

¿La tecnología es realmente necesaria en el camino hacia el éxito de la rehabilitación deportiva?

¿Is technology really necessary on the path to sports rehabilitation success?

José Iván Alfonso Mantilla¹

<https://orcid.org/0000-0001-6190-938X>

¹ Fisioterapeuta Universidad del Rosario énfasis en actividad física y deporte, Bogotá Dc, Colombia.

**Carta al
Editor**

Correspondencia:

José Iván Alfonso Mantilla

E-mail: Josealfonso25@hotmail.com

Recibido: 22-02-2024

Aceptado: 16-04-2024

Señor Editor:

El deporte de alto rendimiento ha evolucionado con el transcurso de los años, donde se ha puesto de manifiesto que se pueden seguir rompiendo límites en el desarrollo del potencial del movimiento corporal humano en deportistas de alto rendimiento¹⁻³. El rompecabezas del rendimiento se basa en piezas que deben organizarse para crear una estructura sólida que consolide el perfil de un deportista independientemente de la disciplina deportiva, esto se traduce en realizar un retrato perfecto de la pirámide de habilidades del movimiento corporal humano⁴. Con el aumento del conocimiento y la globalización mundial se ha reconocido que la tecnología juega un papel primordial en la vida cotidiana y en el desarrollo económico, social, educativo e investigativo⁵⁻⁷. El objetivo de esta carta es generar en el lector un pensamiento crítico sobre la importancia del razonamiento clínico y su relación con el uso de la tecnología en el deporte de alto rendimiento en la toma de decisiones.

En el mundo actual, la tecnología se ha potencializado en distintas áreas del conocimiento, donde diversos tipos de herramientas permiten estar

a la vanguardia y brindar las facilidades necesarias para el desarrollo óptimo de la sociedad actual⁸.⁹. Para ejemplificar, se ha desarrollado tecnología específica en áreas como telefonía móvil, computadores, sistemas de seguridad informática, herramientas de la vida cotidiana, elementos del hogar, robótica, inteligencia artificial^{10, 11}. Este desarrollo tecnológico ha permitido el avance de la sociedad humana y el crecimiento de las actividades y retos para los seres humanos adaptándose al desarrollo de la tecnología dentro del avance y teoría evolutiva¹². En el área de la salud, se ha evidenciado un aumento exponencial en el uso de tecnologías específicas en procesos de rehabilitación a nivel de softwares y hardware que permiten desarrollar funciones a nivel de sistemas de medición de cualidades de movimiento como cámaras de movimiento, plataformas de fuerza, sistemas de realidad virtual, medios físicos para estimulación de cicatrización de los tejidos, modelos de simulación para atención en salud que permiten el desarrollo de conocimiento de forma acelerada¹³⁻¹⁶. En el deporte de alto rendimiento es donde se ha evidenciado el uso acelerado de tecnología en la medición de capacidades físicas a través de los encoder, placas de fuerza,

dispositivos isocinéticos, máquinas inerciales, sistemas de posicionamiento global entre muchos más sistemas que buscan maximizar el desarrollo de un deportista de alto rendimiento¹⁷⁻²¹.

Dentro de este desarrollo tecnológico se ha observado la resolución de distintos tipos de problemas. Sin embargo, el desarrollo de este tipo de tecnología ha traído más preguntas que respuestas dentro de la sociedad actual en sus diferentes áreas^{20, 22}. En el área deportiva específicamente, se ha llevado la tendencia de desarrollar las capacidades físicas de un deportista en su máxima expresión para la consecución de objetivos específicos²³ donde se han desarrollado diferentes tipos de tecnología que brindan la ayuda necesaria para el análisis total de un deportista de alto rendimiento que generan datos objetivos en relación a composición corporal, fuerza muscular, fisiología, nutrición, perfil de juego a nivel físico, técnico y táctico^{24, 25}. Pero, ¿es necesario la generación de muchos datos para desarrollar un perfil específico en un deportista de alto rendimiento?²⁶⁻²⁸

Los datos siempre han sido un estado del arte que en muchas ocasiones no son fácil de interpretarse y darles un significado dentro del deporte de alto rendimiento²⁹⁻³¹. Estos datos pueden ser dados en diferentes tipos de variables que deben ser entendidos en el área específica para brindar respuestas sustanciales a las incógnitas de los entrenadores³². Para ejemplificar, en la última década los sistemas de posicionamiento global para análisis del rendimiento han tenido un aumento exponencial en su utilización en deportes específicos debido a su gran despliegue de variables de la condición física de jugadores de fútbol, estas variables permiten el análisis del rendimiento basado en sistemas tácticos, despliegue físico en espacios, acciones técnicas donde los datos son de crucial importancia para su análisis^{33, 34}. Pero, se genera una incógnita la cual costa de como agrupar los datos, como realizar un análisis sustancial de una forma correcta, como entender el dato como una variable única en el engranaje en la toma de decisiones por parte de entrenadores y trabajadores en el deporte de alto rendimiento^{35, 36}. Los datos, por sí solos no son la solución a unificar conocimiento³⁷. Por el contrario, analizar el dato es el camino a generar avances pertinentes en la creación de modelos de rehabilitación, entrenamiento, juego que permitan

la interrelación de variables con la capacidad de los trabajadores en el área deportiva de interactuar con el dato de modo tal que puedan modificarlo con base en las necesidades específicas^{38, 39}.

Los datos evolucionan cada día, analizarlos y entenderlos es el reto que cada profesional debe estar dispuesto a asumir con el fin de desarrollar ciencia y literatura científica de alto impacto que pueda beneficiar el crecimiento continuo del deporte de alto rendimiento en el mundo, donde el análisis y la correcta relación entre distintas variables será el futuro a desarrollar nuevas técnicas de intervención en rehabilitación deportiva y validar las ya existentes⁴⁰. La tecnología es simplemente una ayuda para el ser humano, la cual nunca podrá remplazar el arte de integrar conocimiento a las dimensiones condicionales del ser humano donde la clave será trabajar en equipo con la tecnología en el desarrollo de conocimiento como una base de apoyo y no como una única vía de intervención a través de la misma^{41, 42}.

El ser humano está en constante evolución en todas sus dimensiones donde el conocimiento es el pilar al desarrollo sostenible^{43, 44}. La tecnología brinda infinitas posibilidades, pero a su vez enormes enigmas que no pueden ser resueltos por la inteligencia artificial o una máquina^{45, 46}. Desde el área deportiva, los datos ayudan a tomar las decisiones de forma más objetiva pero no podrán remplazar el razonamiento a nivel clínico, deportivo y metodológico en el área de rendimiento esto dado por que los resultados varían en función del uso de los datos, donde tener el control de todo a nivel cuantitativo, no brinda la exactitud y el éxito de todas las experiencias dado esto por la maestría y algo natural dentro del deporte de alto rendimiento que es la maravilla de romper siempre paradigmas en distintas ocasiones^{47, 48}.

Conclusión

Se debe tener en cuenta que en el deporte de alto rendimiento, ningún resultado está garantizado si no se utilizan todas las herramientas y logran ser engranadas de forma adecuada, es por esto que se hace de vital importancia que todos los trabajadores en el área de rendimiento deportivo seas capaces de realizar análisis de datos específicos, patrones de seguimiento de datos, interacción con variables sin dejar de lado la combinación con el razonamiento de una intervención, planificación de entrenamiento,

diseño y modificación de metodologías de trabajo y que evidencien que no todo puede ser medido por que existen procesos que solo se dan en momentos específicos y son el arte de combinar la medicina basada en la evidencia y experiencia.

Estar a la vanguardia siempre será de vital importancia en el área de rendimiento deportivo. Sin embargo, saber tomar decisiones con base en el engranaje de datos, experiencia, sensibilidad, sentido común y lógica en las diferentes áreas

será el camino a seguir comprendiendo y creando conocimiento para el deporte de alto rendimiento, que como se ha visto a través de los años nos genera distintos tipos de emociones y sorpresas que van desde un resultado hasta romper paradigmas sociales, físicos y emocionales.

Bibliográficas

1. Gabbett TJ, Nielsen RO, Bertelsen ML, Bittencourt NFN, Fonseca ST, Malone S, et al. In pursuit of the 'Unbreakable' Athlete: what is the role of moderating factors and circular causation? *Br J Sports Med.* 53. England2019. p. 394-5.
2. Bourdon PC, Cardinale M, Murray A, Gatin P, Kellmann M, Varley MC, et al. Monitoring Athlete Training Loads: Consensus Statement. *Int J Sports Physiol Perform.* 2017;12Suppl 2:S2161-s70.
3. Anderson SA, Haraldsdottir K, Watson D. Mindfulness in Athletes. *Curr Sports Med Rep.* 2021;2012:655-60.
4. Verhagen E, Gabbett T. Load, capacity and health: critical pieces of the holistic performance puzzle. *Br J Sports Med.* 53. England 2019. p. 5-6.
5. Hilbert M. Digital technology and social change: the digital transformation of society from a historical perspective. *Dialogues Clin Neurosci.* 2020;222:189-94.
6. Hodson R. Digital revolution. *Nature.* 2018;5637733:S131.
7. Whitehead TA, Banta S, Bentley WE, Betenbaugh MJ, Chan C, Clark DS, et al. The importance and future of biochemical engineering. *Biotechnol Bioeng.* 2020;1178:2305-18.
8. Miller EA, West DM. Where's the revolution? Digital technology and health care in the internet age. *J Health Polit Policy Law.* 2009;342:261-84.
9. Reddy H, Joshi S, Joshi A, Wagh V. A Critical Review of Global Digital Divide and the Role of Technology in Healthcare. *Cureus.* 2022;149:e29739.
10. Habal MB. AI: An Evolution or A Revolution, A Trend or Hype, Just Timeline Buzz Words? the New Wave That is Affecting us All From Medical Practice To the Information Technology World. *J Craniofac Surg.* 34. United States2023. p. 1363-4.
11. Mitchell M, Kan L. Digital Technology and the Future of Health Systems. *Health Syst Reform.* 2019;52:113-20.

12. Abernethy A, Adams L, Barrett M, Bechtel C, Brennan P, Butte A, et al. The Promise of Digital Health: Then, Now, and the Future. *NAM Perspect.* 2022;2022.
13. Senbekov M, Saliev T, Bukeyeva Z, Almabayeva A, Zhanaliyeva M, Aitenova N, et al. The Recent Progress and Applications of Digital Technologies in Healthcare: A Review. *Int J Telemed Appl.* 2020;2020:8830200.
14. Gopal G, Suter-Crazzolara C, Toldo L, Eberhardt W. Digital transformation in healthcare - architectures of present and future information technologies. *Clin Chem Lab Med.* 2019;573:328-35.
15. Naik N, Hameed BMZ, Sooriyaperakasam N, Vinayahalingam S, Patil V, Smriti K, et al. Transforming healthcare through a digital revolution: A review of digital healthcare technologies and solutions. *Front Digit Health.* 2022;4:919985.
16. Chen Y, Cao L, Xu Y, Zhu M, Guan B, Ming WK. Effectiveness of virtual reality in cardiac rehabilitation: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Nurs Stud.* 2022;133:104323.
17. Haake SJ. The impact of technology on sporting performance in Olympic sports. *J Sports Sci.* 2009;2713:1421-31.
18. Balmer N, Pleasence P, Nevill A. Evolution and revolution: gauging the impact of technological and technical innovation on Olympic performance. *J Sports Sci.* 2012;3011:1075-83.
19. Dellaserra CL, Gao Y, Ransdell L. Use of integrated technology in team sports: a review of opportunities, challenges, and future directions for athletes. *J Strength Cond Res.* 2014;282:556-73.
20. Windt J, MacDonald K, Taylor D, Zumbo BD, Sporer BC, Martin DT. "To Tech or Not to Tech?" A Critical Decision-Making Framework for Implementing Technology in Sport. *J Athl Train.* 2020;559:902-10.
21. Campbell PG, Stewart IB, Sirotic AC, Drovandi C, Foy BH, Minett GM. Analysing the predictive capacity and dose-response of wellness in load monitoring. *J Sports Sci.* 2021;3912:1339-47.
22. Gabbett HT, Windt J, Gabbett TJ. Cost-benefit analysis underlies training decisions in elite sport. *Br J Sports Med.* 50. England2016. p. 1291-2.
23. Roelands B, De Pauw K. Technological Impact on Human Performance. *Int J Sports Physiol Perform.* 2019;141:1.
24. Wang C. Optimization of sports effect evaluation technology from random forest algorithm and elastic network algorithm. *PLoS One.* 2023;1810:e0292557.
25. Reyaz N, Ahamad G, Naseem M, Ali J, Rahmani KI. Information communication and technology in sports: a meticulous review. *Front Sports Act Living.* 2023;5:1199333.
26. Goes FR, Meerhoff LA, Bueno MJO, Rodrigues DM, Moura FA, Brink MS, et al. Unlocking the potential of big data to support tactical performance analysis in professional soccer: A systematic review. *Eur J Sport Sci.* 2021;214:481-96.

27. Assunção R, Pelechrinis K. Sports Analytics in the Era of Big Data: Moving Toward the Next Frontier. *Big Data*. 2019;71:1-2.
28. Rico-González M, Pino-Ortega J, Méndez A, Clemente FM, Baca A. Machine learning application in soccer: a systematic review. *Biol Sport*. 2023;401:249-63.
29. Rein R, Memmert D. Big data and tactical analysis in elite soccer: future challenges and opportunities for sports science. *Springerplus*. 2016;51:1410.
30. Hassan A, Akl AR, Hassan I, Sunderland C. Predicting Wins, Losses and Attributes' Sensitivities in the Soccer World Cup 2018 Using Neural Network Analysis. *Sensors Basel*. 2020;2011.
31. Pino-Ortega J, Rojas-Valverde D, Gómez-Carmona CD, Rico-González M. Training Design, Performance Analysis, and Talent Identification-A Systematic Review about the Most Relevant Variables through the Principal Component Analysis in Soccer, Basketball, and Rugby. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;185.
32. Borges do Nascimento IJ, Marcolino MS, Abdulazeem HM, Weerasekara I, Azzopardi-Muscat N, Gonçalves MA, et al. Impact of Big Data Analytics on People's Health: Overview of Systematic Reviews and Recommendations for Future Studies. *J Med Internet Res*. 2021;234:e27275.
33. Ravé G, Granacher U, Boullosa D, Hackney AC, Zouhal H. How to Use Global Positioning Systems GPS Data to Monitor Training Load in the "Real World" of Elite Soccer. *Front Physiol*. 2020;11:944.
34. Akenhead R, Nassis GP. Training Load and Player Monitoring in High-Level Football: Current Practice and Perceptions. *Int J Sports Physiol Perform*. 2016;115:587-93.
35. González LM, García-Massó X, Pardo-Ibañez A, Peset F, Devís-Devís J. An author keyword analysis for mapping Sport Sciences. *PLoS One*. 2018;138:e0201435.
36. Houtmeyers KC, Jaspers A, Figueiredo P. Managing the Training Process in Elite Sports: From Descriptive to Prescriptive Data Analytics. *Int J Sports Physiol Perform*. 2021;1611:1719-23.
37. Claudino JG, Capanema DO, de Souza TV, Serrão JC, Machado Pereira AC, Nassis GP. Current Approaches to the Use of Artificial Intelligence for Injury Risk Assessment and Performance Prediction in Team Sports: a Systematic Review. *Sports Med Open*. 2019;51:28.
38. Burgess DJ. The Research Doesn't Always Apply: Practical Solutions to Evidence-Based Training-Load Monitoring in Elite Team Sports. *Int J Sports Physiol Perform*. 2017;12Suppl 2:S2136-s41.
39. Cardinale M, Varley MC. Wearable Training-Monitoring Technology: Applications, Challenges, and Opportunities. *Int J Sports Physiol Perform*. 2017;12Suppl 2:S255-s62.
40. Wasserman EB, Herzog MM, Collins CL, Morris SN, Marshall SW. Fundamentals of Sports Analytics. *Clin Sports Med*. 2018;373:387-400.
41. Rojas-Valverde D, Pino-Ortega J, Gómez-Carmona CD, Rico-González M. A Systematic Review of Methods and Criteria Standard Proposal for the Use of Principal Component Analysis in Team's Sports Science. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;1723.

42. Yu L, Hua L, Ding J. Analysis of the Construction of Big Data Platform in Scenic Spots to Increase the Number of Tourists: Taking Sports Group Performance as an Example. *J Environ Public Health*. 2022;2022:3562778.
43. Gabbett TJ, Nassis GP, Oetter E, Pretorius J, Johnston N, Medina D, et al. The athlete monitoring cycle: a practical guide to interpreting and applying training monitoring data. *Br J Sports Med*. 51. England2017. p. 1451-2.
44. Alcalá EP, Garcia AM, Trench MG, Hernández IG, i Costa JRT, Seirul F, et al. Entrenamiento en deportes de equipo: El entrenamiento optimizador en el Fútbol Club Barcelona. *Apunts Educación física y deportes*. 2020;4142:55-66.
45. Emig T, Peltonen J. Human running performance from real-world big data. *Nat Commun*. 2020;111:4936.
46. Nahavandi D, Alizadehsani R, Khosravi A, Acharya UR. Application of artificial intelligence in wearable devices: Opportunities and challenges. *Comput Methods Programs Biomed*. 2022;213:106541.
47. Fury MS, Oh LS, Berkson EM. New Opportunities in Assessing Return to Performance in the Elite Athlete: Unifying Sports Medicine, Data Analytics, and Sports Science. *Arthrosc Sports Med Rehabil*. 2022;45:e1897-e902.
48. Anderson N, Belavy DL, Perle SM, Hendricks S, Hespanhol L, Verhagen E, et al. AI did not write this manuscript, or did it? Can we trick the AI text detector into generated texts? The potential future of ChatGPT and AI in Sports & Exercise Medicine manuscript generation. *BMJ Open Sport Exerc Med*. 9. England2023. p. e001568.

Conflicto de intereses: No hay

Financiamiento: Ninguno