



1r trimestre (gener-març) 2025
ISSN: 2014-0983

inefc



Generalitat
de Catalunya

WoS
JCI-JCR
Q2 JIF 1.6
Scopus
Q1 CS 2.8



Coordinació cardiorespiratòria durant la recuperació després de l'exercici: un indicador nou per avaluar la salut

Óscar Abenza^{1,2} , Lluç Montull^{3*} , Casimiro Javierre⁴ i Natàlia Balagué²

¹ Facultat de Medicina i Ciències de la Salut, Universitat de Barcelona, Barcelona (Espanya).

² Grup de Recerca en Sistemes Complexos i Esport, Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya (INEFC), Universitat de Barcelona (UB), Barcelona (Espanya).

³ Grup de Recerca en Sistemes Complexos i Esport, Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya (INEFC), Universitat de Lleida (UdL), La Seu d'Urgell (Espanya).

⁴ Departament de Ciències Fisiològiques, Universitat de Barcelona (UB), Barcelona (Espanya).

Citació

Abenza, Ó., Montull, L., Javierre, C. & Balagué, N. (2025). Cardiorespiratory coordination during exercise recovery: a novel measure for health assessment. *Apunts Educación Física y Deportes*, 159, 1-9. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2025/1\).159.01](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2025/1).159.01)

Resum

La coordinació cardiorespiratòria (CCR), variable biològica recentment identificada que avalua la interacció entre els paràmetres derivats de les proves d'esforç cardiopulmonar (PECP), ha demostrat una elevada sensibilitat als efectes de l'entrenament i als trastorns funcionals. Atès el paper crític de la recuperació després de l'exercici en la detecció de desregulacions funcionals, aquest estudi té per objectiu explorar la CCR durant la recuperació després de l'exercici en persones adultes sanes i físicament inactives. Quinze participants es van sotmetre a una PECP piramidal fent càrregues de treball idèntiques (en ordre invers) durant les fases d'intensitat creixent i de recuperació (d'intensitat decreixent). Es va dur a terme una anàlisi dels components principals de les variables cardiorespiratòries seleccionades per avaluar la CCR. Així mateix, es van calcular el valor propi del primer component principal i l'entropia informativa. Els participants es van classificar en funció de si presentaven un o dos components principals (grups 1CP i 2CP) durant la fase de recuperació de la PECP. Els resultats van revelar que: a) la CCR va ser més gran durant la fase de recuperació que durant la fase d'intensitat creixent ($t = -2.67$; $p < .01$; $d = -0.72$); b) el grup 1CP va mostrar valors propis més alts ($t = 3.756$; $p < .01$; $d = 2.09$) i menys entropia informativa ($U = 0.00$; $p < .01$; $d = 15.83$) que el grup 2CP; i c) el grup 1CP va tenir una freqüència cardíaca, una ventilació i una valoració de l'esforç percebut al final de la fase de recuperació inferiors a les del grup 2CP ($d = 1.21$; $d = 0.57$; $d = 0.71$; respectivament). En conclusió, la CCR va augmentar durant la recuperació després de l'exercici, i els participants amb menys components principals en la fase de recuperació van mostrar una eficiència cardiorespiratòria més gran i una millor forma física.

Paraules clau: anàlisi de components principals, capacitat cardiorespiratòria, entropia, exercici piramidal a intensitat submàxima, fisiologia en xarxa de l'exercici, prova d'esforç.

Editat per:

© Generalitat de Catalunya
Departament d'Esports
Institut Nacional d'Educació
Física de Catalunya (INEFC)

ISSN: 2014-0983

*Correspondència:

Lluç Montull
lluçmontull@gmail.com

Secció:

Activitat física i salut

Idioma de l'original:

Anglès

Rebut:

26 d'abril de 2024

Acceptat:

17 de juliol de 2024

Publicat:

1 de gener de 2025

Coberta:

Laura Kluge lluita pel disc en el partit entre Alemanya i Hongria durant l'Eishockey Deutschland Cup, a Landshut, Alemanya, el 9 de novembre de 2024. © IMAGO/ActionPictures/laforoteca.com

Introducció

La prova d'esforç cardiopulmonar (PECP) s'aplica àmpliament en la praxi clínica per avaluar la reserva cardíaca i la capacitat cardiorespiratòria de tot tipus de grups demogràfics (Balady et al., 2010). No obstant això, les variables fisiològiques aïllades (per exemple, la freqüència cardíaca [FC], el volum respiratori per minut [VRP], el consum d'oxigen [VO_2], etc.) i els paràmetres relacionats (per exemple, el llindar ventilatori, la relació d'intercanvi respiratori, etc.) a penes informen sobre la coordinació dinàmica de la funció cardiorespiratòria durant l'exercici (Balagué et al., 2016; Garcia-Retortillo et al., 2017).

La coordinació cardiorespiratòria (CCR), proposada com a variable per mesurar les interaccions entre paràmetres derivats de les PECP, ha estat molt útil per detectar de manera sensible les diferències entre diversos factors, com ara exercicis a intensitat màxima repetits (Garcia-Retortillo et al., 2017), grups demogràfics diversos amb alteracions cromosòmiques i sense (Oviedo et al., 2021), nivells d'entrenament hipòxic (Krivoshchekov et al., 2021), plans d'entrenament diferents (Balagué et al., 2016; Garcia-Retortillo et al., 2019) i manipulacions dietètiques (Esquius et al., 2022). Tot i així, les seves possibilitats de comprovació i diagnòstic en els àmbits mèdic i esportiu encara han estat poc explorades.

La CCR s'ha avaluat habitualment mitjançant l'anàlisi de components principals (ACP), tècnica que identifica els patrons de covariació subjacents entre les dades de sèries temporals de diferents variables cardiorespiratòries (Balagué et al., 2016). Quan les variables comparteixen una covariació baixa, augmenta el nombre de components principals (CP), i viceversa. Els CP plasmen la variabilitat compartida entre aquestes variables en ordre decreixent d'importància. Per tant, el primer component principal (CP_1) representa la màxima covariació entre variables i es considera la variable de coordinació, mentre que cada un dels components següents (CP_2 , CP_3 , etc.) recull una variància compartida progressivament inferior (Balagué et al., 2016). El nombre total de CP reflecteix el nivell de coordinació entre les variables cardiorespiratòries estudiades, per la qual cosa un nombre menor de CP suggereix una coordinació més eficient (Balagué et al., 2016). En canvi, un augment del nombre de CP pot indicar la formació de nous patrons coordinatius (Haken, 2000) i, per tant, una eficiència inferior. S'ha demostrat que aquesta eficiència inferior es deu a l'acumulació d'esforç (Garcia-Retortillo et al., 2017; Garcia-Retortillo et al., 2019), als trastorns cardiorespiratoris (Oviedo et al., 2021) i als efectes de l'entrenament hipòxic (Krivoshchekov et al., 2021).

Com a complement de l'ACP, l'índex d'entropia informativa serveix d'eina per avaluar la complexitat dels estats de coordinació dins del sistema (Seely i Macklem, 2012). Una entropia més gran indica un estat més desordenat del sistema, per la qual cosa es necessita una quantitat d'informació més gran per descriure'n l'estat

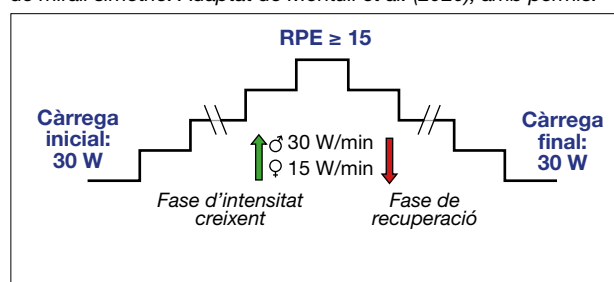
actual. En canvi, a mesura que el sistema s'estabilitza en menys estats, la seva entropia disminueix (Naudts, 2005). La sensibilitat de la CCR als efectes de l'acumulació d'esforç i a la sobrecàrrega general sembla que ofereix informació més rellevant sobre la càrrega interna en comparació amb variables comunament utilitzades com ara la càrrega de treball màxima o el consum màxim d'oxigen (Balagué et al., 2016; Garcia-Retortillo et al., 2017).

Els protocols de PECP solen incloure exercicis d'intensitat creixent i màxima amb períodes de descans curts (de 3 a 10 minuts) o fases de recuperació activa a intensitat submàxima amb una càrrega de treball constant. No obstant això, l'avaluació del període de recuperació després de l'exercici conté informació crucial sobre l'adaptabilitat dels sistemes reguladors durant l'exercici. La recuperació després de l'exercici representa una fase dinàmica en què diversos mecanismes actius proven de tornar als seus estats inicials (Bartels et al., 2018; Romero et al., 2017). L'aparell cardiovascular, concretament, assumeix un paper clau en la redistribució de la sang per satisfer la demanda d'energia i oxigen que es produeix en cada moment, i aconseguir una regulació ràpida després de l'exercici és fonamental per a la salut cardiovascular (Pocock et al., 2013). Per tant, la recuperació després de l'exercici es pot considerar una fase determinant per detectar disfuncions de coordinació entre els aparells cardiovascular i respiratori.

Un protocol d'exercici piramidal (vegeu la Figura 1), que implica càrregues de treball progressivament creixents i després simètricament decreixents, pot revelar una possible desregulació de les funcions cardiorespiratòries. La reducció gradual de la intensitat podria proporcionar indicadors sensibles de l'eficàcia de la recuperació i l'eficiència de l'aparell cardiorespiratori. Si bé encara no s'ha emprat un protocol d'exercici piramidal per avaluar la CCR, aquest resulta especialment valuós per comparar les respostes cardiorespiratòries amb la mateixa càrrega de treball entre la fase d'intensitat creixent i la de recuperació (decreixent). En conseqüència, aquest permet avaluar la recuperació després de l'exercici després de sotmetre's a càrregues de treball cada vegada més grans (Montull et al., 2020).

Figura 1

Protocol d'exercici piramidal amb bicicleta estàtica amb càrregues de treball (CT) progressivament creixents i decreixents en forma de mirall simètric. Adaptat de Montull et al. (2020), amb permís.



Aquest estudi tenia per objectiu explorar el potencial d'avaluació de la CCR durant la recuperació després de l'exercici utilitzant un protocol piramidal a intensitat submàxima per avaluar la capacitat cardiorespiratòria de persones adultes sanes i físicament inactives. La nostra hipòtesi era que la fase de recuperació presentaria un nombre reduït de CP i una entropia informativa inferior en comparació amb la fase d'intensitat creixent. A més, es preveia que les persones amb menys capacitat cardiorespiratòria mostrarien un nombre superior de CP, una entropia informativa més gran i una pitjor recuperació psicobiològica durant la fase de recuperació.

Metodologia

Participants

Quinze persones sanes però inactives (menys de 30 min d'activitat física diària) (set homes i vuit dones: 53.07 ± 3.31 anys; 169.27 ± 13.26 cm; 80.24 ± 13.26 kg; i amb IMC de 28.43 ± 6.57 kg·m⁻²) van participar voluntàriament en l'estudi. Mitjançant una anàlisi de potència amb G*Power 3.1 (Faul et al., 2007) per determinar la mida de la mostra, i tenint en compte les grans mides de l'efecte de la CCR durant l'exercici (Balagué et al., 2016), estimem una mida de mostra de 12 participants ($d = 1$, $\alpha < .05$, potència $(1 - \beta) = .80$).

Els criteris d'exclusió van ser els següents: (a) malalties cardiovasculars; (b) contraindicacions per a l'exercici, i (c) ús de medicaments que poguessin influir en la resposta de la FC a l'exercici. Després de compartir aquesta informació sobre els procediments de l'estudi, els participants van firmar un consentiment informat abans de la intervenció. Els procediments experimentals van ser aprovats pel Comitè d'ètica d'investigació clínica de l'esport de la Generalitat de Catalunya (ref. 07/2015/CEICEGC) i es va dur a terme d'acord amb la Declaració de Hèlsinki.

Procediments

Es va aplicar un protocol d'exercici piramidal utilitzant un cicloergòmetre (Excalibur, Lode, Groningen, Països Baixos) (vegeu la Figura 1). Després d'un escalfament amb bicicleta a 30 W, la càrrega de treball es va incrementar en 30 W/MIN (homes) i en 15 W/MIN (dones), fins que els participants van informar d'una percepció subjectiva de l'esforç (RPE, per les sigles en anglès) ≥ 15 (dur) en l'escala de Borg de 6 a 20. En aquest punt, la càrrega de treball es va reduir de manera inversa fins als 30 W. La freqüència de pedaleig es va mantenir sempre a 70 rpm. Es van donar a conèixer als participants els procediments

de prova i l'escala RPE (de 6 a 20) (Borg, 1998) durant exercicis d'intensitat creixent submàxima en almenys dues ocasions durant el mes previ a l'experiment.

Obtenció de dades

Durant la prova, els participants van respirar a través d'una vàlvula (Hans Rudolph, 2700. Kansas City, MO, EUA) i es va determinar l'intercanvi de gasos respiratoris mitjançant un sistema automatitzat de circuit obert (Metasys, Brainware, La Valette, França). Es va registrar el contingut d'oxigen (O₂), el contingut de diòxid de carboni (CO₂) i el cabal d'aire respiració a respiració. Simultàniament, el sistema Metasys va registrar la FC durant el mateix període. Abans de cada assaig, es va calibrar el sistema utilitzant una mescla de composició coneguda d'O₂ i CO₂ (15 % d'O₂, 5 % de CO₂, N₂ equilibrat) (Carbueros Metálicos, Barcelona, Espanya) i aire ambiental. Els participants van ser supervisats de manera contínua mitjançant un electrocardiograma de 12 derivacions (CardioScan v.4.0. DM Software, Stateline, Nevada, EUA).

Les proves es van dur a terme en un laboratori ben ventilat amb una temperatura ambient de 23 °C i una humitat relativa del 48 %, amb variacions mínimes de no més d'1 °C en la temperatura i d'un 10 % en la humitat relativa. Els participants van fer la prova almenys 3 h després d'un àpat lleuger i sense practicar activitats físiques intensives les 72 h prèvies a l'experiment (Balagué et al., 2016).

Anàlisi de les dades

En primer lloc, les sèries de dades de les variables cardiorespiratòries seleccionades (fracció d'oxigen exhalat "FeO₂", fracció de diòxid de carboni exhalat "FeCO₂", FC i VRP) es van dividir en dues fases: d'intensitat creixent i de recuperació. Es van excloure de l'anàlisi altres variables cardiorespiratòries comunament utilitzades en PECP (per exemple, la relació d'intercanvi respiratori, el pols d'oxigen, el VO₂, el volum sistòlic, etc.) a causa de la seva relació matemàtica amb les variables anteriors (Balagué et al., 2016).

Anàlisi dels components principals

A continuació, es va dur a terme una ACP amb les variables cardiorespiratòries seleccionades per a cada fase. Abans de fer l'ACP, es van calcular la prova d'esfericitat de Barlett i l'índex Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) de cada participant per avaluar la idoneïtat d'aplicar l'ACP (Jolliffe, 2002). El nombre de CP es va determinar utilitzant el criteri de Kaiser-Guttman, tractant els CP amb valors propis $\lambda \geq 1.00$ com a significatius (Jolliffe, 2002). La solució d'eficiència òptima dels CP extrets es va obtenir mitjançant rotació ortogonal Varimax (Meglen, 1991).

Atès l'interès a estudiar la CCR durant la recuperació després de l'exercici, es van distingir dos grups en funció del nombre de CP en la fase de recuperació: participants amb 1 CP (grup 1CP; $n \pm 6$) i participants amb 2 CP (grup 2CP; $n \pm 9$).

Anàlisi de l'entropia informativa

Per quantificar el grau de coordinació entre els subsistemes cardiorespiratoris implicats de cada participant durant les dues fases, es va calcular l'índex d'entropia informativa de la manera següent:

$$H \pm \Sigma [1/2 \ln (\lambda) + 1/2 \ln (\pi) + 1/2]$$

On H és l'entropia informativa del sistema, λ és el valor propi del CP i π és el nombre de Ludolph. Aquesta suma incloïa tots els valors propis de les PECP (per exemple, en una prova amb 2 CP, la suma es feia sobre dos valors propis pertanyents al CP_1 i al CP_2 , respectivament).

Comparació de les fases d'intensitat creixent i de recuperació

Per comparar els valors propis del CP_1 i l'entropia informativa entre les fases d'intensitat creixent i de recuperació de la prova, es van utilitzar la prova U de Mann-Whitney i la prova t aparellada, respectivament. Es va triar el CP_1 perquè contenia la proporció de variància més gran de les dades. Així mateix, es van avaluar les diferències dels resultats entre els grups 1CP i 2CP durant la fase de recuperació mitjançant la prova U de Mann-Whitney i la prova t independent, respectivament. Les diferències estandarditzades es van demostrar mitjançant la prova d de Cohen, considerant mides de l'efecte mitjanes i grans ($d \geq 0.5$ i $d \geq 0.8$, respectivament; Cohen, 1988).

Projeccions ortogonals del CP_1 durant la fase de recuperació entre els grups 1CP i 2CP

Es va fer una comparació de les projeccions del CP_1 de totes les variables entre els grups 1CP i 2CP durant la fase de recuperació mitjançant la prova U de Mann-Whitney i les mides de l'efecte (d de Cohen).

Eficàcia de la recuperació psicobiològica i rendiment entre els grups 1CP i 2CP

Els valors de FC, VRP, VO_2 i RPE al final de la fase de recuperació i de tota la prova es van comparar entre els grups 1CP i 2CP mitjançant la prova de Mann-Whitney i les mides de l'efecte (d de Cohen).

Totes les anàlisis estadístiques es van fer mitjançant RStudio (RStudio, Inc., 2023), i el nivell de significació predeterminat es va fixar en $p < .05$.

Resultats

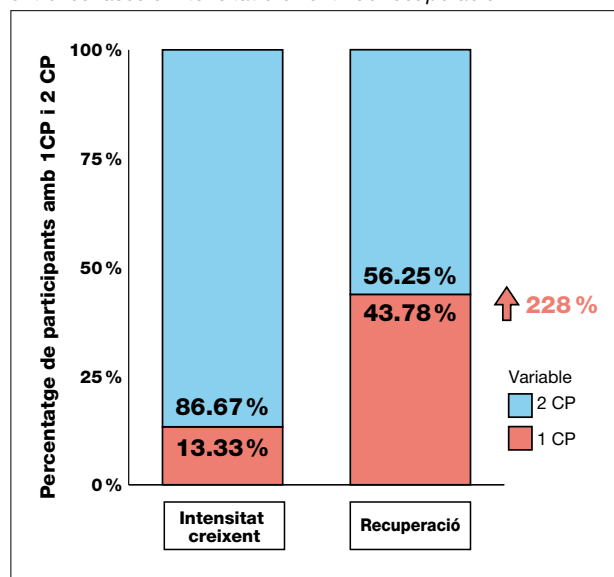
L'ACP i l'entropia informativa de variables cardiorespiratòries durant les fases d'intensitat creixent i de recuperació

La prova d'esfericitat de Barlett va presentar un resultat molt significatiu ($p < .001$), la qual cosa confirma la idoneïtat de les dades de l'ACP. L'índex Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) va mostrar una adequació satisfactòria del mostreig, tant en la fase d'intensitat creixent (0.60 ± 0.07) com en la fase de recuperació per als dos grups: 1CP (0.69 ± 0.06) i 2CP (0.52 ± 0.07).

Durant la fase de recuperació, el percentatge de participants que van mostrar 1 CP va evidenciar un augment del 228 % en comparació amb la fase d'intensitat creixent, tal com es mostra a la Figura 2.

Figura 2

Percentatge de participants amb un i dos components principals entre les fases d'intensitat creixent i de recuperació.



La Figura 3 il·lustra que els valors propis del CP_1 , els quals representen la part predominant de la variància de les dades, van ser lleugerament superiors en la fase d'increment (2.57 ± 0.18) que en la fase de recuperació (2.28 ± 0.51) ($d = -0.76$). L'entropia informativa també va ser significativament més gran durant la fase d'intensitat creixent (2.54 ± 0.39) en comparació amb la fase de recuperació (2.20 ± 0.54) ($t = -2.67$; $p < .01$; $d = -0.72$).

En comparar els dos grups dins de la fase de recuperació, els valors propis del CP_1 van ser significativament més grans en el grup 1CP (2.71 ± 0.32) en comparació amb el grup 2CP (1.99 ± 0.39) ($t = 3.756$; $p < .01$; $d = 2.09$). En la mateixa fase, el grup 1CP va mostrar una entropia informativa notablement inferior (1.57 ± 0.06) a la del grup 2CP (2.62 ± 0.07) ($U = 0.00$; $p < .01$; $d = 15.83$) (vegeu la Figura 4).

Figura 3

Comparació (a) del valor mitjà del CP1 (λ) i (b) de l'entropia informativa mitjana (H) entre les fases d'intensitat creixent i de recuperació (* $p < .05$).

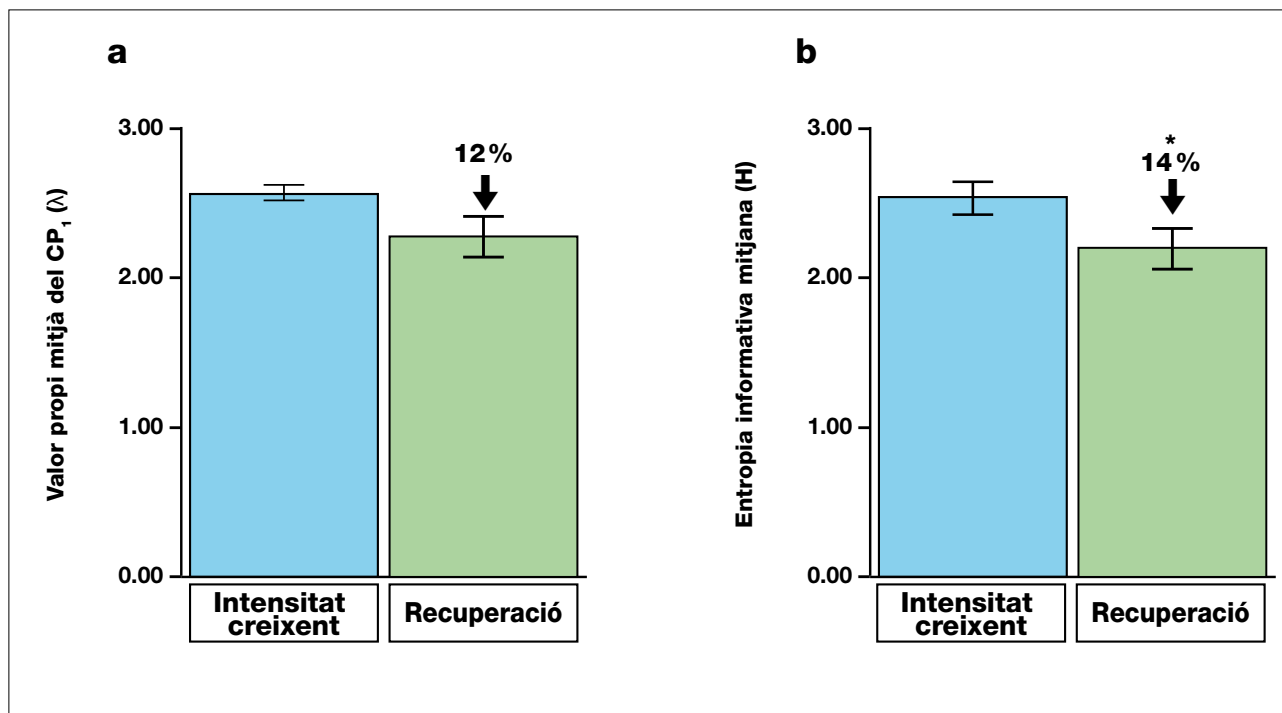
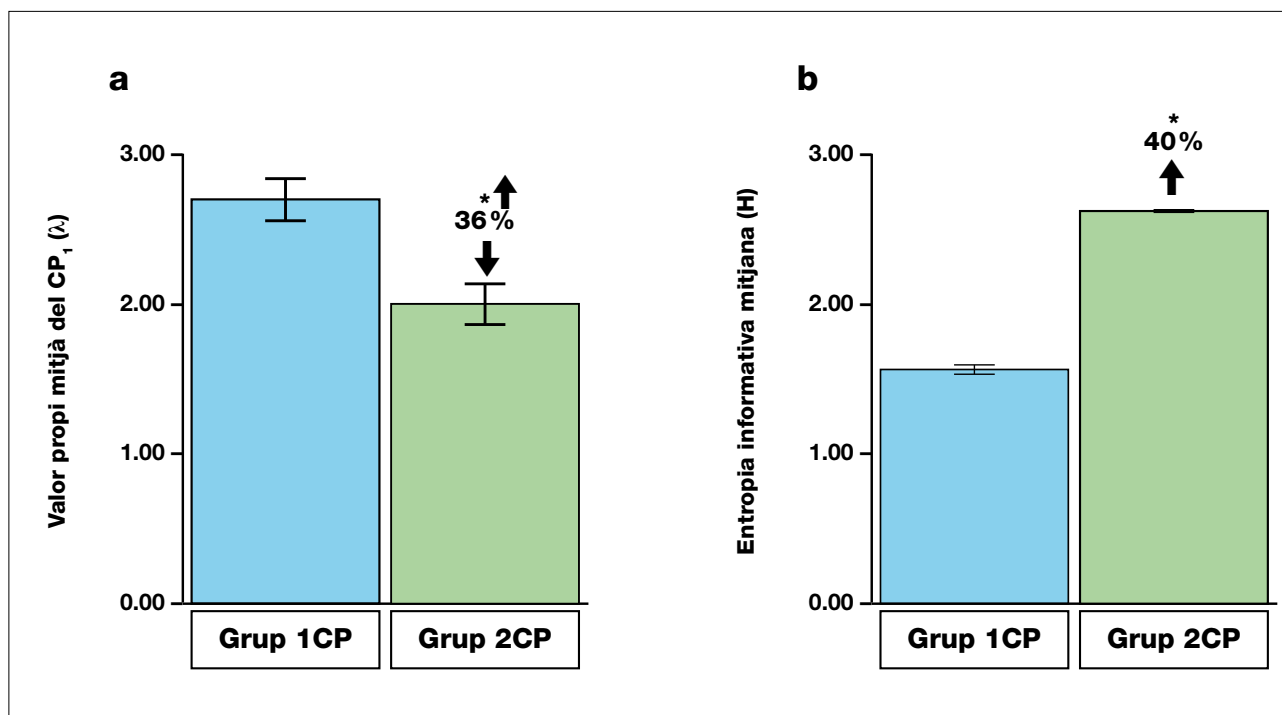


Figura 4

Comparació (a) del valor mitjà del CP1 (λ) i (b) de l'entropia informativa mitjana (H) entre els grups 1CP i 2CP durant la fase de recuperació (* $p < .05$).



Taula 1

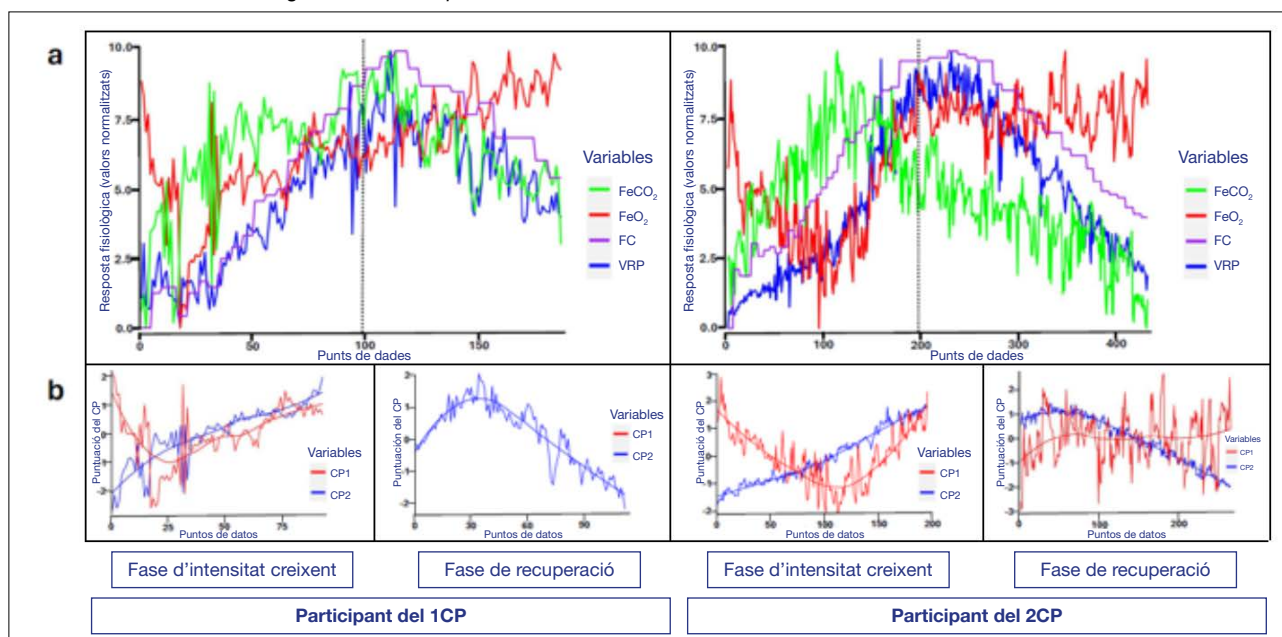
Projeccions ortogonals de les variables sobre CP_1 per als participants dels dos grups durant la fase de recuperació.

Grup 1CP					Grup 2CP				
ID	FeO ₂	FeCO ₂	FC	VRP	ID	FeO ₂	FeCO ₂	FC	VRP
1	-0.80	0.87	0.92	0.88	7	-0.26	-0.21	0.89	-0.21
2	-0.82	0.72	0.77	-0.66	8	-0.84	0.84	0.08	-0.05
3	-0.86	0.89	0.90	0.81	9	-0.35	0.44	0.83	0.87
4	-0.70	0.81	0.94	0.89	10	0.47	0.09	0.95	-0.96
5	-0.71	0.89	0.75	0.76	11	0.14	0.20	0.96	0.96
6	-0.70	0.87	0.92	0.84	12	0.03	0.50	0.96	0.96
					13	-0.06	0.84	0.98	0.98
					14	0.93	-0.94	-0.08	0.11
					15	0.23	0.39	0.96	0.95
Mitjana	-0.78*	0.87*	0.91	0.83	Mitjana	0.03*	0.39*	0.95	0.87
RIC	0.11	0.06	0.12	0.10	RIC	0.49	0.41	0.13	1.01

Nota: * $p < .05$; FeO₂: fracció d'O₂ exhalat; FeCO₂: fracció de CO₂ exhalat; FC: freqüència cardíaca; VRP: volum respiratori per minut.

Figura 5

Exemple de la transformació de les variables cardiorespiratòries a CP en els grups 1CP i 2CP. (a) Sèries temporals originals de les quatre variables cardiorespiratòries seleccionades en els dos grups durant les fases d'intensitat creixent i de recuperació. (b) Sèries temporals de les puntuacions de CP (valors z estandaritzats en l'espai inclòs pels CP) per als dos grups en les dues fases. Les sèries de quatre temps es van condensar en una o dues sèries temporals mitjançant la reducció de dimensió dels CP. Les línies blava i vermella representen la tendència mitjana dels dos CP, calculada mitjançant el mètode de mínims quadrats ponderats. Els punts de dades de l'eix x corresponen al nombre de mesuraments registrats durant la prova.



Projeccions ortogonals del CP_1 durant la fase de recuperació entre els grups 1CP i 2CP

La Taula 1 mostra que els participants del grup 1CP van presentar respostes fisiològiques relativament uniformes durant la fase de recuperació. En concret, tres variables cardiorespiratòries (FeCO₂, FC i VRP) van mostrar projeccions o valors positius elevats en el CP_1 , mentre que FeO₂ va exhibir valors negatius. En concret, les projeccions de FeO₂ i FeCO₂ sobre el CP_1 van ser significativament més grans en el grup 1CP en comparació amb el grup 2CP (FeO₂: $U = 5.00$; $p < .01$; $d = 1.99$, FeCO₂: $d = 1.66$). En canvi, els participants del grup 2CP no van presentar projeccions cardiorespiratòries uniformes en CP_1 .

La Figura 5 il·lustra les diferències entre els resultats dels grups 1CP i 2CP en la CCR. Durant la fase d'intensitat creixent, els dos grups van mostrar resultats similars, i les seves variables (FeCO₂, FC i VRP) van registrar un grau de colinealitat més gran amb CP_1 , mentre que FeO₂ es va alinear majoritàriament amb CP_2 . No obstant això, en la fase de recuperació, la variància de les quatre variables cardiorespiratòries en el grup 1CP estava encapsulada per un CP_1 singular, mentre que el grup 2CP mostrava tres variables (FeO₂ o FeCO₂, FC i VRP) amb CP_1 i FeCO₂ o FeCO₂ amb CP_2 .

Taula 2

Comparació dels valors finals de mitjana i rang interquartilic (RIC) de FC, VRP, VO₂ i RPE entre els grups.

Grup 1PC				
	FC (b·min ⁻¹)	VRP (l·min ⁻¹)	VO ₂ (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	RPE (escala de 6 a 20 de Borg)
Mediana	†107.00**	31.22*	12.15	6.00*
RIC	14.50	9.82	2.17	3.25
Grup 2CP				
	FC (b·min ⁻¹)	VRP (l·min ⁻¹)	VO ₂ (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	RPE (escala de 6 a 20 de Borg)
Mediana	†116.00**	40.72*	12.43	9.50*
RIC	24.00	26.20	3.99	6.13

Nota: † $p < .05$; d = efecte intermedi (*) i gran (**); FC = freqüència cardíaca; VRP = volum respiratori per minut; VO₂ = consum d'oxigen; RPE = percepció subjectiva de l'esforç.

Eficàcia de la recuperació psicobiològica i rendiment entre els grups 1CP i 2CP

La Taula 2 mostra els valors per als dos grups de FC, VRP, VO₂ i RPE al final de la fase de recuperació. En comparació amb el grup 2CP, el grup 1CP va presentar valors inferiors en totes les variables estudiades, amb diferències estadísticament significatives en la FC ($U = 7.50$; $p = .03$). Les mides dels efectes van indicar magnituds d'intermèdies a grans per a la FC, l'EV i la RPE ($d = 1.21$; $d = 0.57$; $d = 0.71$, respectivament). A més, la durada total de les proves realitzades pel grup 1CP (968.17 ± 179.66), incloses les fases d'intensitat creixent i de recuperació, va ser significativament més gran que la de les realitzades pel grup 2CP (848.22 ± 234.75) ($U = 0$; $p < .01$; $d = 0.56$).

Discussió

Les principals conclusions del present estudi van ser que: a) la CCR va augmentar durant la fase de recuperació d'una PECP piramidal; b) els participants amb 1CP en la fase de recuperació van mostrar valors propis del CP₁ més alts i una entropia informativa més baixa que els que tenien 2CP; i c) els valors de FC, VRP i RPE registrats al final de la PECP van ser més baixos en el grup 1CP en comparació amb el grup 2CP.

La reducció del nombre de CP i de l'entropia informativa durant la fase de recuperació (d'intensitat decreixent), en comparació amb la fase d'intensitat creixent de la prova piramidal, suggereix una CCR més eficient quan disminueix la càrrega de treball. Encara que això pugui semblar contradictori amb conclusions prèvies, que indicaven un deteriorament de la CCR després d'un esforç previ (Garcia-Retortillo et al., 2017), els resultats actuals es poden explicar per una implicació més gran del metabolisme anaeròbic durant la fase d'intensitat creixent en relació amb la fase de recuperació. Durant la fase d'intensitat creixent, la inèrcia del metabolisme aeròbic, contrarestatada per l'activació de les vies metabòliques làctiques, va produir hiperventilació (Binder et al., 2008; Molkov et al., 2014). És plausible que aquesta resposta, atribuïda a la producció de CO₂ no metabòlic, causés l'augment del nombre de CP durant la fase d'intensitat creixent, malgrat que es fessin les mateixes càrregues de treball en la fase de recuperació.

Montull et al. (2020) també van informar d'una falta de simetria en els valors cardiorespiratoris entre les fases d'intensitat creixent i de recuperació d'una prova d'exercici piramidal, amb valors més alts durant la recuperació (fase d'intensitat decreixent) per a la mateixa càrrega de treball. En canvi, la CCR d'aquest estudi va mostrar una eficàcia més gran durant la recuperació activa. Aquestes conclusions confirmen l'interès de complementar els resultats de les PECP actuals, com la reserva cardíaca i la capacitat cardiorespiratòria, amb paràmetres de CCR (és a dir, el nombre de CP i l'entropia informativa) (Garcia-Retortillo et al., 2017).

L'observació en el grup 1CP de més valors propis del CP₁ i d'una entropia informativa inferior durant la fase de recuperació, en comparació amb el grup 2CP, significa un nivell d'ordre, sincronització, eficiència i adaptabilitat en la resposta cardiorespiratòria més grans (Balagué et al., 2016; Garcia-Retortillo et al., 2017). Això implica un entrenament més gran intens de l'aparell cardiorespiratori i es pot estendre a altres processos fisiològics interrelacionats i integrats; per exemple, receptors quimiosensibles, sistema límbic-hipotalàmic, activitat simpàtica o parasimpàtica, o activitat muscular, que actuen en diferents escales temporals per garantir l'adaptació a la demanda de càrrega de treball (Garcia-Retortillo i Ivanov, 2022; Kairiukstiene et al., 2020; Pocock et al., 2013; Qammar et al., 2022; Velicka et al., 2019).

Durant la fase de recuperació, el grup 1CP va demostrar una covariació similar en les quatre variables cardiorespiratòries, amb valors de FeO₂ elevats que es correlacionaven inversament amb FeCO₂, FC i VRP. Aquesta elevació sostinguda de FeO₂, mentre altres variables es recuperaven, suggereix un retard en la resposta a la demanda d'oxigen (Bahr i Sejersted, 1991). Malgrat el retard esmentat, el grup 1CP no va formar un nou CP, probablement a causa del seu rendiment superior, que es va traduir en una freqüència inferior de valors cardiorespiratoris (és a dir, que afectava menys punts de dades) en comparació amb el grup 2CP (Balagué et al., 2016).

En canvi, alguns participants del grup 2CP van contribuir a la formació del CP₂ principalment a través de FeO₂, la qual cosa es deu probablement a una hiperventilació més gran en iniciar-se la fase de recuperació, fet que indica un intercanvi

de gasos menys eficient. Altres participants del grup 2CP van formar CP₂ a través de FeCO₂ i això suggereix que van ultrapassar el seu llindar anaeròbic ventilatori, que va donar lloc a una hiperventilació substancial induïda per l'excés de CO₂ no metabòlic (Binder et al., 2008; Molkov et al., 2014).

El grup 1CP va mostrar valors quantitatius més baixos de FC, VRP i RPE al final de la fase de recuperació en comparació amb el grup 2CP, malgrat que es va sotmetre a una prova de més durada, la qual cosa indica una tolerància a la càrrega de treball potencialment millor. Això suggereix que els participants amb un rendiment superior van demostrar no només una eficiència més gran, sinó també una eficàcia més gran en la recuperació de l'aparell cardiorespiratori durant les càrregues de treball piramidals. De fet, l'augment de l'entropia informativa en el grup 2CP posa de manifest possibles disfuncions als mecanismes de realimentació prospectiva i retrospectiva intervinguts pels quimiorceptors per regular la ventilació (Zebrowska et al., 2020). Aquesta ineficàcia pot contribuir a un deteriorament més pronunciat del control i la regulació de la funció cardiorespiratòria, la qual cosa en última instància condueix a un esgotament més precoç i a valors quantitatius més elevats de les variables psicobiològiques.

L'avaluació de la CCR durant la recuperació després de l'exercici mitjançant protocols piramidals té conseqüències clíniques rellevants en les PECP. Aquest èmfasi en l'avaluació de la recuperació després de l'exercici amb canvis graduals en les càrregues de treball comporta un punt de vista interessant sobre la regulació cardiorespiratòria posterior a l'exercici, ja que ofereix informació sobre l'estrès de la càrrega interna provocat per l'exercici previ (Bartels et al., 2018; Romero et al., 2017). L'aplicació de l'ACP i l'entropia informativa va demostrar clarament el potencial per informar sobre l'eficiència i l'eficàcia de l'aparell cardiorespiratori davant l'augment i la disminució de la càrrega de treball, fet que reforça aquestes mesures com una valuosa avaluació objectiva de l'aptitud cardiorespiratòria de les persones durant l'exercici (Balagué et al., 2016; Garcia-Retortillo et al., 2017). Aquest enfocament introdueix noves possibilitats per al diagnòstic i la predicció d'estats de salut i rendiment en les PECP, inclosa la identificació de trastorns fisiològics o patologies i, el que és més important, la prevenció d'aturades cardíques (Kairiukstiene et al., 2020; Velicka et al., 2019).

Les tècniques de compressió dimensional, com l'ACP, redueixen l'alta dimensionalitat de les dades de sèries temporals a uns quants components, la qual cosa permet conèixer de manera més completa les dinàmiques individuals (Denis, 2016). Aquest enfocament s'alinea amb la perspectiva que aquestes anàlisis són més integradores i realistes que els indicadors fisiològics tradicionals que es basen en valors quantitatius aïllats i estàtics (Balagué et al., 2020; Garcia-Retortillo et al., 2017). A més, es pot destacar que els exercicis piramidals a intensitat submàxima ofereixen una informació molt rellevant sobre l'estat de l'aparell cardiorespiratori i

permeten evitar les proves a intensitat màxima, les quals poden plantejar certs riscos, especialment per a les persones adultes i inactives.

Aquest treball va presentar certes limitacions metodològiques i perspectives de recerca futures. Els estrictes criteris d'inclusió, que restringien la mida de la mostra a persones adultes inactives i sanes, van limitar la significació estadística dels resultats. Per validar aquests resultats preliminars, es justifica la realització de futurs estudis que augmentin la mida de la mostra i investiguin diversos grups d'edat i diferents estats de salut i forma física. En segon lloc, tenint en compte que aquest estudi va determinar les càrregues de treball basant-se únicament en el RPE, els futurs estudis haurien d'afegir altres indicadors objectius com ara la FC, o bé càrregues de treball predeterminades. Finalment, els estudis que es duguin a terme en el futur haurien de considerar la incorporació de la tensió arterial sistòlica i diastòlica a l'ACP, juntament amb altres variables cardiorespiratòries per integrar més variables rellevants.

Per acabar, encara que l'ACP com a tècnica de dimensió lineal està validada com una eina valuosa i sensible per detectar canvis cardiorespiratoris durant les PECP (Garcia-Retortillo et al., 2017), s'han d'explorar altres tècniques d'anàlisi de dades per plasmar la dinàmica no lineal de la CCR. En aquest sentit, no només poden ser interessants els mètodes d'ACP no lineals (Tenenbaum et al., 2000), sinó també altres anàlisis promogudes per la fisiologia de xarxes de l'exercici (Garcia-Retortillo et al., 2020; Garcia-Retortillo i Ivanov, 2022; Garcia-Retortillo et al., 2024; Montull et al., 2023; Vázquez et al., 2016).

Conclusió

El present estudi va demostrar que la coordinació cardiorespiratòria en persones adultes sanes i inactives augmentava durant la recuperació després de l'exercici. Els participants amb un nombre inferior de components principals en aquesta fase van mostrar una eficiència de recuperació i una eficàcia més grans de l'aparell cardiorespiratori. Per tant, la coordinació cardiorespiratòria es reforça com una variable biològica valuosa per proporcionar informació integradora i sensible sobre les proves d'esforç cardiopulmonar i, en conseqüència, sobre la forma física. A més, el protocol d'exercici piramidal a intensitat submàxima sembla que és una eina adequada per avaluar persones adultes i identificar possibles desregulacions cardiorespiratòries.

Agraïments

Volem donar les gràcies als participants per la seva disposició a contribuir a aquest estudi. Així mateix, agraïm al Departament de Ciències Fisiològiques de la Universitat de Barcelona la seva ajuda en la recollida de dades.

Referències

- Bahr, R., & Sejersted, O. M. (1991). Effect of intensity of exercise on excess postexercise O₂ consumption. *Metabolism - Clinical and Experimental*, 40(8), 836–841. [https://doi.org/10.1016/0026-0495\(91\)90012-L](https://doi.org/10.1016/0026-0495(91)90012-L)
- Balady, G. J., Arena, R., Sietsema, K., Myers, J., Coke, L., Fletcher, G. F., Forman, D., Franklin, B., Guazzi, M., Gulati, M., Keteyian, S. J., Lavie, C. J., MacKo, R., Mancini, D., & Milani, R. V. (2010). Clinician's Guide to Cardiopulmonary Exercise Testing in Adults. *Circulation*, 122(2), 191–225. <https://doi.org/10.1161/CIR.0B013E3181E52E69>
- Balagué, N., González, J., Javierre, C., Hristovski, R., Aragonés, D., Álamo, J., Niño, O., & Ventura, J. L. (2016). Cardiorespiratory coordination after training and detraining. A principal component analysis approach. *Frontiers in Physiology*, 7(35). <https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00035>
- Balagué, N., Hristovski, R., Almaraz, M., Garcia-Retortillo, S., & Ivanov, P. C. (2020). Network Physiology of Exercise: Vision and Perspectives. *Frontiers in Physiology*, 11, 611550. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.611550>
- Bartels, R., Prodel, E., Laterza, M. C., de Lima, J. R. P., & Peçanha, T. (2018). Heart rate recovery fast-to-slow phase transition: Influence of physical fitness and exercise intensity. *Annals of Noninvasive Electrocadiology*, 23(3), 1–7. <https://doi.org/10.1111/anec.12521>
- Binder, R. K., Wonisch, M., Corra, U., Cohen-Solal, A., Vanhees, L., Saner, H., & Schmid, J. P. (2008). Methodological approach to the first and second lactate threshold in incremental cardiopulmonary exercise testing. In *European Journal of Preventive Cardiology* (Vol. 15, Issue 6, pp. 726–734). <https://doi.org/10.1097/HJR.0b013e328304fed4>
- Cohen, J. (1988). Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences (2nd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203771587>
- Denis, D. J. (2016). *Applied Univariate, Bivariate, And Multivariate Statistics*. Wiley.
- Esquius, L., Garcia-Retortillo, S., Balagué, N., Hristovski, R., & Javierre, C. (2022). Physiological-and performance-related effects of acute olive oil supplementation at moderate exercise intensity. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s12970-019-0279-6>
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G., & Buchner, A. (2007). G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39(2), 175–191. <https://doi.org/10.3758/bf03193146>
- Garcia-Retortillo, S., Abenza, Ó., Vasileva, F., Balagué, N., Hristovski, R., Wells, A., Fanning, J., Kattula, J., & Ivanov, P. C. (2024). Age-related breakdown in networks of inter-muscular coordination. *GeroScience*, 1–25. <https://doi.org/10.1007/s11357-024-01331-9>
- Garcia-Retortillo, S., Gacto, M., O'Leary, T. J., Noon, M., Hristovski, R., Balagué, N., & Morris, M. G. (2019). Cardiorespiratory coordination reveals training-specific physiological adaptations. *European Journal of Applied Physiology*, 119(8), 1701–1709. <https://doi.org/10.1007/s00421-019-04160-3>
- Garcia-Retortillo, S., & Ivanov, P. C. (2022). Inter-muscular networks of synchronous muscle fiber activation. *Frontiers in Network Physiology*, 2, 1059793. <https://doi.org/10.3389/fnetp.2022.1059793>
- Garcia-Retortillo, S., Javierre, C., Hristovski, R., Ventura, J. L., & Balagué, N. (2017). Cardiorespiratory coordination in repeated maximal exercise. *Frontiers in Physiology*, 8(387). <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00387>
- Garcia-Retortillo, S., Javierre, C., Hristovski, R., Ventura, J. L., & Balagué, N. (2019). Principal component analysis as a novel approach for cardiorespiratory exercise testing evaluation. *Physiological Measurement*, 40(8), 1–8. <https://doi.org/10.1088/1361-6579/AB2CA0>
- Garcia-Retortillo, S., Rizzo, R., Wang, J. W. J. L., Sitges, C., & Ivanov, P. C. (2020). Universal spectral profile and dynamic evolution of muscle activation: a hallmark of muscle type and physiological state. *Journal of Applied Physiology*, 129(3), 419–441. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00385.2020>
- Gunnar Borg. (1998). Borg's perceived exertion and pain scales. *Human Kinetics*.
- Haken, H. (2000). *Information and Self-Organization. A Macroscopic Approach to Complex Systems*. Springer. <https://doi.org/10.1007/3-540-33023-2>
- Jolliffe, I. (2002). *Principal Component Analysis*. Springer-Verlag. <https://doi.org/10.1007/B98835>
- Kairiukstiene, Z., Poderiene, K., Velicka, D., Trinkunas, E., & Poderys, J. (2020). Analysis of ECG parameter dynamics which define fatigue and the functional state of athletes. *Medicina Dello Sport*, 73(1), 32–41. <https://doi.org/10.23736/S0025-7826.20.03515-2>
- Krivoshchekov, S. G., Uryumtsev, D. Y., Gulyaeva, V. V., & Zinchenko, M. I. (2021). Cardiorespiratory Coordination in Acute Hypoxia in Runners. *Human Physiology*, 47(4), 80–90. <https://doi.org/10.1134/S0362119721030087>
- Meglen, R. R. (1991). Examining large databases: A chemometric approach using principal component analysis. *Journal of Chemometrics*, 5(3), 163–179. <https://doi.org/10.1002/CEM.1180050305>
- Molkov, Y., Zoccal, D., Baeky, D., Abdala, A., Machado, B., Dick, T., Paton, J., & Rybak, I. (2014). Physiological and pathophysiological interactions between the respiratory central pattern generator and the sympathetic nervous system. *Progress in Brain Research*, 121(1), 1–23. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63488-7.00001-X>
- Montull, L., Abenza, O., Hristovski, R., & Balagué, N. (2023). Hysteresis Area of Psychobiological Variables. A New Non-Invasive Biomarker of Effort Accumulation? *Apunts Educació Física y Deportes*, 152, 55–61. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2023/2\).152.06](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2023/2).152.06)
- Montull, L., Vázquez, P., Hristovski, R., & Balagué, N. (2020). Hysteresis behaviour of psychobiological variables during exercise. *Psychology of Sport and Exercise*, 48(August 2019), 101647. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2020.101647>
- Naudts, J. (2005). Boltzmann entropy and the microcanonical ensemble. *Europhysics Letters*, 69(5), 719–724. <https://doi.org/10.1209/epl/i2004-10413-1>
- Oviedo, G. R., Garcia-Retortillo, S., Carbó-Carreté, M., Guerra-Balic, M., Balagué, N., Javierre, C., & Guàrdia-Olmos, J. (2021). Cardiorespiratory Coordination During Exercise in Adults With Down Syndrome. *Frontiers in Physiology*, 12. <https://doi.org/10.3389/FPHYS.2021.704062>
- Pocock, G., Richards, C. D., & Richards, D. A. (2013). *Human Physiology*. Springer Science & Business Media.
- Qammar, N. W., Orinaitė, U., Šiaučūnaitė, V., Vainoras, A., Šakalytė, G., & Ragulskis, M. (2022). The Complexity of the Arterial Blood Pressure Regulation during the Stress Test. *Diagnostics*, 12(5). <https://doi.org/10.3390/diagnostics12051256>
- Romero, S. A., Minson, C. T., & Halliwill, X. R. (2017). The cardiovascular system after exercise. *Journal of Applied Physiology*, 122(4), 925–932. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00802.2016>
- Seely, A. J. E., & Macklem, P. (2012). Fractal variability: An emergent property of complex dissipative systems. *Chaos*, 22(1), 19–22. <https://doi.org/10.1063/1.3675622>
- Tenenbaum, J. B., De Silva, V., & Langford, J. C. (2000). A Global Geometric Framework for Nonlinear Dimensionality Reduction. *Science*, 290(5500), 2319–2323. <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.290.5500.2319>
- Vázquez, P., Hristovski, R., & Balagué, N. (2016). The path to exhaustion: Time-variability properties of coordinative variables during continuous exercise. *Frontiers in Physiology*, 7, 37. <https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00037>
- Velicka, D., Kairiukstiene, Z., Poderiene, K., Vainoras, A., & Poderys, J. (2019). Interaction between cardiac functional indices during incremental exercise test reveals the peculiarities of adaptation to exercising. *Medicina (Lithuania)*, 55(7), 1–9. <https://doi.org/10.3390/medicina55070314>
- Zebrowska, M., Garcia-Retortillo, S., Sikorski, K., Balagué, N., Hristovski, R., Casimiro, J., & Petelczyc, M. (2020). Decreased coupling among respiratory variables with effort accumulation. *Europhysics Letters*, 132(2), 1–7. <https://doi.org/10.1209/0295-5075/132/28001>

Conflicte d'interessos: les autories no han comunicat cap conflicte d'interessos.



© Copyright Generalitat de Catalunya (INEFC). Aquest article està disponible a l'URL <https://www.revista-apunts.com/ca/>. Aquest treball està publicat sota una llicència Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. Les imatges o qualsevol altre material de tercers d'aquest article estan inclosos a la llicència Creative Commons de l'article, tret que s'indiqui el contrari a la línia de crèdit; si el material no s'inclou sota la llicència Creative Commons, els usuaris hauran d'obtenir el permís del titular de la llicència per reproduir el material. Per veure una còpia d'aquesta llicència, visiteu <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.ca>



Predictors i motius d'abandonament en curses de muntanya de llarga distància

Sílvia Puigarnau^{1*} , Neus Guinovart, Itziar Urquijo²  i Saul Alcaraz^{1*} 

¹ Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya, Universitat de Lleida (Espanya).

² Deusto Sport & Society, Universitat de Deusto, Bilbao (Espanya).

Citació

Puigarnau, S., Guinovart, N., Urquijo, I. & Alcaraz, S. (2025). Predictors and reasons for dropping out of long-distance mountain races. *Apunts Educación Física y Deportes*, 159, 10-17. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2025/1\).159.02](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2025/1).159.02)



Editat per:

© Generalitat de Catalunya
Departament d'Esports
Institut Nacional d'Educació
Física de Catalunya (INEFC)

ISSN: 2014-0983

*Correspondència:

Sílvia Puigarnau
spuigarnau@gencat.cat

Secció:

Activitat física i salut

Idioma de l'original:

Castellà

Rebut:

10 de juliol de 2024

Acceptat:

26 de setembre de 2024

Publicat:

1 de gener de 2025

Coberta:

Laura Kluge lluita pel disc en el partit entre Alemanya i Hongria durant l'Eishockey Deutschland Cup, a Landshut, Alemanya, el 9 de novembre de 2024. © IMAGO/ActionPictures/laforoteca.com

Resum

S'observa un interès creixent en la participació en curses de muntanya de llarga distància. Per superar aquestes proves, s'han de tenir en compte diferents factors, no només fisiològics, sinó també mentals i estratègics. Ha ver de gestionar tants factors possiblement explica els alts percentatges d'abandonament. L'objectiu principal d'aquest estudi va ser analitzar els predictors de l'abandonament en les curses de muntanya de llarga distància i conèixer els motius d'abandonament dels participants en les modalitats de la Ultratrail de Canfranc-Canfranc (2023) i Val d'Aran by UTMB (2023). El percentatge d'abandonament entre els participants va ser del 32.7 %. Els predictors resultants van ser tenir males sensacions prèvies a la cursa i competir en la distància més llarga. En analitzar els motius d'abandonament, els principals van ser la meteorologia adversa, l'aparició de fatiga impossibilitant, les lesions durant la cursa, altres factors vinculats al rendiment i les malalties i malestar estomacal. Els nostres resultats posen de manifest la importància de la preservació de la salut com un aspecte fonamental de l'abandonament en les curses de muntanya de llarga distància.

Paraules clau: abandonament, esports de resistència, supervivència, ultratrail.

Introducció

En el context de l'auge de les curses de muntanya (Venero, 2007), en els últims anys s'ha observat un interès creixent per les competicions de llarga distància, tant a nivell amateur com professional (Cejka et al., 2014). Aquests esdeveniments desafiadors (Scheer, 2019) atreuen esportistes que volen posar a prova els seus límits físics i mentals (Belval et al., 2019) i la seva capacitat de planificació estratègica. No obstant això, de vegades aquesta combinació no és suficient per fer front a tots els reptes de la cursa i la persona participant acaba abandonant. L'estudi dels motius i els factors involucrats en l'abandonament és essencial per desentranyar les complexitats de les experiències dels corredors i corredores i el seu rendiment en aquest tipus de proves.

Les característiques d'aquest tipus de curses preocupen cada cop més els professionals del sector, que han de vetllar per la seguretat dels i les participants (Glick et al., 2015). Per això, es requereix un enfocament integral (Lepers i Cattagni, 2012) que estudiï els aspectes físics, mentals i estratègics relacionats amb l'èxit en aquestes proves (Balducci et al., 2017). En aquest sentit, segons Millet et al. (2012), és clau maximitzar la capacitat aeròbica, planificar estratègicament, desenvolupar la fortalesa mental, gestionar la recuperació, i adaptar-se a les condicions meteorològiques i del terreny. D'acord amb Méndez-Alonso et al. (2021), el perfil de les persones que participen en curses de llarga distància sol estar definit per la duresa mental, la resiliència i la passió no obsessiva. Així mateix, haurà de disposar d'altres capacitats cardiovasculars, musculoesquelètiques i mentals, un alt coneixement del seu cos i una previsió i estratègia de cursa ben treballades.

Segons Philippe et al. (2016), l'abandonament en curses de llarga distància és habitual. En aquest estudi, van identificar set etapes representatives que porten a l'abandonament: sentir dolor, interpretar aquestes sensacions, adaptar l'estil de cursa, intentar solucionar el problema, deixar-se influir per altres corredors, avaluar la situació i, finalment, decidir retirar-se. Posteriorment, Philippe et al. (2017) van analitzar en quin moment de la cursa es produïen aquestes seqüències: 46.2 % en avituallaments, 35.6 % en ascensos i menys del 20 % en descensos. Així mateix, també van relacionar el terreny de més dificultat amb més abandonaments.

Complementàriament, Bordás i Fruchart (2023) van aportar una perspectiva interessant sobre el model de decisió en circumstàncies adverses en curses de muntanya. Aquests autors van trobar que l'avaluació en temps real de l'esforç i el plaer experimentats influeix en la decisió de reduir,

augmentar o mantenir el ritme. Aquesta avaluació constant podria ser crucial per comprendre els motius que hi ha darrere de la decisió d'abandonar.

En relació amb els factors vinculats a l'abandonament, destaquem els factors psicològics, els relacionats amb la salut i els relacionats amb els estats de vitalitat. Des del vessant psicològic, Méndez-Alonso et al. (2021) van observar que aspectes com la resistència mental, la tenacitat i la passió per aquesta disciplina esportiva estaven relacionats positivament amb el fet de finalitzar les curses. Aquests resultats van en la línia dels de Corrion et al. (2018), que van trobar que l'autoeficàcia i disposar d'estratègies d'afrontament basades en el suport social eren factors protectors de l'abandonament, mentre que les estratègies d'afrontament basades en l'evitació estaven relacionades positivament amb el fet d'abandonar la cursa.

Un altre dels factors clau per explicar l'abandonament està relacionat amb el fet de preservar la salut. En aquest sentit, si la cerca de salut emergeix com un motivador fonamental de participació, l'absència d'aquesta, o el temor al seu deteriorament durant la cursa, poden conduir a la decisió de retirar-se. Així, aquesta interrelació risc-salut ressalta la complexitat de les decisions en aquest context (Chambers i Poidomani, 2022).

Complementàriament, Rochat et al. (2017) van examinar els estats de vitalitat (*vitality states*) durant les curses de muntanya. Aquests fan referència a les diferents condicions que experimenten els corredors i corredores. Van destacar tres tipus principals d'estats: preservació, pèrdua i reactivació de la vitalitat. Els autors van observar diferències significatives en l'evolució d'aquests estats al llarg de la cursa entre els corredors que la van finalitzar i els que no. Així, van assenyalar la importància de saber adaptar-se i modificar-los per completar la cursa de muntanya.

La recerca prèvia principalment ha emprat metodologia qualitativa per estudiar els factors de l'abandonament en curses de muntanya i ha brindat una comprensió detallada de les experiències dels participants en aquests esdeveniments competitiu. Tot i així, per complementar aquesta recerca, és necessari desenvolupar estudis que analitzin els factors involucrats en la probabilitat de retirar-se i que quantifiquin els motius principals d'abandonament. Per això, l'objectiu principal d'aquest estudi és analitzar els predictors de l'abandonament de la cursa per part dels i les corredors de curses de muntanya de llarga distància. Complementàriament, com a objectiu secundari, plantegem conèixer els motius d'abandonament de les persones participants, distingint a més entre proves de tres distàncies diferents.

Mètode

Participants

La mostra d'aquest estudi va estar composta per un total de 211 participants ($M_{\text{edat}} = 44.5$ anys, $DE = 8.7$; 88.6 % homes) en les curses Val d'Aran by UTMB ($n = 80$) i Canfranc-Canfranc ($n = 131$). Les persones participants van indicar que competien a nivell amateur ($n = 164$; 77.7 %) i semiprofessional ($n = 47$; 22.3 %), i que portaven una mitjana de 7.5 temporades completes ($DE = 5.1$) competint en curses de muntanya. A Val d'Aran by UTMB es van analitzar tres distàncies: curta (55 km i 3,700 m+), mitjana (110 km i 6,400 m+) i llarga (163 km i 10,000 m+). Es va aplicar la mateixa distinció a Canfranc-Canfranc: distància curta (45 km i 3,700 m+), mitjana (70 km i 6,100 m+) i llarga (100 km i 8,848 m+). Totes aquestes proves són considerades de llarga distància. Les persones participants es van distribuir de la manera següent: distància curta $n = 88$ (41.7 %), distància mitjana $n = 56$ (26.5 %) i distància llarga $n = 67$ (31.8 %).

Instruments

Es va generar un instrument *ad hoc* per recollir les dades sobre els predictors i motius d'abandonament en curses de muntanya. Aquest qüestionari va permetre recollir, en primer lloc, informació sobre les característiques dels participants (i. e., sexe, edat, nivell atlètic), la seva preparació (i. e., hores d'entrenament, lesions durant la temporada) i la seva experiència en curses de muntanya (i. e., anys practicant l'esport, nivell competitiu, curses fetes durant la temporada, curses prèvies en les quals havien abandonat). A continuació, se'ls va preguntar si havien abandonat la competició i, en cas afirmatiu, el motiu o motius que van portar a aquesta decisió. El qüestionari es va administrar de manera virtual, mitjançant l'eina Google Forms.

Procediment

El procediment seguit en l'estudi sobre predictors i motius d'abandonament en curses de muntanya es va dividir en tres passos. En primer lloc, l'estudi va ser dissenyat sota els principis de la Declaració de Hèlsinki i va ser aprovat pel Comitè d'Ètica de l'Hospital Arnau de Vilanova (1665). A continuació, es va contactar amb les comissions organitzadores de les proves Val d'Aran by UTMB i Canfranc-Canfranc per explicar-los el propòsit de l'estudi i coordinar la recollida de dades. Aquest contacte es va fer tres mesos abans de la celebració de cada prova. Una vegada

obtinguda l'aprovació per part de les organitzacions, es va acordar que l'equip de recerca enviaria un correu electrònic recordatori una setmana abans de cada cursa. Finalment, es va convidar a participar en l'estudi els corredors i corredores que van prendre part en les dues curses en les distàncies descrites anteriorment. Per a això, una vegada finalitzades les competicions, les organitzacions van enviar un correu electrònic amb una breu introducció que explicava els objectius de l'estudi i les instruccions per completar els qüestionaris. La primera pàgina del qüestionari incloïa el consentiment informat. Una setmana després d'aquest primer contacte organització-corredor, es va enviar un altre correu electrònic recordatori animant a participar tots aquells que no havien participat la primera vegada.

Anàlisi de dades

L'anàlisi de dades es va desenvolupar seguint una estructura de tres passos, tots ells mitjançant el programa estadístic SPSS v. 26. En primer lloc, vam analitzar les dades de manera descriptiva, amb mitjanes i desviacions estàndard per a les variables quantitatives, i freqüències i percentatges per a les variables categòriques. Aquesta anàlisi preliminar va servir també per analitzar els valors perduts.

En segon lloc, per abordar l'objectiu principal d'aquest estudi i així conèixer els predictors de l'abandonament de la competició, vam analitzar les possibles diferències entre les persones que van abandonar la cursa i les que no, mitjançant proves χ^2 (variables categòriques) i proves t (variables contínues). A continuació, les variables que van diferir significativament entre les persones que van abandonar i les que no a nivell bivariat ($p < .05$) es van introduir en un model de regressió logística binària per identificar els factors associats de manera independent amb la probabilitat d'abandonar la cursa. L'anàlisi de la regressió logística binària es va fer amb un procediment esglaonat cap endavant (criteri d'entrada $p < .05$, criteri d'eliminació $p > .10$).

En tercer i últim lloc, i per tal de donar resposta a l'objectiu secundari, vam analitzar els motius d'abandonament. Per a això, primer vam classificar els diferents motius partint de les respostes a la pregunta oberta, i vam obtenir les categories següents: Meteorologia, Lesió durant la cursa, Lesió prèvia a la cursa, Fatiga, Factors mentals, Rendiment i Malaltia i malestar estomacal. A continuació, vam obtenir les freqüències i percentatges per a cada tipus de motiu d'abandonament. Complementàriament, vam analitzar la freqüència i el percentatge de cada motiu per als tres tipus de competició: distància curta, distància mitjana i distància llarga.

Resultats

Objectiu principal: predictors de l'abandonament

Comparació entre participants que abandonen i els que no abandonen

L'anàlisi preliminar de les dades va revelar un percentatge de valors perduts inferior al 5 % per a totes les variables, la qual cosa no va tenir conseqüències en les anàlisis posteriors.

Del total de les persones participants, 69 van abandonar la competició (32.7 %). Tal com es pot observar a la Taula 1, vam trobar diferències estadísticament significatives entre les persones que van abandonar la competició i les que no en tres variables diferents. Així, les persones que van abandonar la cursa van reportar amb més proporció la falta de bones sensacions a la línia de sortida (23.2 % vs. 12.0 % en les que no van abandonar), que competien majoritàriament en la modalitat més llarga (53.6 % vs. 21.1 % en les que no van abandonar) i que portaven més temporades competint en curses de muntanya (8.6 vs. 7.0 en les que no van abandonar).

Taula 1

Comparacions entre les persones que abandonen o no les curses.

Variable	Participants que no abandonen	Participants que abandonen	Comparació (χ^2 o T-test)
Sexe, n (%)			
Homes	127 (89.4 %)	60 (87 %)	NS
Dones	15 (10.6 %)	9 (13 %)	
Nivell esportiu, n (%)			
Amateur	111 (78.2 %)	53 (76.8 %)	NS
Semiprofessional	31 (21.8 %)	16 (23.2 %)	
Bones sensacions abans de la cursa, n (%)			
No	17 (12 %)	16 (23.2 %)	$p = .044$
Sí	125 (88 %)	53 (76.8 %)	
Modalitat de cursa, n (%)			
Curta	73 (51.4 %)	15 (21.7 %)	$p < .001$
Mitjana	39 (27.5 %)	17 (24.6 %)	
Llarga	30 (21.1 %)	37 (53.6 %)	
Lesions durant la temporada, n (%)			
No	91 (64.1 %)	46 (66.7 %)	NS
Sí	51 (35.9 %)	23 (33.3 %)	
Abandonament en curses prèvies de la temporada, n (%)			
No	118 (83.1 %)	50 (72.5 %)	$p = .072$
Sí	24 (16.9 %)	17.5 (27.5 %)	
Edat, M (DE)	44.3 (8.5)	44.8 (9)	NS
Temporades competint en curses de muntanya, M (DE)	7.0 (4.8)	8.6 (5.5)	$p = .032$
Nombre de curses prèvies en la temporada, M (DE)	4.5 (3.7)	4 (3.1)	NS
Hores d'entrenament setmanal, M (DE)	8.1 (4.1)	8.9 (4.4)	NS

Nota. NS = Prova no significativa ($p > .05$)

Predictors de l'abandonament

Les tres variables que en el pas previ havien mostrat diferències significatives entre les persones que havien abandonat la cursa i les que no van ser introduïdes com a predictores de l'abandonament en el model de regressió logística binària. A més, es va introduir com a variable predictora l'abandonament en curses prèvies durant la temporada, amb un valor de $p = .072$ en la comparació bivariada. Tal com es pot observar a la Taula 2, els predictors estadísticament significatius en la regressió logística binària (prova d'Hosmer i Lemeshow: $\chi^2(3) = 0.955$, $p = .812$; R^2 de Nagelkerke = .189) van ser, en positiu, la falta de bones sensacions abans de la cursa (OR = 2.645; 95 % IC = 1.154 - 6.061) i, en negatiu, competir en la distància curta (OR = 0.154; 95 % IC = 0.072 - 0.328) i en la distància mitjana (OR = 0.364; 95 % IC = 0.171 - 0.774), en comparació amb la distància llarga.

Objectiu complementari: comparació dels motius d'abandonament entre corredors i corredors

Tal com es pot observar a la Taula 3, el principal motiu d'abandonament va ser la meteorologia (37.7 %), tant per a la mostra en general com per a les persones participants de les proves de distància mitjana i llarga. En el cas de les persones participants en les distàncies curtes, el principal

motiu d'abandonament va estar vinculat a les malalties i el malestar estomacal. Complementàriament, altres dels motius més assenyalats de l'abandonament de la competició van ser tenir una lesió durant la cursa (23.2 %), els efectes de la fatiga (20.3 %) i causes relacionades amb el rendiment (17.4 %), com no passar un punt de tall a temps o no estar content amb l'acompliment propi.

Discussió

El present estudi ha analitzat els factors predictors de l'abandonament en les curses de muntanya de llarga distància, així com els motius que porten a prendre la decisió d'abandonar. Els nostres resultats mostren que la falta de bones sensacions a l'inici de la cursa i el fet de competir en les distàncies més llargues són predictors de l'abandonament. Complementàriament, el nostre estudi destaca que la meteorologia adversa, les malalties i el malestar estomacal, les lesions durant la cursa, els efectes de la fatiga i les causes relacionades amb el rendiment tenen un paper crucial en la determinació d'abandonar una cursa d'aquestes característiques. Globalment, els nostres resultats permeten endinsar-se en el fenomen de l'abandonament en les curses de muntanya, quantificant-ne els predictors i motius, i identificant la preservació de la salut com un aspecte fonamental de l'abandonament en aquest tipus de proves.

Taula 2

Predictors de l'abandonament de la cursa de muntanya.

	B	Wald χ^2	p	OR	95 % IC
Bones sensacions abans de la cursa	0.973	5.285	.022	2.645	1.154 - 6.061
Distància curta (vs. llarga)	-1.870	23.527	0	0.154	0.072 - 0.328
Distància mitjana (vs. llarga)	-1.011	6.883	.009	0.364	0.171 - 0.774
Constant	0.063	0.061	.805	1.065	

Nota. OR = Odds ratio; IC = Interval de confiança per a l'OR.

Taula 3

Descripció dels motius d'abandonament.

Motiu d'abandonament	Mostra completa	Distància curta	Distància mitjana	Distància llarga
Meteorologia	26 (37.7 %)	2 (13.3 %)	8 (47.1 %)	16 (43.2 %)
Lesió durant la cursa	16 (23.2 %)	3 (20 %)	4 (23.5 %)	9 (24.3 %)
Lesió prèvia a la cursa	5 (7.2 %)	1 (6.7 %)	0 (0 %)	4 (10.8 %)
Fatiga	14 (20.3 %)	3 (20 %)	1 (5.9 %)	10 (27 %)
Factors mentals	3 (4.3 %)	2 (13.3 %)	1 (5.9 %)	0 (0 %)
Rendiment	12 (17.4 %)	3 (20 %)	3 (17.6 %)	6 (16.2 %)
Malaltia i malestar estomacal	9 (13 %)	4 (26.7 %)	3 (17.6 %)	2 (5.4 %)

Nota. NS = Prova no significativa ($p > .05$)

La preservació de la salut sembla que exerceix un paper fonamental com a predictor de l'abandonament, a través de l'absència de bones sensacions abans de competir, i també com a motiu d'abandonament. Així, malgrat la voluntat de molts corredors d'apuntar-se a curses de llarga distància per superar reptes esportius, per als quals poden estar prou preparats o no, del nostre estudi s'infereix que la presa de la decisió d'abandonar està relacionada amb el fet d'evitar situacions que podrien empitjorar la seva salut. En aquest sentit, investigacions prèvies han subratllat la importància de mantenir un equilibri entre el desafiament esportiu i la preservació de la salut (Chambers i Poidomani, 2022). Així mateix, aquest resultat està estretament relacionat amb el canvi de paradigma que s'està vivint dins de la pràctica esportiva en els últims temps. Si bé tradicionalment el focus estava orientat cap al rendiment, avui dia són molts els estudis que prioritzen l'anàlisi de factors relacionats amb el benestar de l'esportista en la seva globalitat (Thuany et al., 2023; Le Goff et al., 2021). Això s'aguditzava encara més si és possible en el cas de corredors d'ultradistància ja que és una pràctica cada vegada més habitual en la qual s'exposen a contextos molt demandants (Jaenes et al., 2022; Rose et al., 2023) i segurament no saludables (Scheer et al. 2021) que propicien l'aparició de lesions (Hoffman i Krishnan, 2014).

Predictors de l'abandonament en les curses de muntanya de llarga distància

Les sensacions experimentades a l'inici de la cursa sembla que exerceixen un paper fonamental en el procés de prendre la decisió d'abandonar. Aquestes sensacions són molt personals i involucren una valoració d'aspectes tant inespecífics (p. ex., valoració d'expectatives) com més concrets (p. ex., presència vs. absència de molèsties). Aquests resultats poden ajudar a completar la successió de seqüències descrita per Philippe et al. (2016), afegint-hi la importància de les sensacions experimentades abans de la cursa. Complementàriament, els nostres resultats també es poden relacionar amb els estats de vitalitat experimentats durant la cursa descrits per Rochat et al. (2017). En aquest sentit, és possible que la falta de bones sensacions abans de la cursa pugui estar relacionada amb estats de pèrdua de vitalitat, vinculats a l'abandonament. Així mateix, és possible que les expectatives sobre la cursa influeixin en les sensacions experimentades abans d'aquesta. La vinculació d'aquests resultats amb els del present estudi ens fan proposar que una anàlisi de la realitat que estigui ajustada a la situació, una identificació correcta de quins indicadors permeten avaluar les sensacions prèvies a la cursa d'una manera adequada i una relativització de les sensacions podrien ajudar a minimitzar l'impacte que tenen aquestes males sensacions en la probabilitat d'abandonar.

Quant a la distància de la cursa, s'ha observat que en les de distància superior és en les que s'incrementa l'abandonament.

Això podria ser degut a l'augment de la durada i de la demanda cognitiva, motivacional i emocional que requereixen les proves d'aquestes característiques i del mateix increment de percepció d'esforç i fatigabilitat que experimenta el corredor (Berger et al., 2024). D'altra banda, s'han relacionat els corredors de llarga distància amb factors psicològics com ara la perfecció. Per aquesta raó podem associar l'abandonament al fet de mantenir estratègies d'autoprotecció per evitar el fracàs social i personal (Curtis i Hutchinson, 2022), quan no estan rendint al nivell esperat.

Motius d'abandonament en les curses de muntanya de llarga distància

D'acord amb els nostres resultats, la preservació de la salut també va estar vinculada directament o indirectament amb molts dels motius d'abandonament indicats per les persones participants. Així, el principal motiu d'abandonament va ser per causes meteorològiques adverses. A nivell fisiològic, les condicions adverses poden comportar risc per a la salut (p. ex., augment o disminució de la temperatura corporal, canvi en la tensió arterial.). A nivell afectiu i cognitiu, poden comportar un desgast més gran i una anticipació a la presa de decisions, com ara l'abandonament (Peng et al., 2023; Próchniak i Próchniak, 2020; Wagner et al., 2019).

En els nostres resultats, les lesions durant la cursa, o les prèvies a aquesta, van ser un altre motiu important d'abandonament. En aquest sentit, Hespanhol et al. (2017) van revelar una prevalença mitjana de lesions relacionades amb la cursa a peu per muntanya, entre les quals les de sobrecàrrega eren més comunes que les agudes. Dels nostres resultats es dedueix la importància de dissenyar programes de prevenció de lesions que cuidin la salut de les persones participants (p. ex., Vincent et al., 2022). Complementàriament, els nostres resultats també indiquen una prevalença més gran dels motius d'abandonament relacionats amb les lesions en les distàncies més llargues. Sobre aquest resultat, és rellevant tenir en compte l'estudi d'Hoffman i Fogard (2011), en el qual van destacar que la incidència de la lesió no estava directament relacionada amb la distància de cursa, sinó amb la pràctica general d'ultradistància i, per tant, amb més hores d'entrenament.

Altres dels motius principals d'abandonament vinculats a la salut són els relacionats amb la fatiga. En aquesta línia, l'estudi de Temesi et al. (2021) reforça la hipòtesi que la fatiga central pot exercir un paper crucial en la disminució del rendiment dels corredors, particularment en esdeveniments de més durada. Tot i així, l'estudi d'Hoffman i Fogard (2011) indica que la fatiga influeix en el rendiment dels corredors, però no es registra com a causa principal de retirada. Tenint en compte que l'evidència no és del tot clara, creiem important que futurs estudis aprofundeixin en els desencadenants de l'aparició de la fatiga percebuda. Per exemple, se sap que una estratègia inadequada d'ingesta i hidratació en aquest tipus

de proves pot afavorir l'aparició de la fatiga i empitjorar el rendiment (Hargreaves et al., 2004; Jeukendrup et al. 2011; King et al., 2018), la qual cosa podria portar a l'abandonament.

Aplicacions pràctiques

Pel que fa a les aplicacions pràctiques, d'una banda, el nostre estudi permet identificar els principals factors i motius relacionats amb l'abandonament en curses de muntanya de llarga distància. Gràcies a aquests resultats, els professionals de les diferents àrees científiques involucrades en aquest esport (p. ex., fisiologia, psicologia, nutrició) poden dissenyar i aplicar pautes de prevenció i d'intervenció que abordin cada un dels motius identificats des d'una perspectiva integral. D'altra banda, el nostre estudi destaca la salut com una variable que té un paper fonamental, tant directament com indirectament, en la presa de la decisió d'abandonar una cursa d'aquestes característiques. Creiem que aquest resultat pot ser d'especial interès per a l'organització d'esdeveniments i circuits de curses de muntanya, atès que posa el focus en el fet d'equilibrar la sensació del repte inherent a aquest tipus de proves amb la preservació de la salut i la seguretat de les persones participants.

Limitacions i recerca futura

Malgrat les aportacions de l'estudi, és necessari assenyalar dues limitacions principals. D'una banda, els motius d'abandonament es van codificar a partir d'una pregunta oberta. Si bé plantejar la pregunta d'aquesta manera va permetre a les persones participants explicar amb més detall els motius del seu abandonament, aquesta circumstància va implicar que fos l'equip investigador qui classifiqués aquests motius en les categories que es van analitzar posteriorment. I, en segon lloc, és necessari assenyalar el caràcter situacional de la mostra analitzada, atès que recull una part de la totalitat de persones que van abandonar les curses de Val d'Aran by UTMB i Canfranc-Canfranc, i que les dades recollides poden estar influïdes per les característiques concretes d'aquests esdeveniments competitiu (p. ex., tipus de terreny, perfil topogràfic, condicions del dia de la prova). Per això, animem que les futures investigacions analitzin els predictors i motius d'abandonament en proves amb característiques diferents que complementin els resultats del present estudi.

A més, suggerim dues futures línies de recerca complementàries. En primer lloc, proposem analitzar les diferències individuals dels corredors, contextualitzant la problemàtica des d'una visió integral. Per exemple, a nivell psicològic, es podrien incorporar la gestió de les emocions, la personalitat i la fortalesa mental, ja que alguns estudis previs han assenyalat que poden ser determinants (De la Vega et al., 2011). Així mateix, seria interessant analitzar la qualitat

percebuda de la cursa, la qual cosa portaria a considerar factors com ara el valor percebut, la infraestructura logística o els serveis complementaris (Madruga-Vicente et al., 2021). En segon lloc, creiem que l'estudi de l'abandonament es beneficiaria d'un enfocament metodològic que permetés monitorar l'experiència dels corredors i corredores durant la prova. En aquest sentit, la tecnologia *wearable*, com els dispositius de monitoratge fisiològic i de rendiment, podria ser de molta ajuda per tenir informació objectiva sobre factors involucrats en la gestió de l'esforç, l'estratègia de cursa i la presa de decisions.

Conclusió

D'acord amb el nostre coneixement, aquest és el primer estudi que ha analitzat els predictors de l'abandonament de curses de muntanya de llarga distància. Concretament, la nostra investigació mostra com una distància i desnivell de la prova més grans, així com la falta de bones sensacions abans de competir, estan relacionades amb una probabilitat més gran d'abandonar la cursa. Complementàriament, els nostres resultats destaquen la meteorologia, les lesions, la fatiga i el fet de no rendir com s'esperava com a motius que expliquen l'abandonament de les curses de muntanya. D'aquesta manera, del nostre estudi s'infereix la importància d'equilibrar el desafiament esportiu amb la prevenció de la salut per optimitzar l'experiència en curses de llarga distància i fomentar una participació segura i sostenible en aquest tipus d'esdeveniments esportius.

Agraïments

A les organitzacions de les curses Val d'Aran by UTMB i Canfranc-Canfranc, per la seva participació en l'estudi. Van facilitar la recopilació de dades i van garantir la qualitat de la nostra investigació. Als participants, pel seu compromís a respondre les nostres qüestions, proporcionant dades i experiències valuoses que van enriquir el nostre treball de recerca.

Referències

- Balducci, P., Cléménçon, M., Trama, R., Blache, Y., & Hautier, C. (2017). Performance Factors in a Mountain Ultramarathon. *International Journal of Sports Medicine*, 38(11), 819–826. <https://doi.org/10.1055/s-0043-112342>
- Belval, L. N., Hosokawa, Y., Casa, D. J., Adams, W. M., Armstrong, L. E., Baker, L. B., Burke, L., Cheuvront, S., Chiampas, G., González-Alonso, J., Huggins, R. A., Kavouras, S. A., Lee, E. C., McDermott, B. P., Miller, K., Schlader, Z., Sims, S., Stearns, R. L., Troyanos, C., & Wingo, J. (2019). Practical Hydration Solutions for Sports. *Nutrients*, 11(7), 1550. <https://doi.org/10.3390/nu11071550>
- Berger, N. J., Best, R., Best, A. W., Lane, A. M., Millet, G. Y., Barwood, M., Marcora, S., Wilson, P. & Bearden, S. (2024). Limits of ultra: towards an interdisciplinary understanding of ultra-endurance running performance. *Sports Medicine*, 54(1), 73–93. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01936-8>

- Bordás, A., & Fruchart, É. (2023). Pacing strategy in trail running: A cognitive subtractive model of the affective balance between effort and pleasure? *Psychology of Sport and Exercise*, 67, 102409. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2023.102409>
- Cejka, N., Rüst, C. A., Lepers, R., Onywera, V., Rosemann, T., & Knechtle, B. (2014). Participation and performance trends in 100-km ultramarathons worldwide. *Journal of Sports Sciences*, 32(4), 354–366. <https://doi.org/10.1080/02640414.2013.825729>
- Chambers, T. P., & Poidomani, J. (2022). “Like Nothing I’ve Seen Before”: A Qualitative Inquiry Into the Lived Experience of Competing in a Trail Running Event. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.817685>
- Corrión, K., Morales, V., Bergamaschi, A., Massiera, B., Morin, J.-B., & d’Arripe-Longueville, F. (2018). Psychosocial factors as predictors of dropout in ultra-trailers. *PLoS ONE*, 13(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206498>
- Curtis, D., & Hutchinson, J. (2022). Preserving perfectionism: The relationship between perfectionism and self-handicapping in distance runners. *SportRxiv*, 46(2), 15–28. <https://doi.org/10.51224/SRXIV.193>
- De la Vega, R., Rivera, O., & Ruiz, R. (2011). Personalidad Resistente en Carreras de Fondo: comparativa entre ultra fondo y diez kilómetros. *Revista de Psicología del Deporte*, 20(2), 445–454. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=235122167014>
- Glick, J., Rixe, J., Spurkeland, N., Brady, J., Silvius, M., & Olympia, R. P. (2015). Medical And Disaster Preparedness of US Marathons. *Prehospital and Disaster Medicine*, 30(4), 344–350. <https://doi.org/10.1017/S1049023X15004859>
- Hargreaves, M., Hawley, J. A., & Jeukendrup, A. (2004). Pre-exercise carbohydrate and fat ingestion: effects on metabolism and performance. *Journal of Sports Sciences*, 22(1), 31–38. <https://doi.org/10.1080/0264041031000140536>
- Hespanhol Junior, L. C., van Mechelen, W., & Verhagen, E. (2017). Health and Economic Burden of Running-Related Injuries in Dutch Trailrunners: A Prospective Cohort Study. *Sports Medicine*, 47(2), 367–377. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0551-8>
- Hoffman, M. D., & Fogard, K. (2011). Factors Related to Successful Completion of a 161-km Ultramarathon. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(1), 25–37. <https://doi.org/10.1123/ijsp.6.1.25>
- Hoffman, M. D. & Krishnan, E. (2014). Health and Exercise-Related Medical Issues among 1,212 Ultramarathon Runners: Baseline Findings from the Ultrarunners Longitudinal TRacking (ULTRA) study. *PLoS ONE* 9(1): e83867. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0083867>
- Jaenes, J. C., Alarcón, D., Trujillo, M., Méndez-Sánchez, M. D. P., León-Guereño, P., & Wilczynska, D. (2022). A Moderated Mediation Model of Wellbeing and Competitive Anxiety in Male Marathon Runners. *Frontiers in Psychology*, 13, 800024. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.800024>
- Jeukendrup, A. E., & McLaughlin, J. (2011). Carbohydrate ingestion during exercise: effects on performance, training adaptations and trainability of the gut. *Nestle Nutrition Institute Workshop Series*, 69, 1–17. <https://doi.org/10.1159/000329268>
- King, A. J., O’Hara, J. P., Morrison, D. J., Preston, T., & King, R. F. G. J. (2018). Carbohydrate dose influences liver and muscle glycogen oxidation and performance during prolonged exercise. *Physiological Reports*, 6(1), e13555. <https://doi.org/10.14814/phy2.13555>
- Le Goff, C., Kaux, J. F., Dulgheru, R., Seidel, L., Pincemail, J., Cavalier, E., & Melon, P. (2021) The impact of an ultra-trail on the dynamic of cardiac, inflammatory, renal and oxidative stress biological markers correlated with electrocardiogram and echocardiogram. *Acta Cardiologica*, 76(7), 739–747. <https://doi.org/10.1080/00015385.2020.1778871>
- Madruza Vicente, M., Cerro Herrero, D., Angosto Sánchez, S., & Prieto Prieto, J. (2021). Calidad percibida e intenciones futuras en eventos deportivos: segmentación de participantes de carreras por montaña. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 16(50). <https://doi.org/10.12800/ccd.v16i50.1584>
- Méndez-Alonso, D., Prieto-Saborit, J. A., Bahamonde, J. R., & Jiménez-Arberás, E. (2021). Influence of Psychological Factors on the Success of the Ultra-Trail Runner. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(5), 2704. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052704>
- Millet, G. Y., Hoffman, M. D., & Morin, J. B. (2012). Sacrificing Economy to improve running performance- a reality in the ultramarathon? *Journal of Applied Physiology*, 113(3), 507–509. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00016.2012>
- Peng, Q., Liu, C., Scelles, N., & Inoue, Y. (2023). Continuing or withdrawing from endurance sport events under environmental uncertainty: athletes’ decision-making. *Sport Management Review*, 26(5), 698–719. <https://doi.org/10.1080/14413523.2023.2190431>
- Philippe, R. A., Rochat, N., Vauthier, M., & Hauw, D. (2016). The story of withdrawals during an ultra-trail running race: A qualitative investigation of runners’ courses of experience. *The Sport Psychologist*, 30(4), 361–375. <https://doi.org/10.1123/tsp.2016-0039>
- Philippe, R. A., Nadège, R., Fabienne, C. V. R., & Denis, H. (2017). The Relationship between Trail Running Withdrawals and Race Topography. *Sports*, 5(4), 91. <https://doi.org/10.3390/sports5040091>
- Próchniak, P., & Próchniak, A. (2020). Preventive and Proactive Coping with Bad Weather in Outdoor Sports: A Measurement Proposal. *Behavioral Sciences (Basel, Switzerland)*, 10(4), 80. <https://doi.org/10.3390/bs10040080>
- Rochat, N., Hauw, D., Philippe, R. A., Von Roten, F. C., & Seifert, L. (2017). Comparison of vitality states of finishers and withdrawers in trail running: An enactive and phenomenological perspective. *PLoS ONE*, 12(3), e0173667. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173667>
- Rose, S., Burton, D., Kercher, V., Grindley, E., & Richardson, C. (2023). Enduring stress: A quantitative analysis on coping profiles and sport well-being in amateur endurance athletes. *Psychology of Sport and Exercise*, 65, 102365. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2022.102365>
- Scheer, V. (2019). Participation Trends of Ultra Endurance Events. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, 27(1), 3–7. <https://doi.org/10.1097/jsa.000000000000198>
- Scheer, V., Tiller, N. B., Dautreleau, S. et al. (2021) Potential Long-Term Health Problems Associated with Ultra-Endurance Running: A Narrative Review. *Sports Medicine*. 52(4), 725–740. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01561-3>
- Temesi, J., Besson, T., Parent, A., Singh, B., Martin, V., Brownstein, C. G., Espeit, L., Royer, N., Rimaud, D., Lapole, T., Féasson, L., & Millet, G. Y. (2021). Effect of race distance on performance fatigability in male trail and ultra-trail runners. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 31(9), 1809–1821. <https://doi.org/10.1111/sms.14004>
- Thuany, M., Viljoen, C., Gomes, T. N., Knechtle, B., & Scheer, V. (2023). Mental Health in Ultra-Endurance Runners: A Systematic Review. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 53(10), 1891–1904. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01890-5>
- Lepers, R., & Cattagni, T. (2012). Do older athletes reach limits in their performance during marathon running? *Age*, 34(3), 773–781. <https://doi.org/10.1007/s11357-011-9271-z>
- Venero, J. P. (2007). Physical Education class as a vehicle of social change. With regards to outdoor activities, hidden curriculum and values. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 11, 51–53. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i11.35048>
- Vincent, H. K., Brownstein, M., & Vincent, K. R. (2022). Injury Prevention, Safe Training Techniques, Rehabilitation, and Return to Sport in Trail Runners. *Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation*, 4(1), 151–162. <https://doi.org/10.1016/j.asmr.2021.09.032>
- Wagner, A. L., Keusch, F., Yan, T., & Clarke, P. J. (2019). The impact of weather on summer and winter exercise behaviors. *Journal of Sport and Health Science*, 8(1), 39–45. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2016.07.007>



Conflicte d'interessos: les autories no han comunicat cap conflicte d'interessos.

© Copyright Generalitat de Catalunya (INEFC). Aquest article està disponible a l'URL <https://www.revista-apunts.com/ca/>. Aquest treball està publicat sota una llicència Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. Les imatges o qualsevol altre material de tercers d'aquest article estan inclosos a la llicència Creative Commons de l'article, tret que s'indiqui el contrari a la línia de crèdit; si el material no s'inclou sota la llicència Creative Commons, els usuaris hauran d'obtenir el permís del titular de la llicència per reproduir el material. Per veure una còpia d'aquesta llicència, visiteu <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.ca>



Impacte del model ludotècnic sobre variables motivacionals en educació primària: percepcions i diferències de gènere

Eduardo Carcas-Vergara^{1*} , Ana Cordellat-Marzal² , Alfonso Valero-Valenzuela³ i José Francisco Jiménez-Parra³

¹IES Río Arba, Tauste, Saragossa (Espanya).

²Departament d'Educació Física i Esportiva, Universitat de València (Espanya).

³Grup d'Investigació SAFE (Salut, Activitat Física i Educació), Departament d'Activitat Física i Esport, Facultat de Ciències de l'Esport, Universitat de Múrcia, Campus de San Javier, Múrcia (Espanya).



Citació

Carcas-Vergara, E., Cordellat-Marzal, A., Valero-Valenzuela, A. & Jiménez-Parra, J. F. (2025). Impact of the ludotechnical model on motivational variables in elementary school: perceptions and gender differences. *Apunts Educación Física y Deportes*, 159, 18-31. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2025/1\).159.03](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2025/1).159.03)

Resum

Els objectius del present estudi van ser: 1) analitzar els efectes del model ludotècnic (MLT) sobre l'estil interpersonal docent de suport a l'autonomia (ESA) percebut pels estudiants, el rendiment en les proves d'atletisme, la diversió i la intenció de continuar practicant atletisme i les diferències en funció del gènere, i 2) conèixer la percepció que tenien el docent i els estudiants sobre aquesta metodologia després de la intervenció. Per a això es va utilitzar un disseny quasiexperimental compost per una mostra de 59 estudiants (30 noies i 29 nois) amb una edat mitjana compresa entre els 11 i els 13 anys. Els resultats van mostrar diferències significatives a favor dels nois del grup MLT ($M = 3.78$) davant de la metodologia tradicional ($M = 4.19$) al final de la intervenció en l'ESA ($p = .0020$). A nivell de rendiment en les proves atlètiques, es van obtenir millores significatives al llarg del temps en els dos grups en les proves de velocitat de 10 x 10 m i llançament de javelina. En concret, el grup MLT va mostrar millores en la prova de 10 x 10 m per a nois (M pretest = 32.25 i M post-test = 31.44; $p = .005$) i noies (M pretest 33.78 i M post-test 33.07; $p = .019$) i per als nois en el llançament de javelina (M pretest = 9.22 i M post-test = 10.27; $p = .027$). Per al grup tradicional, les millores significatives en la prova de velocitat 10 x 10 m van ser per a les noies (M pretest 34.43 i M post-test 33.33; $p = .001$) i en el llançament de javelina per a les noies, també (mitjana pretest 6.88 i mitjana post-test 8.18; $p = .007$). En el grup tradicional es van obtenir millores significatives en el triple salt per a les noies (mitjana pretest = 3.85 i mitjana post-test = 4.10; $p = .017$). Tant el docent com els estudiants van percebre el MLT com a més motivador per als joves; no obstant això, aquests resultats no van quedar confirmats pel qüestionari de diversió i intenció de pràctica futura de l'atletisme. Se suggereix la utilització del MLT en la iniciació de l'atletisme a Educació Física, ja que l'alumnat adquireix les competències motrius de la mateixa manera que amb metodologies tradicionals, però tant alumnat com docents prefereixen el MLT pel seu suport més gran a l'autonomia i les seves possibles conseqüències positives a nivell físic i psicosocial, si bé es requereixen nous estudis i de més durada per poder contrastar aquestes idees i les possibles diferències en funció del gènere.

Paraules clau: educació física, esport individual, estil interpersonal, models pedagògics, motivació.

Editat per:

© Generalitat de Catalunya
Departament d'Esports
Institut Nacional d'Educació
Física de Catalunya (INEFC)

ISSN: 2014-0983

*Correspondència:

eduardocarcas@gmail.com

Secció:

Educació física

Idioma de l'original:

Castellà

Rebut:

20 de maig de 2024

Acceptat:

30 de setembre de 2024

Publicat:

1 de gener de 2025

Coberta:

Laura Kluge lluita pel disc en el partit entre Alemanya i Hongria durant l'Eishockey Deutschland Cup, a Landshut, Alemanya, el 9 de novembre de 2024. © IMAGO/ActionPictures/laforototeca.com

Introducció

La disminució de la pràctica d'activitat física en infants i adolescents provoca conseqüències negatives tant en l'àmbit físic com en el cognitiu i el psicosocial (Guthold et al., 2020; Tapia-Serrano et al., 2022). Els principals motius de l'abandonament esportiu són la falta de diversió i un sentiment de baixa competència motriu (Crane i Temple, 2015).

L'educació física té un gran potencial per a l'adquisició d'una gran varietat d'objectius, valors i competències i contribueix al desenvolupament dels dominis físic, cognitiu, afectiu i social (Bayley et al., 2009; Kirk, 2013) i els continguts esportius són d'especial rellevància en aquesta assignatura. Tot i així, aquest potencial es veu minvat si l'orientació que es fa de l'esport no és educativa i està més orientat al rendiment o la competició. Per aquesta raó, es plantegen diverses formes d'ensenyament esportiu, a fi de maximitzar els resultats positius que pugui proporcionar a l'alumnat (Guijarro i González-Víllora, 2023).

Arran d'aquestes idees, autors com Haerens et al. (2011) aborden el terme “models pedagògics” amb la idea de proporcionar activitats rellevants, interessants i agradables que ajudin a promoure un estil de vida actiu i saludable. Els models pedagògics són estructures teòriques perquè els docents puguin desenvolupar unitats didàctiques pràctiques, a fi de proporcionar un pla d'ensenyament comprensiu i coherent per assolir objectius d'aprenentatge específics en relació amb un context i un contingut concret (Fernández-Río et al., 2021).

En el context educatiu, els docents d'Educació Física estan utilitzant per a l'ensenyament dels esports col·lectius models d'ensenyament com ara l'ensenyament comprensiu i el d'educació esportiva (Fernández-Río i Iglesias, 2024). Aquestes metodologies són capaces d'aconseguir més nivells de motivació autodeterminada i increment de la seva satisfacció i un ampli espectre de conseqüències positives com ara diversió, aprenentatge, intenció de ser físicament actiu, etc. (Merino-Barrero et al., 2020; Pérez-González et al., 2019; Vasconcellos et al., 2020) gràcies a un pla estructurat de sessió i unes estratègies metodològiques sistematitzades al llarg d'una implementació a mitjà i llarg termini (Fernández-Río i Iglesias, 2024).

En els esports individuals com l'atletisme, els docents que continuen adoptant una metodologia tradicional (MT) tendeixen a perfeccionar la tècnica mitjançant la repetició dels gestos tècnics durant la infantesa (Calderón et al., 2014), la qual cosa provoca l'avorriment entre els nens (Murrie, 1997) i una manera d'ensenyar basada en la instrucció directa amb poc suport a l'autonomia (Metzler, 2017).

Davant d'aquest plantejament, han sorgit noves propostes per a l'ensenyament de l'atletisme com ara el model

ludotècnic (MLT) (Valero-Valenzuela i Conde-Caveda, 2003), que utilitza formes de joc i jocs modificats que inclouen regles que els permeten anar adquirint la tècnica atlètica (Valero-Valenzuela et al., 2019). Investigacions prèvies han aportat evidències sobre els beneficis en la tècnica i el rendiment (Valero-Valenzuela et al., 2012), més valors de motivació intrínseca (Valero-Valenzuela et al., 2009) i més diversió (Sánchez-Morales et al., 2016).

Quant al gènere, les investigacions han revelat diferències en la percepció i les creences que es tenen, de manera que en els nois és més probable trobar creences de més habilitat i d'obtenir èxit, mentre que les noies tendeixen a sentir-se més competents i interessades en tasques tradicionalment considerades femenines com ara el ball i la gimnàstica (Lee et al., 1999; Shen et al., 2003). No obstant això, Xiang et al. (2006) van mostrar que el contingut de curses, que no és tan estereotipat com el futbol o la dansa, no va revelar diferències de gènere. Per als homes, la diversió és la principal variable que prediu l'orientació cap a la tasca, mentre que en les dones també ho és, juntament amb l'esforç (Abralles et al., 2013). D'altra banda, autors com Sánchez-Hernández et al. (2018; 2022) centren més el focus d'atenció en com es presenten els continguts i en la forma en què s'ensenyen que en els continguts mateixos, amb l'objectiu d'abordar una EF amb perspectiva de gènere i visibilitzar els estereotips de gènere, a causa de la gran presència del discurs del rendiment i l'androcentrisme en les sessions d'EF.

Els objectius principals del present estudi van ser: 1) conèixer els efectes del MLT davant la MT sobre la percepció dels estudiants de l'estil de suport a l'autonomia del docent, la diversió, la intenció de ser físicament actius i el rendiment en les diferents proves de la competició “Jugant a l'atletisme”, així com en funció del gènere, i 2) conèixer la percepció del docent i dels estudiants sobre el MLT com una nova metodologia per iniciar-se en la pràctica de l'atletisme.

Metodologia

Disseny de recerca

Es tracta d'un estudi quasiexperimental (Thyer, 2012) de mesures repetides amb un enfocament de recerca de mètode mixt basat en un disseny integrat de predomini quantitatiu (Castañer Balcells et al., 2013).

Participants

La població objecte d'estudi van ser escolars d'un centre públic, d'educació primària i situat a la zona rural de la província de Saragossa. El docent que va participar en

l'estudi impartia l'assignatura d'Educació Física en 4 grups (2 de 5è i 2 de 6è). Tenia 41 anys, era personal permanent del centre i tenia més de 14 anys d'experiència docent. Prèviament, havia utilitzat altres metodologies actives. La mostra d'alumnes es va seleccionar per accessibilitat i conveniència, i finalment va estar formada per un total de 59 alumnes (30 noies i 29 nois) amb edats compreses entre els 11 i els 13 anys. D'aquests participants, 29 pertanyien al grup tradicional (13 nois i 16 noies) i 30 al grup experimental (16 nois i 14 noies). El professor va assignar a l'atzar quin va ser el grup experimental i quin el grup control.

Mesures i instruments

Fidelitat de la implementació

(1) Llista de control per avaluar la implementació del MLT. Per analitzar si les sessions del MLT es van reproduir fidelment al model establert, es va utilitzar una llista de control on els ítems a avaluar estaven basats en les estratègies que té el MLT al llarg d'una sessió (Valero-Valenzuela et al., 2012). Posteriorment, una persona aliena a l'aplicació de les sessions i formada en l'ús del MLT va ser entrenada en l'ús de la llista de control. Posteriorment, va analitzar dues sessions triades a l'atzar (una de la MT i una altra del MLT) i aquestes mateixes sessions es van tornar a analitzar. La qualitat del registre es va avaluar mitjançant el càlcul de concordança de la fiabilitat intraobservador utilitzant l'índex kappa de Cohen (Cohen, 1960), i es va obtenir un valor de .813 en la sessió tradicional i de .852 per a la del MLT.

Habilitats tècniques

Es van utilitzar algunes de les proves físiques de la bateria "Jugant a l'atletisme" per avaluar les diferents habilitats motrius dels estudiants.

- *Cursa 10 x 10 m*: cursa cronometrada sobre una distància de 10 m, que calia recórrer 10 vegades. La distància estava delimitada per cons que calia envoltar per darrere per donar la volta. El temps es va mesurar en segons.

- *Llançament de javelina tova*: aturat, sense carrera prèvia. Dos intents dels quals només puntuava el millor. No es considerava nul si se sobrepassava amb un peu la línia després de llançar. La distància es va mesurar en metres.

- *Triple salt partint de posició aturada*: darrere de la línia de sortida i amb els peus paral·lels es feien tres salts seguits donant suport alternativament als peus sense interrupció i caient obligatòriament amb els peus alhora. La distància es va mesurar en metres.

- *Llançament de pilota medicinal cap endavant*: amb una pilota de 2 kg, llançament cap endavant per sobre del cap, dempeus. Dos intents dels quals només puntuava el millor. La distància es va mesurar en metres.

- *Salt lateral amb obstacle baix*: es feien salts continus amb els peus junts a un costat i altre d'un obstacle de goma escuma o cartró (de 20 cm d'alçada, aproximadament) executats en 20 segons; s'havia de passar necessàriament els dos peus per sobre de l'obstacle en tots els salts. Cada participant feia un intent. Es va anotar el nombre de salts fets.

Variables psicosocials

Es va utilitzar un qüestionari per avaluar diferents variables psicosocials. Es van administrar diferents escales en presència de l'investigador principal i del docent d'EF a la sala d'ordinadors, en un ambient calmat i amb una durada d'entre 20 i 35 minuts.

(1) Escala de Suport a l'Autonomia en Educació Física (ESA): instrument validat per Moreno-Murcia et al. (2020). Està compost per 11 ítems que els participants han de respondre sobre l'estil del professor o l'entrenador en les classes (p. ex., "Amb les seves explicacions, ens ajuda a comprendre per a què serveixen les activitats que fem"). Aquest s'expressa en una escala Likert de l'1 (Totalment en desacord) al 5 (Totalment d'acord). Aquesta escala va mostrar els següents valors de consistència interna: $\alpha = .85$ pretest i $\alpha = .78$ post-test.

(2) Diversió: es va incloure el qüestionari de diversió amb la pràctica d'atletisme compost per 8 ítems validat per Valero-Valenzuela et al. (2004). Aquest s'expressa en una escala Likert de l'1 (Molt) al 4 (Gens), com per exemple "acostumo a divertir-me quan faig atletisme". Aquesta escala va mostrar els següents valors de consistència interna: $\alpha = .80$ pretest i $\alpha = .82$ post-test.

(3) Intencionalitat per ser Físicament Actiu (IFA): es va incloure la versió validada en espanyol del qüestionari compost per 5 ítems d'Arias et al. (2013). Aquest s'expressa en una escala Likert de l'1 (Totalment en desacord) al 7 (Totalment d'acord) precedits per la frase: "Respecte a la teva intenció de practicar alguna activitat físicoesportiva...". La consistència interna per a l'alfa de Cronbach va ser de .77 en el pretest i .73 en el post-test.

Percepcions dels participants

Es van utilitzar entrevistes semiestructurades per avaluar les percepcions dels participants (estudiants i docent) sobre el programa d'intervenció.

(1) Entrevistes semiestructurades a l'alumnat. Els tutors de cada grup van fer les entrevistes als seus alumnes ($n = 13$) a la seva aula de referència, amb una durada entorn de 10-15 minuts. Les preguntes de les entrevistes van incloure diferents temes: (a) opinió sobre el desenvolupament de les sessions (per exemple, com t'ho has passat en les sessions? Com les descriuries?); (b) millora en la competició de "Jugant a l'atletisme" (p. ex., Creus que les sessions us han fet millorar en el "Jugant a l'atletisme"?); i (c) aprenentatges adquirits (per exemple, què heu après sobre les fases de les proves?).

(2) Entrevista semiestructurada al docent. Una vegada finalitzat l'estudi, un membre de l'equip de recerca es va reunir amb el docent per conèixer les seves impressions sobre l'evolució de l'alumnat al llarg de la implementació del MLT, tant en les variables físiques com en les psicosocials. L'entrevista va tenir una durada aproximada de 45 minuts. Les preguntes es van estructurar en diferents seccions: a) impacte de la intervenció en variables físiques i psicosocials (p. ex., Creus que hi ha hagut canvis en les marques obtingudes i en les variables psicosocials després de les sessions que s'han aplicat a un grup i a un altre?); b) comparació entre el grup tradicional i el ludotècnic (p. ex., Creus que hi ha hagut diferències entre el grup que ha seguit una metodologia tradicional i el que ha seguit el MLT?); c) formació i suport durant la intervenció (p. ex., Vas sentir la necessitat d'algun suport o d'algun *feedback* de si estaves implementant el MLT correctament?); d) durada de la intervenció (p. ex., Creus que 5 sessions han estat suficients perquè es vegin canvis entre el MLT i el tradicional en les variables objecte d'estudi?); e) debilitats i dificultats en la implementació (p. ex., Quines debilitats o dificultats has trobat durant la intervenció?); i f) propostes de millora i prospectives (p. ex., Quines modificacions faries sobre aquest estudi? Implementaries el MLT en el futur? Per què?).

Procediment

L'estudi va comptar amb l'informe favorable del Comitè d'Ètica de la Universitat de Múrcia per dur a terme la recerca (codi 4325/2022). Una sessió impartida pel docent al grup tradicional i una altra al grup ludotècnic van ser filmades i analitzades a través de l'anàlisi observacional. Es va avaluar la implementació del model pedagògic i es va complementar amb la interpretació de la percepció del docent i de l'alumnat al final de la intervenció a través d'entrevistes semiestructurades. Es va sol·licitar el consentiment informat a les famílies després d'explicar l'estudi que es faria i es va enviar un missatge via Tockapp explicant quin seria l'ús de les imatges gravades.

Obtenció de dades

El procés d'obtenció de dades es va dur a terme en diferents moments de la intervenció. Abans de la intervenció es va dedicar una sessió a fer les proves del pretest, consistents en les proves físiques i posteriorment l'administració dels qüestionaris. Les proves físiques les van dur a terme tots els alumnes en el mateix ordre en què posteriorment es farien les proves de "Jugant a l'atletisme", és a dir, cursa

10 x 10 metres, llançament de javelina, triple salt i salt lateral, llançament de pilota medicinal, cursa d'obstacles i Grand Prix. Els alumnes tenien experiència prèvia en aquest tipus de proves, ja que és una activitat que fan tots els anys els alumnes de 4t, 5è i 6è de primària, però no hi va haver cap intent previ a la presa de dades. Una vegada finalitzades, els alumnes, durant l'hora de tutoria, emplenaven els qüestionaris en línia a la sala d'ordinadors. En el post-test, es van tornar a repetir les mateixes proves físiques i qüestionaris, afegint-hi l'entrevista al docent i als alumnes. En el cas dels alumnes, les entrevistes les van dur a terme els seus tutors respectius durant l'horari de l'esbarjo i van tenir una durada aproximada de 10 minuts. Quant al docent, l'entrevista va ser en línia i dirigida per un dels investigadors del present estudi una vegada finalitzada la intervenció i la recollida de dades del post-test.

Programa d'intervenció

La MT i el MLT es van implementar durant 5 sessions de 50 minuts. En cada sessió es va prioritzar una prova de la competició "Jugant a l'atletisme" en aquest ordre: cursa 10 x 10 metres, llançament de javelina, triple salt i salt lateral, llançament de pilota medicinal i, finalment, la cursa d'obstacles i Grand Prix. Els continguts d'aquest apartat es relacionen amb el bloc A, la dimensió 1 segons el currículum de primària a l'Aragó (Ordre ECD/1112/2022, de 18 de juliol).

Quant a les sessions del grup ludotècnic, van tenir les característiques pròpies del MLT (Valero-Valenzuela, 2007; Valero-Valenzuela i Conde-Caveda, 2003), és a dir, la sessió es va dividir en 4 parts: 1- pregunta desafiament; 2- propostes ludotècniques; 3- proposta global; 4- posada en comú. En la posada en comú, es responia a la pregunta desafiament, i després es recordaven les accions tècniques que componien el gest i els elements clau apresos. A la taula 1 s'han especificat el contingut i les accions tècniques, la pregunta repte, i s'ha escollit un exercici equivalent entre la sessió del MLT i la MT.

Les sessions del grup tradicional es van estructurar de la manera següent: (a) una fase d'escalfament; (b) una part principal caracteritzada per un estil d'ensenyament de comandament directe i assignació de tasques; i (c) una fase de tornada a la calma (Valero-Valenzuela, 2006). Aquest enfocament va promoure un alt control de la sessió per part del docent i una baixa autonomia de l'alumne, limitant-ne la implicació cognitiva (Metzler, 2017). Es van emprar exercicis analítics dirigits a la millora de la tècnica d'execució i una situació final de competició (Valero-Valenzuela, 2006).

Taula 1*Descripció de les sessions implementades en el grup experimental i grup de control.*

			Model ludotècnic				Metodologia tradicional	
			Exemple d'activitat				Exemple d'activitat	
Sessió	Contingut i fases	Pregunta desafiament	Proposta ludotècnica	Proposta global	Posada en comú	Escalfament	Part principal	Tornada a la calma
1	Triple salt i salt lateral - Acció tècnica 1: Batuda: adoptar posició tàndem. - Acció tècnica 2: Vol: el cos s'agrupa buscant formar una C. - Acció tècnica 3: Recepció: primer contacte amb els peus a la mateixa alçada.	Per a què serveixen els moviments que fa un saltador a l'aire? Quina part del peu es recolza en la batuda?	Salt de troncs: el primer jugador es col·locarà ajagut. El segon saltarà amb una cama per sobre d'ell i es col·locarà ajagut. El tercer jugador saltarà el primer i el segon i es col·locarà ajagut, i així successivament.	Competició de triple salt.	Per equilibrar-se. Amb la planta sencera	Mobilitat articular + joc (creuar el riu).	Salt entre piques a diferents distàncies. Escales.	Estiraments i reflexió.
2	Llançament de javelina - Acció tècnica 1: Posició de partida: javelina paral·lela al terra i cama de suport davant i la mateixa de la mà de llançament endarrerida. - Acció tècnica 2: Acció final de llançament: extensió del braç de llançament i avançament de la cama del braç de llançament, cames recolzades a terra. - Acció tècnica 3: Recuperació: la cama de llançament s'avança per frenar l'avançament del cos.	El llançament es fa amb un o dos peus recolzats a terra, o amb els peus en l'aire?	Plat: Per parelles. Un jugador col·locat darrere d'una línia en posició de llançament crida "plat!", moment en què el seu company, situat davant d'ell a una distància determinada, llançarà cap amunt un cartró que haurà de ser contactat amb una pilota pel company que estarà col·locat en posició de llançament.	Competició de llançament de javelina intentant que aterri amb el cap.	El llançament es fa amb els dos peus recolzats a terra per ancorar el cos i transmetre-li tota la velocitat a la javelina. Es flexiona el tronc per frenar l'avançament del cos i evitar fer nul.	Mobilitat articular + joc (netejar casa meva).	Col·locats en la fase de preparació, llançar només de canell, colze + canell, espatlla + colze + canell.	Estiraments i reflexió.

Taula 1 (Continuació)*Descripció de les sessions implementades en el grup experimental i grup de control.*

		Model ludotècnic				Metodologia tradicional		
		Exemple d'activitat				Exemple d'activitat		
Sessió	Contingut i fases	Pregunta desafiament	Proposta ludotècnica	Proposta global	Posada en comú	Escalfament	Part principal	Tornada a la calma
3	Pilota medicinal - Acció tècnica 1: Posició de partida: d'esquena, amb la bola a prop del terra, amb genolls semiflexionats i tronc inclinat cap endavant i braços no estirats completament. - Acció tècnica 2: Estirament: s'estenen els genolls i s'aixeca el tronc, aprofitant aquest inici de posar-se dret per moure els dos braços alhora aprofitant tota l'energia de la cadena cinètica (cames-tronc-braços). - Acció tècnica 3: Acció final de llançament: la bola es deixa anar quan estigui a l'alçada màxima. - Acció tècnica 4: Recuperació: el llançador mourà els braços per recuperar l'equilibri i fins i tot inclinarà el tronc cap endavant.	Per què movem els braços en finalitzar el llançament?	Apunteu... foc! Amb una bola de goma escuma preparada per sobre del cap, posar-se dret, fer un llançament i intentar aconseguir que li caigui davant al company que se situarà d'esquena (s'anirà variant la distància de llançament).	Competició de llançament.	El moviment de braços és per poder recuperar l'equilibri.	Mobilitat articular + joc (el triple de campions).	Col·locació per llançar el més alt possible. Contrastos: asseguts, de genolls, aixecats. Cap endavant, de pit, cap enrere, amb gir. Trajectòries: descendent, ascendent, plana, paràbola.	Estiraments i reflexió.

Taula 1 (Continuació)

Descripció de les sessions implementades en el grup experimental i grup de control.

			Model ludotècnic				Metodologia tradicional	
			Exemple d'activitat				Exemple d'activitat	
Sessió	Contingut i fases	Pregunta desafiament	Proposta ludotècnica	Proposta global	Posada en comú	Escalfament	Part principal	Tornada a la calma
4	10 x 10 m - Acció tècnica 1: Suport: contacte de metatars. - Acció tècnica 2: Propulsió en posició de tàndem. - Acció tècnica 3: Tren superior: tronc dret, lleugerament inclinat cap endavant, colzes a 90°. - Acció tècnica 4: Coordinació: tren inferior i tren superior.	Per què els corredors de fons recolzen el taló?	El genet tècnic: per parelles, un company envoltarà la seva parella per la cintura amb una goma de 3 metres, i s'hi col·locarà al darrere. El company que faci la funció de cavall anirà fent <i>skipping</i> per davant ajudat per un braceig intensiu i amb la mirada al davant fins que la goma es tensi, que serà quan el genet iniciï un <i>skipping</i> per davant més ràpid.	Competició de 10 x 10.	La tensió generada a la zona dels bessons només permet prolongar aquest gest uns minuts.	Mobilitat articular + joc (relleus bojos).	En 5 m (senyalitzar amb cons): - Sortida amb talons al gluti i tronc cap endavant. - Fer el mínim de camades. - Canvis de direcció entre cons.	Estiraments i reflexió.
5	Relleus - Acció tècnica 1: Receptor: espera amb una cama avançada i l'altra endarrerida, cursa a màxima velocitat en passar el company pel senyal i extensió del braç en sentir el senyal. - Acció tècnica 2: Portador: fa el senyal de "ja" a 2.5 metres de distància. - Acció tècnica 3: Intercanvi: de dalt a baix i de baix a dalt.	Qui és el responsable de l'intercanvi en el 4 x 100 i en el 4 x 400? Per què?	Entrega lliure. Trot suau per l'espai (mitja lluna). Els que porten el testimoni l'hi han de passar en menys de 10'' a un company sense testimoni	Competició de relleus sense obstacles i tanca baixa.	En el 4 x 400 el receptor, a causa de la fatiga acumulada del portador.	Mobilitat articular + joc (les 4 cantonades).	Relleu de testimonis: es passa al final de la fila i es lliura el testimoni al company des de darrere.	Estiraments i reflexió.

Anàlisi de dades

En l'anàlisi de les variables es va utilitzar el programa estadístic IBM SPSS 28.0. Es van obtenir estadístics descriptius per a totes les dimensions objecte d'estudi i se'n va avaluar la coherència interna amb el coeficient alfa de Cronbach. La gran majoria dels coeficients van superar els valors de fiabilitat de .70 que es consideren acceptables per a les escales psicològiques, i uns quants entorn de .60, considerats també acceptables segons Hu i Bentler (1999). Per conèixer l'efecte de la implementació, es va fer una anàlisi multivariada de mesures repetides (MANOVA) de les diferents variables segons temps (pre-post) i grup (MT vs. MLT). A més, es va tenir en compte el gènere com a variable que podria influir en les respostes dels participants. Es va establir un nivell de significació de $p < .05$.

L'anàlisi de les dades qualitatives es va dur a terme seguint les fases de l'anàlisi temàtica proposades per Braun i Clarke (2006), un procés que va permetre als investigadors explorar amb més profunditat les percepcions dels participants sobre el programa d'intervenció. El procés va ser dirigit pel segon autor i supervisat pel quart. Abans de començar l'anàlisi, es van transcriure literalment les entrevistes, les quals havien estat gravades en àudio prèviament. El procés d'anàlisi va començar amb la immersió del segon autor en les dades, llegint i rellegint les transcripcions de les entrevistes. Aquest pas inicial de familiarització va permetre als investigadors identificar patrons recurrents i aspectes rellevants en les respostes. Posteriorment, en la fase de codificació inicial, el segon autor va destacar segments de text que representaven aspectes clau relacionats amb l'experiència dels participants.

Es van identificar codis com ara "diversió percebuda", "aprenentatge per fases" i "motivació", els quals van servir com una base per crear temes més amplis. En la fase següent, es va iniciar la recerca de temes, agrupant els codis en categories temàtiques que capturaven les experiències compartides dels participants. Els temes emergents es van revisar en funció de la seva coherència interna i es van depurar per assegurar que reflectissin fidelment les percepcions dels estudiants i del docent. Finalment, aquests temes van ser definits i anomenats de manera interpretativa i reflexiva, buscant una representació autèntica i significativa de les dades qualitatives, i es van establir connexions clares amb els resultats quantitatius de l'estudi.

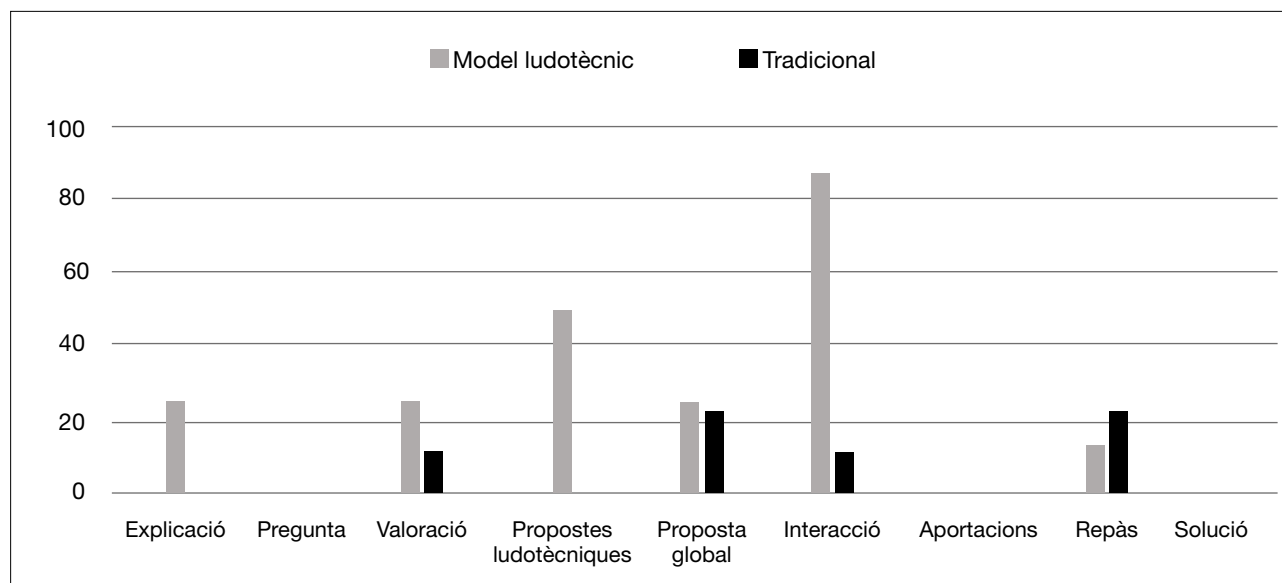
Resultats

Resultats de la fidelitat de la implementació

La freqüència d'aparició de cada ítem, diferenciant per models (MLT vs. MT), es presenta a la Figura 1. Al llarg dels 9 ítems que componen la llista de control, les freqüències observades sempre van ser més grans per a la sessió pròpia del MLT, excepte per a l'ítem "s'ha fet un repàs dels aspectes tècnics apresos" (12.5 % vs. 22.2 %), a favor de la MT. Un altre ítem on es va obtenir una puntuació molt semblant va ser a "s'ha fet almenys una proposta global" (25 % per al MLT vs. 22.2 % per a la MT). A més, destaca l'absència de freqüència d'aparició de l'ítem pregunta, aportacions i solució amb un 0 % tant en el grup ludotècnic com en el tradicional.

Figura 1

Freqüència de les diferents estratègies específiques del model ludotècnic aplicades en el grup tradicional i en el ludotècnic.



Resultats quantitatius de l'anàlisi inferencial

Els resultats mostren que hi ha diferències significatives en el factor temps intraparticipant (λ de Wilks = 0.45, F [7.32] = 8, p = .001) i per al factor interparticipant gènere (λ de Wilks = 0.55, F [4.83] = 8, p = .001). Aquests resultats van ser analitzats posteriorment a nivell univariats per observar les variables que presentaven diferències significatives. Quant al factor temps, la cursa 10 x 10 (F = 29.499, p = .001), el llançament de javelina (F = 13.364, p = .001) i el salt lateral (F = 5.048, p = .029) van ser les que van presentar diferències significatives. Respecte a la interacció temps-grup, les diferències significatives només es van presentar per al salt lateral (F = 6.754, p = .012).

La taula 2 mostra les mitjanes i desviacions estàndard de les diferències entre el pre i el post-test, atenent el grup i gènere. També s'inclouen els valors de p obtinguts en comparar aquestes mitjanes estimades (utilitzant la correcció

de Bonferroni). Centrant l'atenció en les diferències significatives a nivell de gènere, en els nois, el grup que va rebre el MLT va obtenir millors valors al final de la intervenció en el llançament de javelina (p = .027) i en la prova de 10 x 10 (p = .005), i va empitjorar en el salt lateral (p = .007). En canvi, els resultats en les noies van ser diferents, ja que hi va haver més variables físiques que van presentar diferències significatives (cursa, llançament i triple salt) en el grup MT davant del grup MLT, on només hi va haver millores significatives en la cursa (p = .019) i de nou una disminució del rendiment en el salt lateral (p = .040), de la mateixa manera que els nois. Valorant les diferències entre grups (MT vs. MLT), en els nois es va trobar que en el llançament de javelina van partir de valors diferents (p = .025) i van finalitzar amb valors similars (p = .146), i en l'ESA, després de la intervenció, el grup MLT va mostrar valors més alts davant del grup MT (p = .02).

Taula 2

Diferències pre i post-test atenent el gènere i grup.

		PRE-TEST		POST-TEST		Diferències pre i posttest	
		Nois	Noies	Nois	Noies	Nois	Noies
		Mitjana (DE)	Mitjana (DE)	Mitjana (DE)	Mitjana (DE)	Valor de p	Valor de p
10 x 10 (s)	Control	31.86 (3.08)	34.43 (2.86)	31.34 (2.98)	33.33 (3.26)	.097	.001***
	Experimental	32.25 (3.13)	33.78 (3.98)	31.44 (3.12)	33.07 (3.89)	.005**	.019*
	Valor de p	.752	.595	.940	.832		
Llançament de javelina (m)	Control	11.54 (2.76)	6.88 (2.01)	1.79 (2.14)	8.18 (2.73)	.622	.007**
	Experimental	9.22 (3.65)	6.94 (1.83)	10.27 (3.44)	7.87 (2.37)	.027*	.065
	Valor de p	.025*	.950	.146	.760		
Triple salt (m)	Control	4.31 (0.46)	3.85 (0.88)	4.40 (0.57)	4.10 (0.69)	.485	.017*
	Experimental	4.15 (0.74)	3.71 (0.54)	4.10 (0.90)	3.70 (0.72)	.587	.910
	Valor de p	.537	.587	.296	.150		
Llançament de pilota medicinal (m)	Control	5.18 (1.46)	4.00 (0.86)	5.63 (1.56)	4.20 (0.83)	.164	.503
	Experimental	5.36 (1.18)	4.21 (1.28)	4.96 (1.28)	4.13 (1.36)	.170	.792
	Valor de p	.681	.643	.166	.878		
Salt lateral (rep.)	Control	28.15 (9.15)	24.44 (8.82)	27.77 (9.20)	25.31 (8.73)	.796	.514
	Experimental	24.81 (9.93)	26.57 (8.73)	21.06 (13.07)	23.57 (11.20)	.007**	.040*
	Valor de p	.334	.528	.100	.660		
ESA	Control	3.97 (0.52)	4.11 (0.77)	3.78 (0.48)	4.23 (0.47)	.249	.417
	Experimental	4.08 (0.57)	4.17 (0.52)	4.19 (0.44)	4.30 (0.45)	.463	.409
	Valor de p	.622	.806	.020*	.697		
IFA	Control	4.15 (0.69)	4.24 (0.58)	4.18 (0.77)	4.11 (0.60)	.882	.503
	Experimental	4.34 (0.70)	4.01 (0.75)	4.46 (0.60)	4.30 (0.50)	.503	.155
	Valor de p	.473	.374	.234	.411		
Diversió	Control	4.13 (0.68)	3.83 (0.67)	4.10 (0.73)	4.10 (0.71)	.857	.170
	Experimental	4.20 (0.67)	3.95 (0.79)	4.24 (0.56)	4.20 (0.84)	.839	.243
	Valor de p	.796	.645	.585	.717		

Nota: rep. = repeticions; m = metres; ESA = estil interpersonal de suport a l'autonomia; IFA = intenció de ser físicament actiu

* p < .05; ** p < .01; *** p < .001

Resultats qualitatius de l'anàlisi temàtica

A partir de l'anàlisi temàtica, es van desenvolupar 5 temes que proporcionen una interpretació profunda de les experiències dels participants al llarg de la intervenció: (1) el joc lúdic com a element impulsor de la motivació i diversió; (2) l'aprenentatge fragmentat davant l'aprenentatge significatiu; (3) la paradoxa de l'aprenentatge percebut i del rendiment físic; (4) l'aula com a espai de connexió, i (5) debilitats percebudes i camins per recórrer.

El joc lúdic com a element impulsor de la motivació i diversió. Aquest tema explora com les sessions del MLT van generar entusiasme entre els estudiants. Les respostes van reflectir que les activitats del MLT eren percebudes com a més atractives, dinàmiques i motivadores en comparació amb les de la MT. Un estudiant del MLT va descriure les sessions com a “molt divertides”, mentre que un altre de la MT va expressar que “en alguns moments resultaven avorrides esperant en fila”. Això evidencia que el component lúdic del MLT no només va mantenir els estudiants físicament actius, sinó que va capturar el seu interès i desig de participar. Al seu torn, el docent va corroborar aquesta percepció, afirmant que els exercicis del MLT “resultaven més dinàmics” i que “l'alumnat estava més motivat” amb aquest model perquè “els ha agradat molt més”.

L'aprenentatge fragmentat davant de l'aprenentatge significatiu. En aquest tema, es destaca com el MLT va afavorir un aprenentatge més profund i estructurat, en dividir les tècniques atlètiques en fases concretes per permetre als estudiants que comprenguin millor cada un dels components del moviment atlètic. Els estudiants del MLT van manifestar que havien après la tècnica “per fases”, la qual cosa suggereix que aquesta metodologia va ajudar a consolidar el coneixement tècnic d'una manera més efectiva i significativa. En canvi, els estudiants de la MT no recordaven haver après les fases de la tècnica, la qual cosa reflecteix que l'enfocament repetitiu i analític d'aquesta metodologia potser va limitar la retenció de l'aprenentatge. Les respostes dels estudiants coincidien amb la percepció del docent, el qual va indicar “...els que han treballat el tradicional, ja que hauran de tornar a començar una altra vegada...”, referint-se al fet que aquesta metodologia no genera un aprenentatge significatiu. La diferència entre els enfocaments va fer que el docent percebés més fortaleces en el MLT, destacant que és “molt apropiat per treballar la tècnica en el món de l'educació” perquè “s'adapta molt més a les característiques de l'alumnat i humanitza l'aprenentatge de la tècnica que ha estat treballat habitualment des de metodologies tradicionals i estratègies analítiques”.

La paradoxa de l'aprenentatge percebut i del rendiment físic. Aquest tema aborda la diferència entre les percepcions de millora i els resultats de rendiment reals. Encara que els estudiants del MLT van gaudir més de les sessions i van percebre un aprenentatge significatiu, les diferències

en els resultats de les proves físiques no van ser tan evidents. Això genera una paradoxa, en què el sentiment de millora (satisfacció percebuda) no sempre es tradueix en un rendiment superior en les proves físiques (resultats mesurables). El docent va esmentar que, encara que el MLT va ser més motivador, “no sé si hauran millorat molt més uns o molt més els altres”. Si bé hi va haver millores en ambdós grups, el rendiment en les proves físiques va ser comparable entre els dos, la qual cosa planteja la qüestió de si una metodologia més lúdica pot equilibrar, o fins i tot superar, els enfocaments tradicionals quan es tracta de la millora física i l'ensenyament tècnic.

L'aula com a espai de connexió. Aquest tema fa referència a com el clima de l'aula es va transformar en un espai més positiu i col·laboratiu en el grup que va seguir el MLT. El docent va esmentar que “el clima de l'aula jo crec que és més positiu”, suggerint que la metodologia lúdica no només va beneficiar el rendiment individual, sinó també les relacions interpersonals entre els estudiants. El MLT, en centrar el procés d'aprenentatge en l'alumne, promou un entorn on els estudiants es van sentir més còmodes i connectats, la qual cosa va contrastar amb l'ambient més controlat i rígid de la MT. El clima d'aula que facilita el MLT va contribuir al fet que el docent se sentís més còmode amb aquest enfocament: “em sento més còmode amb el ludotècnic, que està més relacionat amb la humanització...”.

Debilitats percebudes i camins per recórrer. Aquest tema aborda les debilitats i dificultats que van emergir durant la intervenció, així com els camins a recórrer per futures investigacions per millorar el disseny i desenvolupament dels estudis. El docent va identificar que les limitacions temporals van poder afectar significativament l'impacte potencial del MLT en els estudiants. El docent va esmentar de manera explícita que “cinc sessions poden haver estat insuficients per generar canvis significatius”. Aquesta reflexió posa de manifest una de les principals limitacions de l'estudi, és a dir, la brevetat de la intervenció. Encara que els estudiants van mostrar un gaudi i motivació més grans durant les sessions del MLT, el temps dedicat a cada prova i fase va ser massa curt per produir efectes profunds i duradors. El mateix docent va destacar: “potser hauríem necessitat dues o tres sessions per cada una de les proves”. Aquesta observació suggereix que una durada més gran hauria permès treballar amb més detall les diferents etapes de l'aprenentatge tècnic, amb la qual cosa s'hauria aconseguit una consolidació més profunda del coneixement.

Un altre desafiament identificat va ser la falta de *feedback* continu durant l'aplicació del MLT. El docent va expressar que hauria estat útil rebre suport extern: “Haver tingut un *feedback* hauria estat interessant per millorar”. Aquesta absència de retroalimentació va impedir fer ajustaments en temps real, la qual cosa hauria optimitzat la implementació de les sessions i hauria millorat l'adaptació

de les activitats al nivell dels estudiants. La introducció d'un procés d'observació rigorós per part d'experts, amb *feedback* continu sobre la implementació del MLT, hauria permès adaptar la metodologia en funció de les necessitats i respostes de l'alumnat, així com evitar algunes de les dificultats experimentades. Un altre aspecte que va sorgir com a dificultat va ser la "falta de coordinació i temps en el disseny de l'estudi". Segons el docent, la planificació del MLT va ser apressada, la qual cosa va resultar en sessions que no sempre complien amb les expectatives pedagògiques. Algunes activitats no estaven alineades amb els objectius tècnics de les proves i, en alguns casos, van ser rebudes pel docent "la tarda o la nit abans de portar-les a la pràctica". Pot ser que això afectés no només la qualitat de les sessions, sinó també la confiança del docent en aplicar la metodologia, tal com ell mateix va assenyalar: "No em sentia completament a gust". Aquesta falta de preparació va poder afectar la capacitat de maximitzar el potencial del MLT.

Discussió

Aquest estudi va examinar els efectes del MLT davant la MT en l'acompliment atlètic d'estudiants, tant masculins com femenins, en diverses proves esportives. Els resultats indiquen que, mentre que els participants del MLT van mostrar millores en les seves marques en la prova específica de 10 x 10, aquesta millora va ser paral·lela a l'observada en el grup sotmès a la MT, on només es van registrar avenços significatius entre els homes en la mateixa prova. Quant a la prova de javelina, les millores es van observar en les noies sota la MT, i en el MLT van ser els nois els que van mostrar progrés. Tot i així, únicament en la MT i en la prova de triple salt es van reportar millores exclusives per a les noies. Aquestes observacions suggereixen que les dues metodologies tenen una efectivitat comparable en termes de rendiment físic, la qual cosa corrobora troballes d'estudis anteriors (Valero-Valenzuela et al., 2005, 2012).

Adicionalment, es va detectar un impacte positiu del MLT en l'estil interpersonal de suport a l'autonomia per part del docent, particularment en els nois. Aquesta troballa és coherent amb l'estudi transversal dut a terme per Valero-Valenzuela et al. (2019), en el qual es van analitzar els perfils de més de 250 joves que practicaven atletisme en funció del seu nivell de motivació. En aquest estudi, es va observar que els que presentaven una motivació autodeterminada més gran percebien un estil de més suport a l'autonomia per part del seu entrenador i presentaven una intenció més gran de continuar practicant atletisme. L'estudi d'Abraldes et al. (2013) va indicar que van ser els homes els que van presentar més nivells de suport a l'autonomia, ja que la diversió va ser la variable que millor va predir l'orientació cap a la tasca dels salvavides masculins.

En relació amb la millora de la diversió, si bé els qüestionaris no han reportat millores, les declaracions manifestades tant pel docent com pels estudiants sí que donen indicis d'una satisfacció més gran mitjançant l'ús del MLT. Aquests resultats concorden amb investigacions anteriors que van evidenciar beneficis del MLT en la satisfacció d'estudiants de primària que van estar aprenent diferents disciplines d'atletisme (Valero-Valenzuela et al., 2009).

La intenció de mantenir-se actius físicament no va variar entre els estudiants dels dos grups. Crida l'atenció que, malgrat l'associació entre l'estil de suport a l'autonomia i les intencions de ser físicament actius (Valero-Valenzuela et al., 2019), en aquest estudi aquesta no s'hagi produït. Això podria atribuir-se, en part, al nombre limitat de sessions realitzades (només 5), en contrast amb altres estudis que van reportar increments en la intenció de ser físicament actius (Merino-Barrero et al., 2020). A més, la implementació parcial de les estratègies pròpies del MLT, evidenciada per la no aplicació d'algunes d'aquestes (per exemple, pregunta, aportacions i solució) i l'aplicació similar d'estratègies en els dos grups (per exemple, propostes globals i repàs), pot haver contribuït a l'absència de diferències. Investigacions anteriors han discutit diverses maneres d'aplicar els models pedagògics (Curtner-Smith et al., 2008), i la versió "aiguallada" del model pot ser que sigui un dels motius que explicarien els resultats parcials obtinguts quant a diversió i intenció de ser físicament actius. La falta d'un entrenament continuat que complementés la formació inicial possiblement va impedir que els docents identifiquessin i apliquessin efectivament les estratègies del MLT en la seva pràctica docent (Lee i Choi, 2015).

En relació amb el segon objectiu, els resultats qualitatius revelen l'impacte del MLT en la motivació i la diversió percebuda dels estudiants. No obstant això, els resultats quantitatius relacionats amb la variable de diversió i intenció de pràctica futura no van aconseguir capturar aquesta diferència percebuda. Aquesta discrepància es pot deure a diversos factors com ara la curta durada de la intervenció, la qual pot haver estat insuficient perquè les millores psicosocials observades es consolidessin en resultats mesurables a través de qüestionaris (Rubio-Castillo i Gómez-Mármol, 2016). A més, els qüestionaris podrien no haver capturat amb precisió les vivències immediates i dinàmiques que els estudiants van experimentar durant les sessions. Aquestes troballes subratllen la importància d'utilitzar eines de mesurament que puguin captar amb més sensibilitat l'experiència subjectiva de l'alumnat (Bautista, 2022), especialment en intervencions a curt termini.

La dissonància entre l'experiència subjectiva immediata i els resultats mesurables també va estar present en altres variables com ara la percepció de l'aprenentatge tècnic i els resultats de rendiment atlètic, ja que, malgrat que els

estudiants van reportar una adquisició de coneixements més gran sobre la tècnica atlètica, aquesta no es va traduir en un rendiment superior en les proves físiques. Aquestes troballes suggereixen que el MLT potencia l'aprenentatge tècnic i no compromet el rendiment físic davant la MT. Malgrat això, cal tenir en compte els factors que van poder influir en els resultats, com ara el curt període d'intervenció, que va poder influir en el desenvolupament d'habilitats i capacitats físiques que tenen un paper clau en el rendiment de les proves físiques (Valero-Valenzuela et al., 2012). Aquestes troballes també tenen implicacions importants, ja que demostren que és possible adquirir un coneixement més gran de la tècnica i equilibrar el rendiment físic amb un enfocament més lúdic i motivador, una combinació que podria ser particularment valuosa per a l'ensenyament d'esports en edats primerenques, quan la diversió i el gaudi són clau per a l'adherència a la pràctica esportiva. A falta d'estudis previs en atletisme, altres treballs amb esports com ara la vela i esports col·lectius indiquen un coneixement més gran quan es van emprar metodologies actives com ara l'ensenyament comprensiu de l'esport (Hortigüela Alcalá i Hernando Garijo, 2017; Morales-Belando i Arias-Estero, 2017). La recerca en didàctica de l'Educació Física suggereix que els models pedagògics, com el MLT, poden promoure un aprenentatge més profund i significatiu (Valero-Valenzuela et al., 2012), però és possible que aquest tipus d'aprenentatge no sempre es tradueixi de manera immediata en millores mesurables en les proves físiques.

Un altre dels aspectes qualitius més destacables va ser la transformació del clima d'aula en un espai de connexió i interacció. Aquesta troballa suggereix que el MLT no només té un impacte en l'aprenentatge tècnic o la motivació, sinó que també afecta de manera positiva en les relacions interpersonals i la dinàmica grupal. Malgrat que no es va mesurar quantitativament aquesta variable, les percepcions dels participants suggereixen que el MLT contribueix a un ambient d'aprenentatge més humanitzat, que facilita la col·laboració i redueix la competència individualista característica d'enfocaments pedagògics més tradicionals. Aquesta observació concorda amb les troballes de Valero-Valenzuela et al. (2009), els docents de les quals van percebre que el MLT generava un millor clima d'aula. En adoptar un enfocament més humanitzat i centrat en l'estudiant, el MLT sembla que té el potencial de fomentar un ambient més positiu i col·laboratiu. Aquest clima positiu podria ser un precursor de millores en altres variables psicosocials (Manzano-Sánchez et al., 2021) que, amb més temps, podrien haver mostrat diferències significatives en termes de motivació o intenció de continuar amb la pràctica esportiva. L'enfocament centrat en l'estudiant i l'ambient col·laboratiu que promou el MLT van ser factors determinants perquè el docent mostrés una preferència més gran per aquest model

pedagògic per a l'ensenyament tècnic de l'atletisme. Tot i així, el docent també va manifestar debilitats al llarg de la intervenció, com la necessitat de més suport pedagògic durant la implementació del MLT per augmentar la seva confiança en l'aplicació del model, la qual cosa es vincula amb les recomanacions d'Hastie i Casey (2014) i la necessitat de formació contínua (Lee i Choi, 2015).

Quant a les limitacions de l'estudi, cal destacar la importància que les implementacions dels models pedagògics siguin més llargues en el temps per poder obtenir els resultats esperats amb l'ús d'aquestes metodologies. A més, l'absència de *feedback* per millorar el percentatge de fidelització en la implementació del MLT ha pogut comportar que s'hagi fet un ús aigualit o a la carta de les estratègies del model. Una altra limitació seria que el mateix docent implementés les dues metodologies en grups diferents, ja que en ocasions s'han pogut produir interferències entre una metodologia i l'altra, la qual cosa pot haver dificultat distingir quin tipus de tasques havia d'aplicar amb un grup d'estudiants i no amb l'altre. Estratègies importants com la pregunta desafiant, la valoració de la sessió i la solució a la pregunta desafiant no es van dur a terme en la sessió analitzada amb el MLT. Altres variables interessants per avaluar en futurs estudis serien la motivació, la satisfacció de les necessitats psicològiques bàsiques o el clima de l'aula que, si bé s'han recollit certes opinions sobre això en l'entrevista al docent i als estudiants, es podrien mesurar mitjançant qüestionaris ja validats.

Conclusió

L'estudi va revelar que el MLT va induir efectes beneficiosos en la percepció dels estudiants, especialment en els homes, respecte a l'estil interpersonal de suport a l'autonomia emprat pel docent en l'ensenyament de l'atletisme en educació primària. Aquesta metodologia s'equipara en termes de millores en el rendiment atlètic a la MT, i a més promou un increment en la motivació dels estudiants, un ambient d'aula més positiu i un gaudi més gran de les activitats. Malgrat aquests beneficis, la confirmació d'aquests resultats queda fora de l'abast d'aquest estudi, possiblement a causa de l'eficàcia comparable de les dues metodologies o la necessitat d'un nombre més elevat de sessions perquè els canvis siguin perceptibles mitjançant els instruments d'autoavaluació utilitzats. En vista d'aquestes troballes, se suggereix que els educadors físics considerin l'ús d'estratègies pedagògiques lúdiques com el MLT per a l'ensenyament d'esports individuals com l'atletisme, atesa la seva capacitat per fomentar un estil motivacional del docent que dona suport a l'autonomia de l'estudiant i els seus efectes potencialment positius en la motivació i la intenció de continuar la pràctica esportiva en el futur.

Referències

- Abraldes, A., Gómez-López, M., Granero-Gallegos, A., & Rodríguez-Suárez, N. (2013). The goal orientation of the lifesavers and the relationship with the satisfaction and the beliefs about the causes of success in sport. *Cultura Ciencia Deporte*, 8(22), 59–66. <https://doi.org/10.12800/ccd.v8i22.230>
- Arias, J. L., Castejón, F. J., & Yuste, J. L. (2013). Propiedades psicométricas de la escala de intencionalidad de ser físicamente activo en Educación Primaria. *Revista de Educación*, 362, 485–505. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2013-362-239>
- Bailey, R., Armour, K., Kirk, D., Jess, M., Sandford, R., & BERA Physical Education and Sport Pedagogy Special Interest Group. (2009). The educational benefits claimed for physical education and school sport: An academic review. *Research Papers in Education*, 24(1), 1–27. <https://doi.org/10.1080/02671520701809817>
- Bautista, N. P. (2022). *Proceso de la investigación cualitativa: epistemología, metodología y aplicaciones*. Editorial El Manual Moderno.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Calderón, A., Valenzuela, A., & Gómez-Mármol, A. (2014). *La iniciación deportiva al atletismo* (pp. 46–71).
- Castañer Balcells, M., Camerino Foguet, O., & Anguera Argilaga, M. (2013). Mixed methods in the research of sciences of physical activity and sport. *Apunts Educación Física y Deportes*, 112, 31–36. [http://dx.doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2013/2\).112.01](http://dx.doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2013/2).112.01)
- Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement*, 20(1), 37–46.
- Crane, J., & Temple, V. (2015). A systematic review of dropout from organized sport among children and youth. *European Physical Education Review*, 21(1), 114–131. <https://doi.org/10.1177/1356336X14555294>
- Curtner-Smith, M. D., Hastie, P. A., & Kinchin, G. D. (2008). Influence of occupational socialization on beginning teachers' interpretation and delivery of sport education. *Sport, Education and Society*, 13(1), 97–117. <https://doi.org/10.1080/13573320701780779>
- Fernández-Río, J., Hortigüela-Alcalá, D., & Pérez-Pueyo, Á. (2021). ¿Qué es un modelo pedagógico? Aclaración conceptual. In *Modelos pedagógicos en Educación Física: qué, cómo, por qué y para qué* (pp. 12–24). Universidad de León.
- Fernández-Río, J., & Iglesias, D. (2024). What do we know about pedagogical models in physical education so far? An umbrella review. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 29(2), 190–205. <https://doi.org/10.1080/17408989.2022.2039615>
- Gobierno de Aragón. Orden ECD/1112/2022, de 18 de julio, por la que se aprueban el currículo y las características de la evaluación de la Educación Primaria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón. *Boletín Oficial de Aragón*.
- Guijarro, E., & González-Villora, S. (2023). La enseñanza deportiva a través de los modelos pedagógicos: hacia un cambio metodológico. In J. C. Freitas Gama, A. Ferreira Neto, W. dos Santos (Coord.), *Formação para o esporte e formação esportiva* (pp. 301–316). Appris.
- Guthold, R., Stevens, G. A., Riley, L. M., & Bull, F. C. (2020). Global trends in insufficient physical activity among adolescents: A pooled analysis of 298 population-based surveys with 1·6 million participants. *The Lancet Child & Adolescent Health*, 4(1), 23–35. [https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(19\)30323-2](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(19)30323-2)
- Haerens, L., Kirk, D., Cardon, G., & De Bourdeaudhuij, I. (2011). Toward the development of a pedagogical model for health-based physical education. *Quest*, 63(3), 321–338. <https://doi.org/10.1080/00336297.2011.10483684>
- Hastie, P. A., & Casey, A. (2014). Fidelity in Models-Based Practice Research in Sport Pedagogy: A Guide for Future Investigations. *Journal of Teaching in Physical Education*, 33(3), 422–431. <https://doi.org/10.1123/jtpe.2013-0141>
- Hortigüela Alcalá, D., & Hernando Garjón, A. (2017). Teaching Games for Understanding: A Comprehensive Approach to Promote Student's Motivation in Physical Education. *Journal of Human Kinetics*, 59(1), 17–27. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0144>
- Hu, L., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1–55. <https://doi.org/10.1080/10705519909540118>
- Kirk, D. (2013). Educational value and models-based practice in physical education. *Educational Philosophy and Theory*, 45(9), 973–986. <http://doi.org/10.1080/00131857.2013.785352>
- Lee, A. M., Fredenburg, K., Belcher, D., & Cleveland, N. (1999). Gender Differences in Children's Conceptions of Competence and Motivation in Physical Education. *Sport, Education and Society*, 4(2), 161–174. <https://doi.org/10.1080/1357332990040204>
- Lee, O., & Choi, E. (2015). The Influence of Professional Development on Teachers' Implementation of the Teaching Personal and Social Responsibility Model. *Journal of Teaching in Physical Education*, 34(4), 603–625. <https://doi.org/10.1123/jtpe.2013-0223>
- Manzano-Sánchez, D., Gómez-Mármol, A., Valero-Valenzuela, A., & Jiménez-Parra, J. F. (2021). School climate and responsibility as predictors of antisocial and prosocial behaviors and violence: a study towards self-determination theory. *Behavioral Sciences*, 11(3), 36. <https://doi.org/10.3390/bs11030036>
- Merino-Barrero, J. A., Valero-Valenzuela, A., Belando Pedreño, N., & Fernández-Río, J. (2020). Impact of a Sustained TPSR Program on Students' Responsibility, Motivation, Sportsmanship, and Intention To Be Physically Active. *Journal of Teaching in Physical Education*, 39(2), 247–255. <https://doi.org/10.1123/jtpe.2019-0022>
- Metzler, M. (2017). *Instructional Models in Physical Education* (3rd ed.). Routledge.
- Morales-Belando, M. T., & Arias-Estero, J. L. (2017). Effect of Teaching Races for Understanding in Youth Sailing on Performance, Knowledge, and Adherence. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 88(4), 513–523. <https://doi.org/10.1080/02701367.2017.1376032>
- Moreno-Murcia, J. A., Huéscar, E., Andrés-Fabra, J. A., & Sánchez-Latorre, F. (2020). Adaptation and validation of autonomy support and controller style's scales in physical education: relationship with feed-back. *Revista Ciencias de la Actividad Física*, 21(1). <https://doi.org/10.29035/rcaf.21.1.3>
- Murrie, D. (1997). Athletics activities in the Primary School. Walking, running and hurdling. *Primary PE Focus*, 4–6.
- Pérez-González, A. M., Valero-Valenzuela, A., Moreno-Murcia, J. A., & Sánchez-Alcaraz, B. J. (2019). Systematic Review of Autonomy Support in Physical Education. *Apunts Educación Física y Deportes*, 138, 51–61. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2019/4\).138.04](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2019/4).138.04)
- Rubio-Castillo, A. D., & Gómez-Mármol, A. (2016). Efectos del Modelo Ludotécnico en el aprendizaje técnico, competencia y motivación en la enseñanza del baloncesto en Educación Física. *SPORT TK-Revista EuroAmericana de Ciencias del Deporte*, 5(2), 41–46. <https://doi.org/10.6018/264631>
- Sánchez-Morales, M., Valero-Valenzuela, A., Manzano-Sánchez, D., & López-Jiménez, J. (2016). Effects of a ludotechnic teaching unit on improving high jump learning of high school students. *Ágora para la Educación Física y el Deporte*, 18, 199.
- Sánchez-Hernández, N., Martos-García, D., Soler, S., & Flintoff, A. (2018). Challenging gender relations in PE through cooperative learning and critical reflection. *Sport, Education and Society*, 23(8), 812–823. <https://doi.org/10.1080/13573322.2018.1487836>
- Sánchez-Hernández, N., Soler-Prat, S., & Martos-García, D. (2022). La Educación Física desde dentro. El discurso del rendimiento, el currículo oculto y las discriminaciones de género. *Ágora para la Educación Física y el Deporte*, 24, 46–71. <https://doi.org/10.24197/aeftd.24.2022.46-71>
- Shen, B., Chen, A., Tolley, H., & Scrabis, K. A. (2003). Gender and Interest-Based Motivation in Learning Dance. *Journal of Teaching in Physical Education*, 22(4), 396–409. <https://doi.org/10.1123/jtpe.22.4.396>
- Tapia-Serrano, M. A., Sevil-Serrano, J., Sánchez-Miguel, P. A., López-Gil, J. F., Tremblay, M. S., & García-Hermoso, A. (2022). Prevalence of meeting 24-Hour Movement Guidelines from pre-school to adolescence: A systematic review and meta-analysis including 387,437 participants and 23 countries. *Journal of Sport and Health Science*, 11(4), 427–437. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2022.01.005>

- Thyer, B. A. (2012). *Quasi-experimental research designs*. Oxford University Press.
- Valero-Valenzuela, A. (2006). La iniciación al deporte del atletismo: del modelo tradicional a los nuevos enfoques metodológicos. *Kronos: revista universitaria de la actividad física y el deporte*, 5(9), 34-44. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2042044>
- Valero-Valenzuela, A. (2007). La técnica de enseñanza en el modelo ludotécnico: su aplicación a la educación física en primaria. *Kronos: Enseñanza de la Actividad Física y el Deporte*, 5, 31-40. <http://hdl.handle.net/11268/3537>
- Valero-Valenzuela, A., Conde, A., Delgado, M., & Conde, J. L. (2005). Comparación de los enfoques Tradicional y Ludotécnico sobre la eficacia y la mejora Técnica en el Atletismo. *European Journal of Human Movement*, 14, 119-133. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2279134>
- Valero-Valenzuela, A., & Conde-Caveda, J. L. (2003). *La iniciación al atletismo a través de los juegos: El enfoque ludotécnico en el aprendizaje de las disciplinas atléticas*. Aljibe.
- Valero-Valenzuela, A., Conde-Sánchez, A., Delgado-Fernández, M., & Conde-Caveda, J. (2004). Construcción y validación de un cuestionario de diversión y adherencia hacia la práctica del atletismo en la educación primaria. *Revista Española de Educación Física y Deportes*, (375), p.139. <https://doi.org/10.55166/reefd.v0i375.418>
- Valero-Valenzuela, A., Conde-Sánchez, A., Delgado-Fernández, M., Conde-Caveda, J. L., & De la Cruz-Sánchez, E. (2012). Effects of traditional and ludotechnical instructional approaches on the development of athletics performance, efficiency and enjoyment. *Didactica Slovenica*, 3-4, 51-66.
- Valero-Valenzuela, A., Delgado-Fernández, M., & Conde-Caveda, J. L. (2009). Motivation towards athletics practice in primary education depending on two different teaching/learning proposals. *Revista de Psicología del Deporte*, 18(2), 123-136.
- Valero-Valenzuela, A., Manzano-Sánchez, D., Moreno-Murcia, J., & Heredia León, D. A. (2019). Interpersonal Style of Coaching, Motivational Profiles and the Intention to be Physically Active in Young Athletes. *Studia Psychologica*, 61(2), 110-119. <https://doi.org/10.21909/sp.2019.02.776>
- Vasconcellos, D., Parker, P. D., Hilland, T., Cinelli, R., Owen, K. B., Kapsal, N., Lee, J., Antczak, D., Ntoumanis, N., Ryan, R. M., & Lonsdale, C. (2020). Self-determination theory applied to physical education: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Educational Psychology*, 112(7), 1444-1469. <https://doi.org/10.1037/edu0000420>
- Xiang, P., McBride, R. E., & Bruene, A. (2006). Fourth-Grade Students' Motivational Changes in an Elementary Physical Education Running Program. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 77(2), 195-207. <https://doi.org/10.1080/02701367.2006.10599354>

Conflicte d'interessos: les autories no han comunicat cap conflicte d'interessos.



© Copyright Generalitat de Catalunya (INEFC). Aquest article està disponible a l'URL <https://www.revista-apunts.com/ca/>. Aquest treball està publicat sota una llicència Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. Les imatges o qualsevol altre material de tercers d'aquest article estan inclosos a la llicència Creative Commons de l'article, tret que s'indiqui el contrari a la línia de crèdit; si el material no s'inclou sota la llicència Creative Commons, els usuaris hauran d'obtenir el permís del titular de la llicència per reproduir el material. Per veure una còpia d'aquesta llicència, visiteu <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.ca>



Patrons de conducta de les passades en finals de Champions League (2018-2022)

Adrián Torregrosa-Domínguez¹ , Jesús Salado-Tarodo^{2*} , José Flores-Rodríguez³
i Eduardo José Fernández-Ozcorta¹

¹ Departament de Didàctiques Integrades, Universitat de Huelva (Espanya).

² Departament d'Activitat Física i Esports, Centre d'Estudis Universitaris Cardenal Spínola CEU, centre adscrit a la Universitat de Sevilla (Espanya).

³ Departament de Ciències Socials i de la Salut, Centre Universitari San Isidoro, centre adscrit a la Universitat Pablo de Olavide, Sevilla (Espanya).



Citació

Torregrosa-Domínguez, A., Salado-Tarodo, J., Flores-Rodríguez, J. & Fernández-Ozcorta, E. J. (2025). Passing behaviour patterns in UEFA Champions League finals (2018-2022). *Apunts Educación Física y Deportes*, 159, 32-42. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2025/1\).159.04](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2025/1).159.04)

Editat per:
© Generalitat de Catalunya
Departament d'Esports
Institut Nacional d'Educació
Física de Catalunya (INEFC)

ISSN: 2014-0983

***Correspondència:**
Jesús Salado-Tarodo
jsalado@ceu.es

Secció:
Entrenament esportiu

Idioma de l'original:
Castellà

Rebut:
21 de març de 2024

Acceptat:
24 de juliol de 2024

Publicat:
1 de gener de 2025

Coberta:
Laura Kluge lluita pel disc en el
partit entre Alemanya i Hongria
durant l'Eishockey Deutschland
Cup, a Landshut, Alemanya, el
9 de novembre de 2024. © IMAGO/
ActionPictures/afototeca.com

Resum

L'objectiu d'aquest estudi va ser analitzar els patrons de conducta de les passades fetes a les finals de la UEFA Champions League disputades entre 2018 i 2022, identificant els factors situacionals (posició en el camp, pressió de l'oponent) i conductuals (tècnica de passada, presa de decisions) associats a les passades reeixides. Les passades reeixides són les que resulten en la pèrdua de possessió de l'oponent, culminen en gol o xut. L'estudi va ser puntual, nomotètic i multidimensional, i es va basar en l'observació d'un moment específic sense seguiment continu, la comparació de comportaments de set equips i l'anàlisi de diversos nivells de resposta amb un instrument d'observació. Per a això, es va construir i es va validar un instrument d'observació mitjançant revisió d'experts, proves pilot i anàlisi de fiabilitat i validesa, assegurant la precisió en la codificació. Els participants de l'estudi van ser equips professionals que van jugar les finals de la UEFA Champions League i es van registrar i es van codificar 4,658 passades. Els resultats preliminars indiquen que les passades des de la zona ofensiva (3/4 del camp contrari) tenen més probabilitat de culminar en gol o xut, mentre que les passades de més distància estan més associades a la pèrdua de possessió. Aquestes troballes suggereixen que el moment del partit, la ubicació en el camp i la distància de la passada són factors clau en l'èxit o el fracàs de les jugades.

Paraules clau: coordenades polars, marcador, metodologia observacional, temps de joc, zones del camp.

Introducció

La recerca en esports d'equip ha adquirit una importància creixent en termes físics, tècnics i tàctics. Això ha permès als equips prendre decisions informades en diferents situacions, emparades per l'evidència científica (Rennie et al., 2018; Young et al., 2019). En aquest sentit, en els últims anys s'ha incrementat la importància de validar instruments que permetin avaluar la competència en el futbol professional utilitzant proveïdors de dades com WyScout (Sánchez-López et al., 2023). Així mateix, la comprensió de les transicions en la possessió de la pilota ha estat objecte d'estudi per entendre millor les probabilitats d'èxit en jugades específiques (Castellano-Paulis et al., 2009).

En relació amb això, la metodologia observacional ha estat essencial en aquest avenç, especialment en l'avaluació de comportaments en esports col·lectius d'invasió. Específicament en l'àmbit del futbol, els estudis han abordat accions tecnicotàctiques, l'evolució dels gols en competicions mundials i la circulació de la pilota en diverses categories (Gréhaigne et al., 2010; Iván-Baragaño et al., 2022; Mićović et al., 2022; Muriarte Solana et al., 2023; Ortega-Toro, 2019). Aquests enfocaments han proporcionat informació valuosa sobre el desenvolupament del joc, l'eficàcia en les fases ofensives i l'optimització d'estratègies de joc.

La metodologia observacional, a més de ser àmpliament utilitzada, ha obert pas a la implementació de diverses tècniques d'anàlisi de dades en l'estudi d'esports d'equip (Barreira et al., 2020). Entre aquestes tècniques, les coordenades polars (CP) han estat fonamentals, ja que permeten estimar les relacions entre un comportament específic i altres d'observats. S'han aplicat en l'anàlisi del joc ofensiu propostes pedagògiques i l'avaluació d'indicadors de rendiment (Flores-Rodríguez, 2020; Maneiro et al., 2018).

En el context específic del futbol, l'anàlisi mitjançant xarxes de passada ha estat un recurs valuós per definir les característiques dels equips i explicar el seu èxit al camp (Buldú et al., 2019; Castañer et al., 2016; Maneiro et al., 2018; Zeng i Zhang, 2022). Aquests estudis han proporcionat paràmetres com ara l'índex de comportament ofensiu i l'índex de control del joc, crucials per detectar el grau de control d'un equip sobre el rival.

A més de l'anàlisi global, s'ha observat la importància d'examinar l'eficàcia en les unitats de possessió. Aquests segments de joc, definits pel control de la pilota, són fonamentals per analitzar la qualitat, l'efectivitat i la distribució de la possessió. S'ha demostrat que factors com el nombre total de passades, la precisió en la passada

i altres aspectes es relacionen estretament amb l'èxit en aquestes unitats (Callet, 2012; Hewitt et al., 2016; Zeng i Zhang, 2022). Aquests estudis han proporcionat informació valuosa sobre la relació entre diferents paràmetres i l'èxit en el joc.

En relació amb les passades i l'anotació, s'ha descobert que la relació entre la quantitat de passades i l'èxit en les anotacions presenta certes contradiccions. Per exemple, mentre se suggereix que efectuar menys passades per acció augmenta la probabilitat de fer un gol, s'ha observat que el 80% de les unitats de possessió que acaben en gol involucren més de tres passades (Aguado-Méndez et al., 2020; Alves et al., 2023; Taha i Ali, 2023). Aquestes discrepàncies emfatitzen la importància de definir el tipus d'atac i el paper de les accions de contraatac en el context del joc (Chmura et al., 2021).

La incidència dels errors a les passades és un element clau a considerar, ja que la majoria de les unitats de possessió no culminen en gol. S'ha observat que les passades curtes poden reduir les pèrdues i, per tant, millorar les possibilitats d'èxit en el joc (Chmura et al., 2021).

D'altra banda, l'anàlisi de les zones de recuperació de la pilota ha revelat que recuperar la pilota a prop de la porteria rival està relacionat amb un augment en la probabilitat d'anotació. A més, els contraatacs generats al carril central han mostrat una correlació amb l'èxit en el joc (Mendes i Morante, 2011). Aquestes troballes subratllen la rellevància de les estratègies de recuperació i el seu impacte en el desenvolupament del joc.

Finalment, és fonamental considerar la influència de variables situacionals en el rendiment i comportament dels jugadors. S'ha vist que elements com la localització del partit, el nivell del rival i el seu estat (*match status*) tenen efectes tant físics com tàctics (Mackenzie i Cushion, 2013; Taylor et al., 2008). S'ha demostrat que aquestes variables incideixen en aspectes com ara el temps de possessió, la tipologia de passades i el percentatge d'èxit de les possessions, i s'han observat diferències significatives entre les primeres i segones parts dels partits (Maneiro et al., 2021).

Atenent l'estat actual de l'evidència, l'objectiu d'aquesta investigació va ser analitzar els patrons de conducta de les passades efectuades a les finals de la UEFA Champions League disputades entre 2018 i 2022. Específicament, es van estudiar les passades que van acabar en finalització i les passades que van acabar en pèrdua de la possessió de pilota segons el temps de joc, marcador, tipus de passada feta i les zones del camp on es van efectuar i es van rebre les passades.

Mètode

Material

Per a aquesta investigació, es va dissenyar un instrument d'observació *ad hoc* a fi de registrar les conductes rellevants en relació amb l'objectiu de l'estudi. La construcció i validació de l'instrument es va dur a terme en tres fases fonamentals: disseny inicial basat en la literatura, proves pilot i ajustament mitjançant el judici d'experts. El procés d'entrenament de l'observador i les anàlisis de fiabilitat i validesa van ser prescriptius per assegurar la precisió i la utilitat de l'instrument.

Disseny observacional

La investigació es va dur a terme utilitzant un disseny observacional puntual, nomotètic i multidimensional (Anguera i Hernández-Mendo, 2013). Puntual, a causa que els partits observats corresponen a moments específics sense seguiment temporal continu; nomotètic, ja que es van comparar diferents unitats d'anàlisi, en aquest cas, els comportaments de set equips diferents, i multidimensional, perquè es van estudiar diversos nivells de resposta, recollits a l'instrument d'observació.

Participants

Es van recollir dades de cinc finals de la UEFA Champions League diferents (Taula 1), jugades totes en camp neutral, entre el 2018 i el 2022. En total es van analitzar 7 equips diferents, de 3 lligues europees diferents.

D'acord amb el que estableix l'Informe Belmont (1978), no va ser necessària l'obtenció de consentiment informat ni l'examen del comitè ètic pertinent perquè: (a) l'estudi va implicar l'observació de persones en un entorn públic (estadi de futbol); (b) els equips observats no tenien cap expectativa de privacitat, ja que els partits es van retransmetre a escala mundial, i (c) l'estudi no va implicar intervenció o interacció directa dels investigadors amb els esportistes estudiats.

Les unitats d'observació van ser totes les passades fetes pels diferents equips a excepció de les efectuades per reinici de joc (p. ex., serveis de porteria, faltes, córner, serveis de banda, etc.).

Instruments

Es va dissenyar un instrument d'observació *ad hoc* per registrar les conductes rellevants en relació amb l'objectiu de recerca. La construcció de l'instrument d'observació es va constituir en tres fases, basades en el treball d'Aguado-Méndez et al. (2020).

Primera fase. Dos doctors en Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport, amb experiència prèvia en estudis observacionals, van dissenyar una versió inicial a partir de la bibliografia disponible. En aquesta primera etapa, es va optar per una combinació de format de camp d'Aguado-Méndez et al. (2020) amb sistema de categories. El format de camp de joc estava dividit en una quadrícula de 24 zones rectangulars, organitzades en quatre files i sis columnes, etiquetades amb el prefix "Zona" seguit d'un nombre de l'1 al 24. La numeració de la quadrícula del camp començava a la cantonada superior esquerra del camp amb "Zona 1" i avançava d'esquerra a dreta i de dalt a baix, i acabava a la cantonada inferior dreta amb "Zona 24". Es van configurar les zones de l'1 al 12 com les de camp propi, mentre que les zones del 13 al 24 pertanyien al camp contrari. Aquesta combinació permetia aprofitar els punts forts dels dos instruments: d'una banda, la flexibilitat del format de camp i, de l'altra, la consistència teòrica del sistema de categories (Anguera i Hernández-Mendo, 2013).

Segona fase. L'instrument es va sotmetre a una prova de cautela (Anguera, 2003), consistent en el registre de diversos partits no inclosos a la mostra. La prova de cautela va servir per modificar el disseny inicial de l'instrument de recerca, afegint i eliminant diferents criteris i categories. La prova de cautela es va donar per finalitzada quan, durant el registre dels partits no inclosos a la mostra, no es va detectar cap conducta que no pogués ser registrada amb l'instrument de recerca.

Taula 1
Finals analitzades

Any	Equip 1	Equip 2
2018	Reial Madrid	Liverpool
2019	Tottenham	Liverpool
2020	PSG	Bayern de Múnic
2021	Manchester City	Chelsea
2022	Liverpool	Reial Madrid

Tercera fase. L'instrument va ser sotmès al judici de tres experts, doctors i docents universitaris en Ciències de l'Activitat Física i de l'Esport, que marcaven el seu acord/desacord amb cada una de les categoria i criteris de l'instrument. Finalment, tots els criteris i categories que van conformar la versió definitiva de l'instrument van obtenir un percentatge d'acord superior al 80%. L'instrument definitiu utilitzat per a l'observació apareix a la Taula 2.

Després del disseny final de l'eina, aquesta es va implementar a Microsoft Excel per registrar i codificar

les accions, de manera que aquest va funcionar com a instrument de registre. L'anàlisi de coordenades polars es va aplicar amb el programa informàtic HOISAN 1.2 (Hernández-Mendo et al., 2012). Anteriorment al càlcul de les coordenades polars i com a requisit, es va fer l'anàlisi seqüencial de retards utilitzant el programa informàtic GSEQ 5.1 (Bakeman i Quera, 2011). Finalment, una vegada feta l'anàlisi de coordenades polars, les associacions significatives es van representar gràficament amb el programa Snowflake.

Taula 2*Instrument d'observació*

Criteri	Categories	Codi	Descripció
Minut (MIN)	Minut 0 al 15	T01	La passada es fa entre el minut 0 i el 15.
	Minut 16 al 30	T02	La passada es fa entre el minut 16 i el 30.
	Minut 31 al 45	T03	La passada es fa entre el minut 31 i el 45.
	Minut 45 al 60	T04	La passada es fa entre el minut 45 i el 60.
	Minut 61 al 75	T05	La passada es fa entre el minut 60 i el 75.
	Minut 76 al 90	T06	La passada es fa entre el minut 75 i el 90.
	Temps extra 1a	TE1	La passada es fa en el temps extra de la primera part.
	Temps extra 2a	TE2	La passada es fa en el temps extra de la segona part.
Marcador (MAR)	Empat	EMP	L'equip està empatant en el moment en què es produeix la passada.
	Perdent	PER	L'equip està perdent en el moment en què es produeix la passada.
	Guanyant	GAN	L'equip està guanyant en el moment en què es produeix la passada.
Equip ataca (ATQ)	Man. City	MAN	La passada la fa un jugador del Manchester City.
	Chelsea	CHE	La passada la fa un jugador del Chelsea.
	PSG	PSG	La passada la fa un jugador del PSG.
	Bayern Múnic	BAY	La passada la fa un jugador del Bayern.
	Liverpool	LIV	La passada la fa un jugador del Liverpool.
	Madrid	MAD	La passada la fa un jugador del Madrid.
	Tottenham	TOT	La passada la fa un jugador del Tottenham.
Zona del camp d'inici de la passada (ZIP)	Zona 1	I01	La passada s'inicia a la Zona 1.
	Zona 2	I02	La passada s'inicia a la Zona 2.
	Zona 3	I03	La passada s'inicia a la Zona 3.
	...		
	Zona 24	I24	La passada s'inicia a la Zona 24.
Zona del camp de recepció de la passada (ZRP)	Zona 1	R01	La passada es rep a la Zona 1.
	Zona 2	R02	La passada es rep a la Zona 2.
	Zona 3	R03	La passada es rep a la Zona 3.
	...		
	Zona 24	R24	La passada es rep a la Zona 24.
Tipus de passada (TPS)	Curta	TPC	La passada no se salta cap zona.
	Mitjana	TPM	La passada se salta una zona, però no dues.
	Llarga	TPL	La passada se salta dues zones o més.
Progressa (PRO)	Sí	PSI	La passada avança el joc.
	No	PNO	La passada no avança el joc.
Resultat de la passada (RPS)	Company rep	CRB	Un company del jugador que ha fet la passada rep la pilota.
	Equip perd la pilota	EPB	La passada té com a resultat una pèrdua de la possessió de la pilota.
	Company finalitza	CFI	Un company del jugador que ha fet la passada rep la pilota i finalitza sense anotar gol.
	Assistència de gol	ASI	Un company del jugador que ha fet la passada rep la pilota i finalitza anotant gol.
Núm. de passada (NPS)	Passada núm. 1	001	Passada núm. 1 que fa l'equip en el partit.
	Passada núm. 2	002	Passada núm. 2 que fa l'equip en el partit.
	Passada núm. X	00X	Passada núm. X que fa l'equip en el partit.

Procediment

La naturalesa de la investigació, basada en observacions fetes en partits de futbol i anàlisis de dades existents, no va implicar la manipulació de participants ni la intervenció directa en la seva integritat física o emocional, per la qual cosa es va evitar la necessitat d'un comitè de bioètica que l'aproves.

El registre de les accions el va dur a terme un observador, que va participar en el disseny de l'instrument d'observació. Per optimitzar la fiabilitat dels registres, l'observador va participar en un procés d'entrenament, que va consistir en el registre de partits no inclosos a la mostra. El procés d'entrenament va acabar quan es van obtenir valors iguals o superiors a .8 en l'estadístic kappa de Cohen a nivell intraobservador, un resultat gairebé perfecte (Landis i Koch, 1977). Una vegada finalitzat el procés d'entrenament, es van registrar els partits que van conformar la mostra de l'estudi.

Finalment, els resultats d'aquestes anàlisis es van revisar i l'instrument es va ajustar en conseqüència per garantir-ne la precisió i utilitat en el mesurament dels constructes desitjats. Aquest enfocament sistemàtic assegura que l'instrument d'observació és tant fiable com vàlid per utilitzar-lo en investigacions futures.

Anàlisi de les dades

Les dades observacionals es van analitzar mitjançant la tècnica de coordenades polars, que permet la representació gràfica de les relacions d'activació o inhibició entre les conductes analitzades. Aquesta tècnica ha estat utilitzada en l'estudi de diferents esports col·lectius, com ara futbol (Castañer et al., 2016) o handbol (Flores-Rodríguez i Alvite-de-Pablo, 2023). En aquesta anàlisi una de les conductes assumeix el rol de conducta focal, ja que se la considera generadora de les relacions amb la resta de les conductes que participen en l'anàlisi, que assumeixen el rol de conductes condicionades.

Com a requisit previ, és necessari fer l'anàlisi seqüencial de retards positius, que informará sobre la perspectiva prospectiva, i negatius, per conèixer sobre la perspectiva retrospectiva (Sackett, 1980). Una vegada feta l'anàlisi seqüencial, l'estadístic Zsum fa la integració de tots dos i s'obtenen valors que poden tenir signe positiu o negatiu. Els resultats obtinguts es van representar gràficament en un dels quatre quadrants possibles, depenent de la combinació de signes obtinguts en cada Zsum.

Tal com s'ha establert en investigacions prèvies (p. ex., Anguera et al., 2011; Camerino et al., 2019), la combinació gràfica permet explicar com interpretar les associacions entre el comportament focal, ubicat en el centre de la

figura, i els comportaments condicionants a cada quadrant. L'associació es mostra tant quantitativament (longitud del vector) com qualitativament als quadrants I, II, III o IV. Si la relació s'ubica al quadrant I, indica una relació d'activació mútua entre la conducta focal i la conducta condicionada. En canvi, quan la representació es troba al quadrant III, indica l'existència d'una relació d'inhibició mútua entre la conducta focal i la conducta condicionada. La representació al quadrant II assenyala que la conducta condicionada activa l'aparició de la conducta focal mentre és inhibida per aquesta. Finalment, la ubicació al quadrant IV indica que la conducta focal inhibeix la condicionada mentre és activada per aquesta.

Mitjançant l'exposició de l'anàlisi descrita, l'objectiu va ser analitzar els patrons de conducta de les passades fetes a les finals de la UEFA Champions League disputades entre 2018 i 2022, identificant els factors situacionals (posició en el camp, pressió de l'oponent) i conductuals (tècnica de passada, presa de decisions) associats a les passades reeixides.

Resultats

A continuació, es representen les associacions significatives, aquelles amb un radi superior a 1.96 ($p < .05$), identificades entre la conducta focal i les condicionades ubicades als quadrants I i III. La ubicació al quadrant I indica una relació d'activació mútua, mentre que la representació al quadrant III expressa inhibició mútua. Per facilitar la comprensió dels resultats es presenten en dos subapartats: en el primer actuen com a conducta focal les passades que van precedir una finalització i en el segon el rol de conducta focal l'assumeixen les passades que van acabar en pèrdua de la possessió de pilota.

Passades que van precedir una finalització

Per conèixer els patrons de conducta relacionats amb les passades que van precedir una finalització, es va utilitzar com a conducta focal la combinació de les categories ASI (passades fetes just abans d'una finalització que va acabar en gol) i CFI (passades fetes just abans d'una finalització que no va acabar en gol). A la Figura 1 (Dianes A, B i C), les categories pertanyents als criteris minut (MIN), marcador (MAR) i tipus de passada (TPS) van assumir el rol de conductes condicionades a la Diana A. Per la seva part, a la Diana B les conductes condicionades van ser les categories del criteri zona del camp d'inici de la passada (ZIP), i a la Diana C, les categories del criteri zona del camp de recepció de la passada (ZRP) van ser considerades conductes condicionades.

Figura 1

Passades que van precedir les finalitzacions segons el moment del partit, el marcador i el tipus de passada efectuada (A), la zona del camp on es van efectuar (B) i la zona del camp on es van rebre (C)

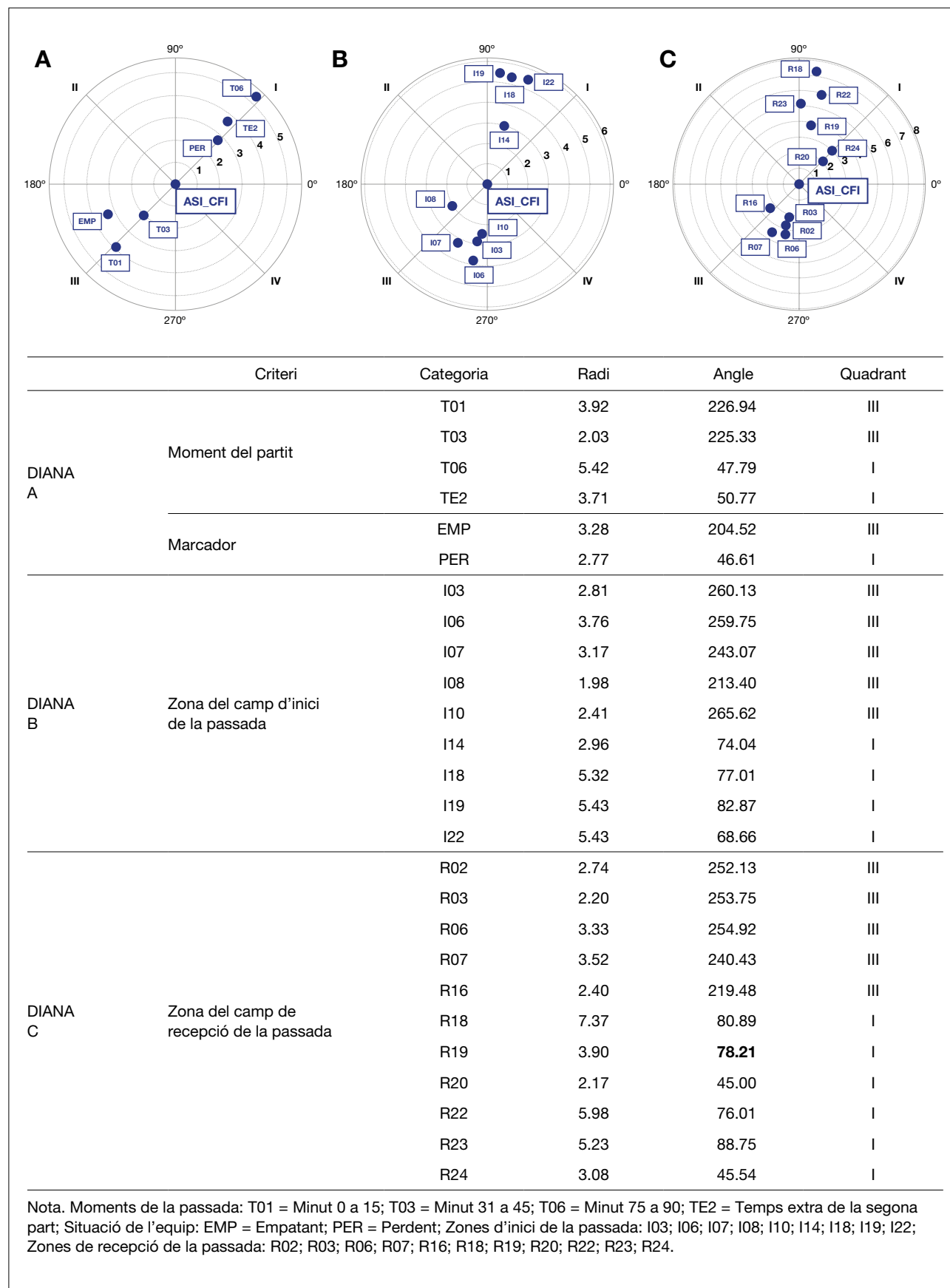
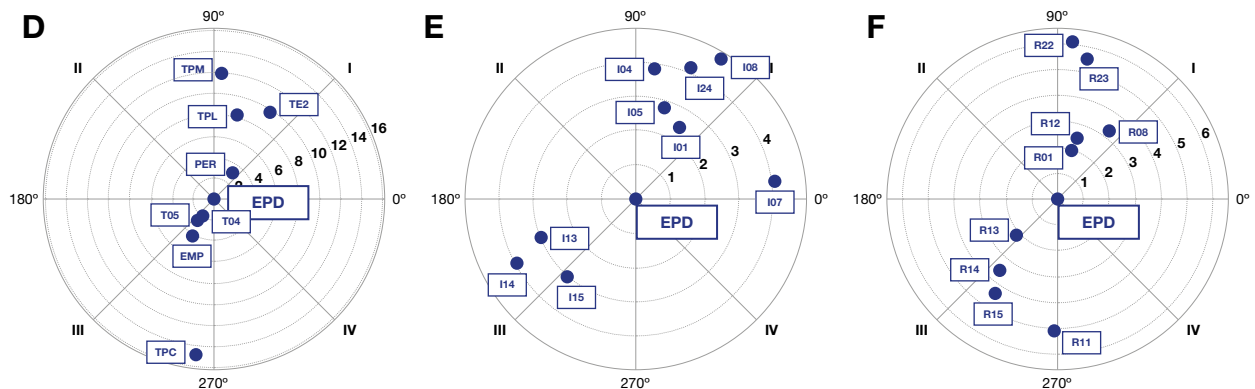


Figura 2

Passades que van acabar en pèrdua segons el moment del partit, el marcador i el tipus de passada efectuada (D), la zona del camp on es van efectuar (E) i la zona del camp des d'on es van rebre (F)



	Criteri	Categoria	Radi	Angle	Quadrant
DIANA D	Moment del partit	T04	2.04	235.10	III
		T05	2.55	230.91	III
		TE2	9.80	58.10	I
		EMP	4.09	238.44	III
	Marcador	PER	3.06	55.00	I
		TPC	15.02	263.27	III
	Tipus de passada	TPM	12.11	86.56	I
		TPL	8.48	75.54	I
		PER	2.77	46.61	I
DIANA E	Zona del camp d'inici de la passada	I13	3.01	202.40	III
		I14	3.98	208.43	III
		I15	3.05	228.26	III
		I01	2.42	58.64	I
		I04	3.83	82.04	I
		I05	2.78	73.03	I
		I07	4.08	7.01	I
		I08	4.74	58.60	I
		I24	4.13	67.42	I
DIANA F	Zona del camp de recepció de la passada	R11	5.04	268.33	III
		R13	2.09	221.05	III
		R14	3.52	230.03	III
		R15	4.33	236.15	III
		R01	1.98	74.59	I
		R08	3.31	53.29	I
		R12	2.48	72.19	I
		R22	6.11	84.52	I
		R23	5.54	78.05	I

Nota. Moments de la passada: T04 = Minut 45 a 60; T05 = Minut 60 a 75; TE2 = Temps extra de la segona part; Situació de l'equip: EMP = Empatant; PER = Perdent; Trajectòria de la passada: TPC = No se salta cap zona; TPM = se salta una zona; TPL = se salta dues zones o més; Zones d'inici de la passada: I01; I04; I05; I07; I08; I13; I14; I15; I24; Zones de recepció de la passada: R01; R08; R11; R12; R13; R14; R15; R22; R23.

Respecte al criteri minut (MIN), es pot observar que les passades que van precedir les finalitzacions van presentar una relació d'activació mútua amb el període T06, període de temps comprès entre el minut 75 i el 90, i amb el període TE2, temps extra de la segona part. D'altra banda, es presenta una relació d'inhibició mútua amb les passades efectuades entre el minut zero i el 15 (T01) i amb les efectuades entre els minuts 31 i 45 (T03). En relació amb les conductes pertanyents al criteri marcador del partit (MAR), es pot apreciar una relació d'activació mútua amb la conducta PER, l'equip que fa la passada va perdent, i una relació d'inhibició mútua amb la conducta EMP, l'equip que fa la passada va empatant. Finalment, no es van trobar relacions significatives entre les passades que van precedir una finalització i les conductes corresponents al tipus de passada executada (TPS).

Al seu torn, es representen les associacions significatives trobades entre les passades que van precedir una finalització i les conductes que informaven sobre la zona del camp on es va iniciar la passada (ZIP). Es va trobar una relació d'activació mútua amb les zones del camp I14, I18, I19 i I22 i una relació d'inhibició mútua amb les zones següents: I03, I06, I07, I08 i I10.

Igualment, s'han reflectit les relacions significatives entre les passades que van precedir una finalització i la zona del camp on es va produir la recepció de la passada (ZRP). Destaquen les relacions d'activació mútua amb les zones R18, R19, R20, R22, R23 i R24. En canvi, es va trobar inhibició mútua amb les zones R02, R03, R06 i R07.

Passades que van acabar en una pèrdua de la possessió de pilota

Per conèixer els patrons de conducta relacionats amb les passades que van acabar en una pèrdua en la possessió de pilota, es va utilitzar com a conducta focal la categoria EPD. Com a conductes condicionades, a la Figura 2 (Dianes D, E i F) van actuar les pertanyents als criteris minut (MIN), marcador (MAR), i tipus de passada (TPS) a la Diana D. A continuació, a la Diana E van assumir el rol de conductes condicionades les categories del criteri zona del camp on es va fer la passada (ZIP), i a la Diana F les corresponents al criteri zona del camp de recepció de la passada (ZRP) van ser considerades conductes condicionades.

En relació amb el criteri temps, es pot apreciar que les passades que van precedir les finalitzacions van presentar una relació d'activació mútua amb el període TE2, temps extra de la segona part. També es pot observar una relació d'inhibició mútua amb les passades efectuades entre el minut 45 i el 50 (T04) i les efectuades entre els minuts 60 i 75 (T05). Respecte a les conductes pertanyents al criteri marcador del partit (MAR), els resultats indiquen una relació

d'activació mútua amb la conducta PER, l'equip que fa la passada va perdent, i una relació d'inhibició mútua amb la conducta EMP, l'equip que fa la passada va empatant. Finalment, respecte al tipus de passada executada (TPS), es va trobar activació mútua amb TPM (la passada se salta només una zona) i TPL (la passada se salta més d'una zona), i una relació d'inhibició mútua amb TPC (la passada no se salta cap zona).

De la mateixa manera, es mostren les associacions significatives trobades entre la focal i les conductes condicionades pertanyents al criteri (ZIP), zona del camp on s'inicia la passada. Es va trobar activació mútua amb I01, I04, I05, I07, I08, I24 i inhibició mútua amb les següents: I13, I14 i I15.

Al seu torn, es representen les relacions trobades amb les conductes corresponents al criteri (ZRP), zona del camp on es va produir la recepció de la passada, es va observar una relació d'activació mútua amb les categories següents: R01, R08, R12, R22 i R23.

Discussió

L'objectiu de la present investigació va ser analitzar els patrons de conducta de les passades fetes a les finals de la UEFA Champions League disputades entre 2018 i 2022. Específicament, es van estudiar les passades que van acabar en finalització i les passades que van acabar en pèrdua de la possessió de pilota segons el temps de joc, marcador, tipus de passada realitzada, i les zones del camp on es van fer i es van rebre les passades. Després de l'anàlisi de les dades recollides a través de la tècnica de coordenades polars, cada una de les variables es va disposar en algun dels quatre quadrants del mapa de coordenades polars, la qual cosa ens va permetre descriure la relació d'aquesta amb la conducta focal.

Quant a l'estudi de les passades acabades en finalització, es van analitzar les conductes focals CFI i ASI en recollir les dues conductes on es produïa una finalització. En relació amb això, els nostres resultats assenyalen una relació d'activació d'aquestes conductes amb TE2 i T06 quant a la dimensió "Minut", la qual cosa marca una tendència a l'aparició de finalitzacions en els últims minuts del partit probablement relacionada amb moments del partit on els jugadors estan amb un desgast físic i mental més gran, mentre que en els moments on aquest mateix desgast ha de ser menor, en els primers minuts de partit, es dona una relació d'inhibició mútua tal com reflecteixen les dades de T01 i T03. Els resultats de la dimensió "Resultat" reflecteixen una relació d'activació mútua entre CFI/ASI i PER, així com inhibició amb la variable EMP, que és contrària a la reflectida amb Maneiro et al. (2021), on els percentatges d'èxit de les possessions

més grans es relacionaven amb equips que anaven guanyant o empatant. Sobre la dimensió de zona del camp d'inici de la passada, es produeixen relacions d'activació mútua amb les variables I14, I18, I19 i I22, zones del camp on se sol buscar crear espais entre línies per crear situacions avantatjoses des d'on fer passades a zones més properes a porteria des de les quals finalitzar. Aquests resultats es relacionen amb els reflectits per Immler et al. (2021) quant a la participació dels migcampistes amb les possessions reeixides, els quals solen participar per les zones reflectides, així com amb el que descriuen Maneiro et al. (2020) sobre les passades als últims 30 metres dels equips guanyadors. Tot i així, s'estableixen relacions d'inhibició mútua amb les variables I02, I03, I06, I07 i I16, zones relacionades amb l'inici de la jugada, la qual cosa concorda amb el que destaquen Chmura et al. (2021) sobre la participació dels defenses en possessions no reeixides, ja que són zones relacionades amb el posicionament d'aquests. La dimensió de zona del camp de recepció de la passada assenyalava relacions d'activació mútua amb les variables R18, R19, R20, R22, R23 i R24, zones en camp contrari relacionades amb la finalització. En canvi, es produeixen relacions d'inhibició amb les variables R02, R03, R06, R07 i R16, zones d'inici de joc, com hem assenyalat anteriorment.

Quant a la conducta focal EPB, l'anàlisi de la dimensió "Minut" destaca una relació d'inhibició mútua amb T04 i T05, moments de la segona part on probablement els equips arriquin menys en les seves passades ja que busquen evitar situacions de pèrdua que permetin al rival crear situacions de gol. En canvi, s'estableix una relació d'activació mútua amb TE2, minuts finals on els equips arriquin més ja que busquen generar ocasions de gol, com ha reflectit anteriorment l'anàlisi de CFI i ASI. La dimensió "Resultat" assenyalava una relació d'activació mútua amb PER, que reflecteix el risc més gran que han d'assumir els equips que van perdent; en canvi, es genera una relació d'inhibició mútua amb la variable EMP, probablement per motius similars als expressats anteriorment en els resultats de T04 i T05. La dimensió "Zona del camp d'inici de la passada" reflecteix relacions d'activació mútua amb I01, I04, I05, I07, I08 i I24, zones del camp que corresponen amb la fase d'inici de joc i el carril central, on les pèrdues poden produir contraatacs rivals amb perill (Gómez et al., 2012; Mendes i Morante, 2011), i relacionades amb els defenses, que Chmura et al. (2021) van relacionar amb possessions no reeixides. En el cas d'I24, és una zona molt avançada del camp, que sol tenir poca densitat de jugadors atacants, la qual cosa dificulta les passades a companys propers i on s'efectuen centres a l'àrea en els quals els defenses solen imposar-se. D'altra banda, es generen relacions d'inhibició mútua amb les variables I13, I14 i I15, zones que solen ocupar els migcampistes, que Immler et al. (2021) assenyalen

com els jugadors que estan involucrats en més ocasions en possessions reeixides. L'anàlisi de la variable de zona del camp de recepció de la passada produeix relacions d'activació mútua de la conducta focal EPB amb R01, R08, R12, R22 i R23. Aquestes variables assenyalen zones de camp propi relacionades amb inici de jugada i l'error de les quals pot produir situacions de contraatac, com s'ha descrit anteriorment, i zones avançades del camp, que impliquen en molts casos passades més arriscades que fan que l'error sigui més comú. En canvi, es produeixen relacions d'inhibició amb R11, R13, R14 i R15 que, com s'ha comentat, són zones relacionades amb la construcció de la jugada i que impliquen més els migcampistes, els quals Immler et al. (2021) relacionen amb èxits en la possessió.

Finalment, l'anàlisi de la dimensió "Tipus de passada" reflecteix activació mútua amb TPM i TPL, passades en les quals les distàncies són més grans, la qual cosa augmenta la probabilitat d'error i d'intercepció del rival. D'altra banda, hi ha una relació d'inhibició mútua amb TPC, que reflecteix com les passades de menys distància permeten més precisió i seguretat, tal com assenyalaven Chmura et al. (2021), i l'ús de les quals es relaciona amb els equips que van guanyant (Praça et al., 2019).

Recomanacions pràctiques

L'instrument d'observació desenvolupat va resultar útil per analitzar el rendiment de les passades i la influència de l'estat del partit en les decisions de passada. Les troballes van mostrar un augment en les passades que condueixen a gols en els últims minuts del partit i una incidència de pèrdues de pilota més gran en aquells moments, la qual cosa suggereix que els equips assumeixen més riscos en la cerca d'oportunitats de gol. Es va destacar la importància de les passades en l'últim terç del camp, a prop de la porteria rival, per generar finalitzacions reeixides. Encara que la distància de les passades no es relaciona directament amb la creació de situacions de finalització, les passades curtes redueixen les pèrdues, la qual cosa suggereix una estratègia més conservadora i precisa.

Amb aquests resultats es poden dissenyar entrenaments específics que millorin les habilitats tècniques i preparin els jugadors per a situacions de joc diverses. Aquests entrenaments es poden centrar en tres condicionants, fonamentalment: l'estat del partit, les trajectòries de les passades i les zones del camp on s'inicien i reben aquestes. Integrar aquests elements en el disseny de tasques pot resultar beneficiós. Per exemple, les situacions de joc reduït en zones específiques del camp podrien ser situacions en les quals es treballin aquests tres condicionants. En aquestes situacions, els exercicis en espais reduïts poden millorar la precisió en les passades curtes, fins i tot en situacions

d'alta densitat de jugadors. A més, si aquests es plantegen amb diferents estructures espacials i en diferents zones del camp, probablement millorin la capacitat de defensar i atacar eficaçment en aquestes zones de joc. Finalment, incorporar escenaris hipotètics en què l'equip estigui empatat o perdent permet practicar sota pressió i desenvolupar la presa de decisions ràpides i efectives. Aquí, l'entrenament mental és crucial per gestionar la pressió i mantenir la calma en moments crítics, i és particularment beneficiós l'ús de passades curtes, que proporcionen més seguretat.

De manera general, la integració d'aquests enfocaments específics no només podria millorar les habilitats tècniques dels jugadors, sinó també desenvolupar la seva capacitat per fer front a desafiaments tàctics i emocionals durant un partit, la qual cosa podria contribuir a un acompliment més sòlid i cohesionat en el camp.

Conclusió

Aquest estudi presenta contribucions significatives en l'anàlisi del rendiment en el futbol, encara que té algunes limitacions. La principal va ser la falta d'accés a vídeos de les finals i a paquets de dades completes de les passades, la qual cosa va limitar la profunditat de l'anàlisi i la validació de les troballes. Futures investigacions amb accés a aquests recursos podrien fer una anàlisi més exhaustiva i precisa.

Malgrat aquestes limitacions, la metodologia observacional utilitzada va demostrar que és una eina extremadament útil en el context del futbol analitzat científicament. Aquesta metodologia permet avaluar detalladament el comportament dels jugadors en situacions de joc real. En particular, l'anàlisi de coordenades polars va ser efectiva per identificar patrons de conducta i relacions entre variables, i va proporcionar una visió comprensiva del rendiment en el camp.

Aquestes troballes poden ser de gran utilitat per a equips d'alt nivell, especialment per a la preparació de rondes finals en competicions d'elit com la UEFA Champions League. Implementar aquestes estratègies basades en evidència permet desenvolupar plans de joc més efectius i adaptats a les circumstàncies específiques del partit. La comprensió dels patrons de passada i la seva relació amb l'èxit de les jugades permetrà una millor preparació tàctica, optimització de la possessió de la pilota i augment de les oportunitats de gol.

Creiem, per tant, que aquest treball contribueix al camp de l'anàlisi del rendiment en el futbol ja que proporciona una comprensió més profunda de com els patrons de passada influeixen en els resultats del joc, la qual cosa ajudarà a dissenyar tàctiques més efectives. La validació de l'instrument d'observació i l'aplicació de l'anàlisi de coordenades polars ofereixen eines analítiques robustes

per a futurs estudis i professionals de l'esport. A més, les troballes poden influir en les metodologies d'entrenament, millorant la precisió i la presa de decisions en les passades, especialment en moments crítics del joc.

Finalment, els entrenadors poden utilitzar aquestes troballes per millorar el rendiment dels seus equips, fent un ús estratègic i basat en dades de les observacions i les anàlisis fetes. Aquesta metodologia observacional proporciona una base sòlida per a la presa de decisions informada i la millora contínua del rendiment de l'equip, i ofereix un avantatge competitiu significatiu en l'àmbit del futbol d'elit.

Referències

- Aguado-Méndez, R. D. A., González-Jurado, J. A., & Otero-Saborido, F. M. (2020). Analysis of goals conceded in the Spanish La Liga: case study. *Retos*, 38, 355–362. <https://doi.org/10.47197/retos.v38i38.76216>
- Alves, R., Sousa, T., Vaz, V., Sarmento, H., Bradley, P. S., & Dias, G. (2023). Analysis of the interaction and offensive network of the Portuguese national team at the 2016 European Football Championship. *Retos*, 47, 35–42. <https://doi.org/10.47197/retos.v47.94621>
- Anguera, M. T. (2003). La observación. In C. Moreno Rosset (Ed.), *Evaluación psicológica. Concepto, proceso y aplicación en las áreas del desarrollo y de la inteligencia* (pp. 271–308). Sanz y Torres.
- Anguera, M. T., Blanco-Villaseñor, A., Hernández-Mendo, A., & Losada, J. L. (2011). Diseños observacionales: Ajuste y aplicación en psicología del deporte. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 11(2), 63–76.
- Anguera, M. T. & Hernández-Mendo, A. (2013). La metodología observacional en el ámbito del deporte. *E-balonmano.com: Revista de Ciencias del Deporte*, 9(3), 135–160.
- Barreira, D., Casal, C. A., Losada, J. L., & Maneiro, R. (2020). Editorial: Observational Methodology in Sport: Performance Key Elements. *Frontiers in Psychology*, 11, 596665. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.596665>
- Bakeman, R. & Quera, V. (2011). *Sequential Analysis and Observational Methods for the Behavioral Sciences*. Cambridge University Press. <http://dx.doi.org/10.1017/CBO9781139017343>
- Buldu, J. M., Busquets, J., Echegoyen, I., & Seirul-lo, F. (2019). Defining a historic football team: Using Network Science to analyze Guardiola's FC Barcelona. *Scientific reports*, 9(1), 13602. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-49969-2>
- Castañer, M., Barreira, D., Camerino, O., Anguera, M. T., Canton, A., & Hileño, R. (2016). Goal Scoring in Soccer: A Polar Coordinate Analysis of Motor Skills Used by Lionel Messi. *Frontiers in Psychology*, 7, 806. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00806>
- Castellano Paulis, J., Perea Rodríguez, A., & Álvarez Pastor, D. (2009). Transiciones en la posesión del balón en fútbol: de lo posible a lo probable. *Apunts Educación Física y Deportes*, 95, 75–81.
- Chmura, P., Liu, H., Andrzejewski, M., Chmura, J., Kowalczyk, E., Rokita, A., & Konefal, M. (2021). Is there meaningful influence from situational and environmental factors on the physical and technical activity of elite football players? Evidence from the data of 5 consecutive seasons of the German Bundesliga. *PLoS ONE*, 16(3), e0247771. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247771>
- Camerino, O., Valero-Valenzuela, A., Prat, Q., Manzano Sánchez, D., & Castañer, M. (2019). Optimizing Education: A Mixed Methods Approach Oriented to Teaching Personal and Social Responsibility (TPSR). *Frontiers in Psychology*, 10, 1439. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01439>
- Collet, C. (2012). The possession game? A comparative analysis of ball retention and team success in European and international football, 2007–2010. *Journal of Sports Sciences*, 31(2), 123–136. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.727455>
- Flores-Rodríguez, J. (2020). *Pedagogía no lineal aplicada a la enseñanza del balonmano*. (Unpublished Doctoral Thesis). University of Seville.

- Flores-Rodríguez, J. & Alvite-de-Pablo, J. (2023). Offensive Performance Indicators of the Spanish Women's Handball Team in the Japan 2019 World Cup. *Apunts Educación Física y Deportes*, 152, 70-81. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2023/2\).152.08](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2023/2).152.08)
- Gómez, M. A., Gómez-Lopez, M., Lago, C., & Sampaio, J. (2012). Effects of game location and final outcome on game-related statistics in each zone of the pitch in professional football. *European Journal of Sport Science*, 12(5), 393-398. <https://doi.org/10.1080/17461391.2011.566373>
- Gréhaigne, J. F., Caty, D., & Godbout, P. (2010). Modelling ball circulation in invasion team sports: a way to promote learning games through understanding. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 15(3), 257-270. <https://doi.org/10.1080/17408980903273139>
- Hernández Mendo, A., López López, J. A., Castellano Paulis, J., Morales Sánchez, V. & Pastrana Brincones, J. L. (2012). Hoisan 1.2: IT Program for Use in Methodology Observacional. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 12(1), 55-78. <https://doi.org/10.4321/S1578-84232012000100006>
- Hewitt, A., Greenham, G., & Norton, K. (2016). Game style in soccer: what is it and can we quantify it? *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 16(1), 355-372. <https://doi.org/10.1080/24748668.2016.11868892>
- Immler, S., Rappelsberger, P., Baca A., & Exel, J. (2021). Guardiola, Klopp, and Pochettino: The Purveyors of What? The Use of Passing Network Analysis to Identify and Compare Coaching Styles in Professional Football. *Frontiers in Sports and Active Living*, 3, 725554. <https://doi.org/10.3389/fspor.2021.725554>
- Iván-Baragaño, I., Maneiro, R., Losada, J. L. & Ardá, A. (2022). Tactical Differences Between Winning and Losing Teams in Elite Women's Football. *Apunts Educación Física y Deportes*, 147, 45-54. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2022/1\).147.05](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2022/1).147.05)
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33(1), 159-174.
- Mackenzie, R., & Cushion, C. (2013). Performance analysis in football: A critical review and implications for future research. *Journal of sports sciences*, 31(6), 639-676.
- Maneiro, R., Amatria, M., Moral, J., & López, S. (2018). Análisis observacional de las relaciones interlíneas de la Selección Española de Fútbol, mediante coordenadas polares. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 18(2), 18-32. <https://revistas.um.es/cpd/article/view/312071>
- Maneiro, R., Losada, J., Casal, C., & Ardá, A. (2021). Identification of Explanatory Variables in Possession of the Ball in High-Performance Women's Football. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(11), 5922. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph18115922>
- Maneiro, R., Losada, J., Ardá, A., & Iván-Baragaño, I. (2023). Descifrando la influencia del resultado parcial sobre las posesiones de balón en fútbol femenino: un estudio observacional. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 23(1), 282-295. <https://doi.org/10.6018/cpd.494801>
- Mendes Fidelis, A. & Morante Rábago, J. (2015). Análisis táctico aplicado al fútbol: estudio de las acciones de contraataque. 3er Congreso Internacional de Jogos Desportivos. Oporto.
- Mićović, B., Leontijević, B., Dopsaj, M., Janković, A., Milanović, Z., & García-Ramos, A. (2023). The Qatar 2022 World Cup warm-up: Football goal-scoring evolution in the last 14 FIFA World Cups (1966-2018). *Frontiers in Psychology*, 13, 954876. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.954876>
- Muriarte Solana, D., Gallardo Mármol, F., Grande Rodríguez, I., Barba Ruiz, M., Hernández Lougedo, J. & Martín-Castellanos, A. (2023). Comparative of the goals scored by set pieces during the Eurocup and Copa America 2021. *Apunts Educación Física y Deportes*, 154, 95-107. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2023/4\).154.09](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2023/4).154.09)
- Ortega-Toro, E., García-Angulo, A., Giménez-Egido, J., García-Angulo, F., & Palao, J. (2019). Design, Validation and Reliability of an Observation Instrument for Technical and Tactical Actions of the Offense Phase in Soccer. *Frontiers in Sports and Active Living*, 10, 22. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00022>
- Praça, G., Lima, B., Bredt, S., Sousa, R., Clemente, F., & Andrade, A. (2019). Influence of Match Status on Players' Prominence and Teams' Network Properties During 2018 FIFA World Cup. *Frontiers in Psychology*, 10, 695. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00695>
- Rennie, M., Watsford, M., Spurr, R., Kelly, S., & Pine, M. (2018). Phases of match-play in professional Australian Football: Descriptive analysis and reliability assessment. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(6), 635-639. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.10.021>
- Sackett, G. P. (1980) Lag sequential analysis as a data reduction technique in social interaction research. In D. B. Sawin, R.C. Hawkins, L. O. Walker & J. H. Penticuff (Eds.). *Exceptional infant. Psychosocial risks in infant-environment transactions* (pp. 300-340). Brunner/Mazel.
- Sánchez-López, R., Echeazarra, I., & Castellano, J. (2023). Validación de un instrumento para calificar la competencia futbolística a partir de Wyscout. *Apunts Educación Física y Deportes*, 39(154), 83-9
- Taha, T. & Ali, A. (2023). Greater numbers of passes and shorter possession durations result in increased likelihood of goals in 2010 to 2018 World Cup Champions. *PLoS ONE*, 18(1), e0280030. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0280030>
- Taylor, J. B., Mellalieu, S. D., James, N., & Shearer, D. A. (2008). The influence of match location, quality of opposition, and match status on technical performance in professional association football. *Journal of Sports Sciences*, 26(9), 885-895. <https://doi.org/10.1080/02640410701836887>
- U.S. Department of Health, Education, and Welfare. (1978). The Belmont Report: Ethical principles and guidelines for the protection of human subjects of research. The National Commission for the Protection of Human Subjects of Biomedical and Behavioral Research.
- Young, C., Luo W., Gastin P., Tran J., & Dwyer, D. (2019). The relationship between match performance indicators and outcome in Australian Football. *Journal of science and medicine in sport*, 22(4), 467-471. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.09.235>
- Zeng, Y. & Zhang, H. (2022). Analysis of influencing factors of passes in the Chinese super league. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 14, 180. <https://doi.org/10.1186/s13102-022-00572-5>

Conflicte d'interessos: les autories no han comunicat cap conflicte d'interessos.



© Copyright Generalitat de Catalunya (INEFC). Aquest article està disponible a l'URL <https://www.revista-apunts.com/ca/>. Aquest treball està publicat sota una llicència Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. Les imatges o qualsevol altre material de tercers d'aquest article estan inclosos a la llicència Creative Commons de l'article, tret que s'indiqui el contrari a la línia de crèdit; si el material no s'inclou sota la llicència Creative Commons, els usuaris hauran d'obtenir el permís del titular de la llicència per reproduir el material. Per veure una còpia d'aquesta llicència, visiteu <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.ca>



Editat per:
© Generalitat de Catalunya
Departament d'Esports
Institut Nacional d'Educació
Física de Catalunya (INEFC)

ISSN: 2014-0983

***Correspondència:**
Pau Cecilia-Gallego
pcecilia1975@gmail.com

Secció:
Entrenament esportiu

Idioma de l'original:
Anglès

Rebut:
17 d'abril de 2024

Acceptat:
25 de setembre de 2024

Publicat:
1 de gener de 2025

Coberta:
Laura Kluge lluita pel disc en el
partit entre Alemanya i Hongria
durant l'Eishockey Deutschland
Cup, a Landshut, Alemanya, el
9 de novembre de 2024. © IMAGO/
ActionPictures/laifototeca.com

Estudi pilot de deu sessions d'entrenament de supervelocitat amb sistema d'arrossegament motoritzat: proposta metodològica

Pau Cecilia-Gallego^{1,2*} , Adrián Odriozola^{3,4,5} , José Vicente Beltrán-Garrido⁶ ,
Josep Maria Padullés-Riu² i Jesús Álvarez-Herms^{3,4,5}

¹ Escola Universitària de Salut i Esport (EUSES), Universitat Rovira i Virgili, Amposta (Espanya).

² Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya (INEFC), Universitat de Barcelona (Espanya).

³ Grup de recerca en Genòmica de l'Esport, Departament de Genètica, Antropologia Física i Fisiologia Animal, Facultat de Ciència i Tecnologia, Universitat del País Basc (UPV/EHU), Leioa (Espanya).

⁴ KDNA Genomics®, Universitat del País Basc UPV/EHU, Centre de recerca Joxe Mari Korta, Donostia-San Sebastián (Espanya).

⁵ Phymo Lab, Physiology and Molecular laboratory, Collado Hermoso (Espanya).

⁶ Grup de Recerca en Exercici Físic i Rendiment, Departament de Ciències de l'Educació, Facultat d'Humanitats i Ciències de la Comunicació, Universitat Cardenal Ferrera-CEU, Universitats CEU, Castelló de la Plana (Espanya).

Citació

Cecilia-Gallego, P., Odriozola, A., Beltrán-Garrido, J.V., Padullés-Riu, J.M. & Álvarez-Herms, J. (2025). A pilot study of ten sessions of overspeed training with a motorized towing system: a methodological proposal. *Apunts Educación Física y Deportes*, 159, 43-52. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2025/1\).159.05](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2025/1).159.05)

Resum

Els dispositius actuals de sistema d'arrossegament motoritzat són molt precisos a l'hora de seleccionar les càrregues i obtenir resultats. En fer-los servir amb més freqüència, es podria ampliar el cos teòric sobre els efectes dels mètodes de supervelocitat. Els nostres objectius eren analitzar els resultats d'una intervenció de supervelocitat amb un sistema d'arrossegament motoritzat sobre la velocitat màxima de desplaçament (VMD), la longitud i el ritme dels passos; el temps de vol i contacte i la distància fins al primer suport des de la projecció vertical del centre de masses, així com plantejar una proposta metodològica. Sis joves esportistes (edat: 16.71 ± 2.00 anys) van fer deu sessions de supervelocitat amb una assistència del 5.05 ± 0.53 % del pes corporal al 105.83 ± 1.79 % de la velocitat màxima de desplaçament, utilitzant el dispositiu 1080 Sprint. Després de la intervenció, es van obtenir augments no significatius ($p > .05$) del 2.94 % (IC 95 %: 0.25 - 5.62) de la velocitat màxima voluntària de carrera amb una mida de l'efecte gran (r_B : 0.71; IC 95 %: 0.00 - 0.95). La distància al primer suport des de la projecció vertical del centre de masses va presentar diferències significatives ($p < .05$; dr_B : 1; IC 95 %: 1 - 1). Els augments no significatius de la velocitat màxima de desplaçament no es poden menysprear en la competició d'alt nivell, on els esportistes difereixen per petites diferències de rendiment. Atesa la importància crucial de triar una càrrega d'entrenament adequada, resulta necessària una metodologia estandarditzada que permeti comparar els resultats.

Paraules clau: enfocament ecològic, esprint assistit, individualització, mida de l'efecte, *responders*.

Introducció

En l'àmbit de l'entrenament esportiu, els entrenadors utilitzen de manera generalitzada la supervelocitat (SV) (Schiffer, 2011) per millorar la velocitat màxima de desplaçament (VMD). Un dels mètodes més utilitzats per generar estímuls de SV és el sistema d'arrossegament (SA), que consisteix a tirar de l'esportista des de davant, tant amb dispositius no motoritzats (Clark et al., 2009; Kristensen et al., 2006; Mero i Komi, 1985; Stoyanov, 2019) com amb dispositius motoritzats (Cecilia-Gallego et al., 2022a; Clark et al., 2021; Mero et al., 1987; Sugiura i Aoki, 2008; Van den Tillaar, 2021). Entre els dispositius de SA motoritzats disponibles actualment en el mercat, destaquem el 1080 Sprint (1080 motion, Lidingö, Suècia; <https://www.1080motion.com/products/sprint2>) i el Dynaspeed (Ergotest Technology AS, Langesund, Noruega; <https://www.musclelabssystem.com/dynaspeed/>), que permeten seleccionar les càrregues mitjançant un sistema electromecànic que funciona amb un motor elèctric controlat pel seu programa informàtic, el qual ens ofereix resultats clars i immediats (Cecilia-Gallego et al., 2022a; Clark et al., 2021; Lahti et al., 2020; Van den Tillaar, 2021).

Actualment, hi ha escasses proves científiques en aquest àmbit d'estudi que permetin determinar la validesa real de l'entrenament de SV amb SA per a la millora de la VMD. La majoria dels estudis duts a terme ofereix dades de tipus agut sobre l'exposició a la SV en esportistes (Cecilia-Gallego et al., 2022b), i les principals conclusions són: 1) aquests efectes es deuen principalment a l'acció del sistema de tracció cap endavant de l'esportista (Gleadhill et al., 2024), i 2) es necessiten molts més estudis amb períodes d'intervenció per determinar si l'entrenament de SV amb SA genera o no adaptacions que permetin millorar la VMD. Així mateix, aquests estudis presenten una gran variabilitat metodològica quant al SA utilitzat, en els participants, en el seu nivell esportiu, edat, sexe o grau de familiaritat amb els dispositius, així com en l'escala i expressió de la càrrega d'entrenament. Entre els escassos estudis trobats que inclouen un període d'entrenament de SV amb SA, es pot esmentar els de Majdell i Alexander (1991) amb jugadors de futbol americà, Kristensen et al. (2006) amb estudiants d'Educació Física, Lahti et al. (2020) amb jugadors de rugbi, o Stoyanov (2019) amb joves velocistes.

Un concepte important aportat per l'estudi de Lahti et al. (2020) és la capacitat de resposta dels esportistes a l'entrenament de SV amb SA. El concepte de participants que responen a l'entrenament de la manera prevista (*responders*) s'ha estudiat en profunditat (Mann et al., 2014; Pickering i Kiely, 2017; Pickering i Kiely, 2019) i una de les principals conclusions a les quals s'ha arribat és que el problema no rau en l'existència de participants que responen a l'entrenament (o que ho fan intensament, *high responders*) i de participants que responen escassament (*low responders*) (Pickering i Kiely, 2019), sinó en la càrrega d'entrenament utilitzada i la

seva dosificació (Mann et al., 2014). Dit d'una altra manera, si un esportista no respon a un determinat entrenament, possiblement es degui a una mala elecció i dosificació de la càrrega d'entrenament (Pickering i Kiely, 2019). En aquest cas, s'han d'ajustar els paràmetres fins a trobar els que produeixin canvis en el rendiment, així com intentar ajustar la càrrega d'entrenament a cada participant de manera individualitzada (Pickering i Kiely, 2017).

Actualment, alguns estudis proposen un enfocament ecològic sobre l'entrenament, més allunyat de les condicions de laboratori (Araújo et al., 2006; Torrents, 2005), i introduir l'entrenament de SV en la planificació global dels esportistes (Lahti et al., 2020; Stoyanov, 2019). Cal destacar que la bibliografia existent sobre la SV no recomana en especial l'entrenament de supervelocitat en esportistes joves o inexperts, principalment pel risc de lesió i per la possibilitat de no tenir un patró tècnic estable que es pugui modificar negativament (Schiffer, 2011). Per tant, és necessari conèixer l'estat de maduresa dels participants (Mirwald et al., 2002), i que aquests es familiaritzin amb els dispositius i les condicions de SV.

Buscant un enfocament ecològic, es va decidir dur a terme un estudi pilot, amb una intervenció emmarcada en la planificació global de l'entrenament, de 10 sessions de SV i amb l'ús del dispositiu 1080 Sprint. L'objectiu principal de l'estudi era analitzar els efectes de l'entrenament de SV amb SA sobre la VMD dels participants i altres variables cinemàtiques i biomecàniques que poguessin explicar els efectes produïts. La hipòtesi proposada era que la intervenció produiria un augment de la VMD dels participants, encara que amb diferents efectes en funció de les seves característiques. Es pot afegir que entenem aquest estudi pilot com una proposta de metodologia d'entrenament que es pot replicar per comparar resultats i arribar a conclusions més generals sobre l'entrenament de SV amb SA motoritzats.

Materials i mètodes

Participants

Es va seleccionar una mostra de conveniència de vuit joves esportistes. Dos d'ells no van acabar l'entrenament a causa de problemes musculars, per la qual cosa al final es van incloure sis esportistes en l'estudi (2 homes i 4 dones). Les dades antropomètriques van ser registrades per un avaluador amb certificat de nivell 1 per la Societat Internacional per a l'Avenç de la Cineantropometria (ISAK, per les sigles en anglès) (Esparza-Ros et al., 2019) seguint el protocol de l'ISAK. El càlcul de l'estat de maduresa dels participants es va efectuar mitjançant la recollida de dades antropomètriques seguint el protocol proposat per Mirwald et al. (2002). Les característiques de la mostra es poden consultar a la Taula 1.

Taula 1*Característiques dels participants i percentatge de pes corporal de cada càrrega assistida.*

Esportistes	Edat cronològica (a)	Anys fins al PCT	Anys d'entrenament	Estatuta (cm)	Pes (kg)	% de greix corporal	% del PC 2 kg	% del PC 4 kg	% del PC 5.25 kg	MP 60 m (s)
D1	19.5	+ 5.8	7	170.0	63.4	16.7	3.2	6.3	8.3	8.33
D2	18.7	+ 4.3	5	150.4	57.8	22.6	3.5	6.9	9.1	8.94
H1	16.7	+ 2.9	6	179.6	65.8	7.6	3.0	6.1	8.0	7.69
D3	15.5	+ 3.4	4	166.0	56.7	12.3	3.5	7.1	9.3	8.13
D4	15.1	+ 2.0	5	151.3	39.4	11.6	5.1	10.2	13.3	8.35
H2	14.7	+ 1.6	4	176.7	60.2	7.3	3.3	6.7	8.7	7.63
Mitjana ±	16.71 ±	3.33 ±	5.17 ±	165.6 ±	57.2 ±	13.0 ±	3.6 ±	7.2 ±	9.4 ±	8.18 ±
DT	2.00	1.54	1.17	12.45	9.38	5.83	0.75	1.50	1.97	0.48

Nota. PCT: pic de creixement de la talla; % del PC: percentatge del pes corporal de cada càrrega de supervelocitat; D: dona; H: home; MP: millor marca personal en curses de 60 m; DT: desviació típica.

Taula 2*Pla d'entrenament setmanal durant la intervenció.*

Setmana	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres	Dissabte	Diumenge
Setmana -1			Fam 1 / Ant 1	Repòs	Fam 2 / Ant 2	Repòs	Repòs
Setmana 1	Prova preliminar	EF i ET	SV S1	ET	SV S2	Repòs	Repòs
Setmana 2	SV S3	EF i ET	SV S4	ET	SV S5	Repòs	Repòs
Setmana 3	SV S6	EF i ET	SV S7	Repòs	SV S8	Repòs	Repòs
Setmana 4	SV S9	EF i ET	SV S10	Repòs	ET	Repòs	Repòs
Setmana 5	EF i ET	Repòs	Prova posterior				

Nota. Fam: sessió de familiarització amb el 1080 Sprint; Ant: mesuraments antropomètrics; EF: entrenament de força; ET: entrenament tècnic; SV S: sessions de supervelocitat.

L'estudi es va dur a terme d'acord amb les directrius de la Declaració de Hèlsinki i va ser aprovat pel Comitè d'Ètica de la Universitat del País Basc (codi de protocol M10_2021_191). Es va obtenir el consentiment i l'assentiment informats de tots els participants i dels seus pares quan els participants eren menors d'edat.

Disseny

Aplicant un disseny individual per a cada participant, es van fer 10 sessions d'entrenament de SV amb un SA motoritzat. Es van registrar les variables de temps en un esprint llançat de 5 m (T5 m), la VMD en un esprint llançat de 5 m (V5 m), la longitud de pas (LP), el ritme de pas (RP), el temps de contacte (TC), el temps de vol (TV) i la distància horitzontal entre el primer contacte del suport a terra i la projecció vertical del centre de masses (CM) en un esprint màxim no assistit i tres esprints assistits amb diferents càrregues. Es van comparar els resultats obtinguts en les diferents condicions, abans i després de l'entrenament, per avaluar-ne l'efecte. També es van comparar els resultats entre condicions en cada moment per determinar l'efecte de cada càrrega de SV sobre

les diferents variables relatives a la VMD. La intervenció va tenir lloc durant el mesocicle previ a les competicions en pista coberta. La Taula 2 mostra el calendari del període d'intervenció.

Procediments

Els esportistes van fer dues sessions de familiarització amb el SA motoritzat abans de la intervenció. Durant aquestes sessions, també es van recollir dades antropomètriques. Un cop fetes aquestes sessions, les càrregues escollides per a la prova preliminar van ser les que podien generar increments aproximats del 3-5 % sobre la VMD dels esportistes (Cecilia-Gallego et al., 2022a).

En els dies d'obtenció de dades de la prova preliminar i la posterior, els esportistes van fer un escalfament estandaritzat similar al de Clark et al. (2021). A continuació, van fer un esprint màxim no assistit i tres esprints assistits amb càrregues creixents (2 kg, 4 kg i 5.25 kg). El temps de recuperació entre repeticions va ser de 8-10 minuts. A la Taula 1 es mostra el percentatge de les càrregues en relació amb el pes corporal de cada participant.

Taula 3*Paràmetres d'intervenció.*

Esportista	Δ Vel SV1 (%)	Δ Vel SV2 (%)	Δ Vel SV3 (%)	Càrrega S1 (kg)	Sessions (n)	Carrera a SV (n)	Temps d'exp. (s)	Càrrega mitjana (kg)	% PC càrrega	Temps mitjà (s)	Velocitat mitjana (m/s)
D1	0.11	4.12	5.86	3	10	64	228.99	2.99	4.7	3.58	8.39
D2	5.90	6.33	6.19	2	10	63	242.42	2.81	4.9	3.85	7.80
H1	2.87	2.65	3.72	5	10	63	208.75	3.68	5.6	3.31	9.06
D3	6.45	4.15	15.09	3	10	63	216.79	2.63	4.6	3.44	8.72
D4	3.23	11.40	10.93	2.5	10	58	214.38	2.30	5.8	3.70	8.11
H2	-2.44	2.78	8.42	4	10	61	201.89	2.78	4.6	3.31	9.07
Mitjana	2.69	5.24	8.37	3.25		62.00	218.87	2.87	5.05	3.53	8.52
$\pm$ DT	3.40	3.30	4.11	1.08		2.19	14.64	0.46	0.53	0.22	0.52

Nota. D: dona; H: home; DT: desviació típica; Δ Vel SV: augments de velocitat per a la càrrega de supervelocitat (1: 2 kg; 2: 4 kg; 3: 5.25 kg); Càrrega S1: càrrega seleccionada per a la sessió 1; Carreres a SV: total de carreres a supervelocitat durant la intervenció; Temps d'exp.: temps total d'exposició a les condicions de supervelocitat; Càrrega mitjana: valors mitjans de càrrega de totes les carreres a supervelocitat; % PC càrrega: percentatge de pes corporal dels valors mitjans de càrrega; Temps mitjà: valors mitjans de temps de totes les carreres a supervelocitat; Velocitat mitjana: valors mitjans de velocitat de totes les carreres a supervelocitat.

A partir de la prova preliminar, es van seleccionar les càrregues individuals per a les sessions d'entrenament i es van utilitzar les que produïen un increment aproximat del 3-5 % en la velocitat màxima de l'esportista (Cecilia-Gallego et al., 2022a; Clark et al., 2009; Sedláček et al., 2015). No obstant això, la càrrega utilitzada durant les carreres de les sessions d'entrenament es va poder modificar en funció del resultat obtingut en la prova de VMD per a cada una d'aquestes: es va augmentar o es va disminuir per ajustar-la a l'objectiu del 103-105 % en cada carrera. En suma, l'element important no era la càrrega, sinó el seu resultat. Això es va poder fer gràcies al programa informàtic Quàntum (v3.9.9.5, 1080 motion, Lidingö, Suècia) integrat al dispositiu que es va utilitzar, el qual ofereix immediatament valors de temps i velocitat al llarg de la distància recorreguda. A la Taula 3 es mostra la càrrega mitjana de les carreres efectuades per cada esportista, expressada en valors absoluts (kg) i com a percentatge relatiu al pes corporal de l'esportista.

Les sessions de SV van tenir lloc en una pista d'atletisme sintètica a l'aire lliure i es van planificar de la manera següent: 1) escalfament estandarditzat (Clark et al., 2021); i 2) part principal de l'entrenament consistent en una carrera amb el dispositiu 1080 Sprint i càrrega zero com a prova inicial de la sessió, més 6-8 carreres assistides amb la càrrega seleccionada per a cada esportista i 8-10 minuts de temps de recuperació entre carreres. El nombre de carreres per a cada esportista es va ajustar individualment en funció de la fatiga i del percentatge de VMD assolit. Tots els esportistes van fer un total de 10 sessions. A la Taula 3 es mostra el nombre de carreres a les quals va assistir cada esportista i el temps total d'exposició.

L'assistència en l'esprint es va dur a terme utilitzant el dispositiu 1080 Sprint, proveït de 90 m de cable que s'enrotlla o desenrotlla mecànicament mitjançant un servomotor (Motor Sèrie G5 de 2.000 rpm; OMRON Corp. Kyoto, Japó) i es controla mitjançant el programa informàtic Quàntum (1080

motion). El dispositiu 1080 Sprint es va col·locar a una alçada de 80 cm perquè la trajectòria de l'assistència fos el més horitzontal possible, i l'esportista es va subjectar amb un cinturó i un mosquetó al cable de fibra del dispositiu. En el mode Isotònic assistit, l'aparell permet ajustar la càrrega entre 1 i 15 kg, amb variacions de 0.1 kg. Aquest dispositiu permet triar les vegades que ha d'oferir assistència. Es va decidir no aplicar assistència durant els primers 20 metres de la carrera per no afectar la fase d'acceleració, però també tenint en compte que Van den Tillaar (2021) comenta que no observa diferències entre la VMD i la velocitat supramàxima en la primera fase d'acceleració. A continuació, l'esportista va rebre assistència durant els 30 metres següents. Als 50 metres de la sortida, el dispositiu va deixar d'oferir assistència i l'esportista va frenar progressivament durant uns 20 metres fins que el moviment es va aturar per complet. Durant els 30 metres assistits, el programa informàtic Quàntum va proporcionar dades de temps i velocitat per a aquell interval. Aquestes dades es van utilitzar per controlar la càrrega en funció dels resultats de la prova preliminar i de cada una de les carreres de les sessions d'intervenció.

Avaluacions

Les variables T5m (s) i V5m (m/s) es van obtenir amb fotocèl·lules d'un sol feix (www.chronojump.org/product-category/races/) (Vicens-Bordas et al., 2020), situades a 1 m d'alçada i connectades a un ordinador portàtil (Toshiba Satellite Pro R50-B-10v) amb el programa informàtic Chronojump (versió 1.9.0, www.chronojump.org/software/) i es van registrar entre el metre número 40 i el metre número 45 de cada esprint (Padullés-Riu, 2011). Per obtenir les variables LP (cm), TC (s), TV (s) i DH (cm), les proves es van enregistrar amb una càmera Casio Exilim F1 (http://arch.casio-intl.com/asia-mea/en/dc/ex_f1/) a 300 fps (Buscà et al., 2016)

i es van analitzar dues vegades en dos passos consecutius, aproximadament entre el metre número 42.5 i el metre número 47.5, amb el programa informàtic d'anàlisi Kinovea 2D (versió estable 0.8.15, www.kinovea.org/download.html) (Puig-Diví et al., 2017; Reinking et al., 2018). Els valors d'aquestes variables corresponen al valor mitjà dels dos trams en dos passos consecutius. La càmera es va col·locar perpendicular al metre número 45 de la carrera a una distància de 13 m de la línia de carrera i a una alçada d'1.5 m. L'efecte Parallax es va contrarestar posant referències entre el metre número 40 i el metre número 50, en la projecció en què els esportistes apareixen en càmera creuant aquesta distància (Romero-Franco et al., 2017). Es van col·locar marcadors al cap del fèmur i al metatars de la cama dreta. La variable RP es va calcular indirectament (nombre de passos/temps de pas [TC + TV]).

Anàlisi estadístiques

La normalitat de la distribució de les dades es va comprovar mitjançant la prova de Shapiro-Wilk. Per avaluar els canvis dins del grup entre la prova preliminar i la posterior de les

puntuacions de les variables cinemàtiques, es va utilitzar la prova de rangs amb signe de Wilcoxon. A fi de quantificar les diferències dins dels grups després de la intervenció, es va utilitzar la correlació biserial per rangs aparellats (r_B) i es va calcular el percentatge de canvi. Els valors de r_B es van interpretar així: $< .1$ = insignificant; $.1$ -. $.3$ = petit; $.3$ - $.5$ = moderat; $> .5$ = gran (Cohen, 2013). El nivell de significació es va fixar en $.05$ per a totes les proves. Totes les anàlisis estadístiques es van fer amb JASP per a Mac (versió 0.16.4; JASP Team [2021], Universitat d'Amsterdam, Països Baixos).

Resultats

A la Taula 4 es mostren els canvis entre la prova preliminar i la posterior de les puntuacions de les variables cinemàtiques en diferents condicions de SV. A la Figura 1 es mostra el gràfic amb les mides de l'efecte (ME) de les variables cinemàtiques en la condició V0. Així mateix, a la Figura 2 es mostren els canvis entre la prova preliminar i la posterior de les variables V5m, LP, RP, TC, TV i DH.

Taula 4

Canvis entre la prova preliminar i la posterior de les puntuacions de les variables cinemàtiques en diferents condicions de supervelocitat i canvi percentual en la condició V0 després del període d'entrenament.

Variable	Preliminar	Posterior	r_B (IC 95 %)	Avaluació qualitativa	Variació percentual (IC 95 %)
V0					
V5m (m/s)	8.10 ± 0.53	8.33 ± 0.57	0.71 (0, 0.95)	Gran	+2.94 (0.26, 5.62)
LP (cm)	197.60 ± 13.40	198.33 ± 15.40	0.20 (-0.64, 0.82)	Petit	+0.37 (-2.83, 3.56)
RP (passos·s ⁻¹)	4.27 ± 0.24	4.25 ± 0.19	-0.07 (-0.78, 0.72)	Insignificant	-0.22 (-4.49, 4.04)
TC (s)	0.11 ± 0.01	0.11 ± 0	-0.60 (-0.93, 0.27)	Gran	-2.98 (-7.46, 1.49)
TV (s)	0.12 ± 0.01	0.13 ± 0.01	0.57 (-0.24, 0.91)	Gran	+2.81 (-0.98, 6.61)
DH (cm)	33.18 ± 4.24	36.55 ± 4.53*	1 (1, 1)	Gran	+10.51 (3.36, 17.67)
SV1					
V5m (m/s)	8.31 ± 0.48	8.65 ± 0.50*	1 (1, 1)	Gran	
LP (cm)	205.92 ± 14.81	207.32 ± 15.83	0.14 (-0.63, 0.78)	Petit	
RP (passos·s ⁻¹)	4.28 ± 0.31	4.27 ± 0.21	-0.05 (-0.73, 0.69)	Insignificant	
TC (s)	0.11 ± 0	0.10 ± 0*	-0.87 (-0.98, -0.34)	Gran	
TV (s)	0.13 ± 0.02	0.13 ± 0.01	0.81 (0.23, 0.97)	Gran	
DH (cm)	34.83 ± 3.51	36.78 ± 4.40	0.81 (0.23, 0.97)	Gran	
SV2					
V5m (m/s)	8.52 ± 0.45	9.19 ± 0.53*	1 (1, 1)	Gran	
LP (cm)	210.70 ± 17.46	220.37 ± 18.23	0.81 (0.23, 0.97)	Gran	
RP (passos·s ⁻¹)	4.25 ± 0.29	4.23 ± 0.23	-0.05 (-0.73, 0.69)	Insignificant	
TC (s)	0.11 ± 0	0.10 ± 0	-0.52 (-0.90, 0.30)	Gran	
TV (s)	0.13 ± 0.02	0.13 ± 0.01	0.71 (5.55×10 ⁻³ , 0.95)	Gran	
DH (cm)	37.48 ± 3.88	40.50 ± 2.80*	0.90 (0.54, 0.98)	Gran	

Nota. Els valors es presenten com a mitjana ± desviació típica. V0: sense càrrega de supervelocitat; SV: càrrega de supervelocitat (1: 2 kg; 2: 4 kg; 3: 5.25 kg); V5m: velocitat mitjana entre 40 m i 45 m des d'una sortida llançada; LP: longitud del pas; RP: ritme de pas; TC: Temps de contacte; TV: Temps de vol; DH: Distància horitzontal entre el primer punt de contacte i la projecció vertical del centre de masses. r_B : Mida de l'efecte amb correlació biserial per rangs aparellats. *: $p \leq .05$ diferent dels valors de la prova preliminar; IC: Interval de confiança.

Taula 4 (Continuació)

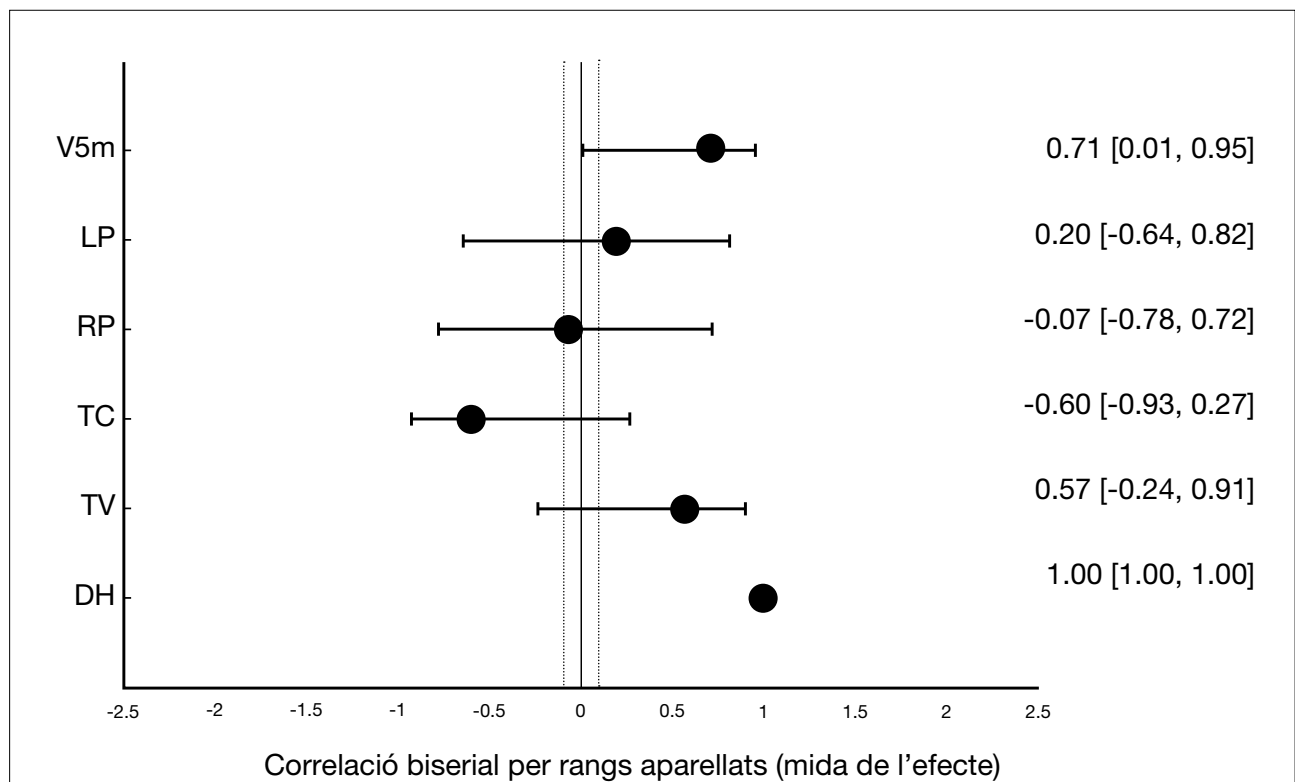
Canvis entre la prova preliminar i la posterior de les puntuacions de les variables cinemàtiques en diferents condicions de supervelocitat i canvi percentual en la condició V0 després del període d'entrenament.

Variable	Preliminar	Posterior	r_B (IC 95 %)	Avaluació qualitativa	Variació percentual (IC 95 %)
SV3					
V5m (m/s)	8.78 ± 0.66	9.09 ± 0.35	0.43 (-0.41, 0.87)	Moderado	
LP (cm)	219.10 ± 15.51	225.43 ± 16.74	0.52 (-0.30, 0.90)	Grande	
RP (passos·s ⁻¹)	4.25 ± 0.27	4.25 ± 0.19	0.00 (-0.75, 0.75)	Insignificante	
TC (s)	0.11 ± 0	0.10 ± 0	-0.71 (-0.95, -5.55×10 ⁻³)	Grande	
TV (s)	0.13 ± 0.01	0.13 ± 0.01	0.52 (-0.30, 0.90)	Grande	
DH (cm)	38.78 ± 4.21	41.53 ± 3.67*	1 (1, 1)	Grande	

Nota. Els valors es presenten com a mitjana ± desviació típica. V0: sense càrrega de supervelocitat; SV: càrrega de supervelocitat (1: 2 kg; 2: 4 kg; 3: 5.25 kg); V5m: velocitat mitjana entre 40 m i 45 m des d'una sortida llançada; LP: longitud del pas; RP: ritme de pas; TC: Temps de contacte; TV: Temps de vol; DH: Distància horitzontal entre el primer punt de contacte i la projecció vertical del centre de masses. r_B : Mida de l'efecte amb correlació biserial per rangs aparellats. *: $p \leq .05$ diferent dels valors de la prova preliminar; IC: Interval de confiança.

Figura 1

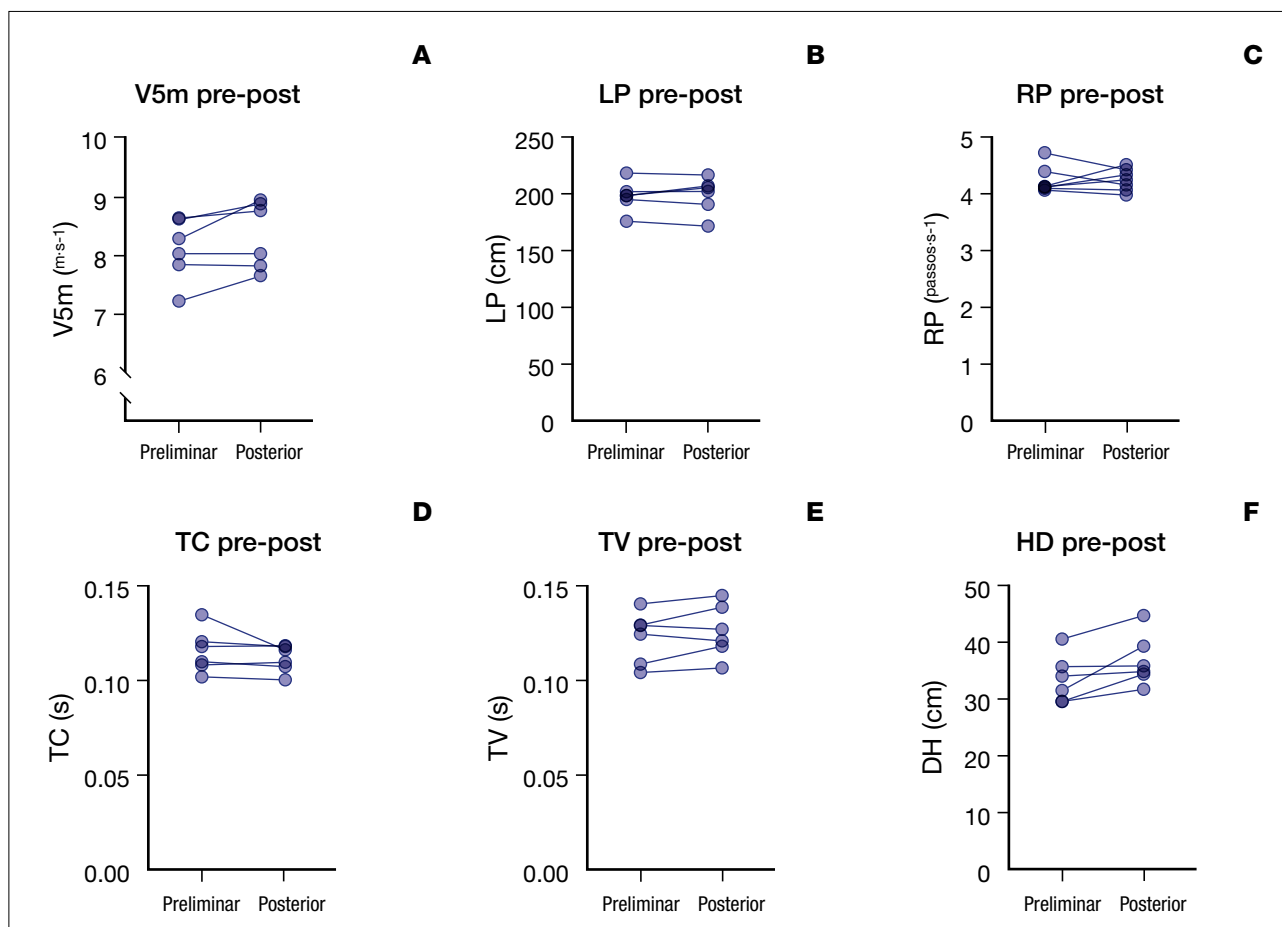
Gràfic amb les mides de l'efecte de les variables cinemàtiques en la condició V0



Nota. Les línies negres discontinuades delimiten el caràcter insignificant de la mida de l'efecte (és a dir, de -0.1 a 0.1).

Figura 2

Canvi entre la prova preliminar i la posterior de cada participant en les diferents variables.



Nota. A) variable V5m; variables B) longitud de pas (LP), C) ritme de pas (RP), D) temps de contacte (TC), E) temps de vol (TV) i F) distància horitzontal (DH).

Discussió

Després de la intervenció, es van observar millores en la VMD (V5m) dels esportistes, si bé aquestes no tenien significació estadística ($p > .05$). Els canvis en la VMD s'han d'observar des d'una perspectiva individual i tenint en compte la naturalesa multifactorial del rendiment esportiu. Per aquesta raó, encara que no siguin estadísticament significatius, de vegades els petits percentatges de millora trobats en alguns esportistes podrien ser decisius en el resultat final (Loturco, 2023), especialment en les proves de velocitat en atletisme (Loturco et al., 2022; Salo et al., 2011). En la condició de VMD no assistida, les diferències significatives ($p < .05$) es van registrar en DH amb una gran mida de l'efecte (r_B : 1; IC 95 %: 1-1), mentre que, en les altres variables, les diferències no van ser significatives i les mides de l'efecte van ser insignificants o petites (vegeu la Taula 4), per la qual cosa el patró de carrera natural no es va veure afectat significativament.

En estudis similars, apareixen augments de la VMD després de la intervenció de SV amb SA, encara que les

diferències metodològiques dificulten la comparació dels resultats. Després de sis setmanes d'entrenament, Majdell i Alexander (1991) van obtenir augments significatius en la VMD ($p < .05$) utilitzant SA motoritzats en jugadors de futbol masculí de l'equip universitari (edat: 23 ± 2.73 anys), mentre que Kristensen et al. (2006) també van informar de millores significatives en la VMD ($p < .05$) en estudiants d'Educació Física (edat: 22 ± 2.6 anys) amb SA no motoritzats després de la intervenció. Cap dels dos estudis no va mostrar diferències significatives en les variables cinemàtiques, excepte en el temps de suport (Majdell i Alexander, 1991) i el temps de pas (Kristensen et al., 2006), per la qual cosa es pot afirmar que el patró tècnic de l'esprint no es va veure afectat. D'altra banda, Lahti et al. (2020), després de 12.5 ± 0.7 sessions d'entrenament de SV amb el dispositiu 1080 Sprint en 10 jugadors de rugbi masculí (edat: 20.1 ± 1 anys), van observar augments significatius de la VMD de 3.40 ± 4.15 % ($p < .03$; ME: 0.47; IC 95 %: -0.38 - 1.32), si bé assenyalen que només 5 dels 10 membres del grup responen positivament en la direcció prevista després de l'entrenament, la qual cosa

reforça la necessitat d'individualitzar la càrrega. Per tant, es pot argumentar que els possibles canvis en la VMD dels esportistes es deuen a millores neuronals i de coordinació dins de la fase inicial de l'entrenament (Kristensen et al., 2006), per la qual cosa caldria fer estudis amb períodes d'intervenció més llargs.

No obstant això, com ja s'ha esmentat, l'heterogeneïtat metodològica dels estudis és tan àmplia que no és possible concloure l'entrenament de SV amb SA més enllà de la mateixa mostra de l'estudi. Aquesta heterogeneïtat afecta molts factors propis de la mostra, com ara el sexe, l'edat, l'especialitat esportiva i l'experiència en l'entrenament, però també als procediments utilitzats en la intervenció en aspectes com els SA utilitzats, les càrregues, les distàncies, el temps d'intervenció, els instruments i procediments de mesura, les variables analitzades, etc. Per això, una segona motivació d'aquest estudi era fer una sèrie de propostes metodològiques que es puguin replicar per ampliar els coneixements sobre l'entrenament de SV amb SA i els seus efectes. Creiem que s'ha d'aprofitar el fet de comptar amb dispositius com el 1080 Sprint utilitzat en aquest estudi, especialment a l'hora de fer estudis, per la seva capacitat de supervisar la càrrega d'entrenament i els seus efectes de manera individualitzada i immediata (Cecilia-Gallego et al., 2022a; Clark et al., 2021; Lahti et al., 2020; Van den Tillaar, 2021), davant d'altres sistemes utilitzats, com els SA no motoritzats (Kristensen et al., 2006) o les cordes elàstiques (Stoyanov, 2019).

Estudis similars al nostre (Kristensen et al., 2006; Majdell i Alexander, 1991; Stoyanov, 2019) presenten diferències quant a edat, sexe i experiència en l'entrenament i, en relació amb aquests, els nostres participants van ser els més joves (vegeu la Taula 1). Tot i que es recomana no utilitzar l'entrenament amb SV en participants joves i inexperts (Schiffer, 2011), els nostres participants es trobaven en el període posterior al PHV (3.33 ± 1.54 anys) (Mirwald et al., 2002), tenien prou experiència en l'entrenament de velocitat (5.17 ± 1.17 anys) i van rebre dues sessions de familiarització amb el dispositiu. Aquestes dades indiquen que els participants en l'estudi, especialment les noies, han superat amb escreix el període de PHV, per la qual cosa les seves característiques maduratives, fisiològiques i antropomètriques s'assemblen ara a les dels adults. A més, la seva experiència en l'entrenament atlètic permetria aplicar-los aquests mètodes.

Normalment, les càrregues d'entrenament s'han triat en funció de l'increment produït sobre la VMD, amb la recomanació d'utilitzar les que porten l'esportista a velocitats entre un 3 % i un 10 % superiors a la VMD (Clark et al., 2009; Mero i Komi, 1985; Sedláček et al., 2015; Sugiura i Aoki, 2008). En el cas del nostre estudi, hem treballat amb càrregues mitjanes del 5.05 ± 0.53 % del pes corporal, que han produït velocitats mitjanes del 105.71 % de la VMD.

Considerem especialment rellevant determinar aquests valors per a estudis posteriors i la seva comparació. Així mateix, en el nostre estudi la càrrega no va ser fixa, sinó que es va ajustar entre sessions i dins de cada sessió, tenint en compte l'efecte produït, és a dir, l'objectiu del 103-105 % de la VMD. Aquest aspecte també es té en compte en l'estudi de Stoyanov (2019) amb cordes elàstiques, que fixa els seus objectius en la velocitat resultant, del 102-103 % al 108-110 %, en funció de la distància i de l'esportista, així com en el de Lahti et al. (2020), l'objectiu del qual era obtenir velocitats del 105 % de la VMD, amb un ajustament setmanal de les càrregues.

La intervenció feta es basa en un enfocament ecològic (Araújo et al., 2006; Torrents, 2005) sobre l'entrenament dels esportistes (vegeu la Taula 2), que l'inclou en la seva pròpia preparació per a la competició. Creiem que aquest tipus d'estudis, encara que són més difícils de controlar per l'elevat nombre de variables de confusió que poden aparèixer, aporten informació amb més validesa externa que els estudis fets en situacions analítiques o de laboratori (Kristensen et al., 2006; Majdell i Alexander, 1991). Aquesta mateixa línia d'enfocament ecològic es pot trobar a Stoyanov (2019), amb joves velocistes, i Lahti et al. (2020) amb jugadors de rugbi. En tots dos estudis, ens proporcionen les dades de la intervenció i la resta del contingut de l'entrenament. També s'ha de posar èmfasi en la necessitat de fer estudis amb un grup de control que dugui a terme la mateixa intervenció en una situació més analítica, per poder avaluar l'eficàcia d'aquest tipus d'intervenció.

El nostre estudi té la limitació de la mida de la mostra final, en la qual només 6 participants van acabar la intervenció, dels 8 que la van iniciar. Aquesta petita mostra no proporciona prou potència estadística als resultats obtinguts, però considerem necessari atendre la individualitat dels resultats (Loturco et al., 2022) i la mida de l'efecte del tractament, sense centrar-se únicament en la significació estadística dels resultats (Hopkins et al., 2009; Swinton et al., 2022; Turner et al., 2021b, 2021a). Observem que en l'estudi de Lahti et al. (2020) s'obté una ME de 0.47 (-0.38 - 1.32) amb un $p = .03$, mentre que en el nostre s'obté una ME superior (0.71 [-0.00 - 0.95]), però un valor de p no significatiu, a causa de l'amplitud més gran de l'interval de confiança. Si ens fixem en la resposta individual, Lahti et al. (2020) observen que 5 dels 10 participants no responen en la direcció esperada, cosa que atribueixen a una càrrega d'entrenament inadequada, segons el seu perfil inicial de força-velocitat, mentre que, en el nostre, només n'hi va haver 2 dels 6 que no van millorar el seu VMD després del tractament (M1: -0.12 %; F4: -0.51 %) i la resta dels esportistes sí que van millorar, alguns considerablement en valors percentuals (F2: +5.87 %; F3: +7.07 %; H1: +1.48 %; H2: +2.82 %). La introducció

de proves de seguiment durant unes setmanes també ens podria proporcionar més informació sobre els efectes de l'entrenament (Bissas et al., 2022; Lahti et al., 2020), a més de tenir en compte el possible error en els procediments de mesurament, aspecte gens menyspreable en la recerca i que pot donar lloc a resultats falsos en avaluar si una persona respon o no a l'entrenament (Mann et al., 2014; Pickering i Kiely, 2019). Pickering i Kiely (2019) afirmen que l'aspecte més important de l'entrenament és la dosificació individual de la càrrega d'entrenament i que la falta de resposta al procés es pot deure al fet que no era adequat per a les seves característiques. Segons aquests mateixos autors, s'haurien de deixar d'emprar els termes *responder* ("participant que respon al tractament") i *non-responder* (el contrari), i el segon s'hauria de canviar per *Did not respond* ("el participant no va respondre"), indicant així el motiu pel qual l'esportista no va respondre al tractament. Finalment, es necessiten més estudis per poder determinar si existeix un patró específic d'absència de resposta a cada tipus d'exercici (Mann et al., 2014), en aquest cas al de SV.

Conclusions i aplicacions pràctiques

És necessari un període d'adaptació o familiarització a les condicions de la SV generades pel SA per poder córrer a velocitat supramàxima de manera controlada. Les primeres repeticions generen inseguretat i desconfiança en els esportistes.

L'entrenament de SV amb SA pot ser un bon mètode per reduir els valors de TC, la qual cosa constitueix un factor determinant en el rendiment per millorar la VMD, ja que les condicions de SV impliquen una necessitat més gran de forces verticals de reacció a terra.

La gestió i dosificació de les càrregues s'ha de fer de manera individualitzada i diària, adaptant les càrregues a l'objectiu proposat.

És possible que els períodes d'intervenció d'un 4-6 setmanes resultin insuficients; seria recomanable aplicar períodes més llargs, d'entre 8 i 12 setmanes, per poder avaluar els resultats més enllà de la fase inicial de l'entrenament.

En la investigació, s'han de recollir dades sobre la salut individual, tant fisiològiques com psicològiques o emocionals, durant les proves, a fi de determinar qualsevol possible influència en els resultats.

Finançament

El present estudi no ha rebut finançament extern.

Conflictes d'interessos

Els autors declaren que no tenen cap conflicte d'interessos.

Referències

- Araújo, D., Davids, K., & Hristovski, R. (2006). The ecological dynamics of decision making in sport. *Psychology of Sport and Exercise*, 7(6), 653–676. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2006.07.002>
- Bissas, A., Paradisis, G. P., Nicholson, G., Walker, J., Hanley, B., Havenetidis, K., & Cooke, C. B. (2022). Development and maintenance of sprint training adaptations: an uphill-downhill study. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(1), 90–98. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003409>
- Buscà, B., Quintana, M., Padullés-Riu, J. M. (2016). High-speed cameras in sport and exercise: Practical applications in sports training and performance analysis. *Aloma: Revista de Psicologia, Ciències de l'Educació i de l'Esport Blanquerna*, 34(2), 11–24. <https://raco.cat/index.php/Aloma/article/view/315257>
- Cecilia-Gallego, P., Odriozola, A., Beltrán-Garrido, J. V., & Álvarez-Herms, J. (2022a). Acute effects of different overspeed loads with motorized towing system in young athletes: a pilot study. *Biology*, 11(8), 1223. <https://doi.org/10.3390/biology11081223>
- Cecilia-Gallego, P., Odriozola, A., Beltrán-Garrido, J. V., & Álvarez-Herms, J. (2022b). Acute effects of overspeed stimuli with towing system on athletic sprint performance: A systematic review with meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, 40(6), 704–716. <https://doi.org/10.1080/0264014.2021.2015165>
- Clark, D. A., Sabick, M. B., Pfeiffer, R. P., Kuhlman, S. M., Knigge, N. A., & Shea, K. G. (2009). Influence of towing force magnitude on the kinematics of supramaximal sprinting. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), 1162–1168. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318194df84>
- Clark, K., Cahill, M., Korfiat, C., & Whitacre, T. (2021). Acute kinematic effects of sprinting with motorized assistance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(7), 1856–1864. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003051>
- Cohen, J. (2013). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. (2nd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203771587>
- España-Ros, F., Vaquero-Cristóbal, R., Marfell-Jones, M. (2019). Protocolo internacional para la valoración antropométrica. Perfil Completo. In UCAM (Ed.), *International Society for the Advancement of Kinanthropometry-ISAK*.
- Gleadhill, S., Jiménez-Reyes, P., van den Tillaar, R., & Nagahara, R. (2024). Comparison of kinematics and kinetics between unassisted and assisted maximum speed sprinting. *Journal of Sports Sciences*, 00(00), 1–7. <https://doi.org/10.1080/0264014.2024.2314866>
- Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Batterham, A. M., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(1), 3–12. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31818cb278>
- Kristensen, G. O., van den Tillaar, R., & Ettema, G. J. C. (2006). Velocity specificity in early-phase sprint training. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 833–837. <https://doi.org/10.1519/R-17805.1>
- Lahti, J., Jiménez-Reyes, P., Cross, M. R., Samozino, P., Chassaign, P., Simond-Cote, B., Ahtaiainen, J., & Morin, J.-B. (2020). Individual sprint Force-Velocity profile adaptations to in-season assisted and resisted velocity-based training in professional rugby. *Sports*, 8(5). <https://doi.org/10.3390/sports8050074>
- Loturco, I. (2023). Rethinking Sport Science to Improve Coach-Researcher Interactions. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1–2. <https://doi.org/10.1123/ijssp.2023-0367>
- Loturco, I., Fernandes, V., Bishop, C., Mercer, V. P., Siqueira, F., Nakaya, K., Pereira, L. A., & Haugen, T. (2022). Variations in physical and competitive performance of highly trained sprinters across an annual training season. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004380>
- Majdell, R., & Alexander, M. (1991). The effect of overspeed training on kinematic variables in sprinting. *Journal of Human Movement Studies*, 21(1), 19–39.

- Mann, T. N., Lamberts, R. P., & Lambert, M. I. (2014). High responders and low responders: factors associated with individual variation in response to standardized training. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 44(8), 1113–1124. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0197-3>
- Mero, A., & Komi, P. V. (1985). Effects of supramaximal velocity on biomechanical variables in sprinting. *Journal of Applied Biomechanics*, 1(3), 240–252. <https://doi.org/10.1123/jbsb.1.3.240>
- Mero, A., Komi, P. V., Rusko, H., & Hirvonen, J. (1987). Neuromuscular and anaerobic performance of sprinters at maximal and supramaximal speed. *International Journal of Sports Medicine*, 8 Suppl 1, 55–60. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1025704>
- Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D. G., Bailey, D. A., & Beunen, G. P. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(4), 689–694. <https://doi.org/10.1097/00005768-200204000-00020>
- Padullés-Riu, J. M. (2011). *Valoración de los parámetros mecánicos de carrera. Desarrollo de un nuevo instrumento de medición*. [Doctoral Thesis, University of Barcelona].
- Pickering, C. & Kiely, J. (2017). Understanding personalized training responses: can genetic assessment help? *The Open Sports Sciences Journal*, 10(1), 191–2013. <https://doi.org/10.2174/1875399X01710010191>
- Pickering, C., & Kiely, J. (2019). Do non-responders to exercise exist—and if so, what should we do about them? *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 49(1), 1–7. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-01041-1>
- Puig-Diví, A.; Padullés-Riu, J.M.; Busquets-Faciabén, A.; Padullés-Chando, X.; Escalona-Marfil, C.; Marcos-Ruiz, D. (2017). Validity and reliability of the Kinovea program in obtaining angular and distance dimensions. *PrePrints*, 2017100042. <https://doi.org/10.20944/preprints201710.0042.v1>
- Reinking, M. F., Dugan, L., Ripple, N., Schleper, K., Scholz, H., Spadino, J., Stahl, C., & McPoil, T. G. (2018). Reliability of two-dimensional video-based running gait analysis. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 13(3), 453–461. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30038831>
- Romero-Franco, N., Jiménez-Reyes, P., Castaño-Zambudio, A., Capelo-Ramírez, F., Rodríguez-Juan, J. J., González-Hernández, J., Toscano-Bendala, F. J., Cuadrado-Peñafiel, V., & Balsalobre-Fernández, C. (2017). Sprint performance and mechanical outputs computed with an iPhone app: Comparison with existing reference methods. *European Journal of Sport Science*, 17(4), 386–392. <https://doi.org/10.1080/17461391.2016.1249031>
- Salo, A. I. T., Bezodis, I. N., Batterham, A. M., & Kerwin, D. G. (2011). Elite sprinting: are athletes individually step-frequency or step-length reliant? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(6), 1055–1062. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318201f6f8>
- Schiffer, J. (2011). Training to overcome the speed plateau. *IAAF New Studies in Athletics*, 26, 7–16.
- Sedláček, J., Krska, P., & Kostial, J. (2015). Use of supramaximal speed mean in maximal running speed depment. *Gymnasium. Scientific Journal of Education, Sports, and Health*, 16, 39–50. <https://gymnasium.ub.ro/index.php/journal/article/view/85>
- Stoyanov, H. T. (2019). Effect of assisted training on the special running preparation of junior sprinters for 100 and 200 m. *Human. Sport. Medicine*, 19(3), 74–79. <https://doi.org/10.14529/hsm190309>
- Sugiura, Y., & Aoki, J. (2008). Effects of supramaximal running on stride frequency and stride length in sprinters. *Advances in Exercise & Sports Physiology*, 14(1), 9–17. <https://ci.nii.ac.jp/naid/110006781626/>
- Swinton, P. A., Burgess, K., Hall, A., Greig, L., Psyllas, J., Aspe, R., Maughan, P., & Murphy, A. (2022). Interpreting magnitude of change in strength and conditioning: Effect size selection, threshold values and Bayesian updating. *Journal of Sports Sciences*, 1–8. <https://doi.org/10.1080/02640414.2022.2128548>
- Torrents, C. (2005). *La teoría de los sistemas dinámicos y el entrenamiento deportivo* [Doctoral Thesis, University of Barcelona]. <https://www.tdx.cat/handle/10803/2897?show=full>
- Turner, A. N., Parmar, N., Jovanovski, A., & Hearne, G. (2021a). Assessing group-based changes in high-performance sport. Part 1: null hypothesis significance testing and the utility of p values. *Strength & Conditioning Journal*, 43(3), 112–116. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000625>
- Turner, A. N., Parmar, N., Jovanovski, A., & Hearne, G. (2021b). Assessing group-based changes in high-performance sport. Part 2: Effect sizes and embracing uncertainty through confidence intervals. *Strength & Conditioning Journal*, 43(4), 68–77. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000613>
- Van den Tillaar, R. (2021). Comparison of development of step-kinematics of assisted 60 m sprints with different pulling forces between experienced male and female sprinters. *Plos One*, 16(7), e0255302. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0255302>
- Vicens-Bordas, J., Esteve, E., Fort-Vanmeerhaeghe, A., Casals, M., Bandholm, T., Ishøj, L., Opar, D., Shield, A., & Thorborg, K. (2020). Performance changes during the off-season period in football players – Effects of age and previous hamstring injury. *Journal of Sports Sciences*, 38(21), 2489–2499. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1792160>

Conflicte d'interessos: les autories no han comunicat cap conflicte d'interessos.



© Copyright Generalitat de Catalunya (INEFC). Aquest article està disponible a l'URL <https://www.revista-apunts.com/ca/>. Aquest treball està publicat sota una llicència Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. Les imatges o qualsevol altre material de tercers d'aquest article estan inclosos a la llicència Creative Commons de l'article, tret que s'indiqui el contrari a la línia de crèdit; si el material no s'inclou sota la llicència Creative Commons, els usuaris hauran d'obtenir el permís del titular de la llicència per reproduir el material. Per veure una còpia d'aquesta llicència, visiteu <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.ca>



Participants en esdeveniments populars de ciclisme de muntanya en espais protegits periurbans: on és el límit?

Ricardo Manuel Nogueira Mendes^{1*} , Carlos Pereira da Silva¹ , Estela Inés Farías-Torbido²  i Teresa Santos¹ 

¹ Centre Interdisciplinari de Ciències Socials, Facultat de Ciències Socials i Humanes, Universidade Nova de Lisboa (Portugal).

² GISEAFE - Grup d'Investigació Social i Educativa de l'Activitat Física i l'Esport. Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya (INEFC), Universitat de Lleida (Espanya).



Citació

Nogueira Mendes, R. M., Pereira da Silva, C., Farías-Torbido, E. I. & Santos, T. (2025). Participants in popular mountain biking events in peri-urban protected areas: how many are too many? *Apunts Educación Física y Deportes*, 159, 53-63. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2025/1\).159.06](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2025/1).159.06)

Editat per:

© Generalitat de Catalunya
Departament d'Esports
Institut Nacional d'Educació
Física de Catalunya (INEFC)

ISSN: 2014-0983

*Correspondència:

Ricardo Manuel Nogueira
Mendes
rnmendes@fesh.unl.pt

Secció:

Gestió esportiva,
lleure actiu i turisme

Idioma de l'original:

Anglès

Rebut:

8 d'abril de 2024

Acceptat:

14 d'agost de 2024

Publicat:

1 de gener de 2025

Coberta:

Laura Kluge lluita pel disc en el
partit entre Alemanya i Hongria
durant l'Eishockey Deutschland
Cup, a Landshut, Alemanya, el
9 de novembre de 2024. © IMAGO/
ActionPictures/laforoteca.com

Resum

En els entorns periurbans, els esdeveniments esportius a l'aire lliure, com el ciclisme o les curses de muntanya, se solen dur a terme en espais naturals i protegits. Encara que els responsables de la gestió d'aquests espais i els investigadors puguin considerar que el nombre de participants suposa una pressió cada vegada més gran per a aquests territoris, els visitants, usuaris i altres parts interessades solen tenir una opinió favorable sobre aquestes activitats i les consideren respectuoses amb el medi ambient. Aquesta investigació, basada en les dades d'un esdeveniment popular de ciclisme de muntanya celebrat al parc natural de l'Arràbida, Portugal, en el qual van participar 4,464 persones al llarg de sis edicions, va analitzar la dinàmica espacial entre els participants i la regió de l'esdeveniment per avaluar quina pressió addicional poden exercir aquestes activitats en aquests territoris. Les troballes van demostrar que fins a un 70 % dels participants procedia dels voltants del parc i que només un 15 % recorria més de 50 km per assistir a l'esdeveniment. Així mateix, la majoria s'identificaven com a usuaris habituals del parc i afirmaven que havien anat en bicicleta per la zona gairebé setmanalment, davant dels usuaris no habituals que vivien més lluny i la recorrien amb bicicleta aproximadament una vegada cada nou mesos de mitjana. L'anàlisi comparativa amb 148 esdeveniments populars més de ciclisme de muntanya del país, amb un total de 35,147 participants, va revelar patrons de distància similars, encara que superiors en el cas d'esdeveniments amb un nombre més elevat de participants o celebrats en llocs menys poblats. A l'hora de decidir si autoritzar o no aquests esdeveniments, els responsables haurien de prioritzar sempre la conservació i tenir en compte altres factors, com l'estacionalitat i els recorreguts de les curses. No obstant això, aquests esdeveniments es podrien utilitzar per beneficiar directament la missió i les activitats del parc i facilitar una millor comunicació entre els responsables i els participants, la majoria dels quals són usuaris habituals del lloc.

Paraules clau: activitats a l'aire lliure, ciclisme de muntanya, curses, gestió, MTB, parcs periurbans.

Introducció

Les curses i altres esdeveniments esportius són manifestacions habituals d'activitats populars a l'aire lliure, com anar en bicicleta o córrer. El nombre de persones que practiquen un determinat esport normalment es correlaciona amb el nombre i la magnitud dels esdeveniments (per exemple, curses o tornejos) (Farías Torbidoni, 2015; Seguí Urbaneja i Farías Torbidoni, 2018) i és un bon indicador de la popularitat i de l'èxit de l'esdeveniment. A diferència de les competicions nacionals i internacionals d'elit, els esdeveniments esportius populars o curses a petita escala (Mueller et al., 2018) són menys exigents i es dirigeixen a qualsevol persona que practiqui activitat física de manera regular.

Malgrat la naturalesa competitiva d'aquests esdeveniments, la majoria de persones solen participar en la categoria oberta. Aquests participants consideren l'activitat esportiva com una forma de vida (Sekot, 2012) que comparteixen amb amics i familiars, normalment no tenen vincles amb cap club en particular (Dorado et al., 2022) i no se solen federar (Quirante-Mañas et al., 2023). En contraposició a les curses d'elit o megaesdeveniments esportius (Müller, 2015), aquests esdeveniments esportius populars atreuen més participants que espectadors, igual que els tornejos a petita escala (Gibson et al., 2012).

Les activitats recreatives a l'aire lliure, com el ciclisme o les curses de muntanya, i els grans esdeveniments esportius que hi van associats es duen a terme a prop de la naturalesa i travessen espais naturals protegits (ENP) o àrees de conservació de la xarxa Natura 2000 (Fariás-Torbidoni et al., 2018; Nogueira Mendes et al., 2021a). En molts casos, aquests territoris acullen i encoratgen aquests esdeveniments i activitats. Per exemple, caminar i anar en bicicleta són activitats promocionades normalment pels ENP (Brown, 2016) i els visitants i usuaris les perceben com a respectuoses amb el medi ambient. Aquestes activitats es consideren, en general, bons exemples de turisme ecològic o de naturalesa sostenible perquè fomenten un ús respectuós de l'entorn i incrementen les visites. No obstant això, també és habitual que els règims o plans de gestió dels ENP incloguin límits respecte al nombre de visitants i a l'ús públic (Leung et al., 2018): no s'hauria d'oblidar que les missions principals dels ENP són fomentar la conservació de la naturalesa i la biodiversitat, i afavorir que els cicles ecològics es desenvolupin sense perturbacions (Comissió Europea, 2020; Maxwell et al., 2020).

En funció de com, quan, on i per part de qui es duuguin a terme les activitats recreatives, els estrictes objectius de conservació poden entrar en conflicte amb els usos recreatius a l'aire lliure a causa dels efectes mediambientals i socials. Molts estudis (Chiu i Kriwoken, 2003; Evju et al., 2021; Pickering et al., 2011; Salesa i Cerdà, 2020) reconeixen els efectes negatius sobre el sòl, la flora i la fauna, així com les repercussions socials (Kleiner et al., 2022; Needham et al., 2004). Entre aquestes, la massificació és una de les

més indesitjables, ja que pot provocar que tots els efectes excedeixin els límits acceptables (Gómez-Limón García i Martínez Alandi, 2016) i es redueixin el nombre de visitants i la seva satisfacció.

Per tots aquests motius, els responsables de la gestió dels parcs i els investigadors solen considerar els esdeveniments esportius com la causa d'una possible massificació i, per tant, no volen que se celebrin en els ENP (Newsome et al., 2011). En general, els plans de gestió inclouen restriccions o la limitació de zones per a aquests usos recreatius a l'aire lliure, però, a causa del desenvolupament constant de noves activitats o tendències, no és estrany que les polítiques dels ENP quedin desfasades (Thede et al., 2014) i també, en ocasions, siguin difícils de controlar. Al mateix temps, les parts interessades, com els ajuntaments i els esportistes, consideren crucials aquestes activitats i esdeveniments per mostrar i promocionar la seva regió, i per tant, els veuen com una oportunitat excel·lent per atreure nous visitants (Nogueira Mendes et al., 2021a). Tal com esmenten molts autors, els esports i el lleure a l'aire lliure són, al seu torn, una valuosa manera de garantir un benestar mental i físic més gran de les persones, connectar-les amb la natura i augmentar la conscienciació sobre els problemes mediambientals i el desenvolupament sostenible, que actualment suposen una preocupació real també per als esdeveniments esportius populars i de menys envergadura (Ulloa-Hernández et al., 2023).

Nogueira Mendes et al. (2023) van descobrir que les persones que practicaven ciclisme de muntanya regularment als parcs protegits i recreatius de l'Àrea Metropolitana de Lisboa (AML) procedien dels voltants dels ENP i dels parcs en qüestió. D'acord amb aquest mateix estudi, la majoria de ciclistes solien centrar-se en la mateixa zona, encara que també en recorrien altres de properes, per exemple, les que eren a una distància factible amb bicicleta o, a tot estirar, a una hora amb cotxe del seu lloc de residència. Utilitzar els parcs i ENP locals genera un sentit de pertinença (Brown, 2016), la qual cosa porta els seus usuaris a oposar-se amb freqüència a la implementació de noves normatives o restriccions (Ferse et al., 2010). El mateix sentit de pertinença és també habitual en relació amb els esdeveniments esportius populars, que poden exercir una pressió addicional en els espais naturals ja amenaçats per altres motius.

Tot i que les aglomeracions i la massificació són temes que se solen tractar en el context de la gestió de visites als ENP, són aspectes que encara s'han d'analitzar respecte als esdeveniments esportius populars en la literatura científica. Saber quants usuaris hi ha és vital per als responsables de la gestió dels parcs, però la identitat d'aquests usuaris hauria d'exercir també una funció important a l'hora de decidir si s'ha de permetre la celebració d'un esdeveniment esportiu popular en un espai protegit o natural periurbà o no. Així mateix, també s'ha de tenir en compte la capacitat d'organització i acollida de l'esdeveniment mateix.

Aquesta investigació pretenia avaluar, sobre la base d'un esdeveniment popular de ciclisme de muntanya com a cas pràctic, fins a quin punt aquest tipus d'esdeveniments en el context periurbà suposa una pressió addicional en comparació amb l'ús habitual de l'espai, tenint en compte que molts participants haurien de procedir dels voltants a més de ser usuaris habituals del parc. Vam utilitzar una anàlisi a escala local per entendre: (i) d'on eren els participants i (ii) amb quina freqüència anaven amb bicicleta per la zona, i si es consideraven usuaris habituals o no de l'espai en el qual tenia lloc la cursa. Per acabar, com a prova de concepte, (iii) vam avaluar si els patrons espacials eren similars en altres contextos mitjançant l'anàlisi de la procedència dels participants d'altres esdeveniments esportius populars similars del país.

Metodologia

Base filosòfica

Aquesta investigació, basada en un paradigma positivista en el qual s'emfatitza la recerca de patrons universals i en un disseny convergent sobre la base de dades quantitatives i qualitatives, avaluava en quina mesura els esdeveniments esportius populars celebrats en espais protegits en contextos periurbans exerceixen una pressió addicional quant als usos recreatius a l'aire lliure. Es tracta d'una pregunta que ha estat difícil de respondre de manera exhaustiva a causa de la

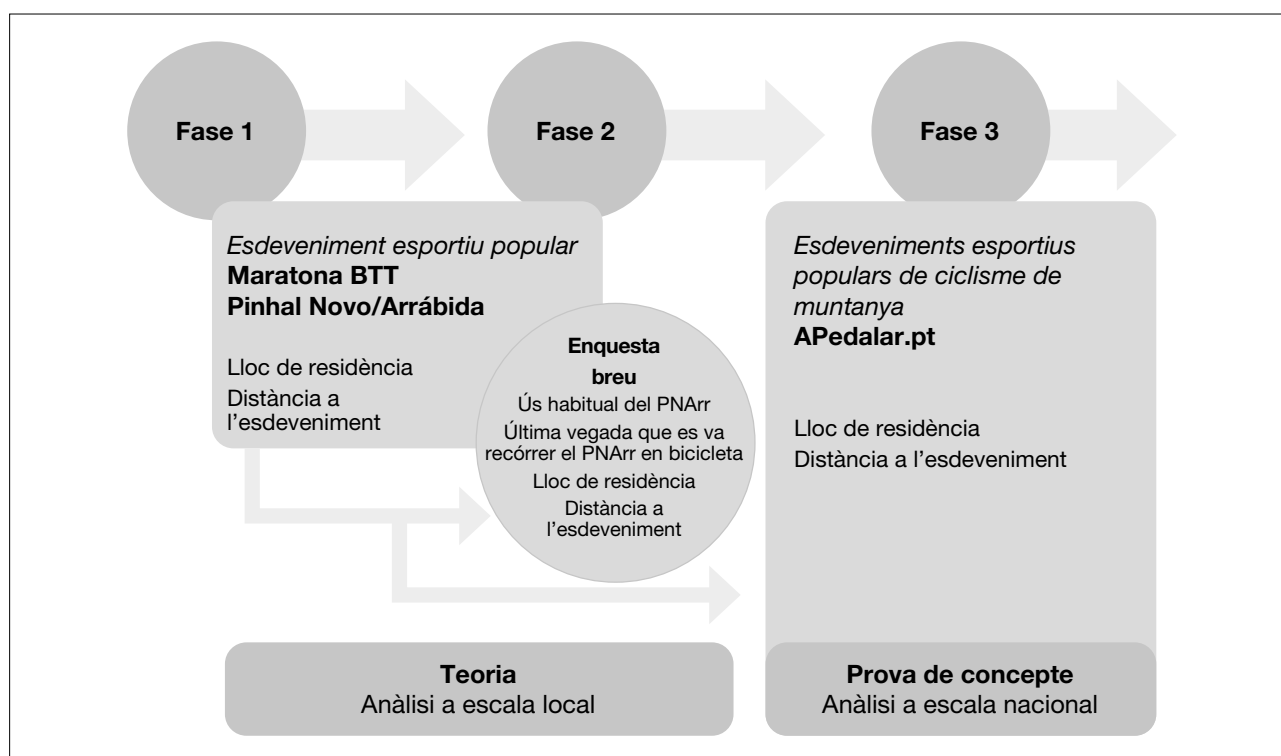
creixent demanda d'esdeveniments esportius dins dels ENP al llarg de les últimes dècades i al canvi ràpid de les pràctiques a l'aire lliure. Per avançar en l'anàlisi i en la resolució d'aquest tema, seguint el continu epistemològic (Landi, 2023), aquesta investigació té un enfocament objectivista en el qual el coneixement s'obté amb independència de l'investigador.

Marc conceptual

Es va dissenyar una anàlisi a dues escales, dividida en tres fases, per avaluar la relació entre els esdeveniments populars de ciclisme de muntanya i els hàbits i llocs de residència dels participants (vegeu el marc conceptual a la Figura 1). L'anàlisi a escala local es va fer sobre la Maratona BTT Pinhal Novo/Arràbida, la cursa més gran i popular de ciclisme de muntanya que se celebra al parc natural de l'Arràbida (PNArr), dins de l'AML, Portugal. Aquest esdeveniment anual s'ha dut a terme 12 vegades i l'organitza una associació local (BTTascaDuXico) amb l'ajuda del municipi de Palmela i del districte de Pinhal Novo. La cursa té dues distàncies (una maratón i una mitja maratón) que travessen el parc natural i un tercer recorregut menor (típic en moltes curses populars) que no arriba als límits del parc. Per a la prova de concepte, es van tenir en compte els esdeveniments populars de ciclisme de muntanya coorganitzats en l'àmbit nacional per APedalar.pt (<https://apedalar.pt/eventos/concluidos/2015>), una de les empreses líders de cronometratge a Portugal.

Figura 1

Marc conceptual i conjunt de dades i àrea estudiada de l'anàlisi d'escala.



Segons Nogueira Mendes et al. (2021a), aquesta empresa organitza aproximadament una quarta part de tots els esdeveniments populars de ciclisme de muntanya del país.

Els organitzadors de l'esdeveniment van proporcionar el conjunt de dades de la fase 1, que incloïa exclusivament el lloc de residència (no l'adreça personal) dels 4,464 participants de les sis edicions consecutives de la Maratona BTT Pinhal Novo/Arràbida celebrades entre 2010 i 2016 (des de la cinquena fins a la desena edició; l'esdeveniment no es va celebrar el 2014). Mitjançant Google Earth PRO, es va geocodificar el lloc de residència de cada participant (no disponible en el cas de 393 ciclistes) i es va mesurar la distància euclidiana des del lloc de residència de cada participant al punt d'inici de l'esdeveniment i els límits del parc mitjançant l'anàlisi de la distància punt a punt d'ArcGIS Desktop 10.7 d'ESRI. Es van registrar les distàncies mitjanes i màximes, i es van agrupar en percentils (25, 50, 60, 70, 75, 80, 90 i 95) per a cada edició de la cursa.

El conjunt de dades de la fase 2 es va obtenir mitjançant una breu enquesta feta en els esdeveniments de 2016 i 2017. Els organitzadors van enviar la sol·licitud per participar en l'enquesta a una selecció aleatòria del 50 % dels participants de l'esdeveniment. Les dades es van recollir anònimament mitjançant formularis de Konotoolbox.org, en els quals es van presentar els objectius de l'estudi i es va reafirmar el caràcter voluntari de la participació. L'enquesta va obtenir 219 respostes vàlides, amb un índex de participació del 31 %, i el seu objectiu va ser avaluar: (i) el lloc de residència dels participants (per validar i comparar la mostra amb les dades utilitzades a la fase 1); (ii) l'última vegada que havien anat en bicicleta pel parc natural i si els participants es consideraven usuaris habituals del PNAr o no.

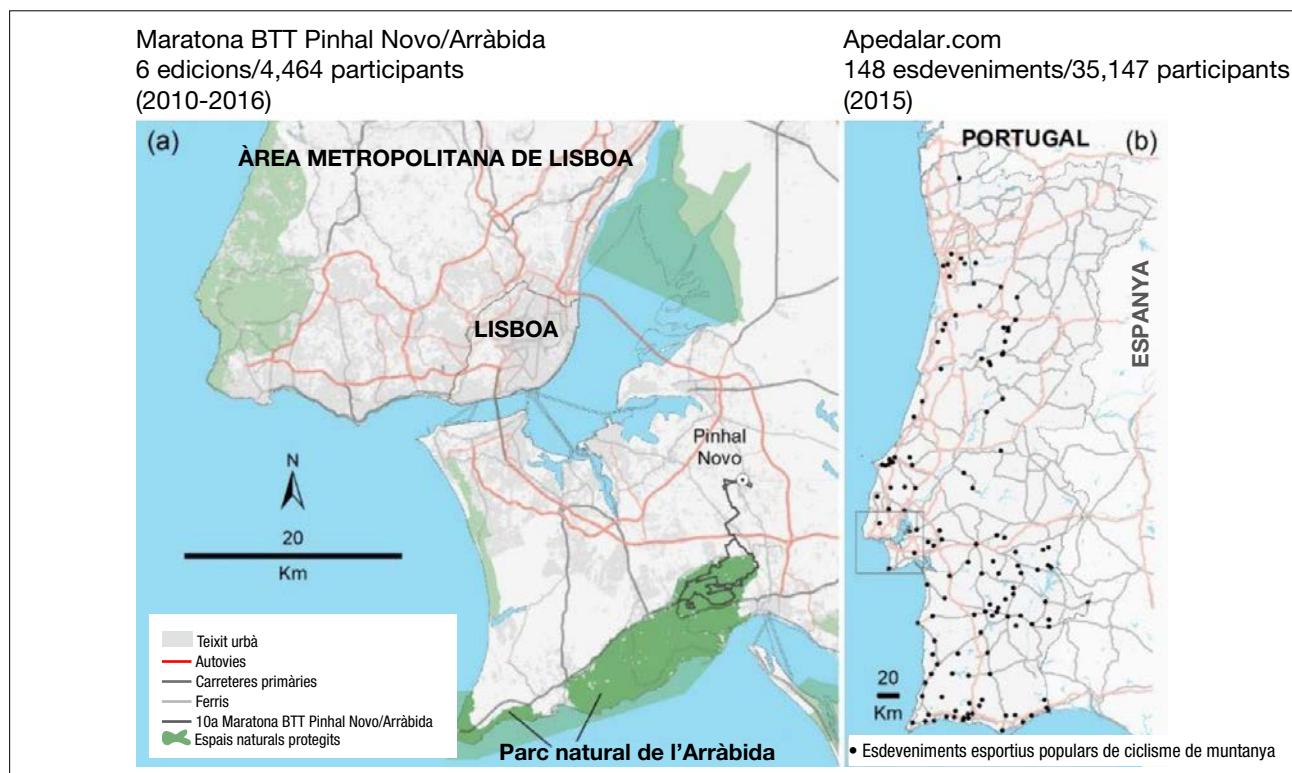
La fase 3, que es va dur a terme a escala nacional, va incloure 148 de 157 esdeveniments de ciclisme de muntanya gestionats per Apedalar.pt el 2015, que van atreure 35,147 participants (els nou esdeveniments restants no van tenir lloc per falta d'esportistes). El punt d'inici de cada esdeveniment es va prendre d'Apedalar.pt o de les xarxes socials o pàgina web de l'esdeveniment. Les distàncies des del lloc de residència (obtingudes de les llistes públiques de participants) a l'esdeveniment es van mesurar mitjançant els mateixos mètodes que el conjunt de dades local. De la mateixa manera que en les fases anteriors, aquest conjunt de dades va incloure gairebé tots els llocs de residència dels participants, però no es van utilitzar ni es van guardar dades personals durant aquesta recerca.

Al llarg de les tres fases, totes les dades es van analitzar mitjançant estadístiques descriptives, entre d'altres, les distàncies mitjanes, els percentils, els valors màxims i mínims en l'anàlisi de les dues escales.

A la Figura 2 es presenta la ubicació de la Maratona BTT Pinhal Novo/Arràbida i de tots els esdeveniments utilitzats per a l'anàlisi a escala nacional.

Figura 2

Àrea estudiada: (a) parc natural de l'Arràbida i recorreguts de la 10a Maratona BTT Pinhal Novo/Arràbida utilitzats per a l'anàlisi a escala local; (b) Portugal continental i les ubicacions dels 148 esdeveniments de ciclisme de muntanya d'Apedalar.pt utilitzats per a l'anàlisi a escala nacional. (Mapa creat pels autors en funció de les dades públiques de dgterritorio.gov.pt; igeoe.pt i icnf.pt).



Taula 1
Distàncies euclidianes (km) des del lloc de residència al punt d'inici de la Maratona BTT Pinhal Novo/Arràbida i fins als límits del parc nacional de l'Arràbida.

Edició (any)	Ciclistes	MITJANA	P25	P50	P60	P70	P75	P80	P85	P90	P95	MÀX.
5a (2010)	703	28.92	12.04	21.62	28.69	31.67	35.90	41.10	45.53	51.84	87.45	276.47
PNArr		27.30	6.82	19.82	28.92	33.42	35.74	37.97	40.83	52.63	85.60	283.18
6a (2011)	644	26.27	9.75	16.30	21.79	28.71	31.45	35.12	43.92	50.50	87.45	323.33
PNArr		24.74	6.82	15.69	19.57	29.08	32.28	35.52	39.65	46.29	85.68	330.06
7a (2012)	811	28.46	12.04	18.82	21.77	28.84	31.18	36.70	44.57	69.52	87.45	301.82
PNArr		26.40	6.82	17.12	19.82	29.24	32.28	35.64	40.83	56.09	89.67	308.25
8a (2013)	845	32.75	12.04	21.20	26.36	30.60	34.75	41.17	59.40	87.45	114.19	323.33
PNArr		30.53	6.82	18.16	22.79	31.72	33.46	39.29	52.33	89.42	106.37	330.06
9a (2015)	760	32.32	12.04	21.20	26.66	31.45	35.05	39.78	46.74	70.18	104.49	985.41
PNArr		30.44	6.82	19.82	22.79	32.28	35.14	40.11	47.00	74.63	107.83	949.28
10a (2016)	701	35.57	12.04	21.20	26.36	31.50	36.34	41.54	59.87	85.86	117.75	985.41
PNArr		33.02	6.82	19.13	22.79	32.28	35.64	40.83	65.53	81.32	124.24	949.28
TOTAL	4,464	30.75	12.04	21.20	24.65	30.85	34.32	39.78	45.56	70.18	99.94	985.41
PNArr		28.76	6.82	18.27	22.79	31.72	34.01	37.97	43.39	76.29	101.15	949.28

Resultats

Anàlisi a escala local

Fase 1 - Maratona BTT Pinhal Novo/Arràbida

A la Taula 1, es presenten els resultats de l'anàlisi a escala local del conjunt de dades de la fase 1. De mitjana, en totes les edicions de la cursa tret de la cinquena, la distància al parc natural és inferior que la distància al punt d'inici de l'esdeveniment, tot i que està dins del mateix valor de magnitud (un patró que es repeteix fins al percentil 60). Les distàncies de més de 50 km a l'esdeveniment o al PNAr s'assoleixen per sobre del percentil 85, tret de la vuitena i desena edició (2013 i 2016, respectivament). Les dues tendències es donen en tot el subconjunt de dades quan s'analitzen tots els participants junts.

Fase 2 - Enquesta breu

La Figura 3 presenta els resultats en forma de diagrama de caixa de la breu enquesta feta als participants de la desena i onzena edició de la Maratona. El 56 % dels participants es consideraven usuaris habituals del PNAr. De mitjana,

vivien a menys de 12 km dels límits del parc i la distància màxima al seu lloc de residència era de 42 km, la qual cosa és inferior a la distància mitjana respecte als límits del parc per a aquells que no es consideraven usuaris habituals. En combinar les dues categories, els resultats concorden i són dins del mateix rang de valors que els de la fase 1, tret del cas del percentil 75 en els usuaris no habituals, que ultrapassa els 50 km. També s'hauria de tenir en compte que alguns ciclistes que vivien a prop del PNAr no es consideraven usuaris habituals del parc.

Respecte a l'última vegada que els participants de la Maratona havien anat en bicicleta pel PNAr (pregunta resposta per gairebé un 82 % dels participants), els que es consideraven usuaris habituals hi havien anat, de mitjana, les cinc setmanes prèvies, encara que la mediana es va situar els últims set dies abans d'emplenar el qüestionari. En el cas dels usuaris no habituals, els valors mitjans van ascendir als nou mesos i la mitjana als últims set mesos.

La Figura 4 mostra una representació geogràfica dels resultats d'aquest cas pràctic i també el lloc de residència dels participants en la Maratona. El mapa de la desena edició també distingeix entre els llocs de residència dels usuaris habituals i els no habituals (resultats de l'enquesta breu).

Figura 3

Conjunt de dades de l'enquesta breu: (a) representació gràfica de les distàncies des del lloc de residència a Pinhal Novo i PNAr; (b) dies des de l'última vegada que van anar en bicicleta pel PNAr. Les caixes representen els quartils 2 i 3, i els rombes negres proporcionen valors mitjans. (Nota: els valors màxims de (b) estan fora del rang de l'eix y).

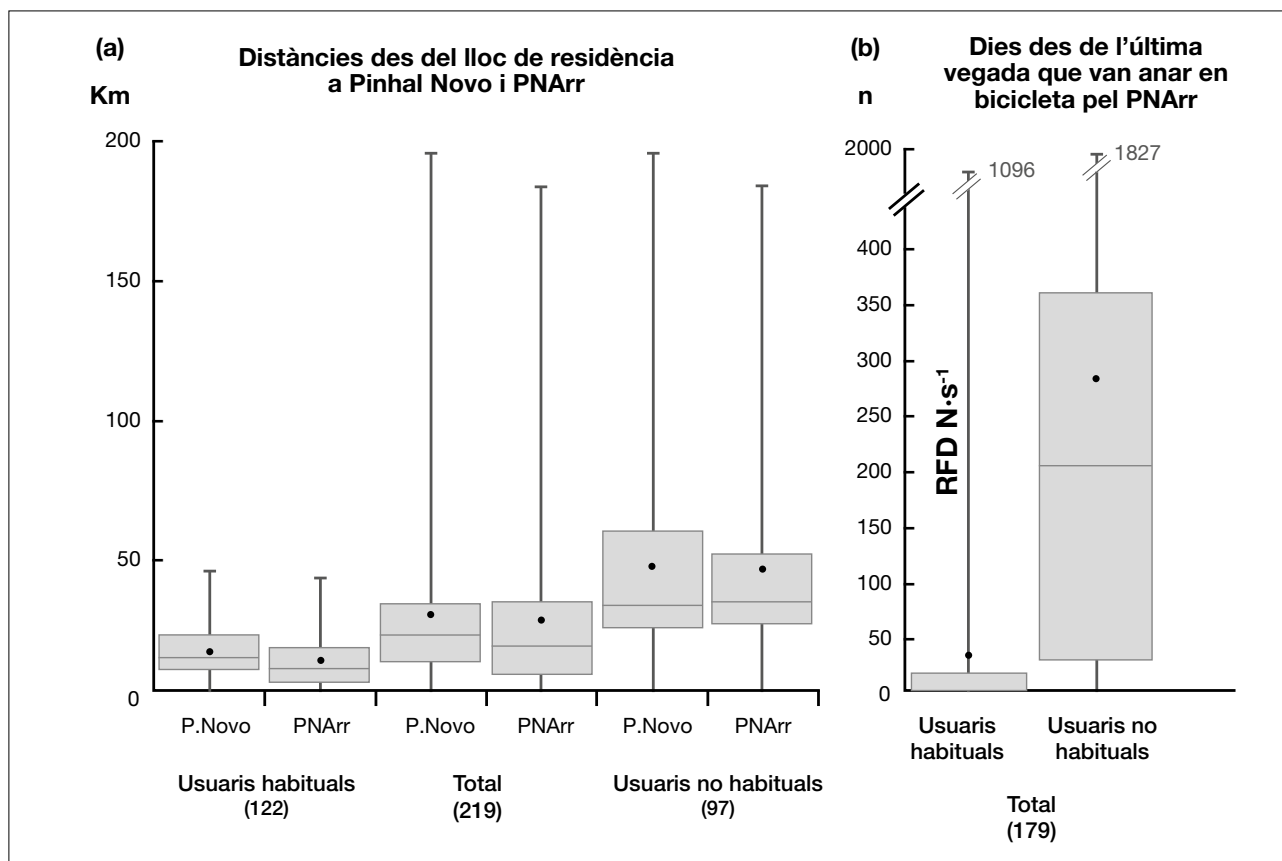
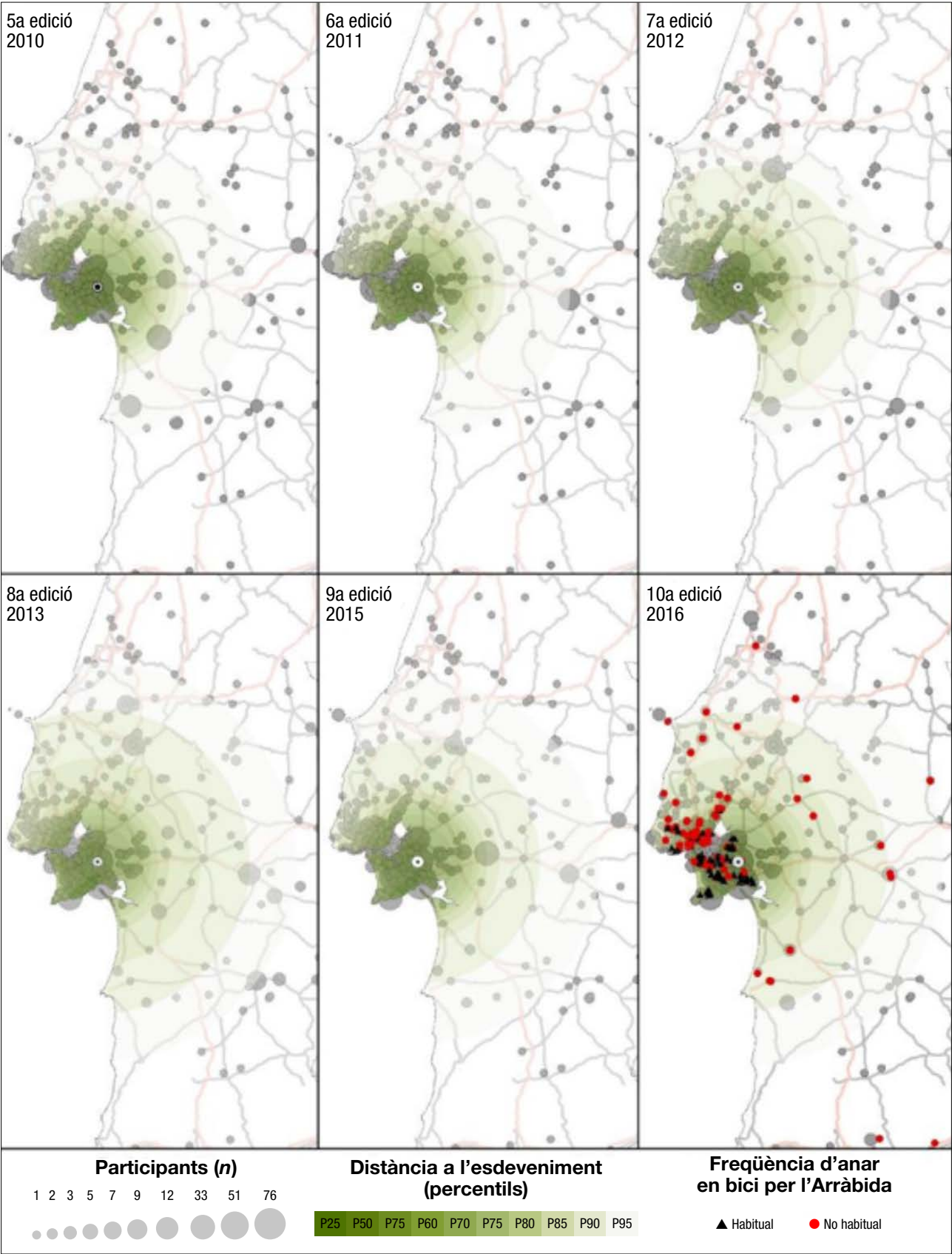


Figura 4
Lloc de residència i percentils de distància de la Maratona BTT Pinhal Novo/Arràbida de les sis edicions analitzades.



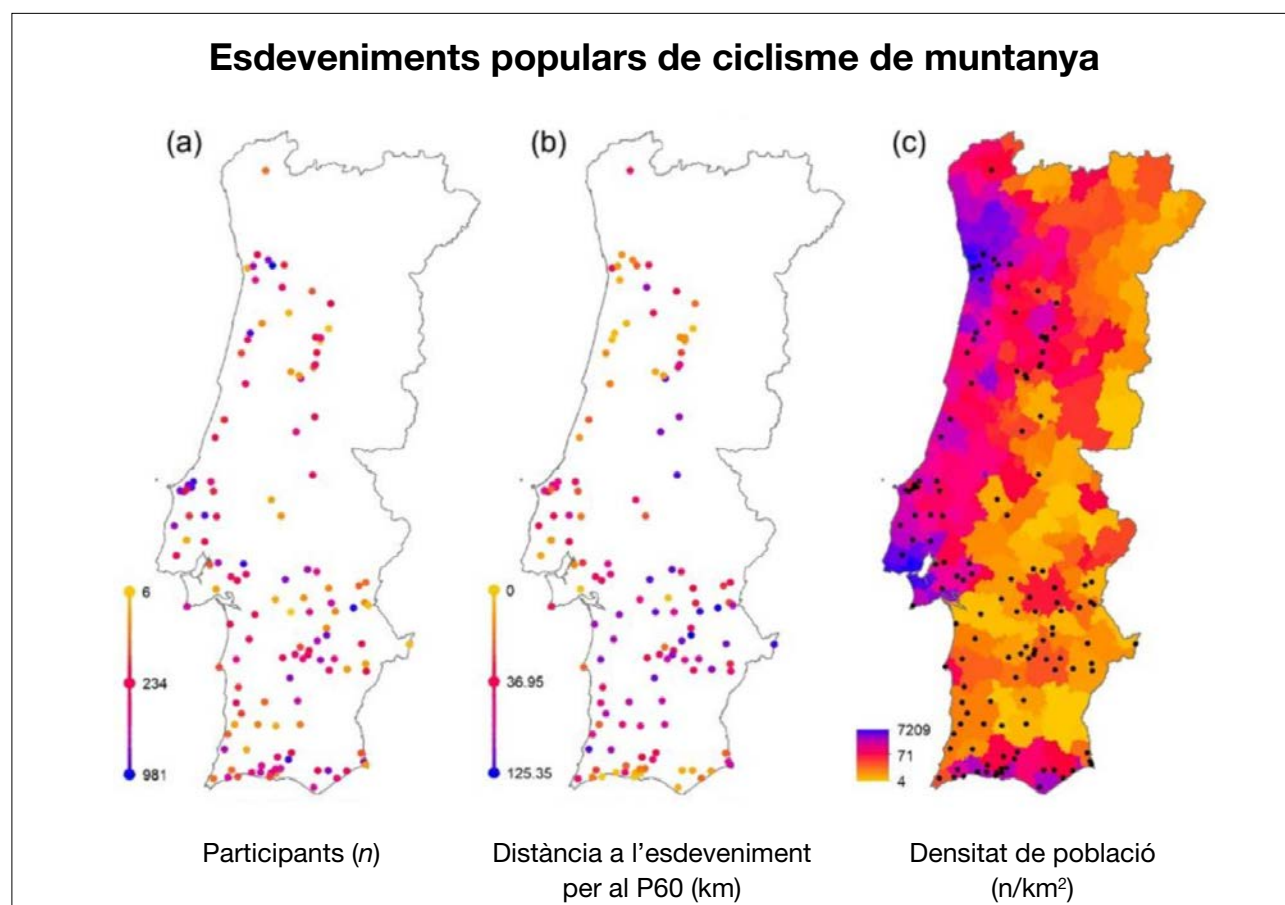
Taula 2

Percentils totals de les distàncies des del lloc de residència als esdeveniments populars de ciclisme de muntanya en l'anàlisi a escala nacional i el nombre d'esdeveniments en els quals un x % dels participants procedeix d'un radi de 50 km al voltant com a màxim (dades extretes d'Apedalar.pt).

	Mitjana	Percentils									Màx.
		P25	P50	P60	P70	P75	P80	P85	P90	P95	
Distància a l'esdeveniment (km)	44.44	15.75	36.91	36.95	46.36	52.64	60.09	71.22	88.60	123.43	590.16
Esdeveniments en els quals x % dels participants procedeixen de < 50 km (n)	106	145	116	116	97	80	64	44	19	7	2

Figura 5

Anàlisi a escala nacional: (a) nombre de participants per esdeveniment; (b) distància des del lloc de residència a l'esdeveniment per al percentil 60; (c) densitats de població de Portugal continental representades en relació amb les ubicacions dels esdeveniments populars de ciclisme de muntanya. (Font: Apedalar.pt)



Anàlisi a escala nacional

Fase 3 - Prova de concepte

En l'anàlisi a escala nacional (vegeu Taula 2 i Figura 5), les distàncies mitjanes totals són superiors a les de l'anàlisi a escala local. No obstant això, més d'un 70 % dels participants viuen en un radi de 50 km respecte a la ubicació de l'esdeveniment. Així mateix, fins i tot en el cas del percentil 75, en què la mitjana de les distàncies totals és 52,64 km, tres quarts dels participants de 80 dels 148 esdeveniments analitzats (més del 54 %) no havien recorregut més de 50 km.

Discussió

El ciclisme de muntanya és un esport popular que es practica en espais naturals i protegits en contextos periurbans. En comparació amb altres activitats populars a l'aire lliure, com l'excursionisme, el senderisme o les curses de muntanya, que se solen practicar en camins o pistes sense asfaltar, el ciclisme de muntanya planteja desafiaments diferents i més complexos per als responsables de la gestió d'aquests espais: (i) pot contribuir a erosionar més el sòl a causa de la velocitat i l'amplada dels pneumàtics, en especial, sobre superfícies molles (Evju et al., 2021) o per rutes de descens, moltes de les quals són il·legals (Campelo i Nogueira Mendes, 2016;

Farías-Torbidoni i Morera, 2020); (ii) en comparació amb altres usuaris habituals, els ciclistes solen visitar aquests espais més que els senderistes o excursionistes (Farías-Torbidoni i Morera, 2020); (iii) en comparació amb altres usuaris, els ciclistes solen ser menys conscients del seu impacte i dels conflictes que provoquen (Cessford, 1995; Dorado et al., 2022), i (iv) incrementa l'accessibilitat a causa de les bicicletes elèctriques, que permeten recórrer distàncies més llargues i atreuen ciclistes nous i amb un caràcter menys esportiu a l'activitat (Mitterwallner et al., 2021) i, per tant, contribueixen a la massificació.

Reconèixer i fer un seguiment dels hàbits, les expectatives, les motivacions, les preferències i els comportaments dels ciclistes de muntanya i de la resta d'usuaris pot influir en la gestió de les activitats recreatives directament. Una xarxa de senders i camins homologats que estiguin en línia amb els objectius de conservació i les preferències dels usuaris i que desviïn els usuaris si cal (Evju et al., 2021) repercutiria de manera positiva en la conservació de la naturalesa. Com ja ocorre en alguns ENP, els recorreguts de les curses es podrien limitar a la xarxa principal de senders i camins tenint present la seva preservació i conservació (Gómez-Limón García i Martínez Alandi, 2016).

Els resultats d'aquest estudi mostren que certes dades secundàries (en aquest cas, el lloc de residència dels participants en l'esdeveniment) podrien contribuir a entendre i supervisar les activitats esportives recreatives. Els nostres resultats mostren que la majoria de participants en esdeveniments populars de ciclisme de muntanya (fins i tot un 70-75 %) procedeixen de les regions del voltant i es consideren usuaris habituals del terreny on es disputa la cursa. Fins i tot encara que l'esdeveniment no tingués lloc, la majoria probablement aniria en bicicleta per l'àrea. Quant a la resta de participants, per a alguns el parc també és una de les zones on habitualment van amb bicicleta, com és habitual dins de l'AML (Nogueira Mendes et al., 2023). Encara que els esdeveniments esportius populars, com la Maratona BTT Pinhal Novo/Arràbida, concentren els usuaris al llarg del circuit de la cursa, també eviten la dispersió, que podria provocar fàcilment conflictes socials o impactes mediambientals, com ara la invasió o la fragmentació de l'hàbitat, per esmentar tan sols dos dels greus efectes dels usos recreatius del PNAr o d'altres parcs de la regió (Nogueira Mendes et al., 2023).

Tot i que aquests resultats es poden referir específicament a l'esdeveniment analitzat i al seu context, els patrons espacials observats es repeteixen a escala nacional en altres curses populars de bicicleta de muntanya. No obstant això, els esports recreatius a l'aire lliure en altres fases de desenvolupament poden mostrar altres patrons espacials. A Portugal, per exemple, les curses de muntanya són una activitat relativament nova en comparació amb el ciclisme de muntanya i continuen atraient participants de llocs més allunyats (Julião et al., 2018; Nogueira Mendes et al., 2021b). No obstant això, aquest patró

podria canviar a mesura que augmenta la popularitat d'aquest esport i mitjançant la promoció de més esdeveniments. En altres esports més especialitzats, que normalment compten amb menys participants, es veuen altres patrons. Per exemple, tots els esdeveniments junts de triatló celebrats a Portugal el 2015 van tenir només 15,673 participants en total, incloent-hi esportistes federats i no federats (Federação de Triatlo Portugal, 2016), en comparació amb els 35,147 participants d'un quart de tots els esdeveniments de bicicleta de muntanya de Portugal del mateix any estudiats aquí. Les distàncies recorregudes per participar en esdeveniments esportius populars poden dependre també del context econòmic, tot i que és una cosa que s'ha d'analitzar encara amb més deteniment. Les distàncies mitjanes més llargues recorregudes pels participants en esdeveniments al sud de Portugal no només es deuen a una densitat de població de la regió més baixa, sinó també a una participació més gran de ciclistes procedents d'Espanya, per als quals conduir 80-100 km podria suposar la mateixa despesa (respecte al temps i als diners) que per a un resident de l'AML que participi en la seva pròpia regió.

Un motiu important per analitzar esdeveniments populars, com la Maratona, és que aquestes curses són la segona manifestació més important d'aquestes activitats populars a l'aire lliure (la primera és la pràctica habitual de l'esport). Encara que només una part dels esportistes participen habitualment en esdeveniments, si considerem que qui ho fa pretén participar de nou (Quirante-Mañas et al., 2023), analitzar aquests esdeveniments pot servir per supervisar la pràctica habitual que es desenvolupa també en espais naturals i protegits (Julião et al., 2020), però el seu estudi resulta més complex. Per exemple, les enquestes sobre el terreny que se centren únicament en els llocs de residència dels ciclistes de muntanya requeririen considerablement més recursos per aconseguir la mateixa quantitat de dades.

Els esdeveniments esportius populars es podrien utilitzar també per beneficiar directament la missió i els objectius de conservació del parc, per exemple, per anunciar o promocionar senders i camins degudament homologats. En funció del nombre de participants i dels diferents recorreguts de les curses, els esdeveniments també es podrien utilitzar per posar a prova i verificar els resultats dels estudis d'ecologia recreativa.

Els senders i camins es podrien mantenir oberts, en bon estat i aclarits de vegetació pionera o exòtica, i el seu ús esporàdic per a esdeveniments podria emular la pràctica ja abandonada de la transhumància de ramats d'ovelles i cabres (típica en molts espais protegits de muntanya). Aquest canvi ha repercutit molt en el medi ambient, com ara la reducció d'espècies natives de la flora.

Com que són pocs els estudis d'ecologia recreativa que es duen a terme en situacions reals, es podrien fomentar les demostracions i proves controlades sobre el terreny per estudiar l'efecte de les petjades i l'erosió del sòl (abans d'un esdeveniment, immediatament després i un temps posterior

a l'esdeveniment), preferiblement fora dels límits del parc o en àrees menys sensibles. Aquests esdeveniments també representen una oportunitat excel·lent per posar a prova nous equips, com ara drons o escàners làser, que serveixin per millorar les tècniques de control. Per acabar, les curses populars poden servir per millorar la comunicació, augmentar la conscienciació sobre les normes, els impactes mediambientals i conflictes, i per fomentar les bones pràctiques i els comportaments adequats.

Conclusions i recomanacions

Els esdeveniments esportius populars en espais periurbans són pràcticament un "passeig dominical" més per als seus participants, que solen assistir a esdeveniments celebrats en espais que ja utilitzen habitualment i que són relativament a prop dels seus llocs de residència (fins a 1 hora de distància). Les distàncies entre el lloc de residència i l'esdeveniment segueixen la mateixa pauta a escala periurbana i nacional, encara que tendeixen a ser més grans en el cas d'esdeveniments amb més participants o celebrats en zones menys poblades.

Tal com suggereixen certes investigacions prèvies, com Norman i Pickering (2017), aquest estudi demostra el valor d'utilitzar dades secundàries per supervisar els usos recreatius a l'aire lliure dels ENP. Encara que es puguin assenyalar certes limitacions en aquest tipus de recerca, concretament el fet que no totes les persones que practiquen activitats recreatives a l'aire lliure participen en aquest tipus d'esdeveniments, recopilar dades secundàries dels esdeveniments és una manera relativament fàcil de traçar el perfil dels usuaris habituals, la qual cosa podria resultar important per als responsables de la gestió dels parcs. Així mateix, a causa de la concentració en l'espai i en el temps d'un gran nombre de participants, els esdeveniments populars de ciclisme i de curses de muntanya també plantegen una bona oportunitat per analitzar els usuaris habituals dels ENP respecte a altres problemes importants relacionats amb la missió del parc, com ara les preferències i expectatives, la qual cosa es podria utilitzar per desenvolupar ofertes recreatives dins dels plans de gestió i els règims dels ENP. Els treballs futurs podrien verificar si aquests resultats es poden comparar amb els d'altres contextos esportius o socioeconòmics o aprofundir en l'actitud del ciclisme i altres esports, fet que podria comportar l'atenuació dels impactes mediambientals i el foment d'usos sostenibles dels ENP.

Per permetre o no la celebració d'esdeveniments en els ENP en els quals prevalguin els objectius de conservació, caldria tenir en compte sempre l'estació de l'any i el recorregut plantejat per a la cursa, i buscar alternatives si calgués. No s'haurien de permetre mai la creació de camins o senders nous per a esdeveniments específics ni les curses nocturnes. Les curses haurien de començar almenys a mitja hora de distància dels límits del parc per evitar que grans grups de ciclistes arribin alhora per carreteres o camins estrets i, si això no és possible, s'haurien d'organitzar sortides de grups petits en intervals curts.

A fi de limitar els conflictes i la repercussió de les activitats recreatives populars que es fan a l'aire lliure, és preferible sacrificar un dia a l'any i acollir entre un 15 % i un 25 % de visitants nous per participar en un esdeveniment organitzat que explicar amb nombres similars d'esportistes repartits de manera desordenada per cada cap de setmana durant el període de màxima activitat. Per acabar, s'haurien d'avaluar tant les repercussions mediambientals i socials, directes i indirectes, en col·laboració amb els esportistes i els promotors (Campbell et al., 2021), la qual cosa faria que augmentés o disminuís el nombre de participants en les futures edicions d'una cursa, amb la conformitat i la comprensió de tots els implicats, de manera que es fomentés la compatibilitat entre els usos recreatius, els esdeveniments i la conservació de la naturalesa en aquests contextos periurbans.

Agraïments

Aquest treball es va finançar mitjançant fons públics a través de l'organisme públic portuguès FCT-Fundació per a la Ciència i la Tecnologia, en el marc del projecte "UIDB/04647/2020" del CICS.NOVA-Centro Interdisciplinar de Ciències Socials da Universidade NOVA de Lisboa. La quarta autora va rebre també finançament de fons públics de la FCT, d'acord amb la Norma Transitòria-DL 57/2016/CP1453/CT0004. La investigació ha rebut també el suport financer de l'Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya (INEFC), Espanya.

Referències

- Brown, K. M. (2016). The role of belonging and affective economies in managing outdoor recreation: Mountain biking and the disengagement tipping point. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 15, 35–46. <https://doi.org/10.1016/j.jort.2016.07.002>
- Campbell, T., Kirkwood, L., McLean, G., Torsius, M., & Florida-James, G. (2021). Trail use, motivations, and environmental attitudes of 3780 European mountain bikers: What is sustainable? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(24). <https://doi.org/10.3390/ijerph182412971>
- Campelo, M. B., & Nogueira Mendes, R. M. (2016). Comparing webshare services to assess mountain bike use in protected areas. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 15, 82–88. <https://doi.org/10.1016/j.jort.2016.08.001>
- Cessford, G. R. (1995). Off-Road Mountain Biking: A profile of participants and their recreation setting and experience preferences. *Science & Research Series*, 93(93), 1–125. <http://www.doc.govt.nz/documents/science-and-technical/sr93e.pdf>
- Chiu, L., & Kriwoken, L. (2003). Managing Recreational Mountain Biking in Wellington Park, Tasmania, Australia. *Annals of Leisure Research*, 6(4), 339–361. <https://doi.org/10.1080/11745398.2003.10600931>
- Dorado, V., Farías-Torbidoni, E. I., Labrador-Roca, V., & Seguí-Urbaneja, J. (2022). Profile of Mountain Bikers. Trotamons Bike Race. *Apunts Educació Física y Deportes*, 147, 63–73. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2022/1\).147.07](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2022/1).147.07)
- European Commission. (2020). *EU Biodiversity Strategy for 2030. Bringing nature back into our lives*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX:52020DC0380>
- Evju, M., Hagen, D., Jokerud, M., Olsen, S. L., Selvaag, S. K., & Vistad, O. I. (2021). Effects of mountain biking versus hiking on trails under different environmental conditions. *Journal of Environmental Management*, 278(P2), 111554. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111554>

- Fariás-Torbidoni, E. I., & Morera, S. (2020). *Estudi d'afluència, freqüentació i caracterització dels usuaris-visitants del Parc Natural de la Serra de Collserola 2019* (Issue August). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.27890.12485>
- Fariás-Torbidoni, E. I., Seguí Urbaneja, J., Ferrer, R., & Dorado, V. (2018). Carreras de trail running y marchas por montaña en España. Número, evolución e incidencia sobre la Red Natura 2000. *Pirineos*, 173, e034. <https://doi.org/10.3989/pirineos.2018.173001>
- Fariás Torbidoni, E. I. (2015). Minimization of Environmental Impacts at Sports Events in the Countryside: Mountain Bike Competitions. *Apunts Educación Física y Deportes*, 122, 68–80. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2015/4\).122.08](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2015/4).122.08)
- Federação de Triatlo Portugal. (2016). *Relatório de Actividades 2015*. <https://www.federacao-triatlo.pt/ftp2015/wp-content/uploads/2014/12/Relatório-de-Actividades-2015-2.pdf>
- Ferse, S. C. A., Máñez Costa, M., Mez, K. S., Adhuri, D. S., & Glaser, M. (2010). Allies, not aliens: Increasing the role of local communities in marine protected area implementation. *Environmental Conservation*, 37(1), 23–34. <https://doi.org/10.1017/S0376892910000172>
- Gibson, H. J., Kaplanidou, K., & Kang, S. J. (2012). Small-scale event sport tourism: A case study in sustainable tourism. *Sport Management Review*, 15(2), 160–170. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2011.08.013>
- Gómez-Limón García, J., & Martínez Alandi, C. (2016). *Guide to Good Practices for Holding Mountain Races in Protected Natural Areas. Manual 12. Manual Series of EUROPARC-Spain* (12; Manual Series of EUROPARC-Spain Guide). Fernando González Bernáldez Foundation. https://redeuroparc.org/wp-content/uploads/2022/03/europarc_manual12_ingles_0.pdf
- Julião, R. P., Nogueira Mendes, R., & Valente, M. (2020). Trail running em áreas protegidas: análise comparada dos PNSE e PNSC. In P. C. Remoaldo, M. J. Caldeira, V. Teles, E. Scalabrini, & J. A. Rio Fernandes (Eds.), *XII Congresso da Geografia Portuguesa. Geografias de transição para a sustentabilidade*. (Issue XII, pp. 257–262). Universidade do Minho. <https://www.apgeo.pt/livro-de-actas-xii-congresso-da-geografia-portuguesa-geografias-de-transicao-para-sustentabilidade>
- Julião, R. P., Valente, M., & Nogueira Mendes, R. (2018). Issues on Trail runners, Trail running and recreational and protected areas in Portugal. In J. Dehez, G. Lambert, L. Ginelli, & K. B. hadj Abdallah (Eds.), *The 9th International Conference on Monitoring and Management of Visitors in Recreational and Protected Areas (MMV)* (Issue IX, pp. 290–293). Bordeaux Sciences Agro; IRSTEA. <https://mmv.boku.ac.at/refbase/show.php?record=4138>
- Kleiner, A., Freuler, B. W., Arnberger, A., & Hunziker, M. (2022). Biking-hiking conflicts and their mitigation in urban recreation areas: Results of a quasi-experimental long-term evaluation in the Zurich forest. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 40(June 2022), 100563. <https://doi.org/10.1016/j.jort.2022.100563>
- Landi, D. (2023). Thinking Qualitatively: Paradigms and Design in Qualitative Research. In K. A. R. Richards, M. A. Hemphill, & P. M. Wright (Eds.), *Qualitative Research and Evaluation in Physical Education and Sport Pedagogy* (First, pp. 31–47). Jones & Bartlett Learning.
- Leung, Y.-F., Spenceley, A., Hvenegaard, G., & Buckley, R. (2018). *Tourism and visitor management in Protected Areas: Guidelines for sustainability. Best Practice Protected Area Guidelines Series*. (Issue 27). IUCN. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2018.PAG.27.en>
- Maxwell, S. L., Cazalis, V., Dudley, N., Hoffmann, M., Rodrigues, A. S. L., Stolton, S., Visconti, P., Woodley, S., Kingston, N., Lewis, E., Maron, M., Strassburg, B. B. N., Wenger, A., Jonas, H. D., Venter, O., & Watson, J. E. M. (2020). Area-based conservation in the twenty-first century. *Nature*, 586(7828), 217–227. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2773-z>
- Mitterwallner, V., Steinbauer, M. J., Besold, A., Dreitz, A., Karl, M., Wachsmuth, N., Zügler, V., & Audorff, V. (2021). Electrically assisted mountain biking: Riding faster, higher, farther in natural mountain systems. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 36, 100448. <https://doi.org/10.1016/j.jort.2021.100448>
- Mueller, J. T., Taff, B. D., Wimpey, J., & Graefe, A. (2018). Small-scale race events in natural areas: Participants' attitudes, beliefs, and global perceptions of leave no trace ethics. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 23, 8–15. <https://doi.org/10.1016/j.jort.2018.03.001>
- Müller, M. (2015). What makes an event a mega-event? Definitions and sizes. *Leisure Studies*, 34(6), 627–642. <https://doi.org/10.1080/02614367.2014.993333>
- Needham, M. D., Wood, C. J. B., & Rollins, R. B. (2004). Understanding summer visitors and their experience at the Whistler Mountain ski area, Canada. *Mountain Research and Development*, 24(3), 234–242. <https://doi.org/10.2307/3674559>
- Newsome, D., Lacroix, C., & Pickering, C. (2011). Adventure Racing Events in Australia: context, assessment and implications for protected area management. *Australian Geographer*, 42(4), 403–418. <https://doi.org/10.1080/00049182.2012.619955>
- Nogueira Mendes, R. M., Fariás-Torbidoni, E. I., & Pereira da Silva, C. (2021a). Mountain biking events in Portugal: characteristics, temporal and spatial distribution and occurrence over the national network of classified and protected areas. *RETOS. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 39, 216–223. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i39.78368>
- Nogueira Mendes, R. M., Fariás-Torbidoni, E. I., & Pereira da Silva, C. (2023). Squeezing the most from volunteered geographic information to monitor mountain biking in peri-urban protected and recreational areas at a metropolitan scale. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 42(February), 100624. <https://doi.org/10.1016/j.jort.2023.100624>
- Nogueira Mendes, R. M., Fariás-Torbidoni, E., Pereira da Silva, C., & Julião, R. P. (2021b). Nature-based sports events and natural and protected areas in Portugal. A geographic mapping approach. In Ø. Aas, M. Breiby, S. K. Selvaag, & P. Eriksson (Eds.), *The 10th International Conference on Monitoring and Management of Visitors in Recreational and Protected Areas (MMV)* (Issue X, pp. 372–373). NMBU. <https://mmv.boku.ac.at/refbase/show.php?record=4364>
- Norman, P., & Pickering, C. M. (2017). Using volunteered geographic information to assess park visitation: Comparing three on-line platforms. *Applied Geography*, 89(November), 163–172. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2017.11.001>
- Pickering, C. M., Rossi, S., & Barros, A. (2011). Assessing the impacts of mountain biking and hiking on subalpine grassland in Australia using an experimental protocol. *Journal of Environmental Management*, 92(12), 3049–3057. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.07.016>
- Quirante-Mañas, M., Fernández-Martínez, A., Nuviala, A., & Cabello-Manrique, D. (2023). Event Quality: The Intention to Take Part in a Popular Race Again. *Apunts Educación Física y Deportes*, 151, 70–78. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2023/1\).151.07](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2023/1).151.07)
- Salesa, D., & Cerdà, A. (2020). Soil erosion on mountain trails as a consequence of recreational activities. A comprehensive review of the scientific literature. *Journal of Environmental Management*, 271, 110990. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110990>
- Seguí Urbaneja, J., & Fariás Torbidoni, E. I. (2018). Trail running in Spain. Origin, evolution and current situation; natural areas. *RETOS. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 33(33), 123–128. <https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/article/view/56462/35797>
- Sekot, A. (2012). Physical activity as a part of active way of life. In K. Najmanová & I. Jirásek (Eds.), *3rd Conference of the International Society for the Social Sciences of Sport (ISSSS) (Electronic Proceedings Book)* (Issue 1, pp. 108–122). Olomouc: Univerzita Palackého Olomouc. <https://www.fsp.spmi.cz/en/research/edici-a-publikacni-cinnost/986859>
- Thede, A. K., Haider, W., & Rutherford, M. B. (2014). Zoning in national parks: Are Canadian zoning practices outdated? *Journal of Sustainable Tourism*, 22(4), 626–645. <https://doi.org/10.1080/09669582.2013.875549>
- Ulloa-Hernández, M., Fariás-Torbidoni, E., & Seguí-Urbaneja, J. (2023). Sporting Events and Sustainability: A Systematic Review (1964-2020). *Apunts Educación Física y Deportes*, 153, 101–113. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2023/3\).153.09](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2023/3).153.09)

Conflicte d'interessos: les autories no han comunicat cap conflicte d'interessos.



© Copyright Generalitat de Catalunya (INEFC). Aquest article està disponible a l'URL <https://www.revista-apunts.com/ca/>. Aquest treball està publicat sota una llicència Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. Les imatges o qualsevol altre material de tercers d'aquest article estan inclosos a la llicència Creative Commons de l'article, tret que s'indiqui el contrari a la línia de crèdit; si el material no s'inclou sota la llicència Creative Commons, els usuaris hauran d'obtenir el permís del titular de la llicència per reproduir el material. Per veure una còpia d'aquesta llicència, visiteu <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.ca>



Efecte de les dimensions del camp sobre la continuïtat en situacions reduïdes en voleibol

Felipe Menezes-Fagundes^{1*} , Cristòfol Salas-Santandreu¹ , Raúl Hileno¹
i Pere Lavega-Burgués¹

¹ Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya, centre de Lleida (Espanya).

Citació

Menezes-Fagundes, F., Salas-Santandreu, C., Hileno, R. & Lavega-Burgués, P. (2025). Effect of court dimensions on continuity in small-sided volleyball. *Apunts Educación Física y Deportes*, 159, 64-72. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2025/1\).159.07](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2025/1).159.07)

Editat per:
© Generalitat de Catalunya
Departament d'Esports
Institut Nacional d'Educació
Física de Catalunya (INEFC)

ISSN: 2014-0983

***Correspondència:**
Felipe Menezes-Fagundes
felipemfagundes@live.com

Secció:
Pedagogia esportiva

Idioma de l'original:
Castellà

Rebut:
4 d'abril de 2024

Acceptat:
16 de juliol de 2024

Publicat:
1 de gener de 2025

Coberta:
Laura Kluge lluita pel disc en el
partit entre Alemanya i Hongria
durant l'Eishockey Deutschland
Cup, a Landshut, Alemanya, el
9 de novembre de 2024. © IMAGO/
ActionPictures/laforoteca.com

Resum

La iniciació esportiva mitjançant situacions reduïdes en els esports de cooperació-oposició s'ha mostrat com una estratègia pedagògica efectiva. Els entrenadors o educadors modifiquen alguns trets de la lògica interna, com l'espai de joc, per afavorir l'adaptació de l'esport a les possibilitats dels jugadors i desenvolupar els principis de joc específics. Aquest estudi va buscar com a objectiu avaluar l'efecte de les dimensions de l'espai de joc en el principi de joc de continuïtat en la iniciació al voleibol en situacions reduïdes. Hi van participar 136 estudiants universitaris mitjançant un estudi experimental amb disseny creuat simple. Es va analitzar la influència de camps més amples (4.5 m x 6 m; 27 m²) en comparació amb camps més estrets (6 m x 4.5 m; 27 m²) sobre quatre variables en situacions de 3 x 3: nombre de contactes, possessions, sistemes completats i ús de la passada de dits en la primera acció de cada possessió o sistema de joc. Es van construir models de regressió lineal multinivell d'efectes mixtos. Els resultats van revelar un increment significatiu en totes les variables analitzades favorable a la pista ampla. Es va trobar que la dimensió del camp incrementa significativament la continuïtat en situacions reduïdes de voleibol, respectivament de més a menys en les variables possessions, nombre de contactes, passada de dits en la primera acció i sistemes completats. Es va destacar la importància de considerar no únicament camps de joc més petits, sinó també les dimensions d'aquests en la iniciació esportiva en voleibol.

Paraules clau: disseny creuat, jocs reduïts, lògica interna, models comprensius, voleibol.

Introducció

En l'àmbit de l'ensenyament esportiu, la recerca de mètodes i estratègies pedagògiques eficaces per potenciar l'aprenentatge esportiu planteja un desafiament constant (Abad-Robles et al., 2020; Fernández-Espínola et al., 2020; Hernández-Hernández et al., 2016). Les investigacions més recents sobre esports de cooperació-oposició indiquen que el procés pedagògic basat en situacions de joc és un enfocament efectiu (Abad-Robles et al., 2020; Miller, 2015). En aquest context, la investigació que avalua models d'ensenyament esportiu ofereix evidències fonamentals per a la formació i el desenvolupament de les competències dels participants (Barba-Martín et al., 2020; Ortiz et al., 2023).

Segons els principis de la teoria de l'acció motriu, el professorat i els entrenadors han de conèixer en profunditat els trets distintius de la lògica interna de l'esport, per introduir modificacions en les relacions que el jugador establirà amb els altres participants, l'espai, el temps i el material (Parlebas, 2001). Aquestes modificacions permetran que els jugadors adaptin les seves conductes motrius davant de nous reptes que activen de manera unitària la seva personalitat (en les dimensions decisional, afectiva, relacional i orgànica) (Lavega-Burgués, 2007; Ureña-Espa et al., 2022). D'aquesta manera, s'establirà una correspondència lògica entre les situacions d'ensenyament-aprenentatge i l'adquisició dels principis de joc, eixos vertebradors dels models d'ensenyament basat en el joc (Martínez-Santos et al., 2020; Menezes-Fagundes et al., 2021; Palao-Andrés i Guzmán-Morales, 2008; Ureña-Espa et al., 2022).

Aquestes adaptacions de les situacions de joc aplicades a partir del model comprensiu (*Teaching Games for Understanding*), se solen expressar mitjançant dos principis pedagògics fonamentals: la modificació per representació i per exageració (Thorpe et al., 1986). La modificació per representació implica recrear condicions similars a les de l'esport formal, incorporant habitualment canvis com, per exemple, una reducció de l'espai de joc, del nombre de jugadors, o de la forma de manipulació del material. L'objectiu és que els participants s'enfrontin a desafiaments semblants que experimentarien en un partit, intentant resoldre els problemes plantejats mitjançant l'aplicació del conjunt de principis bàsics de joc, però considerant l'adaptació de les situacions de joc a les seves capacitats (Thorpe et al., 1986). D'altra banda, la modificació per exageració consisteix a ressaltar o emfatitzar certs trets interns d'una situació de joc per tal de destacar un principi de joc determinat o una acció específica. Aquesta manipulació dels elements de la lògica interna del joc possibilita la creació de situacions d'aprenentatge específiques, en les quals els jugadors aconsegueixen comprendre i aplicar de manera més efectiva certs principis o accions estratègiques en comparació amb el context de l'esport formal (Thorpe et al., 1986).

Hi ha evidències científiques dels efectes que origina la modificació de l'espai sobre l'aprenentatge tàctic i tècnic dels esports de cooperació-oposició, la qual cosa constitueix una temàtica d'interès científic (Rico-González et al., 2020). Els estudis duts a terme (majoritàriament en esports d'invasió) constaten una millora significativa del comportament tacticotècnic en futbol, bàsquet, handbol, hoquei, entre d'altres (Rocha et al., 2020a). La manipulació de l'espai en diferents situacions de joc origina diferents efectes en l'ocupació, l'exploració i la dominació del camp de joc, la circulació de la pilota, el rendiment d'accions tècniques, la presa de decisions i de comportaments tàctics específics (Dello Iacono et al., 2018; Ric et al., 2017; Rico-González et al., 2020; Timmerman et al., 2017).

No obstant això, encara són escasses les investigacions que examinin els efectes de la modificació dels elements de la lògica interna en esports d'espai dividit (Menezes-Fagundes et al., 2024; Palao-Andrés i Guzmán-Morales, 2008; Rocha et al., 2020a). En el cas concret d'esports com el voleibol, cal més evidències científiques per demostrar com es pot millorar l'adquisició de principis de joc fonamentals en la iniciació esportiva, com ara la continuïtat, la iniciativa i la finalització (Contreras-Jordán et al., 2007; Ureña-Espa et al., 2022).

Els jugadors poc experimentats habitualment tenen dificultats per mantenir seqüències de joc prolongades. Per això aprendre a donar continuïtat al joc és un saber fonamental en les etapes inicials (Arias-Estero, 2008; Ureña-Espa et al., 2013, 2022). Aquesta continuïtat en el voleibol consisteix a mantenir una seqüència ininterrompuda d'accions durant el joc (Ureña-Espa et al., 2013). Per tant, és imperatiu que les situacions d'aprenentatge proposades ofereixin un nivell mínim de continuïtat per garantir el desenvolupament de les habilitats dels jugadors i la comprensió dels principis de joc que s'apliquen en cada tasca (Arias-Estero, 2008).

Entre els diferents principis de joc, Hopper (1998) defineix la consistència com la capacitat de reexpedir el mòbil al camp contrari, la qual cosa afavoreix la continuïtat de les jugades. L'existència i pertinència d'aquest principi de joc subratlla la necessitat de proporcionar situacions d'aprenentatge que promoguin la capacitat de mantenir un nivell mínim de continuïtat (Ureña-Espa et al., 2013).

Tot i així, no tenim coneixement que hi hagi investigacions que hagin examinat explícitament l'efecte de la dimensió de la pista en relació amb el principi de joc de la continuïtat en la iniciació esportiva. Tenint en compte aquest marc teòric, la present investigació té per objectiu avaluar els efectes de les dimensions de l'espai de joc en el principi de joc de continuïtat, en la iniciació al voleibol en situacions reduïdes. Es planteja la hipòtesi següent: en camps d'una mateixa dimensió, els espais amb més amplitud generaran més continuïtat respecte a pistes amb més profunditat.

Mètode

Participants

En total hi van participar 136 estudiants universitaris amb una edat mitjana de 20.85 (DE = 2.44 anys), dels quals 46 eren dones (33.82 %) i 90 homes (66.18 %). El criteri d'inclusió va ser que els participants no tinguessin historial esportiu associat al voleibol federat. Tots els estudiants van acceptar participar a l'estudi i van firmar el consentiment informat. Aquesta investigació va ser aprovada pel Comitè d'Ètica de Recerques Clíniques del Consell Català de l'Esport el 2022 (Codi 011/CEICGC/2022). A més, va seguir les directrius ètiques establertes a la Declaració de Hèlsinki.

Sobre les unitats d'observació, es van considerar 38 partits, la qual cosa va totalitzar 1,072 punts analitzats, que van compondre la mostra d'aquesta investigació.

Disseny i procediments

Per conèixer l'efecte d'una variable categòrica binària (dimensió del camp) sobre una variable resposta quantitativa (continuïtat) es va aplicar un estudi experimental amb un disseny de seqüència creuada AB-BA (*crossover design*). Es va utilitzar l'observació com a tècnica per obtenir dades en el marc de la metodologia experimental. Els participants es van dividir en cinc grups classe. Cada grup classe es va organitzar en equips compostos entre tres i cinc jugadors. Per homogeneïtzar els nivells de joc dels equips, prèviament es van utilitzar situacions d'1 x 1 per classificar-los per diferents nivells (d'1 a 8). Aquesta acció va originar la identificació de 38 equips amb un nivell similar.

Cada enfrontament es va desenvolupar en dos espais de joc diferents, pista ampla i estreta. La pista ampla tenia unes mesures de sis metres d'ample per quatre metres i mig de llarg (6 m x 4.5 m), mentre que la pista estreta mesurava quatre metres i mig d'ample per sis metres de llarg (4.5 m x 6 m). Per tant, l'espai de joc total en cada situació era de 27 m², les dimensions del qual es modificaven. D'aquesta manera, dues classes (vuit enfrontaments) van fer la seqüència ample-estret, mentre que les tres classes restants (11 enfrontaments) van fer la seqüència inversa. Es va jugar un set de vuit minuts en cada pista, amb un període de rentat (*wash-out*) de cinc minuts entre ambdós partits. A l'inici de la segona situació, es va mantenir la mateixa rotació inicial adoptada en la primera situació. Els equips amb més de tres jugadors van fer canvis constants d'un jugador en cada rotació.

L'assignació de la seqüència de pistes adoptada per a cada grup es va fer de manera aleatoritzada. Tots els partits es van gravar amb càmeres Sony Handycam (model HDR-CX405) des d'un pla picat i en posició perpendicular a la xarxa, per afavorir l'anàlisi observacional posterior.

Les situacions de joc constaven d'enfrontaments 3 x 3, amb les següents regles d'acció: servei de seguretat (servei des de baix) o mitjançant una passada de dits darrere de la línia de fons; màxim tres serveis per jugador (quan algun jugador arribava a aquesta marca, l'equip feia una rotació i mantenien el servei); i canvi de costat cada set punts. En les dues situacions, la xarxa estava situada a una alçada de 2.35 metres.

Es van observar 38 partits, considerant 19 enfrontaments entre els equips en cada una de les pistes. Es va utilitzar el disseny de la pista com a variable independent i quatre variables dependents vinculades a la continuïtat del joc (vegeu taula 1).

Taula 1

Descripció de les variables estudiades.

Rol	Variable	Categories	Descripció
Independent	Disseny de la pista	Ample (A)	Pista de 6 metres d'amplada per 4.5 metres de profunditat.
		Estret (E)	Pista de 4.5 metres d'amplada per 6 metres de profunditat.
Dependent	Nombre de contactes totals produïts en cada jugada	C	Quantitat de tocs fets en cada jugada entre els dos equips.
Dependent	Possessions efectuades per punt	P	Nombre total de possessions de la pilota per equip executades a cada jugada.
Dependent	Sistemes de joc completats per punt	K	Freqüència en què es va esgotar el nombre de tocs màxims (tres) en cada possessió per jugada.
Dependent	Nombre de passades de dits en la primera acció per punt	T	Quantitat d'accions defensives efectuades amb passada de dits en el primer toc a cada jugada.
Covariàble	Període	Per	Assignació del període en què es disputa cada set en relació amb la intervenció (partit u o partit dos).
Covariàble	Seqüència	Seq	Ordre d'assignació de les pistes en què es van disputar els sets (AE o EA).
Possible variable que genera confusió	Diferència del marcador	DM	Diferència del marcador entre els dos equips al final de cada set disputat.

AE: Ampla-Estreta; EA: Estreta-Ampla.

Finalment, es van observar 1,072 jugades o intercanvis de joc a partir de l'instrument d'observació *ad hoc*, amb els criteris d'observació exposats a la taula 1. L'anàlisi es va registrar amb el programa Microsoft Excel. Per al procés de fiabilitat del registre observacional, dos observadors van fer proves pilot de manera conjunta per testejar l'instrument d'observació i, tot seguit, una prova de fiabilitat en què els dos observadors, de manera independent, van observar 411 punts de la mostra (38.34 %), que es va assolir un nivell de concordança

excel·lent en totes les variables analitzades (contactes per intercanvis de joc: 0.980; possessions per punt: 0.962; sistemes completats per punt: 0.974; passada de dits en la primera acció: 0.850) (Fleiss, 1986).

Anàlisi estadística

Per analitzar les dades, es van condensar els 1,072 punts observats per generar una mitjana referent a cada una de les quatre variables observades per partit (vegeu Taula 2).

Taula 2

Dades analitzades en els models mixtos.

Enf	Per	Seq	Pis	PJ	C	P	K	T	DM	NJ	PH	EM
1	1	AE	A	17	10.8	5.4	2.2	1	0	9	77.8	22.1
1	2	AE	E	22	7.4	3.8	1.4	0.6	10	9	77.8	22.1
2	1	EA	E	27	6.1	3.4	1.1	0.4	3	8	37.5	21
2	2	EA	A	35	5.8	3.2	0.9	0.7	9	8	37.5	21
3	1	AE	A	25	8.1	4.4	1.4	0.8	0	8	62.5	22.7
3	2	AE	E	35	5.3	3	0.8	0.8	7	8	62.5	22.7
4	1	EA	E	26	6.8	3.7	1.3	0.4	5	9	55.6	20.3
4	2	EA	A	32	8.8	4.3	1.9	1	6	9	55.6	20.3
5	1	EA	E	32	7.4	4.1	1.3	0.5	9	6	100	21.7
5	2	EA	A	28	8.3	4.5	1.3	0.9	1	6	100	21.7
6	1	AE	A	33	6.3	3.4	1.2	0.4	12	8	87.5	21.4
6	2	AE	E	22	6.2	3.3	1.1	0.5	1	8	87.5	21.4
7	1	EA	E	24	6.2	3.2	1.3	0.5	4	6	100	20
7	2	EA	A	20	8.1	4.3	1.1	0.9	5	6	100	20
8	1	AE	A	36	6.9	3.8	1.1	1	11	6	100	20.3
8	2	AE	E	30	6.5	3.6	1.0	0.9	1	6	100.0	20.3
9	1	AE	A	33	5.9	3.4	1.1	0.4	4	7	71.4	22.6
9	2	AE	E	25	7.5	3.9	1.3	0.5	8	7	71.4	22.6
10	1	AE	A	25	9.4	4.6	2.0	0.6	3	8	87.5	20.3
10	2	AE	E	29	5.7	3.2	1.0	0.4	3	8	87.5	20.3
11	1	EA	E	28	6.2	3.2	1.3	0.5	2	8	87.5	21.0
11	2	EA	A	27	7.2	3.6	1.5	0.1	5	8	87.5	21.0
12	1	EA	E	24	6.3	3.2	1.4	0.3	7	8	62.5	21.3
12	2	EA	A	27	7.7	4.0	1.5	0.7	3	8	62.5	21.3
13	1	EA	E	36	4.8	2.8	0.8	0.5	13	6	66.7	19.8
13	2	EA	A	37	4.8	3.2	0.5	0.7	8	6	66.7	19.8
14	1	AE	A	30	5.2	2.9	1	0.7	0	7	28.6	19.8
14	2	AE	E	24	3.8	2.4	0.4	0.7	11	7	28.6	19.8
15	1	EA	E	23	6.5	3.7	1	0.7	4	7	28.6	20.2
15	2	EA	A	8	5.3	3.3	0.9	0.8	3	7	28.6	20.2
16	1	AE	A	30	5.3	3.1	0.9	0.6	5	7	57.1	20.8
16	2	AE	E	26	5.5	3	1	0.6	6	7	57.1	20.8
17	1	EA	E	34	4.7	2.7	0.8	0.1	5	6	50	20.2
17	2	EA	A	32	6.8	3.8	1.2	0.5	4	6	50	20.2
18	1	EA	E	37	4.2	2.9	0.4	0.9	9	6	33.3	19.7
18	2	EA	A	30	3.6	2.8	0.1	0.7	5	6	33.3	19.7
19	1	EA	E	31	4.9	2.7	0.8	0.7	10	6	66.7	19.9
19	2	EA	A	32	5.8	3.4	0.8	1.4	2	6	66.7	19.9

Enf: enfrontament; Per: període; Seq: seqüència; Pis: pista; PJ: punts jugats; C: contactes per intercanvi de joc; P: possessions per punt; K: sistemes completats per punt; T: tocs de dits en la primera acció per punt; DM: diferència de marcador; NJ: nombre de jugadors en l'enfrontament; PH: percentatge d'homes per enfrontament; EM: edat mitjana dels jugadors.

Tot seguit, es van construir quatre models de regressió lineal multinivell d'efectes mixtos (*multilevel mixed-effects linear regression*). La variable independent (exposició) va ser la dimensió de la pista, ampla (= 1) i estreta (= 0). Les variables dependents (resposta) van ser nombre de contactes, possessions, sistemes de joc completats, nombre de passes de dits en la primera acció, elements que reflecteixen la continuïtat del joc. Es va considerar el camp estret com a categoria de referència a partir de la hipòtesi plantejada. Les covariables considerades van ser període i seqüència, i la possible variable de confusió va ser la diferència de marcador en finalitzar el partit.

Les covariables període i seqüència originalment constitueixen un estudi de disseny creuat, on es busca neutralitzar possibles efectes externs sobre les variables dependents (Doménech, 2017). La covariable període compon el model per comprovar que el fet d'haver jugat una situació anterior (període 1) no impacta en els resultats trobats en la segona situació (període 2). Aquesta covariable reflecteix com aquests efectes capturen les possibles interaccions entre la intervenció, el període i el grup en les variables observades. La covariable seqüència pretén assegurar que l'ordre de disputa dels partits (ample-estret o estret-ample) no interfereix en les variables observades (Doménech, 2017). Els resultats no significatius en aquestes covariables apunten cap a la inexistència d'aquests efectes sobre les variables dependents i proporciona una prova més robusta de l'efecte de la variable independent. Finalment, en el procés de regressió, en inserir la possible variable de confusió "diferència del marcador", es va identificar una diferència superior a 5 % en les mitjanes

de les variables dependents i, per aquesta raó, es va afegir al model com a variable d'ajustament.

Resultats

D'acord amb les dades presentades a la taula 3, en tots els models mixtos es va evidenciar un increment significatiu en la continuïtat de joc en les variables analitzades quan es va jugar en un camp ample en comparació amb una pista estreta (contactes per punt: 0.874, coeficient estandarditzat = .306, IC del 95 % [0.210, 1.539], possessions per punt: 0.414, coeficient estandarditzat = .352, IC del 95 % [0.128, 0.699]; sistemes completats per punt: 0.181, coeficient estandarditzat = .232, IC del 95 % [0.014, 0.348]; passada de dits en la primera acció: 0.129, coeficient estandarditzat = .271, IC del 95 % [0.005, 0.252]). Tots els resultats van ser estadísticament significatius ($p < .05$) i la mida de l'efecte va ser moderada en totes les variables estudiades (Fey et al., 2023).

Els models mixtos no van presentar diferències significatives sobre la covariable període, excepte en la variable tocs de dits en la primera acció defensiva. En aquest cas, els resultats del període 2 es van mostrar influïts pel període 1. En relació amb la covariable seqüència, no es va trobar cap diferència significativa en totes les variables, la qual cosa significa que no hi va haver interferència en els resultats independentment de l'ordre de la intervenció. Els resultats dels models mixtos, i l'estandardització dels coeficients obtinguts, es poden consultar a les taules 3 i 4, respectivament.

Taula 3

Efecte de les dimensions del camp sobre les variables de continuïtat (models mixtos).

Variables	Categories	Coeficient	Error estàndard	z	p	Interval de confiança
Contactes per punt	Pista					
	Estreta	(base)				
	Ampla	.874	.339	2.58	.010*	[.210, 1.539]
	Seqüència					
	AE	(base)				
	EA	-.370	.566	-0.65	.514	[-1.480, .740]
	Període					
	1	(base)				
	2	-.129	.339	-0.38	.702	[-.794, .534]
	Constant	6.803	.573	11.86	.000	[5.679, 7.928]

* $p < .05$; A: ampla; E: estret; AE: seqüència ample-estret; EA: seqüència estret-ample.

Taula 3 (Continuació)*Efecte de les dimensions del camp sobre les variables de continuïtat (models mixtos).*

Variables	Categories	Coeficient	Error estàndard	z	p	Interval de confiança
Possessions per punt	Pista					
	Estreta	(base)				
	Ampla	.414	.145	2.85	.004*	[.128, .699]
	Seqüència					
	AE	(base)				
	EA	-.089	.223	-0.40	.688	[-.526, .347]
	Període					
	1	(base)				
	2	.013	.145	0.09	.925	[-.271, .298]
	Constant	-.055	.022	-2.50	.012	[-.098, -.012]
Sistemes completats per punt	Pista					
	Estreta	(base)				
	Ampla	.181	.085	2.12	0.034*	[.014, .348]
	Seqüència					
	AE	(base)				
	EA	-.110	.163	-0.67	0.500	[-.431, .210]
	Període					
	1	(base)				
	2	-.116	.085	-1.37	.171	[-.284, .050]
	Constant	-.024	.013	-1.83	.068	[-.049, .001]
Toc de dits en la primera acció defensiva	Pista					
	Estreta	(base)				
	Ampla	.129	.063	2.04	0.041*	[.005, .252]
	Seqüència					
	AE	(base)				
	EA	-.015	.092	-0.17	0.864	[-.196, .164]
	Període					
	1	(base)				
	2	.142	.063	2.26	.024*	[.018, .266]
	Constant	-.011	.009	-1.23	.217	[-.030, .006]

* $p < .05$; A: ample; E: estret; AE: seqüència ample-estret; EA: seqüència estret-ample.**Taula 4***Estandardització dels coeficients dels efectes de la dimensió de les pistes sobre la continuïtat.*

Variables	Contactes per punt	Possessions per punt	Sistemes completats per punt	Toc de dits en la primera acció defensiva per punt
Pista estreta (Narrow)	(base)			
Pista ampla (Wide)	.306	.352	.232	.271
Seqüència WN	(base)			
Seqüència NW	-.136	-.089	-.144	-.041
Període 1	(base)			
Període 2	-.026	.030	-.128	.298

WN: ample-estret; NW: estret-ample.

Discussió

Aquest article va avaluar l'efecte de les dimensions de l'espai de joc en el principi de joc de continuïtat en la iniciació al voleibol en situacions reduïdes. Els resultats obtinguts van revelar diferències significatives favorables a la pista ampla en totes les variables relacionades amb la continuïtat del joc (nombre de contactes, nombre de possessions, nombre de sistemes completats i nombre de passades de dits en el primer toc per punt).

En sotmetre aquestes dades al procés d'homogeneïtzació de coeficients, l'efecte més pronunciat es va manifestar en la variable possessions per punt, seguit per nombre de contactes per punt. Considerant que es va obtenir una mida de l'efecte mitjà en totes les variables, podem concloure que la pista ampla ha propiciat més continuïtat en comparació amb la pista de més longitud.

No s'han trobat articles científics que hagin investigat específicament la incidència de la configuració de l'espai de joc sobre el principi de continuïtat. No obstant això, s'han identificat investigacions que han trobat correlacions significatives en els efectes de la configuració i l'ús de l'espai sobre la qualitat del joc en voleibol, que remeten a variables lligades a la continuïtat (Barsingerhorn et al., 2013; Gil-Arias et al., 2016; Jorge Rodrigues et al., 2022; Paulo et al., 2016; Rocha et al., 2020a, 2020b).

Rocha et al. (2020a) van identificar troballes semblants a les nostres en comparar el comportament tecnicotàctic en el *side out* (recepció, col·locació i atac) de juvenils masculins en dues situacions de 2 x 2 en un espai reduït (pista de 3 metres de llarg per 3 metres d'ample i pista de 2 metres de llarg per 4.5 d'ample). S'observa que en utilitzar la pista amb més amplitud es millora de manera significativa l'execució tècnica, l'ajustament i la presa de decisions en el *side out*. En canvi, quan es juga a la pista quadrada, els jugadors milloren l'efectivitat de la recepció. Els autors suggereixen que una pista més curta permet millorar l'acompliment tècnic en la recepció (Rocha et al., 2020a). En línia amb les nostres troballes, és plausible afirmar que, en crear situacions en pistes més amples que llargues, que afavoreixen l'execució, l'ajustament i la presa de decisions en el primer toc, es potencia la continuïtat del joc.

A diferència del nostre estudi, en què les dues pistes tenien la mateixa àrea total (27 m²), altres estudis van analitzar l'efecte de pistes de diferents mides sobre variables del joc. Jorge Rodrigues et al. (2022) van comparar l'acompliment tacticotècnic de jugadors principiants en quatre pistes de voleibol de diferents mides (3.0 x 3.0 m, 4.0 x 4.0 m, 4.6 x 4.6 m i 5.2 x 5.2 m). Els resultats obtinguts indiquen que en pistes més reduïdes es millora l'execució de les accions defensives, ja que es generen desplaçaments més curts i es facilita l'ajustament de les seves intervencions. No obstant, es va identificar una disminució en l'efectivitat dels atacs, atribuïble a l'exigència de precisió més gran en l'execució d'aquestes accions a causa de l'ús d'un espai

limitat. D'altra banda, les pistes més grans van proporcionar millors resultats en efectivitat i preses de decisió, especialment en accions ofensives.

De la mateixa manera, Gil-Arias et al. (2016) van implementar una unitat didàctica centrada en el voleibol, on es van manipular diversos elements de la seva lògica interna (l'espai de joc, l'alçada de la xarxa i el nombre de participants). L'objectiu va ser avaluar els efectes d'aquestes modificacions en l'eficàcia i la presa de decisions de l'atac en escolars. Els resultats obtinguts van indicar una millora significativa en les variables analitzades. En relació amb l'espai de joc, especialment en les etapes inicials del procés, s'ha observat que pistes més extenses promouen la presa de decisions i l'execució d'atacs. Això es deu principalment a l'espai més gran que es crea entre els defensors, que facilita la identificació d'espais buits.

Tot i així, Barsingerhorn et al. (2013) van observar que la trajectòria de la pilota influeix en l'elecció de l'acció a utilitzar, la qual cosa indica que hi ha més dificultat a fer recepcions que requereixen un desplaçament previ al contacte. Aquests resultats ajuden a enfortir la idea que la dimensió i la configuració de l'espai de joc incideix en el comportament motor dels jugadors.

En relació amb la continuïtat en voleibol 6 x 6, en categories infantil i adult, altres estudis han identificat que, aproximadament, una quarta part dels punts jugats es perden exclusivament a causa de la falta de continuïtat, principalment per descoordinació de l'equip en el *side out* (complex I) o per dificultat en l'execució de la primera acció (Callejón-Lirola, 2006; Ureña-Espa et al., 2013).

Respecte a la falta de coordinació en l'equip, les nostres troballes suggereixen que l'ús de situacions reduïdes en espais amb més amplitud que longitud sembla que fomenten l'execució dels tres tocs permesos per possessió, ja que es va observar un increment en la quantitat de sistemes completats. Aquest resultat, combinat amb l'augment en el nombre de possessions i de contactes en cada jugada, indica que la pista ampla va semblar que estimulava més el joc col·lectiu que la pista estreta.

Pel que fa a la dificultat d'executar la primera acció, diferents estudis han aprofundit sobre aquest tema (Afonso et al., 2009, 2012; Barsingerhorn et al., 2013; Paulo et al., 2016). Afonso et al. (2009) van trobar que la utilització de passades de dits augmenta les probabilitats tenir

Sobre els tipus de passada emprats en la primera acció, Paulo et al. (2016) van concloure que una posició inicial de recepció més avançada afavoreix l'ús de tocs de dits en situacions descontextualitzades entre jugadors experts. En la nostra recerca, no hem considerat la posició dels jugadors, però s'intueix que la pista ampla naturalment genera una posició més avançada en relació amb la pista estreta, ja que els jugadors se solen posicionar centrats respecte a l'espai de joc.

En l'estudi que hem dut a terme, hem trobat que es fan més accions de dits en la pista ampla en comparació amb la pista estreta. Barsingerhorn et al. (2013) van constatar que el toc d'avantbraços s'utilitza amb més freqüència en situacions que requereixen un desplaçament més gran, especialment quan les pilotes es dirigeixen cap a la zona davantera. Tot i així, els seus resultats no van mostrar diferències significatives en l'efectivitat entre l'ús de la passada de dits i la passada d'avantbraços.

No obstant, l'aplicació del disseny creuat AB-BA va mostrar que la variable toc de dits en la primera acció va presentar un efecte no sistemàtic. S'ha observat que, de mitjana, s'utilitza amb més freqüència la passada de dits en la segona situació de manera sistemàtica, sense que importi l'ordre utilitzat. Això significa que es va produir algun tipus d'aprenentatge entre les dues situacions plantejades que va fomentar sistemàticament l'ús del toc de dits en el segon partit. Per tant, a partir de les dades que vam obtenir, no podem afirmar que és la variable amplitud de la pista la que afavoreix l'ús de la passada de dits, ja que hi pot haver altres variables que potencien aquest efecte. Per a futurs estudis de disseny creuat, suggerim un temps de rentat (*wash-out*) més llarg per neutralitzar possibles efectes d'aprenentatge de la situació u sobre la situació dos.

Conclusions

Aquest estudi confirma que la configuració de l'espai de joc influeix significativament en la continuïtat de les accions de joc en voleibol. Aquesta troballa enforteix la hipòtesi que en modificar la lògica interna de les situacions de joc es generen diferents impactes en els participants. Per això és convenient incorporar diferents criteris per seleccionar i proposar les situacions d'aprenentatge (Gil-Arias et al., 2016).

La lògica interna de qualsevol esport exigeix als participants resoldre problemes referits a la relació amb els altres, l'espai, el material i el temps. Comprendre els efectes que origina la modificació d'alguna d'aquestes relacions sobre la conducta motriu és un factor clau per afavorir programes d'iniciació esportiva personalitzats (Gil-Arias et al., 2016; Martínez-Santos et al., 2020; Menezes-Fagundes et al., 2021; Parlebas, 2020).

Segons la literatura específica, analitzar dissenys creuats a partir de diverses proves *t* de Student és un procediment adequat per a estudis de disseny creuat simples (Doménech, 2017). Aquesta anàlisi estadística permet incloure en el model les variables independents i dependents, les covariables període i seqüència, a més d'altres possibles covariables com ara diferència de marcador, gènere, mitjana d'edat.

Aquest estudi presenta certes limitacions, entre les quals destaca l'absència d'un grup de control. Hauria estat factible proposar en aquest estudi la inclusió d'un grup que participés en una pista de 5 m x 5 m. Així mateix, el curt període de rentat de cinc minuts també pot haver interferit en l'efecte

no sistemàtic observat en la variable toc de dits en la primera acció. No obstant això, és important assenyalar que aquesta pista no tindria la mateixa superfície en metres quadrats que les utilitzades en l'estudi. Per a futures investigacions, es podria plantejar la utilització de la pista estàndard de mini voleibol com a grup de control. A més, seria pertinent explorar dissenys alternatius de pistes amples i estretes que mantinguin una àrea igual o similar de 36 m² que té la pista estàndard (6 m x 6 m), per possibilitar comparacions entre dissenys de pista (5.08 m x 7.1 m i 7.1 m x 5.08 m, per exemple).

Suggerim la realització de noves investigacions per ampliar la comprensió dels efectes de l'espai de joc en diversos esports d'espai dividit. A més, seria interessant explorar com influeix la modificació d'altres factors de la lògica interna sobre les conductes motrius dels jugadors en intentar apropiarse dels principis de joc dels esports.

Malgrat que és un estudi experimental i que es van homogeneïtzar els grups segons el seu nivell de joc, hi va haver partits en què la diferència del marcador al final del partit va ser molt dispar entre els dos equips. Per això, en introduir la covariable diferència de marcador en el model mixt, observem diferències superiors a un 5 % en la mitjana de totes les variables estudiades. Això significa que s'ha de considerar la diferència del marcador, ja que ajusta els resultats obtinguts. Recomanem que futurs estudis que vulguin analitzar la continuïtat haurien de considerar la diferència de marcador com a possible variable d'ajustament.

La consistència dels resultats en les variables estudiades confirma la rellevància de les dimensions de l'espai en l'ensenyament del voleibol. Els resultats corroboren la hipòtesi plantejada que les pistes de joc més amples i curtes poden afavorir més la continuïtat que els camps de joc més estrets i llargs. Aquesta troballa proporciona informacions interessants per dissenyar situacions de joc dirigits a optimitzar la iniciació esportiva dels jugadors emprant situacions reduïdes en esports d'espai dividit.

Agraïments

Aquest treball va rebre el suport de l'Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya (INEFC) de la Generalitat de Catalunya (Catalunya, Espanya).

Referències

- Abad-Robles, M. T., Collado-Mateo, D., Fernández-Espínola, C., Castillo-Viera, E., & Giménez-Fuentes-Guerra, F. J. (2020). Effects of Teaching Games on Decision Making and Skill Execution: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. <https://doi.org/10.3390/ijerph17020505>
- Afonso, J., Esteves, F., Araújo, R., Thomas, L., & Mesquita, I. (2012). Tactical Determinants of Setting Zone in Elite Men's Volleyball. *Journal of Sports Science & Medicine*, 11(1), 64–70.

- Afonso, J., Moraes, J. C., Mesquita, I., Marcelino, R., & Duarte, T. C. (2009). Relationship between reception effect, attack type and attack tempo with performance level in high-level men's volleyball. *Journal of Sports Sciences*, 27, S168.
- Arias-Estero, J. L. (2008). The process of training from the team sport initiation based on the expert characteristics. *Retos*, 13, 28–32. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i13.35024>
- Barba-Martín, R. A., Bores-García, D., Hortigüela-Alcalá, D., & González-Calvo, G. (2020). The Application of the Teaching Games for Understanding in Physical Education. Systematic Review of the Last Six Years. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(9), 3330. <https://doi.org/10.3390/ijerph17093330>
- Barsingerhorn, A. D., Zaal, F. T., De Poel, H. J., & Pepping, G.-J. (2013). Shaping decisions in volleyball An ecological approach to decision-making in volleyball passing. *International Journal of Sport Psychology*, 44(3), 197–214. <https://doi.org/10.7352/IJSP.2013.44.197>
- Callejón-Lirola, D. (2006). Estudio y análisis de la participación técnico-táctica del jugador líbero en el Voleibol masculino de alto rendimiento. *Tesis doctorales*, 15, Article 15. <https://www.cafyd.com/REVISTA/ojs/index.php/bddcafyd/article/view/126>
- Contreras-Jordán, O. R., García, L. M. L., Campo, D. G. D. del, Díaz, M. S. del V., & Rubio, R. M. A. (2007). *Iniciación a los deportes de raqueta. La enseñanza de los deportes de red y muro desde un enfoque constructivista*. Paidotribo.
- Dello Iacono, A., Martone, D., Zagatto, A. M., Meckel, Y., Sindiani, M., Milic, M., & Padulo, J. (2018). Effect of contact and no-contact small-sided games on elite handball players. *Journal of Sports Sciences*, 36(1), 14–22. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1276296>
- Doménech, J. M. (2017). *Fundamentos de Diseño y Estadística. UD 14. Medida del cambio: Análisis de diseños con medidas intrasujeto* (18th ed.). Signo.
- Fernández-Espínola, C., Abad Robles, M. T., & Giménez Fuentes-Guerra, F. J. (2020). Small-Sided Games as a Methodological Resource for Team Sports Teaching: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(6), E1884. <https://doi.org/10.3390/ijerph17061884>
- Fey, C. F., Hu, T., & Delios, A. (2023). The Measurement and Communication of Effect Sizes in Management Research. *Management and Organization Review*, 19(1), 176–197. <https://doi.org/10.1017/mor.2022.2>
- Fleiss, J. L. (1986). *The Design and Analysis of Clinical Experiments*. John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781118032923>
- Gil-Arias, A., Moreno-Arroyo, M. P., Claver-Rabaz, F., Moreno-Domínguez, A., & Del Villar-Álvarez, F. (2016). Manipulation constraints of the task in Physical Education: A proposal from nonlinear pedagogy. *Retos*, 29, 22–27. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i29.34612>
- Hernández-Hernández, E., Ortega-Toro, E., Mayordomo-Valera, M., & Palao-Andrés, J. M. (2016). Efecto de distintos planteamientos metodológicos en clases de educación física sobre el aprendizaje de tres habilidades de voleibol. *SPORT TK-Revista EuroAmericana de Ciencias del Deporte*, 5(2), 59–68. <https://doi.org/10.6018/264661>
- Hopper, T. (1998). Teaching games for understanding using progressive principles of play. *Journal CAHPERD*, 64 (3), 4–7.
- Jorge Rodrigues, M. C., Rodrigues Rocha, A. C., Barbosa Lira, C. A., Figueiredo, L. S., Vilela Lima, C. O., Laporta, L., & De Conti Teixeira Costa, G. (2022). How small-sided games' court dimensions affect tactical-technical behavior in beginner volleyball athletes. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 17(6), 1385–1395. <https://doi.org/10.1177/17479541211058447>
- Lavega-Burgués, P. (2007). El juego motor y la pedagogía de las conductas motrices motor games and pedagogy of motor conducts. *Conexões*, 5(1), 27–41. <https://doi.org/10.20396/conex.v5i1.8637977>
- Martínez-Santos, R., Founaud, M. P., Aracama, A., & Oiarbide, A. (2020). Sports Teaching, Traditional Games, and Understanding in Physical Education: A Tale of Two Stories. *Frontiers in Psychology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.581721>
- Menezes-Fagundes, F., Mallén-Lacambra, C., Salas-Santandreu, C., & Lavega-Burgués, P. (2024). Scientific production on the application of comprehensive models in net sports: A systematic review. *Retos*, 52, 421–431. <https://doi.org/10.47197/retos.v52.102247>
- Menezes-Fagundes, F., Ribas, J. F. M., Salas-Santandreu, C., & Lavega-Burgués, P. (2021). Teaching for understanding the internal logic of sports: a perspective based on Teaching Games for Understanding and Motor Praxiology. *Movimento (Porto Alegre)*, 27, e27079. <https://doi.org/10.22456/1982-8918.116643>
- Miller, A. (2015). Games Centered Approaches in Teaching Children & Adolescents: Systematic Review of Associated Student Outcomes. *Journal of Teaching in Physical Education*, 34(1), 36–58. <https://doi.org/10.1123/jtpe.2013-0155>
- Ortiz, M., Meroño, L., Morales-Belando, M. T., Vaquero-Cristóbal, R., & González-Gálvez, N. (2023). Teaching Games for Understanding in Game Performance and Psychosocial Variables: Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Control Trial. *Children*, 10(3), 573. <https://doi.org/10.3390/children10030573>
- Palao-Andrés, J. M., & Guzmán-Morales, S. (2008). Effect of net presence and ball type on student participation and perception of tasks for initiation in volleyball. *Apunts Educación Física y Deportes*, 94, 37–44.
- Parlebas, P. (2001). *Juegos, deporte y sociedades: Léxico de praxiología motriz* (1ª ed., 2ª reimp.). Paidotribo.
- Parlebas, P. (2020). The Universals of Games and Sports. *Frontiers in Psychology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.593877>
- Paulo, A., Zaal, F. T. J. M., Fonseca, S., & Araújo, D. (2016). Predicting Volleyball Serve-Reception. *Frontiers in Psychology*, 7. <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01694>
- Ric, A., Torrents, C., Gonçalves, B., Torres-Ronda, L., Sampaio, J., & Hristovski, R. (2017). Dynamics of tactical behaviour in association football when manipulating players' space of interaction. *PLoS ONE*, 12(7), e0180773. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180773>
- Rico-González, M., Pino-Ortega, J., Nakamura, F. Y., Moura, F. A., & Los Arcos, A. (2020). Identification, Computational Examination, Critical Assessment and Future Considerations of Distance Variables to Assess Collective Tactical Behaviour in Team Invasion Sports by Positional Data: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(6), 1952. <https://doi.org/10.3390/ijerph17061952>
- Rocha, A. C. R., Castro, H. de O., Freire, A. B., Faria, B. C., Mitre, G. P., Fonseca, F. de S., Lima, C. O. V., & Costa, G. D. C. T. (2020b). Analysis of the small-sided games in volleyball: An ecological approach. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 22, e70184. <https://doi.org/10.1590/1980-0037.2020v22e70184>
- Rocha, A. C. R., Freire, A. B., Silva Junior, A. B. da, Martins, L. R., Maia, M. P., Mitre, G. P., Castro, H. de O., & Costa, G. D. C. T. (2020a). How context influences the tactical-technical behavior of learners: The case of volleyball. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 22, e59461. <https://doi.org/10.1590/1980-0037.2020v22e59461>
- Thorpe, R., Bunker, D., & Almond, L. (1986). *Rethinking games teaching*. Loughborough: University of Technology.
- Timmerman, E. A., Farrow, D., & Savelsbergh, G. J. P. (2017). The effect of manipulating task constraints on game performance in youth field hockey. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 12(5), 588–594. <https://doi.org/10.1177/1747954117727659>
- Ureña-Espa, A., León, J., & González-Ortiz, M. (2013). Estudio sobre la continuidad del juego en el voleibol masculino infantil. *Revista Inter-nacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 13(49): 149–162 <https://digibug.ugr.es/handle/10481/37349>
- Ureña-Espa, A., Millán-Sánchez, A., & Moreno, M. P. A. (2022). Modelo dual convergente para la iniciación al voleibol: 20 aplicaciones prácticas. *JUMP*, 5, 43–67. <https://doi.org/10.17561/jump.n5.5>

Conflicte d'interessos: les autories no han comunicat cap conflicte d'interessos.



© Copyright Generalitat de Catalunya (INEFC). Aquest article està disponible a l'URL <https://www.revista-apunts.com/ca/>. Aquest treball està publicat sota una llicència Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. Les imatges o qualsevol altre material de tercers d'aquest article estan inclosos a la llicència Creative Commons de l'article, tret que s'indiqui el contrari a la línia de crèdit; si el material no s'inclou sota la llicència Creative Commons, els usuaris hauran d'obtenir el permís del titular de la llicència per reproduir el material. Per veure una còpia d'aquesta llicència, visiteu <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.ca>