



Revisión de la "Tecnología de Análisis del Jugador" (PAT) aprobada por la ITF

Antonio Vaquer Castillo

Análisis del Rendimiento y Biomecánica en el Deporte, Facultad Ciencias del Deporte, Universidad de Murcia, España.

RESUMEN

En este artículo se realiza una revisión instrumental desde el punto de vista técnico/táctico de aparatos y dispositivos de medida aplicado al tenis. Más concretamente, se plantea una revisión sobre el panorama actual de los "Player Analysis Technology" (PAT) o Tecnología de Análisis de Jugadores aprobados por la ITF (International Tennis Federation). La fundamentación sería la creciente importancia y aplicación que están adquiriendo desde la aprobación de la regla 31 por parte de la ITF que permite el uso de estos PAT en torneos.

Palabras clave: Tecnología de análisis del jugador, International Tennis Federation, nuevas tecnologías, entrenamiento.

Recibido: 8 enero 2023

Aceptado: 23 febrero 2023

Autor de correspondencia:
Antonio Vaquer. Email:
vaquercastillo@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El tenis es un deporte con unas características de juego y demandas físicas específicas. Como indican Sanz Rivas et al. (Sanz Rivas et al., 2009) "el partido de tenis se caracteriza por el ejercicio intermitente, alternando series cortas (4-10 segundos) de ejercicios de alta intensidad y series cortas (10-20 segundos) de recuperación interrumpidas por varios períodos de descanso de duración más prolongada (60-90 segundos)". Es por ello por lo que en el proceso de enseñanza-aprendizaje del tenis es muy importante saber cuantificar y trabajar las cargas a nivel técnico-táctico, físico y mental. Por ello se ha dado un creciente uso de las nuevas herramientas de análisis y su aplicación en el proceso de desarrollo del juego, el cual aporta evidencias del nivel técnico en tiempo real, permite la comparación entre diferentes entrenamientos o partidos y los datos recolectados se pueden compartir y comunicar en diferentes plataformas (Quinlan, 2013).

En 2006 se introdujo oficialmente el Ojo de Halcón (Hawk-Eye) en el torneo de Miami, NASDAW-100 Open de la ATP, el cual sentó un precedente tecnológico revolucionario dentro del deporte que sirvió como precursor de otras muchas innovaciones tecnológicas (Gellard et al., 2018) y que ha resultado ser una herramienta muy útil tanto para jueces de silla durante su labor como para el conjunto técnico del jugador como medio para evaluar el rendimiento del jugador (Baodong, 2014; Gellard et al., 2018).

Como consecuencia de la implementación del Ojo de Halcón, en 2014 la ITF incorpora a su reglamento la Regla 31 la cual permite usar equipación "inteligente" a los jugadores en torneos. También se permiten los dispositivos ubicados alrededor de la pista para realizar un seguimiento del jugador. Sólo los dispositivos PAT aprobados por la ITF están permitidos durante la competición (Industria del Tenis, 2014; ITF, 2019). Dicha Regla 31 se complementa con el Apéndice III del reglamento de la ITF que define "Player Analysis Technology" como cualquier equipo que puede realizar funciones de grabación, almacenamiento, transmisión, análisis, y comunicación con el jugador durante un partido.

Dicha información debe de ser accesible al jugador respetando la Regla 30 (coaching) y el Apéndice II (la raqueta).

Esta Tecnología de Análisis de Jugadores tiene la capacidad de medir y comparar una amplia variedad de variables basadas en el tiempo y relacionadas con el rendimiento divididas en tres grupos con relación a:

- Jugador. Las variables primarias son posición y aceleración; longitud de paso y frecuencia; ritmo cardíaco; y tasa de sudoración. Las variables secundarias hacen referencia a la distancia total y media recorrida; el ratio de trabajo (Reilly, 2005; Ugarte A, 2014) y consumo de energía. Como variables terciarias un ejemplo sería la fatiga.
- Golpeo. Como variables primarias tenemos la posición y la orientación de la raqueta. Entre las variables secundarias están el punto de impacto de la raqueta con la pelota; el tipo de golpe (saque, volea, derecha, revés), tipo de efecto (cortado, liftado); y potencia (de la raqueta).
- Pelota. La variable primaria es la posición. Las variables secundarias engloban trayectoria; velocidad; y resultado (dentro o fuera). Las variables terciarias se componen por resultado; tiempo de partido; y simulación de partido.

Estas tecnologías han sido presentadas por un total de 19 compañías de 14 países distintos, siendo estos Alemania, Austria, Eslovenia, España, Finlandia, Francia, Polonia, República Checa, Suiza y Gran Bretaña en Europa; Hong Kong, Israel y Japón en Asia; y los Estados Unidos en América. Finlandia, Francia, Reino Unido albergan dos desarrolladores y solamente los Estados Unidos presentan a tres compañías en esta lista.

En este artículo se presentan los distintos PAT aprobados hasta la fecha por la ITF agrupados por categorías. Además, se profundizará en algunas de sus características como las variables que estos dispositivos son capaces de analizar.

METODOLOGÍA

Para la revisión procedimental de estos dispositivos se ha profundizado en la lista de PAT's en el mes de enero de 2022 habiendo un total de 28 productos. En el documento "Player Analysis Technology Overview " (ITF, 2019) se establecen tres categorías distintas:

- Equipo integrado. Equipo que puedan llevar consigo o usar en pista los jugadores. Esto incluye ropa, material para llevar puesto denominado "wearables"; equipo específico de tenis (por ejemplo, raquetas); y equipos no específicos de tenis (por ejemplo, monitores de frecuencia cardíaca, monitores de actividad).
- Equipo remoto. Cualquier dispositivo que el jugador no lleve consigo o use (por ejemplo, sistemas de seguimiento de jugadores basados en cámaras).
- Equipo auxiliar. Equipos que no registran información sobre el desempeño del jugador pero que pueden realizar cualquiera de las otras funciones de PAT, como tabletas, teléfonos móviles y el software que opera en estos dispositivos.

Sin tener en cuenta el equipo auxiliar que pueda requerir cada una de estas tecnologías aprobadas encontramos que hay 19 en el primer grupo y 9 en el segundo. Se hará otra agrupación distinta en base al tipo de tecnología del dispositivo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se hace una primera clasificación de estos dispositivos atendiendo al tipo de equipo, así pues, del total de 28 se distinguen 19 como equipos integrados y 9 como equipos remotos.

Tabla 1

Agrupación de los equipos PAT aprobados por la ITF en base al tipo de equipo.

EQUIPO INTEGRADO	EQUIPO REMOTO
Armbeep	Bigbow Camera System
Artengo Personal Coach	Billie Jean King Cup match insights App
Babolat Play Aeropro Drive	eyes3 For Tennis Pro
Babolat Play Pure Aero	Flightscope Player Tracking
Babolat Play Pure Drive	Foxtenn Diamond Player Pro-Performance Court
Babolat Play Pure Drive V2	Hawk-Eye
Babolat Play Pure Drive Lite	Playsight Smart Court
Babolat Pop	Wingfield
Bigbow Basic Sensor	Zennis
Bigbow Champion Sensor	
Catapult Optimeye S5	
Catapult Vector	
Firstbeat	
Head Tennis Sensor	
Kitris Kit	
Kitris Kit Bia	
Sony Smart Tennis Sensor	
Whoop	
Zepp Tennis	

Una segunda distinción se hará en base al tipo de solución. Así pues, se distinguirán los sensores de raquetas (integrado en la raqueta de serie, integrable en la raqueta, en el puño, en las cuerdas, de muñeca); otros sensores para llevar puestos ("wearables") aparte de los de muñeca; sistemas de arbitraje, tracking systems, aplicaciones estadísticas y aplicaciones de análisis de juego; sistemas "smart courts"; score trackers bien de pulsera, bien por dispositivo auxiliar o bien en hardware específico en pista y smartwatches deportivos o pulseras compatibles. Atendiendo a esta distinción se presentarán los distintos dispositivos de forma agrupada.

Dentro de los diferentes sensores para raquetas figura el Artengo Personal Coach (2014) (Figura 1), desarrollado en Francia, consta de dos aparatos puestos a la venta de forma separada el primero de los cuales es un sensor de 24 gramos de peso, ajustable a todo tipo de raquetas (ITF, 2019). La información puede consultarse después del entrenamiento en un ordenador o en tiempo real en el segundo de los dos aparatos, un reloj que, además de las funciones de tenis en modo entrenamiento o partido, puede emplearse como pulsómetro para medir también la frecuencia cardíaca (Diario, 2013; Europa Press, 2013; Tennis-Technology, 2020a). De relevancia es, sin embargo, que actualmente no puede encontrarse a la venta en las tiendas Decathlon ni tampoco está disponible en el catálogo de Artengo.



Figura 1. Artengo Personal Coach (2014).

Sony (Japón), por su parte, lanzó al mercado otro sensor inteligente, su Sony Smart Tennis Sensor (2014) (Figura 2), para raquetas que puede acoplarse en el extremo del puño de raquetas de las marcas Wilson, Yonex, Prince y Head (Sacristán, 2015; Tennis-Technology, 2020c; Vts-tenis, s. f.).



Figura 2. Sony Smart Tennis Sensor (2014).

Por su parte, Babolat, junto a su socio desarrollador PIQ Sport Intelligence (Businesswire, 2016), comercializó la primera raqueta inteligente, la Babolat Play Pure Drive (2014) (Figura 3) que viene de serie con un dispositivo inteligente incorporado (Dominik, 2020; Tennis-Technology, 2020b). Babolat aumenta en 2016 su catálogo de raquetas inteligentes con la nueva versión de su anterior modelo, la Babolat Play Pure Drive V2, además de las nuevas Babolat Play Aeropro Drive, Babolat Play Pure Aero y Babolat Play Pure Drive Lite. Indicar que desde la página web de la ITF (ITF, 2019) pueden descargarse los diferentes certificados de aprobación pero no así los informes, pudiéndose tan sólo descargar el informe del primer modelo.



Figura 3. Babolat Play Pure Drive (2014).

ZEPP Labs, Estados Unidos, desarrolló el tercer sensor inteligente aprobado por la ITF (2015), ajustable éste al extremo del puño de la raqueta al igual que el Sony Smart Tennis Sensor, el ZEPP Tennis (Tennis-Technology, 2020d) (Figura 4). Hoy, sin embargo, ZEPP ha dejado de comercializar este sensor y ofrece solamente su actualización, el cual no aparece en la lista de la ITF (Europa Press, 2017; GizTab, 2017; ZEPP Labs, s. f.-b). Añadir de manera informativa que esta empresa ofrece otras posibilidades dentro de esta línea de equipación deportiva inteligente para otros deportes como golf, tenis o fútbol que podrían adaptarse perfectamente a la práctica del tenis (ZEPP Labs, s. f.-a).



Figura 4. ZEPP Tennis (Tennis-Technology, 2020d).

Por su parte la empresa checa Proavis S.R.O. presentó dos dispositivos inteligentes en 2016 pensados principalmente para ser acoplados en el extremo del puño de la raqueta pero que son adaptables también a otro tipo de equipación deportiva, el Bigbow Basic Sensor y el Bigbow Champion Sensor (Figura 5). La principal diferencia entre ambos reside en la conectividad para la transmisión de los datos.



Figura 5. Bigbow Basic Sensor.

Únicamente se aprobó un nuevo dispositivo en 2018, el Head Tennis Sensor (Figura 6) de la austríaca Head desarrollado por Zepp (Best tennis sensors (updated in 2022!), 2020; Tennis Sensor – HEAD, s. f.; Top 5 best tennis sensors 2020 - track and analyze, 2020).



Figura 6. Head Tennis Sensor.

Dentro de los dispositivos de tipo para llevar puesto ("wearable"), el primer dispositivo en ser aprobado fue el Kitris Kit (Figura 7) de la compañía Kitris AG, Suiza, que se trata de un dispositivo de muñeca que sirve como marcador, registro de audio de cómo se ganaron y perdieron los puntos, y grabadora de voz para captura de notas a mitad del partido (KITRIS, s. f.). Para garantizar que este dispositivo no infringe la Regla 30 de la ITF, que prohíbe el "coaching" en pista, no se puede tener acceso al registro y las notas en pista (Tennishead, s. f.).



Figura 7. Kitris Kit.

En 2015, Kitris AG presentó una mejora de su dispositivo, el Kitris Kit Bia (Figura 8). Actualmente, en su página web comercializan tan sólo esta actualización bajo el nombre de Kitris Kit (KITRIS AG, s. f.-a). Por lo que anuncian, parece que Kitris ha reorientado su oferta desde el tenis hacia el deporte en general ofreciendo un sistema "plug & play" fácil de instalar ofreciendo un producto similar al Playsight Smart Court (KITRIS AG, s. f.-b).



Figura 8. Kitris Kit Bia.

Por su parte, Babolat presentó un sensor inteligente para muñeca, el Babolat Pop (2015) (Figura 9) que puede usarse tanto debajo de una muñequera normal como enfundado dentro de una muñequera accesoria que viene incluida (Private Sport Shop, s. f.; VTS Tennis, s. f.).



Figura 9. Babolat Pop.

En 2019 se aprueba el Armbeep de la empresa eslovena Biometrik D.O.O. (ITF, 2019; Tennis analytic system, 2020) (Figura 10).



Figura 10. Armbeep

En ese mismo año, llegan dos nuevos dispositivos de la mano de Catapult PTY. Ltd. (Figura 11). Catapult presenta sus sensores Catapult Optimeye S5 (Fernández-García & Torres-Luque, 2018) y Catapult Vector, los cuales van dentro de un peto que lleva el deportista. Los datos con captados por un receptor y se pueden visualizar a través del software Catapult OpenField en algún dispositivo auxiliar en ambos casos o también a través de un smartwatch o smartphone con Catapult Vector app en el caso del Catapult Vector. La empresa Catapult no se limita al mercado del tenis y ofrece otros varios productos fácilmente aplicables al deporte de la raqueta que no figuran en la lista de la ITF (Catapult, s. f.; Catapult Support, s. f.).



Figura 11. Catapult PTY. Ltd.

En 2020, los finlandeses Firstbeat Technologies OY dan a conocer su dispositivo Firstbeat (Figura 12). A diferencia de los sensores Catapult, éste se integra con una cinta de pecho (ITF, 2019; You have it in you, s. f.). El acceso a los datos puede realizarse a través de dos aplicaciones de modo diferente. La aplicación Live permite a los entrenadores ver y obtener datos de varios jugadores simultáneamente (Introducing Firstbeat Sports Sensor and Live app, s. f.). La aplicación Sports (Firstbeat Sports Standard + Sensor, s. f.) permite a los jugadores iniciar sesión de forma individual en una cuenta personal y acceder a su propia información de entrenamiento (ITF, 2019).



Figura 12. Firstbeat.

También en 2020, los estadounidenses Whoop Inc. certifican el Whoop 3.0 (Figura 12) (ITF, 2019). Actualmente, la empresa comercializa la versión 4.0, la cual no aparece registrada en la lista (WHOOP, s. f.).



Figura 13. Whoop 3.0.

Dentro de los sistemas de arbitraje, en el año 2013, se aprobó el Hawk-Eye (40) (Figura 15) (Gran Bretaña), compuesto por un sistema de múltiples cámaras de video (8-10), ordenador personal, radio bidireccional con panel de intercomunicación, pantalla en el estadio y dispositivo auxiliar (smartphone) (ITF, 2019).



Figura 14. Hawk-Eye (40).

Llegó de la mano de Foxtenn Begreen S.L. en 2017 la primera y hasta el momento única tecnología inteligente española aplicada al tenis con su sistema Foxtenn Diamond Player Pro-Performance Court (Figura 16) el cual utiliza múltiples cámaras de alta velocidad y escáneres láser de alta frecuencia colocados alrededor de la pista conectados a un servidor para capturar las trayectorias de los jugadores y las pelotas (Foxtenn Diamond System, s. f.; ITF, 2019). El sistema puede conectarse de forma opcional a salida de audio y los datos pueden visualizarse a través de dispositivos auxiliares. En comparación con el Hawk-Eye, permite visualizar el punto en directo y el impacto de la bola con el suelo con una precisión milimétrica en lugar de trabajar con triangulaciones mediante cámaras (Rigueira, 2017; Serras, 2017). En su página web se diferencian dos tipos de soluciones para el sistema Foxtenn Diamond hoy en día, uno enfocado a torneos y jugadores profesionales y otro para academias y jugadores en formación (Foxtenn Diamond System, s. f.).



Figura 15. Foxtenn.

El FlightScope Player Tracking (Figura 17) de la polaca FlightScope SP Z.O.O., 2017 también, se convirtió en el tercer sistema electrónico de arbitraje de líneas que cumple con los criterios establecidos por el comité (About FlightScope Tennis, s. f.; Ramos, 2020). El software reconstruye las posiciones de los jugadores en tres dimensiones a partir de las imágenes de las múltiples cámaras; los datos de posición de los jugadores se utilizan para generar información de entrenamiento que incluye distancia recorrida, velocidades de los jugadores y cobertura de pista pudiéndose transmitir a la pantalla del estadio, televisión u otros dispositivos a través de internet (ITF, 2019). Hay que mencionar primero que esta empresa utiliza su tecnología también en otros deportes; y segundo que el enlace que figura en el listado no funciona y que parece que están implementando una nueva solución con esta tecnología para el presente año 2022 (FlightScope tennis, 2022).

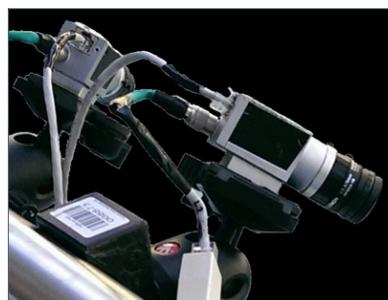


Figura 16. FlightScope Player Tracking.

Dentro de las soluciones "pistas inteligentes" encontramos el Playsight Smart Court (PlaySight, s. f.) (Figura 18) desarrollado por Playsight Interactive LTD en Israel (2014), sistema de monitorización en pista totalmente automatizado que ofrece arbitraje de tiros a las líneas, transmisión en vivo, repeticiones en video de múltiples ángulos con posibilidad de video análisis y estadísticas detalladas del juego ofrecido en una unidad con pantalla interactiva a pie de pista (Gellard et al., 2018) que convierte la pista en algo que podríamos denominar "pista inteligente".



Figura 17. Playsight Smart Court.

En 2019 se aprobó el Wingfield de la empresa alemana Wingfield GmbH que es otra solución integrada que convierte la pista de tenis en una "pista inteligente" (ITF, 2019; Making tennis smart, s. f.). Este sistema se compone de dos cámaras a ambos lados de la red y otra en uno de los fondos de la pista conectados a un kiosco a pie de pista, al lado de la red. El software reconstruye las posiciones de los jugadores y las trayectorias de las pelotas en tres dimensiones a partir de las imágenes que les llega. La información útil para el entrenamiento no se muestra en la caja, sino en la Wingfield App a través de algún dispositivo auxiliar.



Figura 18. Making tennis Smart.

Como sistemas de rastreo, en 2016 se presentó el Bigbow Camera System (Figura 20), sistema compuesto por múltiples cámaras inteligentes conectadas a un servidor que usa el software BigBow Manager el cual presenta la posición de la pelota y de los jugadores en tres dimensiones, velocidad de la pelota e identificación de impactos de pelota (raqueta y pista).



Figura 19. Bigbow Camera System.

En 2017 la compañía finlandesa con nombre homónimo presentó su dispositivo Zenniz (Zenniz, s. f.) (Figura 21) compuesto por múltiples micrófonos colocados alrededor de la pista conectados a una unidad central que alberga una pantalla de usuario con pantalla táctil y altavoz que permite reconstruir las trayectorias de la pelota en tres dimensiones. La información que se muestra en la pantalla depende del modo seleccionado (ITF, 2019). Por lo que presentan en su página web, parecen haber evolucionado el sistema para ofrecer una especie de "pista inteligente" parecido a lo ofrecido por Play Sight integrando ahora la pantalla en un kiosco a pie de pista e incorporando cámaras también para ofrecer video análisis

(Zenniz, s. f.). Aparte de ofrecer un sistema de arbitraje de líneas y estadísticas en directo ofrece también ejercicios de entrenamiento interactivos (Zenniz, s. f.). Sin embargo, estas mejoras no vienen reflejadas en la lista oficial de PAT's aprobadas.



Figura 20. Zenniz.

Desde Hong-Kong de la mano de Infinite Cube llegó el sistema Eyes3 For Tennis Pro (Figura 22), se trata de un sistema de VAR y arbitraje de líneas electrónico portátil (Eyes3 Fair Play technologies for sports, s. f.; ITF, 2019). La diferencia entre este sistema y el resto reside en que no se necesita hardware específico pudiéndose poner en funcionamiento rápidamente en pista y por un coste menor; aun así requiere de dispositivos auxiliares, mínimo ocho teléfonos móviles como dispositivos de captura de imágenes y otro como dispositivo de control (Eyes3 Fair Play technologies for sports, s. f.). Un aspecto negativo es que sólo funcionan en sistema operativo de Apple (ITF, 2019).

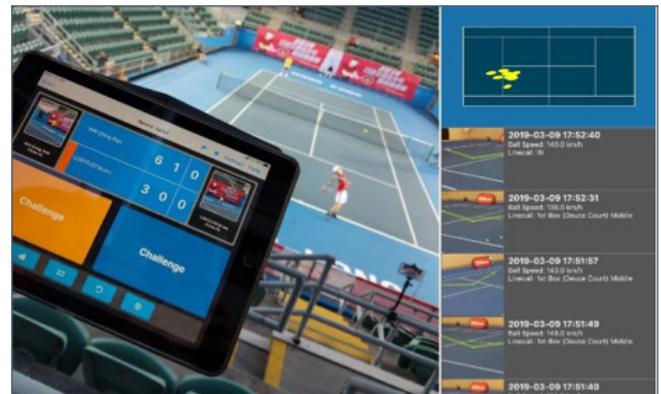


Figura 21. Eyes3 For Tennis Pro.

Finalmente, como último PAT, en 2021 el gigante estadounidense Microsoft presentó su aplicación Billie Jean King Cup Match insights App (Figura 23) que combina resultados en vivo con datos de seguimiento de la pelota/jugador para proporcionar información de entrenamiento casi en tiempo real a un dispositivo auxiliar (Billie Jean King Cup- Microsoft powers data and insight at Billie Jean King Cup Finals, s. f.; ITF, 2019).



Figura 22. Billie Jean King Cup Match Insights App.

Así pues, queda como resultado la siguiente agrupación.

Tabla 2

Agrupación de los equipos PAT aprobados por la ITF en base al tipo de solución.

Equipo integrado			Equipo remoto		
Sensores raqueta	Dispositivos "wearable"	Sistemas arbitraje	Soluciones "pista inteligente"	Sistemas rastreo	Aplicaciones
Artengo Personal Coach	Kitris Kit	Hawk-Eye	Playsight Smart Court	Bigbow Camera System	Billie Jean King Cup Match Insights App
Sony Smart Tennis Sensor	Kitris Kit Bia	Foxtenn Diamond Player Pro-Performance Court	Wingfield	Zenniz	
Babolat Play Pure Drive	Babolat Pop	Flightscope Player Tracking		Eyes3 For Tennis Pro	
Babolat Play Pure Drive V2	Armbeep				
Babolat Play Aeropro Drive	Catapult Optimeye S5				
Babolat Play Pure Aero	Catapult Vector				
Babolat Play Pure Drive Lite	Firstbeat				
ZEPP Tennis	Whoop 3.0				
Bigbow Basic Sensor					
Bigbow Champion Sensor					
Head Tennis Sensor					

En primer lugar, debemos mencionar que en la agrupación presentada en base al tipo de solución se ha atendido a la función principal de dicha tecnología, pudiéndose dar el caso que un mismo producto tenga funciones de uno u otro tipo de solución.

Por otro lado, para poder analizar estos dispositivos en el panorama actual hay que poner de manifiesto los efectos derivados de la pandemia provocada por el COVID-19 que han afectado a este nicho también. Como mencionado anteriormente, Artengo dejó de comercializar su sistema. Babolat comunicó el cese de la venta de sus dispositivos inteligentes Play y Pop (PLAY & POP - Interrupción de los servicios conectados, s. f.) debido a la quiebra de su socio desarrollador PIQ Sport Intelligence (PIQ adventure just ended, s. f.). FlightScope fue adquirido por IMG Arena en 2021 (Sports services, 2021), lo cual hace comprensible el cambio de dominio y visión de producto mencionado. Parece que Proavis s.r.o. también sufre algún tipo de remodelación, lo cual haría comprensible que no pueda encontrarse el dominio o sus productos a la venta (PROAVIS s.r.o. , Praha IČO 25671227 - Obchodní rejstřík firem, s. f.).

Otro factor que debe considerarse es el propio desarrollo de producto que puede llevar a la empresa a sustituir su producto por otro o a integrarlo en otro tipo de solución. Como mencionado, esto ha pasado con el modelo original del Kitris Kit que ha sido sustituido por el posterior Kitris Kit Bia bajo la denominación de Kitris Kit. Zepp, por su parte, comercializa la segunda versión de su sensor de raqueta (habiendo parado la del primero) así como desarrolla el de Head. También comentado, Zenniz parece haber incorporado el uso de cámaras para una reorientación de su producto si

bien parece que siga comercializando el sistema aprobado. Por último, Whoop ha pasado a comercializar su dispositivo Whoop 4.0 dejando obsoleto al Whoop 3.0. Por todo ello, nos encontramos que a inicios de 2022 siguen en el mercado apenas quince de los veintiocho registrados, si bien podríamos ampliar esta cifra a diecisiete de tener en cuenta los nuevos modelos no registrados de los productos Whoop y Zepp.

CONCLUSIONES

Las conclusiones de este trabajo son las siguientes: En primer lugar, se identifican las principales características de juego y demandas físicas específicas del tenis, destacando la importancia en el proceso de enseñanza-aprendizaje del tenis de saber cuantificar y trabajar las cargas a nivel técnico-táctico-físico-mental. Además, se expone la introducción oficial del Ojo de Halcón (Hawk-Eye) en el torneo de Miami y la consecuente redacción de la Regla 31 en el reglamento de la ITF que permite usar equipación "inteligente" a los jugadores en torneos oficiales. Igualmente, se analizan las diferentes tecnologías de análisis del jugador que han sido aprobadas por la ITF hasta inicios del año 2022 habiendo un total de 28 de ellas, 19 como equipos integrados y 9 como equipos remotos. Se destaca que apenas quince de los veintiocho registrados siguen en el mercado, si bien pasarían a ser diecisiete de tener en cuenta los nuevos modelos no registrados de dos de estos dispositivos.

Por otro lado, se distinguen, entre estas tecnologías, los sensores de raquetas (integrado en la raqueta de serie, integrable en la raqueta, en el puño, en las cuerdas, de muñeca); otros sensores wearables aparte de los de muñeca; sistemas de arbitraje, sistemas de seguimiento, aplicaciones

estadísticas y aplicaciones de análisis de juego; sistemas de pistas inteligentes; marcadores de resultados bien de pulsera, bien por dispositivo auxiliar o bien en hardware específico en pista y smartwatches deportivos o pulseras compatibles. Así mismo, se pone de relieve que el uso de dispositivos inteligentes en tenis puede ser de gran ayuda al proceso de entrenamiento y que su elección dependerá fundamentalmente de aquellos parámetros que se quieran controlar y el público objetivo en el que se encuentre el tenista. Igualmente, se observan algunos efectos directos causados por la pandemia del COVID-19. Tras el cierre de la línea Babolat Play deja de haber raquetas inteligentes si bien sigue habiendo una buena oferta de sensores inteligentes. También, se ponen de manifiesto algunas tendencias del mercado encaminadas a ofrecer sistemas integrados, pistas inteligentes y diversificación de las soluciones para abarcar también otros deportes.

Una posible vía de ampliación y a modo complementario sería la revisión de otras soluciones PAT que no figuren en el listado de la ITF. Otra posible vía de ampliación sería la de analizar los dispositivos en función de las variables de análisis. Una propuesta para liberalizar y potenciar el uso de los sensores de raqueta sería la estandarización del hueco en el extremo del puño de la raqueta lo que facilitaría el poder usar el sensor que prefiriese el tenista en cualquier raqueta. Atendiendo a un grupo objetivo de usuarios no profesionales, podrían investigarse nuevos sistemas integrados con el mínimo hardware específico que englobara una solución integrada de sistema de conexión y uso ("plug and play"), de pista inteligente con sistema de arbitraje y marcador en pista y/o dispositivo auxiliar, compatible con dispositivos smartwatch deportivos, cintas de pecho y sensores de raquetas y conexión a algún tipo de plataforma para análisis estadístico, video análisis del jugador y plataforma social online y también posibilidad de realizar entrenamiento fitness o fuera de pista. Otra posible propuesta para usuarios no profesionales sería la realización de una aplicación para smartwatches de bajo coste relativo y que ofreciera lo que demandan los jugadores de tenis en formación o jugadores habituales.

CONFLICTO DE INTERESES Y FINANCIACIÓN

El autor declara no tener ningún conflicto de intereses y que no recibió ninguna financiación para realizar la investigación.

REFERENCIAS

- About FlightScope Tennis. (s. f.). FlightScope. <https://flightscope.com/other-sports/tennis/>
- Baodong, Y. (2014). Hawkeye technology using tennis match. 18(12C), 400-402. Best tennis sensors (updated in 2022!). (2020). <https://racketology.com/tennis-sensors/>
- Billie Jean King Cup- Microsoft powers data and insight at Billie Jean King Cup Finals. (s. f.). Billiejeankingcup. <https://www.billiejeankingcup.com/finals/news/321705.aspx>
- Businesswire. (2016). PIQ introduces Artificial Intelligence to sport wearables. <https://www.businesswire.com/news/home/20161122005800/en/PIQ-Introduces-Artificial-Intelligence-to-Sport-Wearables>
- Catapult. (s. f.). Catapult Sports. <https://www.catapultsports.com/>
- Catapult Support. (s. f.). Catapult Sports. <https://support.catapultsports.com/hc/en-us>
- Diario, A. S. (2013). Un Personal Coach en tu raqueta: Analiza tu tenis en tiempo real. https://as.com/opinion/2013/04/11/blogs/1365686727_1181045.html
- Dominik. (2020). El sensor de tenis Babolat Play bajo prueba. <https://tennis-uni.com/es/sensor-tenis-babolat-play-test/>
- Europa Press. (2013). Artengo crea un dispositivo que hace de entrenador personal para aficionados y profesionales. <https://www.europapress.es/deportes/tenis-00166/noticia-artengo-crea-dispositivo-hace-entrenador-personal-aficionados-profesionales-20130411164041.html>

- Europa Press. (2017). Zepp mejora su versión del sensor de tenis para optimizar el rendimiento del jugador. <https://www.europapress.es/deportes/tenis-00166/noticia-zepp-mejora-version-sensor-tenis-optimizar-rendimiento-jugador-20170920195752.html>
- Eyes3 Fair Play technologies for sports. (s. f.). Eyes3. <https://www.eyes3.com/>
- Fernández-García, Á. I., & Torres-Luque, G. (2018). Criterios para la selección de dispositivos inteligentes en tenis. *Coach. sport sci. rev.*, 26(76), 20-22. <http://dx.doi.org/10.52383/itfcoaching.v26i76.160>
- Firstbeat Sports Standard + Sensor. (s. f.). Firstbeat Sports Global. <https://shop.firstbeatsports.global/products/firstbeat-sports-standard>
- FlightScope tennis. (2022). FlightScope. <https://tennis.flightscope.com/>
- Foxtenn Diamond System. (s. f.). Foxtenn. <http://www.foxtenn.com/in&out>
- Gellard, M., Jelcic, M., & Vial, A. (2018). La utilización de la tecnología para mejorar la práctica, el entrenamiento y el rendimiento: Resumen práctico. *Coach. sport sci. rev.*, 26(76), 4-7. <https://doi.org/10.52383/itfcoaching.v26i76.153>
- GizTab. (2017). Zepp Tennis, un sensor de tenis que mejora tu rendimiento. <https://www.giztab.com/zepp-tennis-un-sensor-de-tenis-que-mejora-tu-rendimiento/>
- Industria del Tenis. (2014). La ITF autoriza la utilización de dispositivos tecnológicos durante los partidos. <https://www.industriadeltenis.com/la-itf-autoriza-la-utilizacion-de-dispositivos-tecnologicos-durante-los-partidos/>
- Introducing Firstbeat Sports Sensor and Live app. (s. f.). Firstbeat. <https://www.firstbeat.com/en/news/introducing-firstbeat-sports-sensor-and-live-app/>
- ITF. (2019). PLAYER ANALYSIS TECHNOLOGY OVERVIEW (p. 4) [Guideline]. <https://www.itftennis.com/en/about-us/tennis-tech/approved-pat-products/>
- KITRIS. (s. f.). Videoanalyse und Livestreaming im Sport by KITRIS. <https://www.kitris.ch/>
- KITRIS AG. (s. f.-a). KITRIS - Products. <https://webclient.kitris.ch/shop/products/index.php>
- KITRIS AG. (s. f.-b). Livestream and video analysis by KITRIS. <https://www.kitris.ch/en/product/>
- Making tennis smart. (s. f.). Wingfield. <https://www.wingfield.io/en>
- PIQ adventure just ended. (s. f.). Facebook. <https://www.facebook.com/PIQLive/>
- PLAY & POP - Interrupción de los servicios conectados. (s. f.). Babolatplay. <https://help.babolatplay.com/hc/es/articles/360017139418-PLAY-POP-Interrupcion%C3%B3n-de-los-servicios-conectados>
- PlaySight. (s. f.). Sports AI and Automatic Production Technology for streaming and analysis. PlaySight. <https://playsight.com/>
- Private Sport Shop. (s. f.). Sensor conectado de tenis PIQ & BABOLAT. <https://www.privatesportshop.es/piq/1232010-sensor-conectado-de-tenis-piq-babolat.html>
- PROAVIS s.r.o. , Praha IČO 25671227—Obchodní rejstřík firem. (s. f.). Kurzy. <https://rejstrik-firem.kurzy.cz/25671227/proavis-sro/>
- Quinlan, G. (2013). El uso de las aplicaciones para mejorar el entrenamiento: La aplicación técnica de Tenis Australia. *ITF Coaching and Sport Science Review*, 59(21), 22-24.
- Ramos, M. (2020). FlightScope line-calling system makes the grade. *Itftennis*. <https://www.itftennis.com/en/news-and-media/articles/flightscope-line-calling-system-makes-the-grade/>
- Reilly, T. (2005). An ergonomics model of the soccer training process. *J. Sports Sci.*, 23(6), 561-572. <https://doi.org/10.1080/02640410400021245>
- Rigueira, Á. (2017). Así es el Foxtenn, el nuevo 'ojo de halcón' del tenis mundial. *Mundo Deportivo*. <https://www.mundodeportivo.com/tenis/20170221/42186254445/asi-es-el-foxtenn-el-nuevo-ojo-de-halcon-del-tenis-mundial.html>
- Sacristán, L. (2015). Smart Tennis Sensor, o cómo convertirse en Rafa Nadal. <http://www.revista-gadget.es/reportaje/smart-tennis-sensor-sony-tenis-rafa-nadal/>
- Sanz Rivas, D., Mendez-Villanueva, A., & Fernandez Fernandez, J. (2009). A Review of the Activity Profile and Physiological Demands of Tennis Match Play. *Publice*, 31(4), 15-26. <https://g-se.com/una-revision-del-perfil-de-actividad-y-la-exigencias-fisiologicas-de-un-partido-de-tenis-1177-sa-w57cfb271d1ced>
- Serras, M. (2017). Foxtenn, un nuevo ojo de halcón con el doble de cámaras para ver la bola. *El País*. https://elpais.com/deportes/2017/02/20/actualidad/1487609326_657034.html
- Sports services. (2021). IMG ARENA. <https://www.imgarena.com/sport-services/overview/>
- Tennis analytic system. (2020). <http://www.armbeep.com/>
- Tennis Sensor - HEAD. (s. f.). https://www.head.com/es_ES/sensor
- Tennishead. (s. f.). Player Analysis Technology: Kitris kit. <https://tennishead.net/player-analysis-technology-kitris-kit/>
- Tennis-Technology. (2020a). Artengo tennis sensor. <http://tennis-technology.com/artengo-tennis-sensor/>
- Tennis-Technology. (2020b). Babolat play review. <http://tennis-technology.com/babolat-play-review/>
- Tennis-Technology. (2020c). Sony Smart Tennis Sensor. <http://tennis-technology.com/sony-smart-tennis-sensor/>

- Tennis-Technology. (2020d). Zepp Tennis Sensor review. <http://tennis-technology.com/zepp-tennis-sensor-review/>
- Top 5 best tennis sensors 2020—Track and analyze. (2020). <https://fourtylove.com/7-best-tennis-sensors/>
- Ugarte A. (2014). "Work-Rate" en el fútbol. <https://futandfit.wordpress.com/2014/11/03/work-rate-en-el-futbol/>
- USTA United States Tennis Association. (2022). Friend at Court 2022: THE HANDBOOK of TENNIS RULES and REGULATIONS 2022 EDITION. H.O. ZIMMAN, Inc. usta.com/officiating
- VTS Tennis. (s. f.). Babolat Pop Tennis. <https://vts-tennis.com/blog/2016/babolat-pop-test.php>
- Vts-tennis. (s. f.). Sony Smart Tennis Sensor. <https://www.vts-tennis.com/blog/2016/sony-smart-tennis-sensor.php>
- WHOOOP. (s. f.). <https://www.whoop.com>
- You have it in you. (s. f.). Firstbeat. <https://www.firstbeat.com/en>
- Zenniz. (s. f.). Zenniz. <https://zenniz.com/>
- ZEPP Labs. (s. f.-a). ZEPP Europa. <https://zeppeu.com/es>
- ZEPP Labs. (s. f.-b). Zepp Tennis. <http://www.zepplabs.com/en-us/tennis/match-tracking>

Copyright © 2023 Antonio Vaquer Castillo



Esta obra está bajo una licencia internacional [Creative Commons Atribución 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Usted es libre para compartir, copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato y adaptar el documento, remezclar, transformar y crear a partir del material para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[CC BY 4.0 Resumen de licencia](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). [CC BY 4.0 Texto completo de la licencia](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

[CONTENIDO RECOMENDADO DE LA ITF ACADEMY \(CLICK AQUÍ\)](#)

