



Antropometria, posició tàctica, paràmetres de rendiment i experiència en el waterpolo: anàlisi de xarxes

Dieisson M. Vasques^{1*} , Guilherme Tucher² , Camila D. De Castro¹, Diego A. Paixão¹ , Paulo F. Bandeira³ i Flávio A. de S. Castro¹ 

¹ Grup de Recerca en Esports Aquàtics, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (Brasil).

² Laboratori de Recerca en Ciències d'Esports Aquàtics (LaPCEA), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (Brasil).

³ Universitat Regional de Cariri (Brasil).



Citació

Vasques, D. M., Tucher G., De Castro, C. D., Paixão D. A., Bandeira, P. F. & Castro, F. A. de S. (2023). Anthropometry, Tactical Position, Performance Parameters and Experience in Water Polo: Network Analysis. *Apunts Educació Física y Deportes*, 152, 62-69. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2023/2\).152.07](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2023/2).152.07)

Editat per:

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

ISSN: 2014-0983

*Correspondència:

Dieisson M. Vasques
dieissonvasques@gmail.com

Secció:

Entrenament esportiu

Idioma de l'original:

Anglès

Rebut:

4 de juliol de 2022

Acceptat:

18 de novembre de 2022

Publicat:

1 d'abril de 2023

Coberta:

Una jove velocista es prepara amb unes sèries en pista per treballar la seva explosivitat.
@Jérôme Aufort/Adobestock

Resum

Aquest estudi va tenir per objectiu comprovar, en l'àmbit del waterpolo, les xarxes formades amb l'antropometria, la posició tàctica dels jugadors i el rendiment en determinades proves de waterpolo, segons l'experiència en la modalitat. També es pretenia comparar les variables de la xarxa entre els jugadors menys experimentats (grup 1 - G1, 24 jugadors) i els més experimentats (grup 2 - G2, 25 jugadors). En l'estudi hi van participar jugadors de waterpolo de quatre equips. Es van mesurar la massa corporal, l'alçada i l'envergadura del braç i es van dur a terme proves d'agilitat (AGIL), salt vertical (SV) i velocitat de llançament (VL). La comparació entre grups es va fer amb la prova *t* de Student per a dades independents i la mida dels efectes es va verificar amb la *d* de Cohen. Es van utilitzar tres mesures de centralitat, en puntuació *z*: influència esperada (IE), centralitat de proximitat (CP) i centralitat de força (CF). Les figures de les xarxes van demostrar les relacions entre les variables de cada grup. Les mides de l'efecte de l'experiència van ser moderades en qüestió de massa corporal i SV. L'amplitud de braç i l'experiència van presentar els valors d'IE més elevats (1.70 i 1.32, respectivament), la qual cosa indica que són les variables més susceptibles d'intervenció. Per al G1, la posició tàctica i el SV van presentar els valors més alts de CP (1.23 i 1.75, respectivament); això indica que les variables es veuen afectades més ràpidament per les intervencions, i la CF (1.14 i 0.77, respectivament), la qual cosa indica al seu torn que són els elements del sistema que tenen relacions més fortes. Per al G2, l'alçada i l'envergadura del braç tenien els valors d'IE més alts (1.05 i 0.91, respectivament). L'envergadura del braç i la massa corporal presentaven els valors de CP més elevats (1.57 i 0.91, respectivament). L'amplitud de braç i l'experiència van tenir els valors de CF més alts (2.16 i 0.69, respectivament). Els jugadors del G2 van formar una xarxa més estable i amb menys relacions que els del G1. En general, el G1 va tenir una xarxa més complexa i el G2, una xarxa menys complexa entre variables; l'antropometria i l'experiència influeixen en (i) el rendiment del jugador de waterpolo a l'hora de fer accions específiques (agilitat, salt i llançament) i (ii) la definició de la posició tàctica del jugador a l'equip.

Paraules clau: avaluació, esport aquàtic, rendiment.

Introducció

El waterpolo és un esport d'equip i d'invasió, l'objectiu principal del qual és envair el sector defensat per l'adversari, arribar a la porteria contrària per marcar i, alhora, protegir la porteria pròpia. Es practica a l'aigua, un medi que presenta incerteses per als practicants; per tant, requereix una adaptació motriu permanent (Lamas et al., 2014). Es necessiten habilitats específiques i nombroses, per la qual cosa els requisits van més enllà de les tècniques clàssiques de natació, és a dir, les quatre braçades. És essencial adquirir un repertori motor més ampli que inclogui canvis de direcció i ritme, acceleracions, frenades, salts, rotacions, bicicleta i maneig de la pilota (Canossa et al., 2009). Aquestes habilitats, que s'expressen de manera complexa en tasques relacionades amb l'agilitat, el llançament, el bloqueig i la passada, també són crucials per a la tàctica del joc.

Les característiques antropomètriques presenten importants correlacions amb accions específiques del waterpolo, com ara la velocitat de llançament, per exemple, i indiquen característiques que s'han de tenir en compte a l'hora de determinar les diferents posicions tàctiques dels jugadors, ja que els boies solen ser més alts i pesants que els extrems, per exemple (Idrizović et al., 2013). El temps d'experiència exerceix una influència important en el rendiment en el waterpolo, en relació amb el domini del medi aquàtic, la percepció de competència i el domini de fonaments tecnicotàctics (Iturriaga, 2015). D'aquesta manera, als països més tradicionals, la iniciació en el waterpolo es produeix abans dels 10 anys i, en les principals competicions internacionals, els equips compten amb jugadors amb una mitjana d'edat superior als 25 anys (Canossa et al., 2009).

En l'esport en general, els paràmetres de rendiment es poden avaluar amb proves específiques (Platanou, 2005). L'avaluació és important per controlar l'entrenament i el rendiment i, mitjançant l'avaluació sistemàtica, és possible predir el rendiment individual i col·lectiu (Quevedo et al., 2015; Menescardi et al., 2019), la qual cosa es traduirà en informació valuosa per a entrenadors i esportistes (Canossa et al., 2009). Sovint, en el waterpolo les proves es duen a terme de manera empírica o, en alguns casos, amb una rellevància poc clara; per tant, es necessiten proves que puguin avaluar habilitats motrius concretes de manera individual i combinada (Veale et al., 2010). L'agilitat, la velocitat de llançament i el salt vertical es consideren les principals habilitats que determinen l'èxit d'un jugador de waterpolo, tal com s'ha registrat

anteriorment (Alcaraz et al., 2011; Platanou, 2005). Aquestes proves presenten, com a objectius principals, respectivament, avaluar l'agilitat (AGIL) dels jugadors de línia, la velocitat de llançament (VL) i el salt vertical (SV) amb l'execució de la bicicleta propulsiva.

Les anàlisis de correlació bivariada predominen en la investigació de les relacions entre els paràmetres de rendiment en el waterpolo (De Castro et al., 2021). No obstant això, els resultats no solen apuntar a les correlacions que es podien esperar des de la teoria. Així doncs, aquestes anàlisis no sembla que mostrin la millor imatge de les relacions entre les diferents variables que influeixen en el rendiment. En aquest cas, una possibilitat d'estudi és l'anàlisi de xarxes, que permet explorar els paràmetres de rendiment de manera individual, col·lectiva i les seves interaccions (Lusher et al., 2010). En aquesta perspectiva, els jugadors i les característiques avaluades es poden veure com a nodes d'una xarxa connectats a través de variables rellevants per al rendiment, que sostenen patrons complexos d'interacció entre companys d'equip. D'aquesta manera, es fa possible obtenir informació detallada de totes les variables analitzades (Ribeiro et al., 2017), sense excloure-les de les anàlisis. En el rendiment esportiu, petites contribucions de variables al rendiment poden modificar tota la xarxa i canviar el rendiment. Així, és possible identificar quines variables influeixen més en els canvis derivats de les intervencions. Tenint en compte la complexitat del waterpolo, es van seleccionar tres mesures de centralitat per a aquest estudi: (i) la influència esperada (IE) indica les variables més susceptibles d'intervenció, a més d'indicar a quines variables és més difícil accedir, les més resistents al canvi; (ii) la centralitat de proximitat (CP) indica quines variables tenen el camí més curt entre les altres, és a dir, quines variables es podrien veure afectades per les intervencions més ràpidament, i (iii) la centralitat de força indica quines variables, en el patró actual de la xarxa, tenen les relacions més fortes.

Considerant (i) les àmplies possibilitats d'anàlisi de xarxes en l'esport, (ii) la necessitat de comprendre les possibles relacions entre els diferents paràmetres que influeixen en el rendiment en el waterpolo i (iii) el possible efecte de l'experiència pràctica sobre el rendiment, els objectius d'aquest estudi van ser: verificar les xarxes formades amb l'antropometria, la posició tàctica dels jugadors i el rendiment en determinades proves, per l'experiència en la modalitat, així com comparar les variables de la xarxa entre els jugadors més i menys experimentats.

Metodologia

Van participar en aquest estudi quaranta-nou jugadors masculins de waterpolo, de quatre equips diferents. Es van dividir en dos grups segons el percentil 50 d'experiència (anys) en campionats d'entrenament de waterpolo. Les posicions tàctiques es van identificar en funció del rendiment dels esportistes en partits i entrenaments, per la qual cosa es van classificar en posicions centrals (marcadors de boia i boies) i posicions perifèriques (extrems i laterals). El grup 1 (menys experimentats, G1) estava format per 24 jugadors (3 centrals i 21 perifèrics). El grup 2 (més experimentats, G2) estava format per 25 jugadors (6 centrals i 19 perifèrics). Els participants entrenaven almenys tres vegades per setmana, entre 90 i 120 minuts per sessió, en els últims 6 mesos anteriors a la recollida, i solien participar en campionats regionals i nacionals. La Taula 1 mostra les freqüències (absolutes/relatives) de les posicions tàctiques de joc dels participants en cada grup.

Taula 1

Freqüència absoluta (i relativa) de les posicions preferides dels participants de cada grup (G1: menys experimentats; G2 més experimentats).

Jugadors	G1, n = 24	G2, n = 25
Centrals	3 (12.5 %)	6 (24 %)
Perifèrics	21 (87.5 %)	19 (76 %)

Aquest estudi va ser avaluat i aprovat pel Comitè Ètic Local de Recerca (36758920.3.0000.5347). Els participants més grans de 18 anys i els pares o tutors dels participants de menys de 18 anys van firmar un formulari de consentiment i els participants de menys de 18 anys van firmar un formulari de consentiment per participar en l'estudi.

Recollida i anàlisi de dades

Es van obtenir dades antropomètriques i informació sobre l'experiència i la posició tàctica abans de les proves a la piscina. Els esportistes van rebre instruccions de no entrenar 24 hores abans de les proves. A més, se'ls va demanar que evitessin, 72 hores abans de les proves, consumir productes amb cafeïna o alcohol. L'alçada, la massa corporal i l'envergadura del braç es van obtenir mitjançant procediments estàndards, amb una cinta mètrica i una bàscula. Els jugadors anaven descalços i portaven només el banyador. Les proves es van aplicar durant tres dies, separats per almenys 24 hores, sempre amb un escalfament estàndard per a la sessió d'entrenament de waterpolo.

Proves

Agilitat

Per obtenir les dades d'AGIL, es va dur a terme la Prova Funcional de Rendiment d'Agilitat (FTAP, per les seves sigles en anglès) (Tucher et al., 2014, 2015, 2016). Els jugadors van seguir la trajectòria de la pilota després de les passades fetes pels jugadors situats en els vèrtexs de l'àrea establerta per a la prova (9 m²). En cada vèrtex, es va col·locar una pilota en un arc flotant. Es van fer tres passades entre els jugadors situats en els vèrtexs. Els jugadors avaluats només coneixien la direcció de la primera passada executada, per la qual cosa, per a la segona i la tercera passada, era necessari un desplaçament ràpid per treure la pilota de l'arc del respectiu jugador del vèrtex que rebia i executava la passada següent. Després de treure la segona pilota, es parava el cronòmetre i es registrava el temps de la prova d'agilitat. Dos entrenadors experimentats van utilitzar dos cronòmetres (Casio, JS-JS-9006P, Japó). Els avaluadors i els participants en la prova van ser informats per avançat sobre els procediments de la prova i es van familiaritzar adequadament amb el protocol. Per no interferir en l'acompliment de la prova, els esportistes no van rebre informació sobre el resultat durant la realització de la FTAP.

Velocitat de llançament

La prova es va adaptar a partir de la proposada per Vila et al. (2009). Els participants van fer un escalfament de 5 minuts i van efectuar passades i llançaments. Els jugadors avaluats van fer llançaments a la porteria a 5 m, simulant un penal, sense porter. En la prova, cada esportista avaluat va fer cinc llançaments amb 1 minut d'interval entre intents. En les situacions en les quals la pilota sortia fora, rebotava a l'aigua abans d'arribar a la porteria o donava al pal, era necessari repetir l'intent. Es va utilitzar un radar (26.5-40 GHz; Bushnell, Estats Units) situat darrere de la porteria per mesurar la velocitat de la pilota després del llançament, tal com descriuen Skoufas et al. (2003).

Salt vertical

Els jugadors van romandre en posició vertical fent bicicleta i remant amb una mà, mentre que l'altre braç quedava estès per sobre de la línia de cap (posició defensiva per bloquejar) durant 5 s, en una àrea l'alçada de la qual es va calibrar prèviament en 200 cm (conversió posterior de píxels a cm). Després, remaven amb les dues mans i es preparaven per executar el salt vertical més alt possible, fent un moviment de cames d'alta intensitat i tocant amb una mà (braç dominant) la planxa el màxim possible (De

Castro et al., 2021; Platanou, 2006). Cada jugador va fer tres intents amb un interval de 5 minuts. Es va utilitzar una càmera de vídeo (60 Hz; VPC-WH1, Sanyo, Japó) sobre trípode. Les imatges de les proves es van analitzar en el programa informàtic de codi font obert Kinovea (www.kinovea.org) i es va obtenir el resultat del salt vertical en centímetres.

Anàlisi estadística

La normalitat de les dades es va verificar amb la prova de Shapiro-Wilk. Es van calcular les mitjanes, les desviacions típiques i els límits de confiança de les mitjanes (95 %) per a les variables escalars. Es van calcular les freqüències absolutes i relatives de les variables categòriques. La comparació de variables escalars, entre el G1 i el G2, es va fer mitjançant la prova *t* de Student per a dades independents ($\alpha \leq .05$). La mida de l'efecte de l'experiència (efecte de grup) sobre les variables escalars es va verificar amb la *d* de Cohen i es va categoritzar segons: de 0 a 0.19, insignificant; de 0.2 a 0.59, petita; de 0.6 a 1.19, moderada; de 1.2 a 1.99, gran; de 2.0 a 3.99, molt gran, i > 4.0 , gairebé perfecta (Hopkins, Will G., 2002).

Per comprovar les possibles associacions entre l'antropometria, la posició tàctica i el rendiment en les proves, es va aplicar la tècnica d'aprenentatge automàtic denominada anàlisi de xarxes. Es van generar mesures de centralitat i es van transformar en puntuacions *z* per comprendre el paper de cada variable en el sistema. En el present estudi, es van utilitzar tres mesures (Epskamp et al., 2012):

(i) Influència esperada (IE): estimada a partir de la magnitud de les arestes negatives i positives que connecten un node amb els altres.

(ii) Centralitat de proximitat (CP): es determina a partir de la inversa de les distàncies d'un node a tots els altres.

(iii) Centralitat de força (CF): suma de tots els pesos dels camins que connecten un node amb els altres.

Pel que fa a les mesures de centralitat, com més s'allunyen de zero, més gran és la rellevància de la variable dins del sistema. En aquest estudi, es va utilitzar el model de camp aleatori "pairwise Markov" per augmentar la precisió de la xarxa de correlació parcial. L'algoritme d'estimació utilitzat

assumeix la interacció més gran del graf veritable. L'algoritme inclou una penalització L1 (regressió per veïnatge ponderat). La ponderació s'aconsegueix mitjançant un operador de selecció i contracció mínima absoluta (LASSO, per les seves sigles en anglès) que controla la dispersió del model (Friedman et al., 2008). Es va utilitzar el criteri d'informació bayesià ampliat (EBIC, per les seves sigles en anglès) perquè és més conservador seleccionar λ a partir del paràmetre de ponderació. L'EBIC utilitza un hiperparàmetre (γ) que determina en quina mesura selecciona models dispersos (Chen, 2008; Foygel i Drton, 2011). El valor de γ sol fixar-se entre 0 i 0.5. Els valors més alts indiquen models més parsimoniosos amb menys arestes. Un valor proper a 0 indica una estimació amb més arestes. Un valor de γ de 0.25 és potencialment útil per a les xarxes exploratòries. Es va utilitzar aquest valor en el present estudi (Foygel i Drton, 2011). El LASSO va ponderar els algoritmes per obtenir la matriu de precisió, que, una vegada normalitzada, representa les associacions entre les variables de la xarxa. Les relacions positives de la xarxa es mostren en verd i les negatives, en vermell. El gruix i la intensitat dels colors representen la magnitud de les associacions. Per a l'anàlisi i la construcció de les xarxes, es van utilitzar els programes SPSS v.20.0 i versió 0.14.1.0.

Resultats

A la Taula 2 es mostren les descripcions i comparacions del temps d'experiència, l'edat, les característiques antropomètriques i els paràmetres de rendiment, així com les mides de l'efecte de l'experiència. El temps d'experiència va presentar: (i) una mida de l'efecte gran sobre l'edat, (ii) insignificant sobre l'alçada i l'envergadura, i (iii) moderada sobre la massa corporal. Quant als paràmetres de rendiment, els efectes dels grups d'experiència van ser: (i) moderats en el salt vertical i (ii) petits en l'agilitat amb la pilota i la velocitat de llançament. Els G2 tenien més edat, més experiència i més pes, i assolien valors de SV superiors al G1.

Les Figures 1 i 2 mostren les xarxes formades per al G1 i el G2, respectivament, utilitzant les variables experiència (EXP), edat (EDAT), alçada (ALÇ), envergadura (ENV), massa corporal total (MCT), posició tàctica (POS), salt vertical (SV), agilitat (AGIL) i velocitat de llançament (VL). Les línies blaves indiquen relacions positives, mentre que les línies vermelloses indiquen relacions negatives. El gruix de cada línia indica la força de la relació.¹

¹ Complementàriament, la matriu de correlacions es troba a l'Apèndix d'aquest manuscrit.

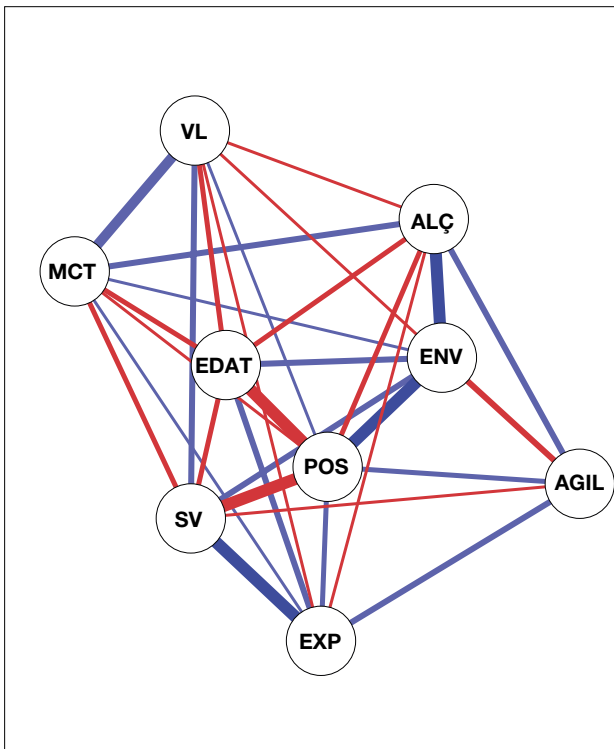
Taula 2

Mitjanes, desviacions típiques, límits de confiança de les mitjanes (95 %), comparacions i d de Cohen i categoria respectiva de l'efecte dels grups per al temps d'experiència, l'edat, les característiques antropomètriques i els paràmetres de rendiment (G1: menys experimentats; G2 més experimentats).

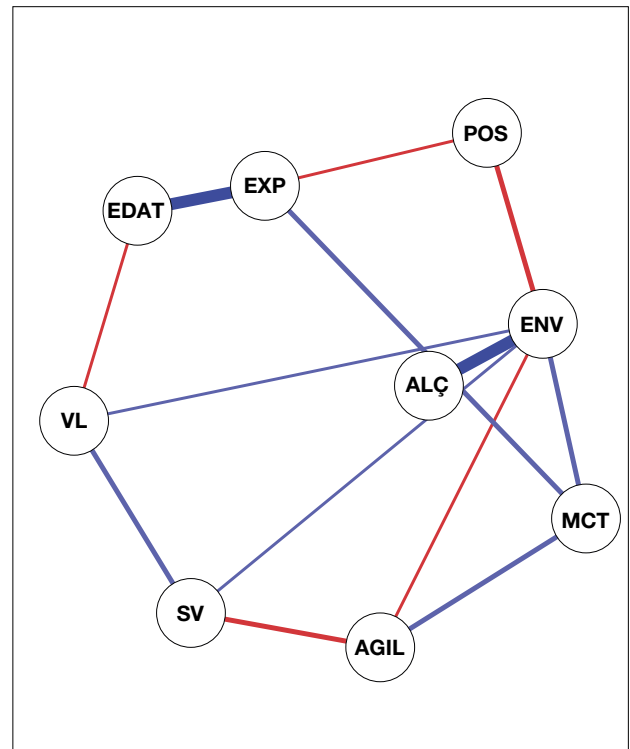
	G1, n = 24	G2, n = 25	t valor de p	Efecte d de Cohen
Temps d'experiència (anys)	4.7 ± 1.0 de 4.3 a 5.2	13.0 ± 6.7 de 10.2 a 15.7	-6.0 <.001	1.7 gran
Edat (anys)	17.9 ± 5.7 de 15.4 a 20.3	26.5 ± 8.6 de 22.5 a 30.1	-4.1 .001	1.8 gran
Alçada (cm)	180.0 ± 5.8 de 177.5 a 182.5	179.1 ± 5.8 de 177.5 a 182.5	0.51 .60	0.15 insignificant
Envergadura del braç (cm)	185.6 ± 5.2 de 183.4 a 187.8	185.0 ± 7.2 de 182.0 a 188.0	0.31 .75	0.09 insignificant
Massa corporal total (kg)	74.6 ± 8.2 de 71.1 a 78.1	81.0 ± 13.4 de 75.4 a 86.6	-1.9 .05	0.82 moderat
Agilitat (s)	3.8 ± 0.2 de 3.7 a 3.9	3.7 ± 0.3 de 3.5 a 3.8	1.61 .11	0.39 petit
Velocitat de llançament (m·s ⁻¹)	17.8 ± 1.2 de 17.2 a 18.3	18.2 ± 1.6 de 17.5 a 18.9	-1.0 .31	0.28 petit
Impulsió vertical (cm)	132.1 ± 10.9 de 127.4 a 136.7	141.0 ± 16.0 de 134.4 a 147.7	-2.2 .027	0.65 moderat

Figura 1

Xarxa formada en el G1 (jugadors menys experimentats): EXP (experiència), EDAT (edat), ALÇ (alçada), ENV (envergadura del braç), MCT (massa corporal total), POS (posició), SV (salt vertical), AGIL (agilitat) i VL (velocitat de llançament). Les línies blaves indiquen relacions positives, mentre que les línies vermelloses indiquen relacions negatives. El gruix de cada línia indica la força de la relació; n = 24.

**Figura 2**

Xarxa formada en el G2 (jugadors més experimentats): EXP (experiència), EDAT (edat), ALÇ (alçada), ENV (envergadura del braç), MCT (massa corporal total), POS (posició), SV (salt vertical), AGIL (agilitat) i VL (velocitat de llançament). Les línies blaves indiquen relacions positives, mentre que les línies vermelloses indiquen relacions negatives. El gruix de cada línia indica la força de la relació; n = 25.



Taula 3

Mesures de centralitat per al G1 (menys experimentats; n = 24) i el G2 (més experimentats; n = 25).

	IE		CP		CF	
	G1	G2	G1	G2	G1	G2
POS	-1.00	-1.77	1.23	0.56	1.75	-0.40
EXP	1.32	0.86	-0.13	0.38	-0.43	0.69
EDAT	-1.21	0.30	0.21	-0.15	0.31	0.65
ALÇ	-0.02	1.05	0.48	0.13	0.21	-0.20
ENV	1.70	0.91	0.66	1.57	0.64	2.16
MTC	0.35	0.65	-1.02	0.91	-0.85	-0.65
SV	-0.81	-0.57	1.14	-1.54	0.77	-0.79
AGIL	-0.08	-1.07	-1.20	-0.96	-1.19	-0.49
VL	-0.22	-0.38	-1.38	-0.91	-1.19	-0.94

IE: Influència esperada; CP: Centralitat de proximitat; CF: Centralitat de força

A la Taula 3 es mostren les mesures de centralitat per al G1 i el G2 en relació amb la posició tàctica, l'experiència, l'edat, l'alçada, l'envergadura, la massa corporal total, SV, AGIL i VL.

Discussió

Aquest estudi va comprovar les xarxes formades entre l'antropometria, la posició tàctica dels jugadors i el rendiment en proves específiques de waterpolo segons l'experiència en la modalitat; així mateix, va comparar les variables de la xarxa entre els grups amb més i menys experiència. Entre els resultats d'aquest estudi, destaquen els següents: (i) l'anàlisi gràfica de les xarxes va il·lustrar la connectivitat més gran de les variables per al G1 i va indicar un nivell de complexitat més baix entre les variables per al G2; i (ii) la influència d'EXP en els paràmetres d'antropometria i rendiment es va plasmar en mides de l'efecte moderades per a massa corporal i SV, respectivament. En comparació, el G2 tenia valors més alts d'edat, massa corporal total i SV que el G1.

Per assolir un bon nivell tècnic en el waterpolo, es requereixen almenys 15 anys d'experiència competitiva. Aquesta afirmació es basa en l'anàlisi que els millors equips internacionals tenen jugadors amb una mitjana d'edat superior als 25 anys i la iniciació en el waterpolo, als països més tradicionals i guanyadors, es produeix fins i tot abans dels 10 anys (Canossa et al., 2009). Així doncs, l'experiència exerceix una influència preponderant sobre el rendiment en la modalitat. En aquest estudi, només vam poder trobar una mida de l'efecte de l'experiència

moderada sobre la massa corporal total i el SV. No obstant això, respecte a la interpretació de la mida de l'efecte, Cohen (1988) va indicar que una mida de l'efecte moderada representa una magnitud evident a simple vista per a un investigador atent; així, d'alguna manera s'ha de tenir en compte la influència sobre la variable observada (Espírito Santo i Daniel, 2017). El SV es presenta com un paràmetre decisiu per assolir un rendiment excel·lent en el waterpolo, ja que influeix en la capacitat per executar passades, llançaments ofensius i bloquejos (Platanou, 2005). En aquest cas, l'experiència indica que és rellevant per a aquesta capacitat.

Diversos estudis proven d'investigar els factors que poden influir en el rendiment en el waterpolo amb anàlisis de correlació. Per exemple, en l'estudi de De Castro et al. (2021) es van analitzar tres paràmetres de rendiment en jugadors brasilers de waterpolo: AGIL, SV i VL. Els resultats van indicar una correlació positiva d'AGIL amb SV i VL. Tot i així, no va ser possible identificar un patró per als millors esportistes en les tres variables analitzades conjuntament. En l'estudi de Zinner et al. (2015), amb jugadors de la selecció alemanya, es va avaluar el rendiment en l'execució de la bicicleta, proves de força isomètrica i dinàmica, i proves específiques de waterpolo. Es van observar correlacions positives entre força muscular i un alt rendiment en l'execució de la bicicleta, la conseqüència de la qual és una velocitat més gran en el llançament.

Els jocs esportius, els equips i els esportistes s'han vist recentment com a sistemes adaptatius complexos el comportament dels quals està influït per les restriccions

ambientals, individuals i de la tasca (Pol et al., 2020). Des d'aquesta perspectiva, el waterpolo es pot entendre com un fenomen complex, ja que conté variables de diferent naturalesa que influeixen en el rendiment: valors antropomètrics, tàctiques, tècniques. Per això, han de ser sensibles als canvis i mostrar comportaments que no siguin lineals. Per interpretar les diferents variables en relació amb el rendiment en el waterpolo, l'anàlisi de xarxes sembla traduir millor aquestes interaccions, és a dir, de manera integrada, per poder observar totes les relacions susceptibles d'influir en el comportament per a diferents nivells de rendiment.

En aquest estudi, a través de l'anàlisi gràfica de les xarxes, va ser possible identificar les relacions entre les variables de cada grup d'experiència. A més, es van identificar diferències entre els grups: la primera es refereix al patró de xarxa presentat pel grup d'esportistes menys experimentats (G1) en comparació amb el grup d'esportistes més experimentats (G2). La Figura 1 indica una xarxa amb un nivell de complexitat més gran (G1), amb interaccions estretes i múltiples, un escenari que suggereix que els esportistes amb menys experiència tenen un nombre més elevat de variables sensibles als canvis. D'altra banda, la Figura 2 indica una xarxa amb un patró diferent per als esportistes més experimentats (G2), amb una distància superior entre les variables de rendiment, que sembla que són més fixes. En conseqüència, semblen més resistents al canvi. Aquests resultats, tenint en compte les possibles respostes dels jugadors joves a l'entrenament, sembla que reforcen la possibilitat que l'experiència exerceixi un paper important, sobretot perquè proporcionen pràctiques innombrables i diverses en esportistes joves.

Els valors d'IE, relatius als paràmetres de rendiment, indiquen que, per al G1, AGIL (-0.08) és la variable d'accés més difícil i amb una capacitat inferior de ser objecte d'intervencions directes. En el G1, va ser possible identificar la importància de l'experiència per a totes les variables de la xarxa (1.32). Quant als paràmetres antropomètrics, per al G2 les principals variables van ser l'envergadura del braç (1.05) i l'alçada (0.91). Per al G1, la variable indicada més destacada va ser l'envergadura del braç (1.70). Quant a la CP, tenint en compte els paràmetres de rendiment, els valors indiquen que per al G1, el SV (1.14) és la variable més pròxima a l'altra en la xarxa. En conseqüència, una intervenció podria fer efecte sobre el SV ràpidament. Quant a la posició tàctica, el G1 i el G2 van presentar, respectivament, 1.23 i 0.56. Els valors suggereixen que, en el cas del G1, la posició tàctica és més sensible als canvis. Aquest resultat pot indicar la baixa especialitat de l'acció en relació amb el paper que han d'exercir els jugadors menys experimentats. Quant als paràmetres antropomètrics, destaca

el valor presentat per a l'envergadura del braç (1.57) i la massa corporal (0.91) en el G2. Els valors de CF, en els paràmetres de rendiment, indiquen que per al G1 SV (0.77) té relacions més fortes en l'estàndard de xarxa actual. En relació amb la posició tàctica, el G1 i el G2 van presentar, respectivament, 1.75 i -0.40. Quant a l'experiència, també hi va haver diferències entre els grups. El G1 i el G2 van presentar, respectivament, -0.43 i 0.69. Quant als paràmetres antropomètrics, destaca el valor presentat per a l'envergadura (2.16) en el G2. Aquest resultat indica la magnitud de les relacions entre l'envergadura i les altres variables. Així doncs, els paràmetres antropomètrics es poden considerar essencials perquè els entrenadors determinin les posicions tàctiques dels seus esportistes als seus equips.

L'anàlisi integrada amb diverses variables, que busca verificar la complexa relació dels diversos paràmetres que poden influir en el rendiment de waterpolo, només és possible amb anàlisis com la que s'ha utilitzat en aquest estudi. En el waterpolo, ja s'han demostrat anteriorment relacions aïllades entre paràmetres antropomètrics i rendiment (Platanou i Varamenti, 2011) i amb paràmetres de rendiment (De Castro et al., 2021), per exemple. Tot i així, aquestes anàlisis es limiten a l'eliminació de l'anàlisi conjunta de paràmetres seleccionats que podrien, d'alguna manera, interferir en el rendiment. Els resultats del present estudi permeten, d'inici, fer aquesta anàlisi en funció de la complexitat de la modalitat. No obstant això, és possible indicar algunes limitacions del present estudi: la participació d'un nombre reduït de jugadors que ocupen una posició central, la falta d'anàlisis antropomètriques més específiques, i la falta d'anàlisis efectuades en situacions de joc.

Conclusió

Mitjançant l'anàlisi de xarxes, va ser possible visualitzar el nivell de complexitat i la magnitud de les interaccions entre les variables antropomètriques i de rendiment en el waterpolo per a grups amb diferents anys d'experiència. Per al grup menys experimentat (G1), la intensitat més gran entre les relacions (és a dir, la formació d'una xarxa més complexa amb més connectivitat entre nodes) indicava que els jugadors en formació tenen més variables sensibles a les intervencions i canvis que els jugadors més experimentats. Per als més experimentats (G2), una connectivitat entre nodes inferior (menys complexitat) indica variables més fixes i resistents als canvis. En general, l'antropometria i l'experiència influeixen en (i) el rendiment del jugador de waterpolo a l'hora de fer accions específiques (agilitat, salt i llançament) i (ii) la definició de la posició tàctica del jugador dins l'equip.

Referències

- Alcaraz, P. E., Abroades, J. A., Ferragut, C., Rodriguez, N., Argudo, F. M., & Vila, H. (2011). Throwing velocities, anthropometric characteristics, and efficacy indices of women's european water polo subchampions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(11), 3051–3058. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318212e20f>
- Argudo Iturriaga, F. M., de la Vega Marcos, R., & Ruiz Barquín, R. (2015). Perception of Success and Athletic Performance of a Water Polo Goalkeeper. *Apunts Educación Física y Deportes*, 122, 21-27. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2015/4\).122.02](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2015/4).122.02)
- Canossa, S., Garganta, J., & Fernandes, R. (2009). Pólo Aquático: Conteúdos de Ensino e Princípios do Jogo – Water Polo: The Teaching Contents and the Game Principles. In Argudo FM (ed). *Investigación en waterpolo (2004-2009)* (pp. 7-22). Madrid: Editorial Azarbe.
- Chen, W. C. (2008). Nonlinear dynamics and chaos in a fractional-order financial system. *Chaos, Solitons and Fractals*, 36(5), 1305–1314. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2006.07.051>
- Cohen (1988) *Statistical Power for the behavioural science*, 273-406. New York: Lawrence Erlbaum Associates.
- De Castro, C. D., Tucher, G., Paixão, D. A., Vasques, D. M., Garrido, N. D., & de Souza Castro, F. A. (2021). Agility, vertical jump, and shot velocity of Brazilian water polo players: correlations and top performances analysis. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.21.12318-7>
- Epskamp, S., Cramer, A. O., Waldorp, L. J., Schmittmann, V. D., & Borsboom, D. (2012). qgraph: Network Visualizations of Relationships in Psychometric Data. *Journal of Statistical Software*, 48(4), 1–18. <https://doi.org/10.18637/jss.v048.i04>
- Espírito Santo, H., & Daniel, F. (2017). Calcular e apresentar tamanhos do efeito em trabalhos científicos (2): Guia para reportar a força das relações. *Revista Portuguesa de Investigação Comportamental e Social*, 3(1), 53–64. <https://doi.org/10.7342/ismt.rpics.2017.3.1.48>
- Foygel, R., & Drton, M. (2011). *Bayesian model choice and information criteria in sparse generalized linear models*. 1–37. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1112.5635>
- Friedman, J., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2008). Sparse inverse covariance estimation with the graphical lasso. *Biostatistics*, 9(3), 432–441. <https://doi.org/10.1093/biostatistics/kxm045>
- Hopkins, Will G. "A scale of magnitudes for effect statistics." *A new view of statistics* 502 (2002): 411. (n.d.). Retrieved February 9, 2022, from https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=Hopkins.+W.+G.+%282002%29.+A+scale+of+magnitudes+for+effect+statistics.+A+new+view+of+statistics+%5BInternet%5D.+2002.%5BAccess+Sept+26.+2016%5D.&btnG=
- Idrizović, K., Uljević, O., Ban, D., Spasić, M., & Rausavljević, N. (2013). Sport-specific and anthropometric factors of quality in junior male water polo players. *Coll Antropol.* 2013 Dec;37(4):1261-6. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24611343/>
- Lamas, L., Barrera, J., Otranto, G., & Ugrinowitsch, C. (2014). Invasion team sports: Strategy and match modeling. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 14(1), 307–329. <https://doi.org/10.1080/24748668.2014.11868723>
- Lusher, D., Robins, G., & Kremer, P. (2010). The application of social network analysis to team sports. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 14(4), 211–224. <https://doi.org/10.1080/1091367X.2010.495559>
- Menescardi, C., Estevan, I., & Hernández, A. M. (2019). Estudio observacional en water polo olímpico. *Apunts Educación Física y Deportes*, 136, 100-112. [http://dx.doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2019/2\).136.07](http://dx.doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2019/2).136.07)
- Platanou, T. (2005). On-water and dryland vertical jump in water polo players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 2005 Mar;45(1):26-31. <https://www.researchgate.net/publication/7557820>
- Platanou, T. (2006). Simple 'in-water' vertical jump testing in water polo. *Kinesiology*, 38(1), 57–62.
- Platanou, T., & Varamenti, E. (2011). Relationships between anthropometric and physiological characteristics with throwing velocity and on water jump of female water polo players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 51(2), 185–193.
- Pol, R., Balagué, N., Ric, A., Torrents, C., Kiely, J., & Hristovski, R. (2020). Training or Synergizing? Complex Systems Principles Change the Understanding of Sport Processes. *Sports Medicine - Open*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s40798-020-00256-9>
- Quevedo, L. J., Padrões, A. B., Solé, J. i., & Cardona, G. T. (2015). Entrenamiento perceptivo cognitivo con el neurotracker 3D-MOT para potenciar el rendimiento en tres modalidades deportivas. *Apunts Educación Física y Deportes*, 119, 97-108. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2015/1\).119.07](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2015/1).119.07)
- Ribeiro, J., Silva, P., Duarte, R., Davids, K., & Garganta, J. (2017). Team Sports Performance Analysed Through the Lens of Social Network Theory: Implications for Research and Practice. *Sports Medicine*, 47(9), 1689–1696. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0695-1>
- Skoufas, D., Stefanidis, P., Michailidis, C., Hatzikotoulas, K., Kotzamanidou, M., & Bassa, E. (2003). The effect of handball training with under-weighted balls on the throwing velocity of novice handball players. *Journal of Human Movement Studies*, 44(2), 157–171.
- Tucher, G., Castro, F. A. de S., da Silva, A. J. R. M., & Garrido, N. D. (2016). Sensitivity and validity of a functional test for agility performance in water polo players. *Kinesiology* 48(1): 124-131. <https://doi.org/10.26582/k.48.1.3>
- Tucher, G., De Souza Castro, F. A., Da Silva, A. J. R. M., & Garrido, N. D. (2015). The functional test for agility performance is a reliable quick decision-making test for skilled water polo players. *Journal of Human Kinetics*, 46(1), 157–165. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0044>
- Tucher, G., De Souza Castro, F. A., Garrido, N. D., & Da Silva, A. J. R. M. (2014). The reliability of a functional agility test for water polo. *Journal of Human Kinetics*, 41(1), 181–190. <https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0046>
- Veale, J. P., Pearce, A. J., & Carlson, J. S. (2010). Reliability and validity of a reactive agility test for Australian football. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(2), 239–248. <https://doi.org/10.1123/ijspp.5.2.239>
- Vila, H., Ferragut, C., Argudo, F. M., Abroades, J. A., Rodríguez, N., & Alacid, F. (2009). Relationship between anthropometric parameters and throwing velocity in water polo players. *Journal of Human Sport and Exercise*, 4(1), 57–68. <https://doi.org/10.4100/jhse.2009.41.07>
- Zinner, C., Sperlich, B., Krueger, M., Focke, T., Reed, J., & Mester, J. (2015). Strength, endurance, throwing velocity and in-water jump performance of elite German water polo players. *Journal of Human Kinetics*, 45(1), 149–156. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0015>

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>