pelota (Kaur & Singh, 2019). De los estudios utilizados se logran desprender OB específicos que responde al PM de la fase, los cuales son; (i) desplazamiento angular de cintura pélvica, (ii) desplazamiento angular de cintura escapular, (iii) desplazamiento angular de brazo izquierdo, (iv) desplazamiento angular de brazo derecho (Kerr & Ness, 2006), (v) velocidad de la pelota (Viswanath & Kalidasan, 2012, 2006), (vi) velocidad angular al soltar la pelota en cintura pélvica, (vii) velocidad angular al soltar la pelota en cintura escapular, (viii) velocidad angular al soltar la pelota en brazo izquierdo, (ix) velocidad angular al soltar la pelota en brazo derecho (Kerr & Ness, 2006).

La escasa información científica en relación a la técnica deportiva del push de empuje, es la limitación más relevante para cualquier trabajo de investigación en avances de las ciencias aplicadas al deporte para esta disciplina. Lo anterior se menciona, debido a que la mayor parte de la información se encuentran en fuentes de información secundarias, algunos con más de 35 años de publicación y que aún son citados en los estudios más recientes de la disciplina deportiva. Además, la información disponible no tiene como propósito el de contribuir al conocimiento científico, sino más bien, relacionadas con aspectos pedagógicos del gesto, lo cual determina que cada autor señale al push de empuje en forma descriptiva, sin profundizar en los elementos que permiten analizar una TD relacionada con OGR., división de fases, PM. y OB. Junto a lo anterior, es determinante es que no exista unificación de criterios sobre la TD en general, provocando que cada autor se refiera a ella en distinta manera y sin relación entre ellos. Finalmente, es importante destacar que, al indagar en fuentes de información en inglés, con relación al push se identifica una clara diferenciación de gestos técnicos (ej.: push, push pass, push-in), mientras que, en español, en algunas publicaciones se refieren de igual manera a gestos técnicos diferentes (ej.: empuje, para referirse a la familia de gestos del push y también al pase de push o al push lateral de derecho). Para evitar esta dificultad, en el presente estudio se utilizó el término «push» para referirse a este grupo de gestos, el término «push de empuje» (relacionándolo al pase de push o push pass) y «push de arrastre» (refiriéndose al push de servicio o push-in).

Se espera que el presente estudio pueda subsanar

algunas de las limitaciones observadas y que proporcione una base científica en la realización de futuras investigaciones sobre esta TD, actualizando su información y determinando parámetros esperados. Además, podría ser utilizado como guía para comenzar futuros análisis en otras TD poco estudiadas.

Tabla 2.

Propuesta de modelo técnico del push de empuje

OGR				Proyectar con máxima precisión la pelota hacia un objetivo, cuando la velocidad de ésta, aumenta su efectividad. (Kaur & Singh, 2019; Kerr & Ness, 2006; Utomo et al., 2018)			
Fase acomodación							
Propósito mecánico: Acumulación de energía elástica							
Inicio de Fase				Fin de Fase			
Despegue del pie delantero				Contacto talón delantero			
							
Objetivos biomecánicos							
Ancho de piernas (Utomo et al., 2018).							
Ancho de postura (Kaur & Singh, 2019; Kerr & Ness, 2006; Viswanath & Kalidasan, 2012, 2006).							
Distancia pie delantero-pelota (Kaur & Singh, 2019; Kerr & Ness, 2006).							
Ancho postura relativa (Kerr & Ness, 2006).							
Ángulo del palo (Kerr & Ness, 2006; Viswanath & Kalidasan, 2006)							
Ángulo de rodilla trasera (Viswanath & Kalidasan, 2012).							
Ángulo de rodilla frontal (Viswanath & Kalidasan, 2012).							
Ángulo de codo derecho (Viswanath & Kalidasan, 2012).							
Ángulo brazo derecho (Utomo et al., 2018).							
Ángulo pie derecho (Utomo et al., 2018).							
Ángulo pierna izquierda (Utomo et al., 2018).							
Fase de aceleración							
Propósito mecánico: Aumento progresivo de la velocidad del palo							
Inicio de Fase				Fin de Fase			
Contacto talon delantero				Contacto del talón delantero			
							
Objetivos biomecánicos							
Distancia de arrastre (Kerr & Ness, 2006; Utomo et al., 2018; Viswanath & Kalidasan, 2012).							
Velocidad de arrastre (Kerr & Ness, 2006; Utomo et al., 2018).							
Tiempo de arrastre (Kerr & Ness, 2006).							
Desplazamiento del centro de masa (Kerr & Ness, 2006).							
Ángulo del palo (Kerr & Ness, 2006).							
Desplazamiento del palo (Kerr & Ness, 2006).							
Distancia push (Kaur & Singh, 2019).							
Velocidad del palo (Viswanath & Kalidasan, 2012).							
Velocidad angular máxima [cintura pélvica, cintura escapular, brazo izquierdo, brazo derecho] (Kerr & Ness, 2006).							
Desplazamiento angular [cintura pélvica, cintura escapular, brazo izquierdo, brazo derecho] (Kerr & Ness, 2006).							
Ángulo de rodilla trasera (Viswanath & Kalidasan, 2012).							
Ángulo de rodilla frontal (Viswanath & Kalidasan, 2012).							
Ángulo de codo derecho (Viswanath & Kalidasan, 2012).							
Ángulo brazo derecho (Utomo et al., 2018).							
Ángulo pie derecho (Utomo et al., 2018).							
Ángulo pierna izquierda (Utomo et al., 2018).							
Fase de seguimiento							
Propósito mecánico: desaceleración del palo y un control de la estabilidad							
Inicio de Fase				Fin de Fase			
Desprendimiento de pelota				Horizontal del palo			
							
Objetivos biomecánicos							
Velocidad de la pelota (Viswanath & Kalidasan, 2012, 2006).							
Velocidad angular al soltar pelota [cintura pélvica, cintura escapular, brazo izquierdo, brazo derecho] (Kerr & Ness, 2006).							
Desplazamiento angular [cintura pélvica, cintura escapular, brazo izquierdo, brazo derecho] (Kerr & Ness, 2006).							

OGR: Objeto general de rendimiento

Conclusión

El presente artículo entrega una visión propositiva de la información científica disponible sobre la técnica del push de empuje en el hockey sobre césped a través

de la revisión sistemática, identificando las fases de la técnica deportiva y sus respectivos propósitos mecánicos, generando un modelo técnico que cumpla el objetivo general de rendimiento de la técnica. Las fases de la técnica que se asumieron son tres; acomodación, aceleración y seguimiento; cada una de estas fases presenta sus respectivos propósitos mecánicos; acumulación de energía elástica, aumento progresivo de la velocidad del palo y desaceleración del palo con estabilidad, de los cuales se desprenden los objetivos biomecánicos, los cuales representan el aspecto cuantificable que se deberían valorar desde la biomecánica deportiva. Esta propuesta innovadora de modelo técnico, permitirá realizar programas de entrenamiento, protocolos de rehabilitación, reintegro deportivo y mejora del rendimiento, a través de una estrategia objetiva de valoración respecto de los objetivos biomecánicos a tener en consideración.

Referencias

- Ae, M. (2019). The next steps for expanding and deepening sport biomechanics. *ISBS Proceedings Archive*, 37(1), 21–24. <https://commons.nmu.edu/isbs/vol37/iss1/3>
- Anders, E., & Myers, S. (1999). *Field Hockey: Steps to Success*. Human Kinetics. <https://books.google.cl/books?id=2obGNtVLVIYC>
- Bari, M. A., Ansari, N. W., Hussain, I., Ahmad, F., & Khan, M. A. (2014). Three dimensional analysis of variation between successful and unsuccessful drag flick techniques in field hockey. *International Journal of Research Studies in Science, Engineering and Technology*, 1(2), 74–78. <http://ijrsset.org/pdfs/v1-i2/14.pdf>
- Barrios, J., & Ranzola, A. (1999). *Manual para el deporte de iniciación y desarrollo* (Ediciones Deportivas Latinoamericanas (ed.); Ediciones). Ediciones Deportivas Latinoamericanas. <https://books.google.es/books?id=bhIzSQAACAAJ>
- Bermejo, J. (2013). Revisión del concepto de técnica deportiva desde la perspectiva biomecánica del movimiento. *Revista Digital de Educación Física*, 25, 45–59. http://emasf2.webcindario.com/NUMERO_25_EMASF.pdf
- Collazo Macías, A. (2020). *Bases teóricas y metodológicas del entrenamiento deportivo* (P. H. Book (ed.)).
- Corbellini, C. (2013). La enseñanza de las conductas de decisión en el Hockey sobre Césped. *X Congreso Argentino y V Latinoamericano de Educación Física y Ciencias*, 1–8. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/36749%0A>
- Dal Bello, F., Guzmán-Muñoz, E., Aedo-Muñoz, E., Cancino, J., Perez, D. I. V., Carvalho, R. S. de, Santos, E. O. Z., Sobarzo, D., & Espinoza-Salinas, A. (2018). *Rehabilitación deportiva basada en el trabajo multidisciplinar* (IRL (ed.)). Editorial Santo Tomás.
- Diener-González, L., & Aedo-Muñoz, E. (2017). Indicadores cinemáticos del salto en extensión. *Arrancada*, 17(30), 75–83. <https://revistarrancada.cujae.edu.cu/index.php/arrancada/article/view/9-31>
- Diener, L., & Aedo-Muñoz, E. (2019). Systematic review of yurchenko vault kinetic and kinematic indicators. *Science of Gymnastics Journal*, 11(1), 115–123. <https://www.fsp.uni-lj.si/en/research/scientific-magazines/science-of-gymnastics/previous-issues/2019022419120669/>
- Donskoi, D. D. (1988). *Biomecánica con fundamentos de la técnica deportiva*. Pueblo y educación. https://books.google.cl/books?id=t_F9AAAACAAJ
- Downs, S. H., & Black, N. (1998). The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 52(6), 377–384. <https://doi.org/10.1136/jech.52.6.377>
- Ferdinands, R., Marshall, R. N., & Kersting, U. (2010). Centre of mass kinematics of fast bowling in cricket. *Sports Biomechanics*, 9(3), 139–152. <https://doi.org/10.1080/14763141.2010.523844>
- Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Information and Libraries Journal*, 26(1), 91–108. <https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x>
- Izquierdo, M., Echeverría, J. M., & Morante, J. C. (2008). Estructura y análisis del movimiento. In *Biomecánica y bases neuromusculares de la actividad física y el deporte* (Medica Pan, p. 770).
- Kaur, N., & Singh, A. (2019). Kinematical analysis of push pass in hockey. *International Journal of Yoga*, 4(1), 1143–1146. <https://www.theyogicjournal.com/pdf/2019/vol4issue1/PartU/4-1-274-466.pdf>
- Kerr, R., & Ness, K. (2006). Kinematics of the field hockey penalty corner push-in. *Sports Biomechanics*, 5(1), 47–61. <https://doi.org/10.1080/14763141.2006.9628224>
- Leal Cussarúa, J., Ortega Gálvez, M., Porrás Álvarez, J., & Galvez Gonzalez, J. (2019). Demandas físicas y fisiológicas en el Hockey hierba femenino: diferen-

- cias entre los tiempos de juego (Physical and physiological demands in women's field hockey: differences between play times). *Retos*, 35, 273-277. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i35.64151>
- Lees, A. (2002). Technique analysis in sports: A critical review. *Journal of Sports Sciences*, 20(10), 813-828. <https://doi.org/10.1080/026404102320675657>
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gotzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., Clarke, M., Devereaux, P. J., Kleijnen, J., & Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *PLoS Medicine*, 6(7), e1000100. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000100>
- López De Subijana Hernández, C., De Antonio, R., González Frutos, P., & Navarro Cabello, E. (2011). Análisis de la cadena cinemática del drag-flick. *Apunts Educación Física y Deportes*, 104(1), 106-113. [https://doi.org/https://dx.doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2011/2\).104.11](https://doi.org/https://dx.doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2011/2).104.11)
- McHardy, A., & Pollard, H. (2005). Muscle activity during the golf swing. *British Journal of Sports Medicine*, 39(11), 799-804. <https://doi.org/10.1136/bjism.2005.020271>
- Morante, J. C., & Izquierdo, M. (2008). Técnica deportiva, modelos técnicos y estilo personal. In *Biomecánica y bases neuromusculares de la actividad física y el deporte* (Panamerica, p. 771).
- Neumeier, A., & Ritzdorf, W. (1996). El problema de la técnica individual. *Revista de Entrenamiento Deportivo (RED)*, 10(4), 25-31.
- Nordmann Lutz, B. K. (2014). *Learning field hockey*. Meyer and Meyer Sport. <https://books.google.cl/books?id=9YHAWAEACAAJ>
- Perez-Soriano, P., & Llana Belloch, S. (2015). Biomecánica básica aplicada a la actividad física y el deporte. In *Paidotribo*. Paidotribo.
- The International Hockey Federation. (2021). *Rules of hockey including explanations: Effective from January 2019 updated in January 2021* (Issue January). <https://fih.ch/media/13350505/fih-rules-of-hockey-jan2021-update.pdf>
- Utomo, E. P., Kusnanik, N. W., & Y, F. (2018). Analysis of biomechanics slap hit and push in the field hockey. *Proceedings of the 2nd International Conference on Sports Sciences and Health 2018*, 17-21. <https://doi.org/10.2991/icssh-18.2019.4>
- Viswanath, S., & Kalidasan, R. (2012). Biomechanical analysis of penalty corner push-in. *International Journal of Scientific Research*, 3(6), 35-36. <https://doi.org/10.15373/22778179/june2014/180>
- Viswanath, S., & Kalidasan, R. (2006). Selected biomechanical and kinanthropometrical factors in relation to penalty corner performance in field hockey. *31 International Conference on Biomechanics in Sports.*, 1-4. <https://ojs.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/view/5648>
- Wein, H. (1994). *La clave del éxito en el hockey. Un óptimo modelo para desarrollar la capacidad del juego*. Casassa y Lorenzo Libreros S.A.

