



Una anàlisi multivariant de la condició física i el rendiment competitiu en jugadors joves d'handbol

Roger Font^{1,2,3*}, Claude Karcher^{4,5,6}, Victor Tremps^{3,7} i Alfredo Iurtia^{2,8}

¹ Grup de Recerca Tecnologia Aplicada a l'Alt Rendiment i la Salut (TAARS), Tecnocampus, Departament de Ciències de la Salut, Universitat Pompeu Fabra, Mataró, (Espanya).

² Grup de Recerca en Ciències de l'Esport de l'INEFC Barcelona (GRCEIB), Barcelona, (Espanya).

³ FC Barcelona Innovation Hub, Barcelona (Espanya).

⁴ Centre de Recerca en Biomedicina d'Estrasburg (CRBS), Laboratori de Mitocondris, Estrès Oxidatiu i Plasticitat Muscular (UR 3072), Universitat d'Estrasburg, Estrasburg (França).

⁵ Centre Europeu per a l'Educació, la Recerca i la Innovació en Fisiologia de l'Exercici (CEERIPE), Facultat de Ciències de l'Esport, Universitat d'Estrasburg, Estrasburg (França).

⁶ Centre de Ressources, d'Expertises et de Performances Sportives, CREPS d'Estrasburg, Estrasburg, (França).

⁷ Departament de Ciències de l'Esport, Universitat Ramon Llull, FPCEE Blanquerna, Barcelona (Espanya).

⁸ Escola Catalana de Cineantropometria, Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya (INEFC), Universitat de Barcelona (UB), Barcelona, (Espanya).

Citació

Font, R., Karcher, C., Tremps, V. & Iurtia, A. (2025). A multivariate analysis of physical fitness and competitive performance in young handball players. *Apunts Educación Física y Deportes*, 160, 18-25. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2025/2\).160.03](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2025/2).160.03)

Resum

L'handbol com a esport d'equip requereix uns atributs d'aptitud física determinats. Els valors de potència dels trens superior i inferior del cos s'han de desenvolupar al llarg de tot el procés d'entrenament del jugador. L'objectiu del present estudi era caracteritzar la cinètica del salt i el llançament de nou joves talents de l'handbol durant tres temporades esportives (Temporada 1: 14.1 ± 0.9 anys; 70.6 ± 5.9 kg; 171.6 ± 10 cm; Temporada 2: 15.1 ± 0.9 anys; 74.7 ± 6.5 kg; 177.7 ± 8.2 cm; Temporada 3: 16.1 ± 0.9 anys; 78.3 ± 6.7 kg; 179.9 ± 6.7 cm) i avaluar les possibles relacions amb el rendiment competitiu. Les proves d'aptitud física realitzades van ser el salt amb esquat (SE), el salt amb contramoviment (SCM), la prova d'Abalakov (ABK) i el llançament de pilota medicinal de 3 kg, i es van analitzar les alçades de salt i la distància de llançament. Vam dissenyar un estudi de seguiment de tres temporades amb dos punts de control per a cada temporada. El rendiment atlètic de cada jugador es va establir individualment mitjançant la determinació d'una classificació competitiva que es va contrastar des d'una perspectiva bivariant i multivariant, amb les característiques somàtiques i les proves d'aptitud física realitzades. Totes les proves d'aptitud física van millorar al llarg de les tres temporades, encara que de forma diferent entre la pretemporada i la post-temporada. La prova de llançament de pilota medicinal de 3 kg estava moderadament correlacionada amb el rendiment esportiu i, juntament amb la prova d'Abalakov, l'explicava amb un poder predictiu baix. Vam arribar a la conclusió que, malgrat la millora de la capacitat de salt i de llançament al llarg de tres temporades, aquesta no sembla tenir una relació prou consistent amb el nivell competitiu d'aquest grup de joves talents de l'handbol. Es necessiten més estudis per controlar els paràmetres d'edat biològica i complexitat cognitiva.

Paraules clau: força, jugadors joves, proves condicionals, rendiment esportiu, talent esportiu.

Editat per:

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

ISSN: 2014-0983

*Correspondència:

Roger Font
rfont@tecnocampus.cat

Secció:

Entrenament esportiu

Idioma de l'original:

Anglès

Rebut:

3 de maig de 2024

Acceptat:

30 de setembre de 2024

Publicat:

1 d'abril de 2025

Coberta:

Ana Alonso i Oriol Cardona
aconsegueixen la seva
classificació pel nou esport
olímpic d'esquí de muntanya amb
un segon lloc en el Campionat del
Món 2025 a Bò Taüll. © ISMF

Introducció

L'handbol és un esport situacional intermitent i complex regulat per la Federació Internacional d'Handbol (IHF, 2017). Segons la posició de joc, els jugadors d'handbol tenen un perfil antropomètric determinat (Karcher i Buchheit, 2014; Martínez-Rodríguez et al., 2020) i d'aptitud física (Aguilar-Martínez et al., 2012; Font et al., 2023; Karcher i Buchheit, 2014; Schwesig et al., 2017).

Si bé el perfil antropomètric i d'aptitud física s'ha estudiat en profunditat en jugadors professionals d'handbol (Karcher i Buchheit, 2014), no s'ha estudiat tant en joves talents durant la seva etapa de formació; tampoc no s'ha estudiat la seva relació amb el rendiment competitiu dels jugadors (Lidor et al., 2005; Matthys et al., 2011; Matthys et al., 2013a; Matthys et al., 2013b; Zapartidis et al., 2009).

Des d'una edat primerenca fins a l'elit, l'handbol modern i actual requereix valors de força, de potència i de velocitat alts per realitzar gestos tècnics i tàctics a la màxima intensitat durant els entrenaments i els partits (Buchheit et al., 2009; Gorostiaga et al., 1999; Karcher i Buchheit, 2014; Matthys et al., 2011; Zapartidis et al., 2009). Per exemple, està ben caracteritzada la importància dels esprints en distàncies curtes, que són baixos en valors percentuals respecte al volum total de metres recorreguts durant un partit (Font et al., 2021b), però paradoxalment decisius i definitoris a l'hora de resoldre situacions amb la màxima eficàcia (Ghobadi et al., 2013) i amb un alt risc de lesió (Mónaco et al., 2019).

El procés d'entrenament d'handbol en etapes formatives, i per tant en relació amb la identificació de talents esportius, implica necessàriament aspectes que inclouen el control i el desenvolupament de valors màxims de força, potència i velocitat tant en les extremitats inferiors com en les superiors (Lidor et al., 2005; Mohamed et al., 2009). En conseqüència, la categorització de l'entrenament de força en aquest esport se sol reconèixer en funció de la seva relació amb els tirs, els salts o el contacte cos a cos amb un adversari (Karcher i Buchheit, 2014).

La majoria de les proves d'aptitud física utilitzades en l'handbol són genèriques. S'han realitzat proves genèriques per obtenir el perfil de velocitat dels jugadors (Krüger et al., 2014), el perfil metabòlic dels jugadors (Schwesig et al., 2017), les necessitats de freqüència cardíaca dels jugadors joves en competició (Ortega-Becerra et al., 2020), els valors de força en exercicis clàssics com el de pressió sobre banc o l'esquat (Ingebrigtsen et al., 2013) o la potència en salts com el salt de contramoviment (Massuca et al., 2015; Matthys et al., 2013a). Aquestes proves condicionals són importants, ja que s'ha demostrat que l'aptitud física influeix en la manera en què els jugadors afronten l'entrenament i en el seu acompliment (Manzi et al., 2010). El seu principal inconvenient és que es perd

l'especificitat inherent al moviment tècnic, que, sens dubte, repercuteix de manera directa en la major o menor eficàcia d'una acció tecnicotàctica concreta, que és l'objectiu final que persegueix tot entrenador (Schwesig et al., 2017; Wagner et al., 2016).

També hi ha estudis que s'han centrat a conèixer el perfil metabòlic en proves específiques compostes per moviments d'handbol a la pista per millorar el perfil condicional dels jugadors i, alhora, avaluar-los (Michalsik i Wagner, 2021; Wagner et al., 2016).

Per contra, aquests són els avantatges d'aquest tipus de prova fonamental/genèrica (Font et al., 2021a; Irurtia et al., 2010): 1) permeten localitzar el component condicional (força, potència, velocitat) aïllant o minimitzant la influència del component tècnic específic, i gràcies a això es pot separar clarament l'evolució de l'un o l'altre paràmetre; 2) permeten una distribució senzilla i, per tant, aplicable tant a jugadors joves com a professionals; 3) aquesta última característica permet utilitzar aquestes proves en l'aplicació d'una comparació longitudinal que estableixi el nivell d'evolució condicional d'un jugador al llarg del temps; i 4) permeten la comparació entre diferents esports.

Actualment, la identificació de talents esportius en l'handbol és, per tant, una àrea emergent d'interès científic i professional (Matthys et al., 2011). Pel que sabem, no hi ha gaires estudis que, amb un disseny longitudinal i utilitzant proves bàsiques d'aptitud física, hagin examinat l'evolució de les característiques condicionals de joves talents de l'handbol, intentant relacionar-les o explicar-les amb el seu rendiment esportiu. L'objectiu d'aquest estudi era analitzar al llarg de tres temporades esportives, amb dos punts de control (pretemporada i post-temporada), l'evolució de l'aptitud física d'un grup de joves talents de l'handbol. Es van aplicar salts bàsics corresponents a la bateria de Bosco i llançaments de pilotes de 3 kg per analitzar les característiques d'aptitud física dels membres inferiors i superiors, respectivament. Finalment, es va analitzar la possible relació o explicació del rendiment competitiu de cada jugador segons el nivell de rendiment en les esmentades proves.

Metodologia

Disseny de l'estudi

Es tracta d'un estudi de seguiment que aplica la correlació (bivariant) i l'anàlisi de regressió múltiple (multivariant) establint una sèrie de variables independents (proves d'aptitud física) i una variable dependent (rendiment esportiu). Les variables independents ($n = 6$) van ser: massa corporal (kg), estatura (cm), llançament d'una pilota

Taula 1*Puntuació esportiva per avaluar el rendiment atlètic de cada jugador.*

Club	Selecció nacional (Tornejos amistosos, europeus i mundials, campus d'entrenament)		Selecció autonòmica		
Entrenament 1r equip	20	Campió amb la selecció nacional	18	Campionat d'Espanya	10
Campionat d'Espanya	18	2n amb la selecció nacional	16	2n Campionat d'Espanya	9
2n Campionat d'Espanya	9	3r amb la selecció nacional	14	3r Campionat d'Espanya	8
Grup de tecnificació	7	Participació en un Campionat mundial	12	Participació en la fase final	6
Campionat autonòmic	6	Participació en un Campionat Europeu	12	Participació en la fase de preparació	5
		Preparació per al Campionat del Món	10		
		Preparació per al Campionat Europeu	10		
		Torneig amistós	8		
		Campus d'entrenament	6		

Taula 2*Nombre de jugadors d'handbol analitzats per temporada esportiva i rangs d'edat cronològica.*

Edat (anys)	Temporada 1 (n = 9)	Temporada 2 (n = 9)	Temporada 3 (n = 9)
Entre 12 i 14	6	0	0
Entre 13 i 15	2	6	0
Entre 14 i 16	1	2	6
Entre 15 i 18	0	1	3

medicinal de 3 kg (BM, m), salt amb esquat (SE, cm), salt amb contramoviment (SCM, cm), i SCM Abalakov (ABK, cm). La variable dependent va ser el rendiment esportiu basat en la puntuació obtinguda per cada jugador, derivada de la seva participació i assoliments esportius al llarg del període analitzat en el seu club per entrenadors experts a nivell de selecció nacional (Taula 1).

Participants

Es va examinar l'evolució de nou jugadors masculins en equips formatius d'un club d'handbol europeu de primer nivell (Temporada 1: 70.6 ± 5.9 kg; 171.6 ± 10 cm; Temporada 2: 74.7 ± 6.5 kg; 177.7 ± 8.2 cm; Temporada 3: 78.3 ± 6.7 kg; 179.9 ± 6.7 cm) en les proves d'aptitud física fetes en les temporades 2013-2014 (Temporada 1), 2014-2015 (Temporada 2) i 2015-2016 (Temporada 3). Els criteris d'inclusió van ser: a) pertànyer a la pedrera del mateix club d'handbol; i b) haver competit activament durant la temporada analitzada. Els criteris d'exclusió van ser: a) haver-se lesionat o estar convalescent en el moment i fins a dues setmanes abans de ser analitzat; i b) no haver realitzat alguna

de les proves en les tres temporades. La Taula 2 mostra els rangs d'edat cronològica dels jugadors en relació amb les categories competitives en les quals va competir cada un d'ells durant les tres temporades examinades.

Al llarg de tot l'estudi es va respectar el compromís moral i ètic de confidencialitat en el tractament de les dades personals. El club, com a propietari dels drets dels jugadors, va permetre al tècnic, en aquest cas l'autor d'aquest treball de recerca, utilitzar aquestes dades per fomentar el progrés científic d'aquest esport. A més, aquestes proves es van utilitzar al llarg de diferents temporades per avaluar l'assimilació del treball condicional per part dels jugadors dels equips formatius. Finalment, cada jugador va firmar el corresponent document de consentiment informat acceptant la seva participació en l'estudi i el seu dret a abandonar-lo en qualsevol moment.

Aquest estudi va complir les normes i recomanacions proposades en la Conferència de Hèlsinki per a la investigació en éssers humans (Harriss i Atkinson, 2015). Les dades van procedir del seguiment diari de tots els jugadors de l'equip al llarg de cada temporada esportiva. En conseqüència, no es va comptar amb l'aprovació d'un comitè d'ètica (Winter i Maughan, 2009).

Material i instruments

Totes les proves (massa corporal, estatura, BM, SE, SCM, ABK) es van realitzar el mateix dia amb un ordre cronològic aleatori entre les proves de BM i les de salt. Cada temporada es va registrar durant la pretemporada (al començament de la preparació, amb un mínim de quatre setmanes abans de la primera competició oficial) i (2) la post-temporada (just després de l'última competició oficial). Totes les proves van ser realitzades per un únic investigador, l'autor d'aquest estudi, per a tota la mostra i sempre al mateix pavelló esportiu d'entrenament d'handbol.

La massa corporal i l'estatura es van mesurar amb un estadiòmetre telescòpic Seca 220® (rang de mesurament: 85-200 cm, precisió: 1 mm) i una bàscula Seca 710® prèviament calibrada (capacitat: 200 kg, precisió: 50 g). Es van fer proves d'aptitud física abans de la fase d'activació com a escalfament guiat. En el cas dels salts, aquestes proves s'utilitzen de forma generalitzada en l'handbol i la seva alta fiabilitat també es constata en jugadors joves (Font et al., 2021a; Oliveira et al., 2014); només es va registrar el millor de tres intents de cada esportista. Les proves de salt utilitzades es van ajustar als protocols descrits en la bibliografia internacional (Font et al., 2021a; Ingebrigtsen et al., 2013; Massuca et al., 2015). La seva elecció es justifica per les consideracions exposades per Gorostiaga et al. (2005) en relació amb les característiques del salt en handbol: a) salt amb esquat (SE); b) salt amb contramoviment (SCM); c) Abalakov (ABK). Es van dur a terme utilitzant la plataforma de contacte Chronojump® i un equip de monitoratge de salts (Chronojump Boscosystem, Barcelona, Espanya). L'equip estava connectat a un ordinador que mostrava l'altura de

salt vertical (cm) mitjançant un programa informàtic gratuït (2.0.2., Chronojump Boscosystem Software, Barcelona, Espanya) (Cadens et al., 2023; Font et al., 2021a). Es van seguir les recomanacions prèviament establertes per a joves jugadors d'handbol (Fernández-Romero et al., 2017) per realitzar tres llançaments amb la pilota medicinal de 3 kg i només registrar el millor.

Anàlisi estadística

Es van utilitzar estadístiques descriptives bàsiques (mitjana i desviació típica) per expressar l'evolució al llarg de tres temporades juntament amb l'evolució de cada una de les proves d'aptitud física aplicades a raó de dos punts de control per temporada. La prova de Shapiro-Wilks va confirmar la no normalitat de la distribució. Per tant, es van aplicar estadístiques no paramètriques: a) es va utilitzar la prova de Wilcoxon per comprovar les possibles diferències entre cada macro-cicle; i b) es va elegir el valor més alt de cada jugador per a cada temporada i es va utilitzar la prova de Friedman per analitzar les diferències entre temporades. Si es trobaven diferències significatives, es va tornar a utilitzar la prova de rangs amb signe de Wilcoxon. El grau de correlació entre cada una de les proves analitzades i entre aquestes i el rendiment esportiu es va examinar mitjançant el coeficient de correlació de rangs de Spearman. Finalment, es van realitzar anàlisis de regressió múltiple per avaluar en quina mesura les variables independents explicaven la variable dependent (rendiment esportiu). El nivell de significació va ser de $p < .05$. Totes les anàlisis estadístiques es van fer amb la versió 23.0 de SPSS (SPSS Statistics, IBM Corp., Armonk, NY, EE. UU.).

Figura 1

Evolució del llançament de la pilota medicinal de 3 kg.

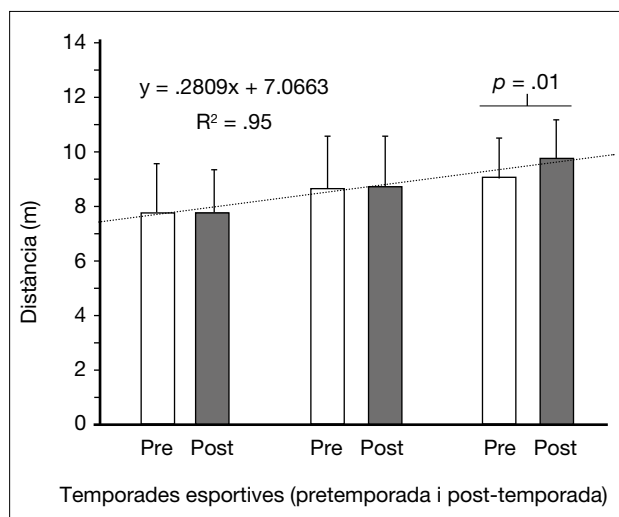


Figura 2

Evolució del salt amb esquat (SE).

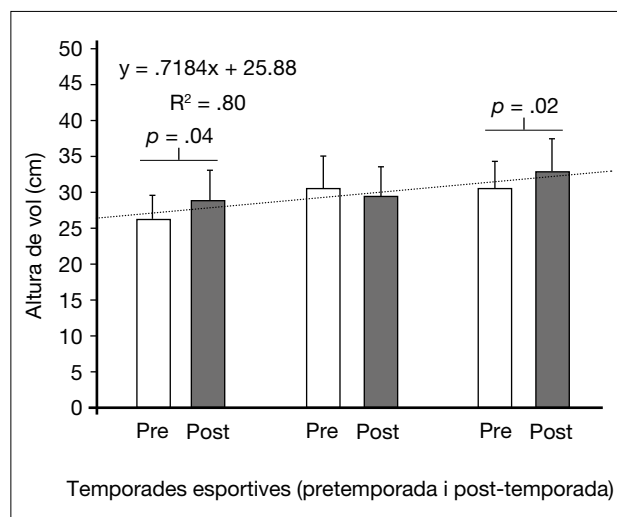
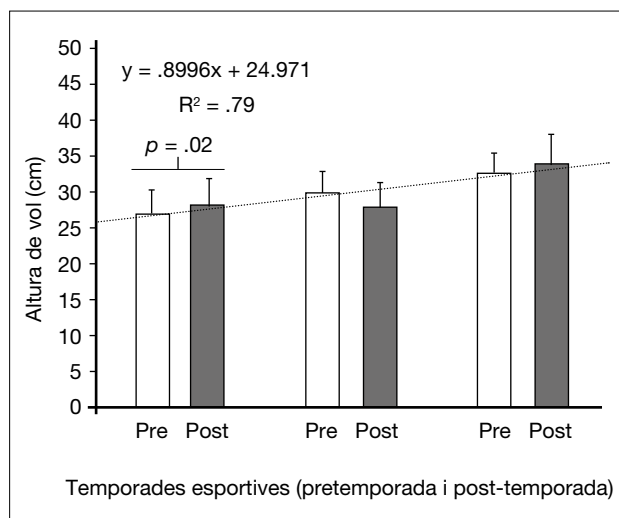
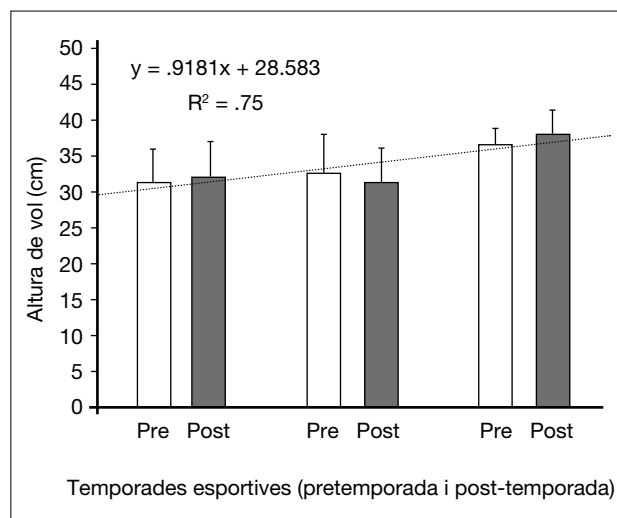


Figura 3

Evolució del salt amb contramoviment (SCM).

**Figura 4**

Evolució de l'Abalakov (ABK).

**Taula 3**

Comparació entre temporades de totes les variables analitzades.

$n = 9$	Temporades esportives			Prova de Friedman	
	Temporada 1	Temporada 2	Temporada 3	χ^2_r	p
Massa corporal (kg)	70.6 ± 5.9	74.7 ± 6.5	78.3 ± 6.7	16.222	.0001
Altura (cm)	171.6 ± 10.0	177.7 ± 8.2	179.9 ± 6.7	17.543	.0001
BM (m)	7.9 ± 1.6	8.9 ± 1.8*	9.8 ± 1.4†	16.222	.0001
SE (cm)	29.4 ± 3.9	31.4 ± 4.5	33.3 ± 4.2‡	3.486	.18
SCM (cm)	28.4 ± 3.6	30.3 ± 2.7*	34.1 ± 4.0†	11.556	.003
ABK (cm)	33.3 ± 4.2	33.5 ± 5.0	38.2 ± 3.1‡†	14.000	.001

BM: llançament de pilota medicinal (3 kg); SE: salt amb esquat; SCM: salt amb contramoviment; ABK: Abalakov; *diferències significatives entre les temporades 13-14 i 14-15; †diferències significatives entre les temporades 14-15 i 15-16; ‡diferències significatives entre les temporades 13-14 i 15-16. χ^2_r : Estadística de la prova de Friedman; p : valor de significació fixat a $p < .05$.

Resultats

Les Figures 1, 2, 3 i 4 mostren l'evolució de les proves d'aptitud física (BM, SE, SCM, ABK) al llarg de les tres temporades examinades, respectivament. Així mateix, es mostren les diferències significatives entre els dos macrocicles analitzats per a cada estació.

La Taula 3 mostra la comparació entre temporades de totes les variables analitzades, en aquest cas es basa en els millors valors registrats en cada prova.

La massa corporal es correlaciona significativament amb el rendiment ($r = .39$, $p = .04$). Per contra, l'única prova d'aptitud física que registra una correlació significativa, encara que lleu, amb el rendiment esportiu és la prova de llançament de pilota medicinal de 3 kg: $r = .43$; $p = .02$. L'anàlisi de regressió múltiple selecciona dues variables com a factors

explicatius del rendiment per generar la següent equació: $-28.773 + (4.613 \cdot \text{llançament de pilota de 3 kg}) + (1.348 \cdot \text{ABK})$ amb un poder de predicció molt baix de $R^2_{\text{ajustado}} = .16$; $p = .04$

Discussió

Existeixen pocs estudis longitudinals que hagin examinat l'evolució dels components de l'aptitud física en joves jugadors d'handbol fins a les edats més primerenques de l'esport d'elit. Encara que es confirma l'augment de tots els paràmetres al llarg del temps, la relació entre cada un d'ells i amb el rendiment esportiu és molt baixa. A més, quan s'aplica una anàlisi multivariant introduint totes les variables, el model estadístic no és capaç d'explicar el rendiment esportiu amb prou poder predictiu.

Només es coneix un estudi longitudinal (Matthys et al., 2013b) i dos estudis transversals que hagin analitzat el perfil antropomètric i d'aptitud física de joves jugadors d'handbol (Matthys et al., 2012; Matthys et al., 2013a). En el primer, es va classificar a 94 jugadors d'entre 13 i 16 anys en la categoria de nivell competitiu d'elit i de no elit. Se'ls va fer un seguiment durant tres anys, sense observar diferències significatives en cap de les proves d'aptitud física controlades, excepte en l'SCM, amb un rendiment millor en els jugadors d'elit en comparació amb els que no ho eren. Quant als estudis transversals, basant-se en criteris d'edat biològica i estratificant els 472 jugadors per posicions de joc, els autors van confirmar l'evolució lineal d'algunes proves d'aptitud física, inclòs l'ABK. No obstant això, a més del disseny mateix, la principal limitació d'aquests estudis (que també afecta al nostre) és l'absència de seguiment de la càrrega d'entrenament. En conseqüència, a part d'avaluar l'augment o no de les variables analitzades, fins ara es desconeixen les raons exactes per les quals es produeixen aquestes millores i la seva relació, més o menys gran, amb el rendiment competitiu.

En aquest context, ara s'ha demostrat que l'evolució de l'aptitud física dels joves jugadors d'handbol al llarg del temps és lineal en les edats anteriors a la velocitat d'altura màxima (VAM) i exponencial durant la VAM (Matthys et al., 2013a). Lamentablement, aquest estudi, malgrat l'alt nivell esportiu de la mostra estudiada, no va poder aplicar indicadors d'edat biològica. No obstant això, si bé és essencial disposar d'un paràmetre d'edat biològica en qualsevol procés d'entrenament durant la infantesa i l'adolescència que determini l'estat de maduresa de cada jove esportista per poder interpretar els resultats, en l'handbol hi ha precedents en els quals no es van observar diferències significatives entre jugadors amb un estat de maduresa més o menys avançat en una sèrie de proves d'aptitud física (Lidor et al., 2005). Així, els increments més grans de l'aptitud física es produeixen en els grups de més edat (15-16 anys), molt probablement condicionats per un estat biològic hormonalment hiperactivat (Malina et al., 2015; Matthys et al., 2013b). Així, encara que tots els jugadors augmentin la seva força física i la seva potència, són els de la categoria esportiva més competitiva els que registren els valors i els increments més grans. (Matthys et al., 2012; 2013a; 2013b).

D'altra banda, quan l'atenció se centra en les diferents proves utilitzades, l'avaluació de l'evolució del comportament condicional entre les extremitats superiors, en aquest cas el llançament de la pilota medicinal (BM), i les extremitats inferiors (SE, SCM, ABK) també confirma diferències que avalen la importància de realitzar un treball de força-potència entre les extremitats utilitzant diverses estratègies d'acció (Gorostiaga et al., 1999, 2005). En

relació amb la part superior del cos, la prova del BM registra els increments més grans en aquest estudi amb una sòlida evolució lineal al llarg de les tres temporades, com demostra un coeficient de determinació del 95%. Això enllaça amb estudis anteriors que, fins i tot obtenint resultats similars, incideixen tanmateix en la necessitat de fer proves que avaluin les habilitats en handbol, en aquest cas directament relacionades amb la tècnica de llançament d'handbol (Lidor et al., 2005) o fins i tot afegint una acció tàctica d'oposició al llançament (Rivilla-García et al., 2011). Des d'aquest punt de vista, és evident que per realitzar un llançament en salt (típic del context situacional d'un partit d'handbol) serà necessari registrar valors òptims de potència en la part inferior del cos i aconseguir així el major nombre d'avantatges ofensius en superar el bloqueig defensiu (Gorostiaga et al., 1999, 2005).

En tots els casos, a mesura que s'afegeixen diferents components d'anàlisi a una mateixa prova (magnituds directes de velocitat, acceleració, distància, elements qualitius d'execució tècnica, inclusió d'indicadors d'eficàcia tàctica, etc.), augmenta la complexitat de la seva anàlisi i, amb ella, la interpretació dels seus resultats (Zapartidis et al., 2009). Aquesta és la raó principal per la qual el BM s'utilitza com a prova d'aptitud física per avaluar la funció de llançament en jugadors juvenils. Aquesta prova proporciona als entrenadors i al personal tècnic una forma accessible d'avaluació per obtenir informació bàsica sobre la capacitat de llançament dels seus jugadors, encara que no sigui la manera més específica de fer-ho (Aguilar-Martínez et al., 2012). En relació amb el tren inferior del cos, bona part dels estudis anteriors han avaluat els seus jugadors mitjançant un salt vertical. Mohamed et al. (2009) van examinar diversos jugadors d'elit i de no elit de 14 i 16 anys i van observar que els d'elit obtenien millors resultats. Al seu torn, els jugadors de 16 anys van obtenir millors resultats que els de 14 anys. Aquests resultats, que de fet semblen bastant lògics, coincideixen novament amb els registrats en aquest estudi, en el qual els augments més grans es produeixen en l'última temporada esportiva i, per tant, a l'edat més avançada dels jugadors. Tanmateix, aquesta lògica s'ha d'abordar amb certa cautela, ja que altres estudis, aquesta vegada transversals, no van registrar diferències en SE ni en SCM en comparar jugadors d'elit menors de 16 i menors de 18 anys (Ingebrigtsen et al., 2013).

Finalment, des d'una perspectiva multivariant, la contribució o la relació de cada una de les variables analitzades respecte al rendiment esportiu de cada jugador és escassa. En primer lloc, la relació entre la massa corporal i el rendiment esportiu sembla explicar-se per una sèrie de raons lògiques prèviament documentades (Malina et al., 2015). De fet, l'augment de la massa corporal dels

joves esportistes es veu directament influït per l'augment de la seva estatura i també, en el període al voltant de la pubertat, per l'augment de la seva massa muscular. Quan s'analitzen totes les variables en el seu conjunt, només BM i ABK poden seleccionar-se com a indicadors del rendiment dels jugadors, encara que amb un poder predictiu baix. Tanmateix, el component tècnic d'ambdues proves, superior al de les altres proves analitzades, podria suggerir la influència d'un component coordinatiu en els resultats, que en certa mesura queda fora de l'abast de l'objectiu proposat, ja que la intenció era analitzar únicament els aspectes condicionals físics mitjançant aquestes proves.

Conclusions

Tant les variables antropomètriques (massa corporal i estatura) com les proves d'aptitud física (BM, SE, SCM, ABK) mostren una tendència a augmentar linealment al llarg de les tres temporades examinades. Tanmateix, és en l'última temporada esportiva quan els increments augmenten més, probablement a causa del fet que s'assoleixi la VAM, encara que aquest no sigui un factor controlat en aquest estudi. Cap de les variables analitzades no té una relació prou elevada amb el rendiment esportiu dels jugadors, ni individualment ni en funció de la contribució de totes en el seu conjunt. Tanmateix, el model de regressió múltiple escull BM (tren superior) i ABK (tren inferior). Aquestes proves es componen d'un patró d'execució tècnica més exigent, cosa que s'haurà d'analitzar en estudis posteriors. Cal més recerca per abordar tots els aspectes tractats aquí en la construcció del seu disseny, principalment els indicadors de l'edat biològica, el control de la càrrega d'entrenament i una perspectiva multidimensional del rendiment. El rendiment esportiu és multifactorial. Si l'objectiu és millorar-lo, per als esports d'equip no sembla haver-n'hi prou amb analitzar exclusivament paràmetres antropomètrics o condicionals. En tots els casos, és necessari fer un seguiment longitudinal complex i, per a això, els entrenadors necessitaran el suport d'una persona experta en metodologia. La identificació de talents esportius exigeix cada vegada més una sinergia perfecta entre experiència i ciència.

Agraïments

Els autors volen donar les gràcies als jugadors que van participar en aquest estudi, al cos tècnic i als serveis mèdics del FC Barcelona i al Departament de Rendiment del FC Barcelona per donar-nos l'oportunitat de realitzar aquest estudi.

Referències

- Aguilar-Martínez, D., Chiroso, L. J., Martín, I., Chiroso, I. J., & Cuadrado-Reyes J. (2012). Efecto del entrenamiento de la potencia sobre la velocidad de lanzamiento en balonmano (Effect of power training in throwing velocity in team handball). *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 12, 729–744.
- Buchheit, M., Laursen, P. B., Kuhnle, J., Ruch, D., Renaud, C., & Ahmaidi, S. (2009). Game-based training in young elite handball players. *International Journal of Sports Medicine*, 30(4), 251–258. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1105943>
- Cadens, M., Planas-Anzano, A., Peirau-Terés, X., Benet-Vigo, A., & Fort-Vanmeerhaeghe, A. (2023). Neuromuscular and Biomechanical Jumping and Landing Deficits in Young Female Handball Players. *Biology*, 12(1), 134. <https://doi.org/10.3390/biology12010134>
- Fernández-Romero, J. J., Suárez, H. V., & Carral, J. M. C. (2017). Selection of talents in handball: anthropometric and performance analysis. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 23(5), 361–365. <https://doi.org/10.1590/1517-869220172305141727>
- Font, R., Iruñia, A., Gutierrez, J. A., Salas, S., Vila, E., & Carmona, G. (2021). The effects of COVID-19 lockdown on jumping performance and aerobic capacity in elite handball players. *Biology of Sport*, 38(4), 753–759. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2021.109952>
- Font, R., Karcher, C., Loscos-Fàbregas, E., Altarriba-Bartés, A., Peña, J., Vicens-Bordas, J., Mesas, J., & Iruñia, A. (2023). The effect of training schedule and playing positions on training loads and game demands in professional handball players. *Biology of Sport*, 40(3), 857–866. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2023.121323>
- Font, R., Karcher, C., Reche, X., Carmona, G., Tremps, V., & Iruñia, A. (2021). Monitoring external load in elite male handball players depending on playing positions. *Biology of Sport*, 38(3), 3–9. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2021.101123>
- Ghobadi, H., Rajabi, H., Farzad, B., Bayati, M., & Jeffreys, I. (2013). Anthropometry of world-class elite handball players according to the playing position: Reports from men's handball world championship 2013. *Journal of Human Kinetics*, 39(1), 213–220. <https://doi.org/10.2478/hukin-2013-0084>
- Gorostiaga, E. M., Granados, C., Ibáñez, J., & Izquierdo, M. (2005). Differences in Physical Fitness and Throwing Velocity Among Elite and Amateur Male Handball Players. *International Journal of Sports Medicine*, 26(3), 225–232. <https://doi.org/10.1055/s-2004-820974>
- Gorostiaga, E. M., Izquierdo, M., Iturralde, P., Ruesta, M., & Ibáñez, J. (1999). Effects of heavy resistance training on maximal and explosive force production, endurance and serum hormones in adolescent handball players. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 80, 485–493. <https://doi.org/10.1007/s004210050622>
- Harriss, D. J., & Atkinson, G. (2015). Ethical standards in sport and exercise science research: 2016 update. *International Journal of Sports Medicine*, 36(14), 1121–1124. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1565186>
- Ingebrigtsen, J., Jeffreys, I., & Rodahl, S. (2013). Physical characteristics and abilities of junior elite male and female handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(2), 302–309. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318254899f>
- Iruñia, A., Busquets, A., Carrasco, M., Ferrer, B., & Marina, M. (2010). Control de la flexibilidad en jóvenes gimnastas de competición mediante el método trigonométrico: un año de seguimiento (Flexibility resting in young competing gymnasts using a trigonometric method: one-year follow-up). *Apunts Medicina de l'Esport*, 45(168), 235–242.
- Karcher, C., & Buchheit, M. (2014). On-Court demands of elite handball, with special reference to playing positions. *Sports Medicine*, 44(6), 797–814. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0164-z>
- Krüger, K., Pilat, C., Ückert, K., Frech, T., & Mooren, F. C. (2014). Physical performance profile of handball players is related to playing position and playing class. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(1), 117–125. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318291b713>

- Lidor, R., Falk, B., Arnon, M., Cohen, Y., Segal, G., & Lander, Y. (2005). Measurement of talent in team handball: The questionable use of motor and physical tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2). [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2005\)19\[318:MOTITH\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2005)19[318:MOTITH]2.0.CO;2)
- Malina, R. M., Rogol, A. D., Cumming, S. P., Coelho E Silva, M. J., & Figueiredo, A. J. (2015). Biological maturation of youth athletes: assessment and implications. *British Journal of Sports Medicine*, 49(13), 852–859. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094623>
- Manzi, V., D'Ottavio, S., Impellizzeri, F., Chaouachi, A., Chamari, K., & Castagna, C. (2010). Profile of weekly training load in elite male professional basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 675–684. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d7552a>
- Martínez-Rodríguez, A., Martínez-Olcina, M., Hernández-García, M., Rubio-Arias, J., Sánchez-Sánchez, J., & Sánchez-Sáez, J. A. (2020). Body composition characteristics of handball players: systematic review. *Archivos de Medicina Del Deporte*, 37(1), 52–61.
- Massuça, L., Branco, B., Miarka, B., & Fragoso, I. (2015). Physical fitness attributes of team-handball players are related to playing position and performance level. *Asian Journal of Sports Medicine*, 6(1), 2–6. <https://doi.org/10.5812/asjsm.24712>
- Matthys, S. P. J., Fransen, J., Vaeyens, R., Lenoir, M., & Philippaerts, R. (2013a). Differences in biological maturation, anthropometry and physical performance between playing positions in youth team handball. *Journal of Sports Sciences*, 31(September 2014), 1344–1352. <https://doi.org/10.1080/02640414.2013.781663>
- Matthys, S. P. J., Vaeyens, R., Fransen, J., Deprez, D., Pion, J., Vandendriessche, J., Vandorpe, B., Lenoir, M., & Philippaerts, R. (2013b). A longitudinal study of multidimensional performance characteristics related to physical capacities in youth handball. *Journal of Sports Sciences*, 31(3), 325–334. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.733819>
- Matthys, S. P. J., Vaeyens, R., Vandendriessche, J., Vandorpe, B., Pion, J., Coutts, A. J., Lenoir, M., & Philippaerts, R. M. (2011). A multidisciplinary identification model for youth handball. *European Journal of Sport Science*, 11(5), 355–363. <https://doi.org/10.1080/17461391.2010.523850>
- Matthys, S., Vaeyens, R., Coelho e Silva, M., Lenoir, M., & Philippaerts, R. (2012). The contribution of growth and maturation in the functional capacity and skill performance of male adolescent handball players. *International Journal of Sports Medicine*, 33, 543–549. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1298000>
- Michalsik, L. B., & Wagner, H. (2021). Physical testing in elite team handball: Specific physical performance vs. general physical performance. *Digitalization and Technology in Handball - Natural Sciences/The Game/Humanities. The Sixth International Conference on Science in Handball*.
- Mohamed, H., Vaeyens, R., Matthys, S., Multael, M., Lefevre, J., Lenoir, M., & Philippaerts, R. (2009). Anthropometric and performance measures for the development of a talent detection and identification model in youth handball. *Journal of Sports Sciences*, 27(3), 257–266. <https://doi.org/10.1080/02640410802482417>
- Mónaco, M., Gutiérrez Rincón, J. A., Montoro Ronsano, B. J., Whiteley, R., Sanz-Lopez, F., & Rodas, G. (2019). Injury incidence and injury patterns by category, player position, and maturation in elite male handball elite players. *Biology of Sport*, 36(1), 67–74. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2018.78908>
- Oliveira, T., Abade, E., Gonçalves, B., Gomes, I., & Sampaio, J. (2014). Physical and physiological profiles of youth elite handball players during training sessions and friendly matches according to playing positions. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 14(1), 162–173. <https://doi.org/10.1080/24748668.2014.11868712>
- Ortega-Becerra, M., Belloso-Vergara, A., & Pareja-Blanco, F. (2020). Physical and Physiological Demands during Handball Matches in Male Adolescent Players. *Journal of Human Kinetics*, 72(1), 253–263. <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0111>
- Rivilla-García, J., Grande, I., Sampedro, J., & Van Den Tillaar, R. (2011). Influence of opposition on ball velocity in the handball jump throw. *Journal of Sports Science and Medicine*, 1;10(3):534–9.
- Schwesig, R., Hermassi, S., Fieseler, G., Irlenbusch, L., Noack, F., Delank, K. S., Shephard, R. J., & Chelly, M. S. (2017). Anthropometric and physical performance characteristics of professional handball players: Influence of playing position. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(11), 1471–1478. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.06413-6>
- Wagner, H., Orwat, M., Hinz, M., Pfusterschmied, J., Bacharach, D. W., von Duvillard, S. P., & Müller, E. (2016). Testing Game-Based Performance in Team-Handball. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(10), 2794–2801. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000580>
- Winter, E. M., & Maughan, R. J. (2009). Requirements for ethics approvals. *Journal of Sports Sciences*, 27(10), 985–985. <https://doi.org/10.1080/02640410903178344>
- Zapartidis, I., Varelziz, I., Gouvali, M., & Kororos, P. (2009). Physical Fitness and Anthropometric Characteristics in Different Levels of Young Team Handball Players. *The Open Sports Sciences Journal*, 2, 22–28. <https://dx.doi.org/10.2174/1875399X00902010022>

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>