

LIBRO DE ACTAS



*PRESENCIAL Y ONLINE 20 y 21 de mayo de 2022

VI CONGRESO INTERNACIONAL OPTIMIZACIÓN DEL ENTRENAMIENTO Y READAPTACIÓN FÍSICO-DEPORTIVA





ÍNDICE

- **SUBJECTIVE AND OBJECTIVE INTERNAL LOADS AFTER FIVE SUCCESSIVE BADMINTON MATCHES ACCUMULATION IN A NATIONAL COMPETITION.** De página 3 a página 10
- **ANÁLISIS DE LA CONTRIBUCIÓN DE LOS INDICADORES DE RENDIMIENTO Y SU IMPORTANCIA MEDIANTE LA TÉCNICA DE MACHINE LEARNING PCA DURANTE 2018 FIFA WORLD CUP** De página 11 a página 15
- **COMPARACIÓN DE LAS DEMANDAS FÍSICAS EN COMPETICIÓN DE FUTBOLISTAS PROFESIONALES VS. SEMI-PROFESIONALES** De página 16 a página 22
- **CAN LONG-TERM ATHLETIC TRAINING COMPENSATE AGE-RELATED POWER DECLINE?** De página 23 a página 29
- **EFFECTS OF HEAVY LOADS VS LOWER LOADS ON QUADRICEPS MUSCLE ARCHITECTURE IN TEAM SPORTS PLAYERS: A META-ANALYSIS.** De página 30 a página 36
- **LA PÉRDIDA DE VELOCIDAD COMO VARIABLE PARA CONTROLAR EL VOLUMEN DE ENTRENAMIENTO EN EL EJERCICIO DE DOMINADAS** De página 37 a página 43
- **EFFECTS OF AN 8-WEEK STRENGTH TRAINING PROGRAM ON STAIR-CLIMBING EXERCISE PERFORMANCE AND LOWER LIMB STRENGTH IN PROFESSIONAL FIREFIGHTERS** De página 44 a página 47
- **¿ES IMPORTANTE EL EJERCICIO FÍSICO EN MUJERES CON CÁNCER DE MAMA?** De página 48 a página 53





SUBJECTIVE AND OBJECTIVE INTERNAL LOADS AFTER FIVE SUCCESSIVE BADMINTON MATCHES ACCUMULATION IN A NATIONAL COMPETITION.

Carlos Rubio Arrabal

1 Faculty of Education, Psychology and Sport Sciences, University of Huelva (Spain).

2 Andalusian Centre Specialized for Sports Technification (CAETD) in Badminton (Spain).

Francisco J. Barrera Domínguez

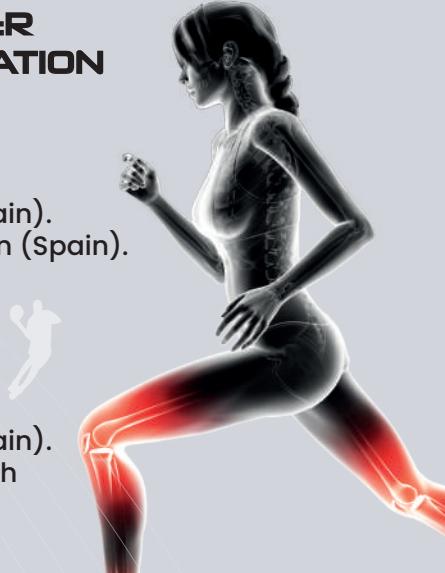
1 Faculty of Education, Psychology and Sport Sciences, University of Huelva

(Spain); francisco.barrera@ddi.uhu.es.

Jorge Molina López

1 Faculty of Education, Psychology and Sport Sciences, University of Huelva (Spain).

3 Institute of Nutrition and Food Technology, Biomedical Research Centre, Health Sciences. Technological Park, University of Granada (Spain).



ABSTRACT

Introduction →

Most badminton tournaments schedule include several rounds of matches played in succession, so badminton players can play several matches on the same day, especially in youth categories. The aim of this study was to examine the effect of the accumulation of 5 successive matches upon the self-perceived effort, the muscle soreness, the recovery capacity and the lower limb strength during a day of a National badminton tournament.

Methods →

Eleven youth athletes were tested (age: 15 ± 0.7 years) were evaluated in a real U-17 badminton competition: self-perceived effort, session RPE, visual analog scale, total quality recovery scale, countermovement jump, drop jump peak heights and reactive strength index were assessed as subjective and objective internal load.

Results →

Compared with the first match, self-perceived effort, session RPE and visual analog scale scores were higher ($p < 0.05$; ES=large) and countermovement jump and drop jump lower in the last matches of the day (all $p < 0.05$; ES=large effect). Visual analog scale values increased after matches 1, 4 and 5 compared to pre-match values ($p < 0.05$; ES=large effect). A positive relationship was observed between session RPE, and the number of points ($p < 0.01$) and sets played in the matches ($p < 0.05$).

Conclusions →

Internal load indicators such as perceived effort, session RPE and visual analog scale appear to be useful tools for assessing internal fatigue in a real badminton competition involving five matches on the same day, followed by drop jump as objective internal load indicator.



Universidad
de Huelva



FAB
FEDERACIÓN
ANDALUZA
DE BÁDMINTON



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

Keywords →

Racket sport; session RPE; internal load; performance; youth.



SUBJECTIVE AND OBJECTIVE INTERNAL LOADS AFTER FIVE SUCCESSIVE BADMINTON MATCHES ACCUMULATION IN A NATIONAL COMPETITION.

Carlos Rubio Arrabal, Francisco J. Barrera Domínguez
 Jorge Molina López



Introduction ➔

Badminton players must achieve excellent levels of physical performance to be successful during competition. Badminton is a racket sport characterized by high-intensity, intermittent efforts and repeated movements. Most badminton tournaments schedule include several rounds of matches played in succession, so badminton players can play several matches on the same day, especially in youth categories. Therefore, monitoring athlete response to fatigue during competition would reveal the tournament requirements, facilitating preparation and guiding athletes and coaches towards practices that could lead to increased athletic performance (Phomsoupha et al., 2019). Authors have attempted to relate the fatigue and recovery produced during a competition and the internal load, being suggested the total quality recovery test (TQR), the rate of perceived exertion (RPE), session rating of perceived session effort (sRPE) and the visual analog scale (VAS) as useful indicators for monitoring subjective internal load (Coyne et al., 2018). For objective internal load measurement, jump strength, as in countermovement jump (CMJ), has been shown to be a suitable, non-invasive method for quantifying acute neuromuscular changes and fatigue in the lower limbs (Heishman et al., 2020) – though the data found in the literature vary depending on the type of sport analyzed. Recent data from elite junior badminton players reported no significant differences in perceived exertion, muscle pain or lower limb strength determined by CMJ after two accumulated matches in a real badminton competition (Moreno-Perez et al., 2020). In contrast, although a single match did not lead to a reduction in jump peak height through CMJ in a real competition, vertical strength impairment was observed by the accumulation of competitive rounds in a National Championship but older aged athletes (Abian-Vicen et al., 2014). Thus, the data found in the scientific literature regarding the effect of successive matches, especially in badminton field, on subjective and objective measurements of internal load are controversial and inconsistent. The mentioned statements have not elucidated in a real competition with more than two matches. Thus, the present study examines the effect of the accumulation of 5 matches on the subjective perception of effort, the muscle soreness, the recovery capacity, and the lower limb strength during a day of a national badminton tournament in youth athletes.

Methods ➔

Participants

A total of 11 youth badminton players (6 males, 5 females, 45%) with a mean age, height and weight of 15.1 ± 0.7 years, 172.2 ± 7.81 cm and 63.3 ± 9.77 kg were voluntarily recruited from two Specialized Centers for Sports Technification (CETD). The present study was conducted according to the principles of the Declaration of Helsinki. Written informed consent was obtained from all participants, and the study was approved by the local Research Ethics Committee.



SUBJECTIVE AND OBJECTIVE INTERNAL LOADS AFTER FIVE SUCCESSIVE BADMINTON MATCHES ACCUMULATION IN A NATIONAL COMPETITION.

Carlos Rubio Arrabal, Francisco J. Barrera Domínguez
 Jorge Molina López



Design and procedures

A cross-sectional, observational and descriptive study was designed to determine the evolution of both subjective and objective internal load-related parameters before and after throughout 5 matches in a one-day U-17 national competition, and its influence on badminton-specific performance. Subjective and objective methods were selected to obtain internal load parameters. The measurements were performed during a badminton competition scoring for the National Ranking at the beginning of the competitive season in October 2020. The athletes played a total of 5 consecutive matches throughout the same day (9:00 am to 9:00 pm) during a real competition and scoring for the National Ranking. The measurements were taken both before (pre-match) and after (post-match) each match played. The pre-match measurement was performed just after the warm-up and approximately 5 minutes before the match started (VAS, TQR, CMJ and DJ). Post-match measurements in turn were immediately taken at the end of the match (VAS, RPE, sRPE, CMJ and DJ). Both the pre- and the post-match measurements were performed in the same order.

Measures

► Badminton match characteristics

The matches characteristics were collected from a specific badminton tournament software (Badminton Tournament Manager, Visual Reality version 2.0) used by an experienced match control to manage the tournament peace and collect data about the matches.

► Internal match load assessment

Self-reported internal load was assessed using sRPE at the end of each match. For this purpose, the measurement was made based on a RPE scale from 0 to 10. This value was then multiplied by the corresponding match duration in minutes, indicating the total match load (sRPE) in Arbitrary Units (AU).

► Muscle soreness assessment

To determine the level of muscle soreness in the lower limbs, the VAS scale was used both pre- and post-match. This scale consisted of a 100 mm line on which the athletes were instructed to mark a transversal line with a pen. Bearing in mind that the beginning of the line meant "no pain" and the end "unbearable pain", the athlete had to mark the point within the range with which he/she best identified muscle fatigue in his/her legs at that moment. The final value was the distance in mm from the beginning of the line to the mark made by the athlete.

► Total quality recovery (TQR)

To monitor the psycho-physiological recovery of the athletes between matches, the TQR scale was used. Before the start of each match, each athlete was required to report the subjective value within a numerical score from 6 to 20 that best represented his/her recovery status.



SUBJECTIVE AND OBJECTIVE INTERNAL LOADS AFTER FIVE SUCCESSIVE BADMINTON MATCHES ACCUMULATION IN A NATIONAL COMPETITION.

Carlos Rubio Arrabal, Francisco J. Barrera Domínguez
Jorge Molina López



► Lower limb muscle strength assessment

The countermovement jump (CMJ) and drop jump (DJ) tests were performed (Chronojump BoscoSystem®, Barcelona, Spain). Both jumps were performed bilaterally, and the athletes were instructed to jump with their hands on their waists to limit contribution of the upper limbs to jump height. If the jump was not considered valid it had to be repeated after a brief rest. The reactive strength index (RSI) was also calculated using the flight time to contact time ratio – both times drawn to the DJ test.

► Statistical Analyses

Data analyses were performed using the SPSS version 25 (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA). Data were expressed as means and standard deviations (SD). The normality of the data was tested using the Shapiro-Wilks test. The student t-test for paired samples was used to determine the mean differences between paired observations. Statistical differences were calculated, and the precision of the estimates was indicated with a 95% confidence interval. Cohen's d coefficient determined the magnitude of the differences. Pearson's correlation coefficients (r) were calculated to examine the relationship between the match characteristics and the athlete performance variables of interest. Statistical significance was set as p value less than 0.05.

Results ➔

Table 1 shows subjective and objective internal loads measurements throughout 5 matches. Badminton players progressively increased RPE from the second match, with a large increase between the post-match values of matches 2 and 4 ($p<0.05$; $ES=0.99$), as well as with post- match values 5 (all $p<0.05$; $ES=0.83$ to 0.99). For the SRPE values, those were significantly higher in the first match, in match 4, and match 5 (all $p<0.05$; $ES=1.18$ to 1.41) compared with the second match, with the last showing the highest values. With regard to objective internal load, a large increase in CMJ peak height was observed from post-matches 1 and 2 with match 5 (all $p<0.05$; $ES=1.17$ to 1.38). For DJ, large reductions in peak height were recorded between post-matches 2 and 4, as well as a large effect reduction between post-matches 2 and 5 ($p<0.05$; $ES=0.94$ and 1.63 , respectively). Likewise, for the pre-match DJ values, large reductions in DJ peak height were found between pre-matches 2 and 5, pre-matches 3 and 4 and pre-matches 3 and 5 (all $p<0.05$; $ES=0.93$ and 1.17 , respectively). Finally, for VAS, differences were observed between post-matches 2 and 4 ($p<0.05$; $ES=1.11$), with the fourth match with the highest scores. In regard to pre-post-match analysis, no significant changes were observed for any of the analyzed study outcomes for lower limb strength parameters. In relation to VAS, a significant increase was observed as the competition evolved in both the pre-match and the post-match values, with a statistically significant increase between the average of all the pre-match and post-match values ($p<0.05$). Specifically, large effects were observed between the pre-match and post-match values in matches 1, 4 and 5 (all, $p<0.05$; $ES=1.17$ to 1.81).



SUBJECTIVE AND OBJECTIVE INTERNAL LOADS AFTER FIVE SUCCESSIVE BADMINTON MATCHES ACCUMULATION IN A NATIONAL COMPETITION.

Carlos Rubio Arrabal, Francisco J. Barrera Domínguez
Jorge Molina López



Variable	Match 1	Match 2	Match 3	Match 4	Match 5	Mean
	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)
RPE (AU)	7.33 (1.59)	5.21 (2.16) ^{b3}	6.26 (2.41)	7.29 (1.64) ^{b3}	7.12 (1.76) ^{b3}	6.64 (1.91)
sRPE (AU)	195.0 (96.1) ^{a3}	94.4 (95.0) ^{a3,b3}	187.7(100.5)	254.9 (130.8) ^{b3}	240.5 (117.5) ^{b3}	194.5 (108.0)
TQR (AU)	16.1 (3.06)	15.3 (3.95)	16.1 (2.52)	14.2 (2.86)	16.0 (2.45)	15.4 (2.86)
CMJ (cm)						
Pre-match	29.6 (7.03)	29.31 (6.71)	29.2 (7.12)	28.7 (6.75)	29.2 (6.27)	29.2 (6.78)
Post-match	30.1 (5.27) ^{a3}	28.3 (7.38) ^{a3,b3}	28.7 (5.83)	28.6 (4.87)	29.4 (6.70) ^{b3}	29.0 (6.01)
DJ (cm)						
Pre-match	24.8 (3.92)	25.8 (5.50) ^{b3}	25.1 (3.80) ^{c3}	22.4 (2.74) ^{c3}	22.9 (3.12) ^{b3,c3}	24.2 (3.82)
Post-match	25.3 (4.08)	25.7 (4.57) ^{b3}	24.2 (4.32) ^{b3}	24.5 (5.00) ^{b3}	23.7 (4.07) ^{b3}	24.7 (4.41)
RSI						
Pre-match	1.77 (0.48)	2.08 (0.42)	1.97 (0.47)	1.85 (0.39)	1.84 (0.25)	1.90 (0.49)
Post-match	1.81 (0.39)	1.95 (0.53)	1.96 (0.34)	2.00 (0.68)	1.80 (0.51)	1.90 (0.40)
VAS (mm)						
Pre-match	25.9 (19.8)	36.9 (29.0)	34.1 (29.1)	37.6 (23.5)	41.5 (23.1)	35.2 (24.9)
Post-match	54.0 (23.4) ^{*3}	42.0 (23.9) ^{b3}	53.1 (26.3)	60.7 (13.9) ^{*3,b3}	54.7 (20.8) ^{*3}	52.9 (21.7)^{*3}

Table 1. Comparative analysis of the physical performance outcomes before and after match throughout one-day competition.

Abbreviations: RPE, Rate of perceived exertion; sRPE, session RPE; TQR, total quality recovery test; AU, Arbitrary units; CMJ, countermovement jump; DJ, drop jump; RSI, reactive strength index; VAS, fatigue visual analog scale. Data are expressed as mean and standard deviation. Paired-t student test was used for inter and intragroup analysis. * = Statistically significant differences ($p < 0.05$) in the pre-post-match analysis. Statistically significant differences ($p < 0.05$) for match analysis comparison: a = Match 1 vs rest of matches; b = Match 2 vs rest of matches; c = Match 3 vs rest of matches; d = Match 4 vs rest of matches; e = Match 5 vs rest of matches; f = Mean pre vs Mean post. Cohen's d coefficient determined the magnitude of the differences: 1 = small effect (<0.4); 2 = moderate effect (0.41-0.7); 3 = large effect (>0.7).

Table 2 reports the relationship between the match characteristics and physical performance. Regarding the internal load variables, a moderate-strong association was observed between sRPE and playing time in match 1, match 2, match 4 and match 5 (all, $p < 0.05$); the number of sets played in match 2, match 3, match 4 and match 5 (all, $p < 0.05$); and the points played in match 4 and match 5. In turn, TQR was associated with the points played in match 3 ($p=0.001$). Finally, VAS was moderately related to the number of sets played in match 5 ($p=0.035$). With respect to objective load, in the case of CMJ an indirect association was observed to the number of sets played in match 5 ($p=0.044$), the rest time in match 4 ($p = 0.036$), the points played in match 5 ($p=0.032$), and the match time in match 5 ($p=0.018$).

	RPE (AU)	sRPE (AU)	TQR (AU)	CMJ (cm)		DJ (cm)		RSI		MFVAS (mm)	
				Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
Match 1											
Rest time (min)	.104	.404	.354	-.115	-.245	.033	-.108	-.237	-.256	-.434	-.150
Played points	.462	.132	-.500	-.163	.481	-.058	.590	-.383	-.083	-.195	.346
Played sets (nº)	.334	.093	.054	-.411	.234	-.127	.552	-.200	.109	-.363	.275
Match duration (min)	.669*	.441	-.122	-.210	.060	-.424	-.054	-.703*	-.641*	.086	.421
Match 2											
Rest time (min)	.457	.197	-.504	.285	-.050	-.509	-.512	-.320	-.323	-.086	.029
Played points	.252	.583	.343	-.134	-.193	-.215	-.323	-.336	-.324	-.409	-.390
Played sets (nº)	.256	.782*	.415	-.201	-.213	-.103	-.258	-.199	-.188	-.469	-.386
Match duration (min)	.434	.668*	.546	-.437	-.411	-.281	-.348	-.178	-.165	-.299	-.139

Table 2. Relationship between match characteristics and both pre-match and post-match performance variables.



SUBJECTIVE AND OBJECTIVE INTERNAL LOADS AFTER FIVE SUCCESSIVE BADMINTON MATCHES ACCUMULATION IN A NATIONAL COMPETITION.

Carlos Rubio Arrabal, Francisco J. Barrera Domínguez
 Jorge Molina López



Match 3

Rest time (min)	-.674	-.423	.307	-.175	-.011	.225	.042	.089	.082	.212	.148
Played points	-.008	.603	-.058**	-.348	-.036	-.435	.126	.815*	.830*	-.137	-.137
Played sets (nº)	.140	.789*	-.358	-.462	-.205	-.595	-.203	.669	.693	.219	.022
Match duration (min)	.001	.716	-.357	-.506	-.169	-.633	-.252	.644	.668	.299	-.012

Match 4

Rest time (min)	.445	.699	.029	-.401	-.785*	-.618	-.683	-.083	-.092	.360	.264
Played points	.552	.902**	.357	-.225	-.484	-.067	-.528	-.311	-.342	.124	.438
Played sets (nº)	.596	.941**	.380	-.357	-.581	-.117	-.585	-.288	-.317	.171	.46
Match duration (min)	.657	.964**	.309	-.350	-.571	-.208	-.554	-.243	-.269	.139	.453

Match 5

Rest time (min)	.324	.578	.133	-.219	-.631	.040	-.860**	-.266	-.303	.431	.309
Played points	.601	.920**	.071	-.538	-.711*	-.537	-.594	-.182	-.197	.632	.530
Played sets (nº)	.603	.688*	.148	-.767*	-.627	-.492	-.574	-.364	-.388	.664	.703*
Match duration (min)	.702*	.966**	.094	-.648	.757*	-.574	-.598	-.243	-.256	.715	.649

Abbreviations: RPE, Rate of perceived exertion; sRPE, session RPE; TQR, total quality recovery test; AU, Arbitrary units; CMJ, countermovement jump; DJ, drop jump; RSI, reactive strength index; VAS, muscular fatigue visual analog scale. Data are presented as Pearson correlations (*r*), being trivial (0.0-0.1); small (0.1-0.3), moderate (0.3-0.5), high (0.5-0.7) and very high (>0.7) (Hopkins et al., 2009). * Significant correlation (*p* < 0.05). **Significant correlation (*p* < 0.01).

Discussion →

To our knowledge this is the first study to analyze the evolution of fatigue and both subjective and objective measurements of internal load in several successive badminton matches throughout a day of a national badminton competition in youth athletes. Interestingly, our main results showed that: (i) RPE, sRPE and VAS (pre- and post-match) increased as the competition evolved, while DJ (pre- and post-match) decreased, showing the fourth and fifth matches had the highest scores on subjective internal load variables and lower scores on objective internal load variables; (ii) the first match of the day was physically more demanding than the second and even the third in terms of match time, points played, RPE, sRPE and post-match VAS and; (iii) a positive stable relationship was present between sRPE and the number of points and sets played in a match. In general, our results evidenced mean match duration shorter than that recorded in other studies analyzing Spanish badminton championships (Abian-Vicen et al., 2014). These differences in terms of match duration provided by the previous study may be due to the fact that the age range of the athletes was higher. Despite this, our results are in agreement with the findings of other authors in which a similar mean match duration was reported in an international badminton championship involving junior athletes (Moreno-Perez et al., 2020). To gain a more insightful overview of match demands as the competitive round progresses, we observed changes in our subjective and objective internal load related-parameters (i.e., the RPE, sRPE, DJ and VAS scores), and being the fourth and fifth games showing the greatest alteration of these performance factors. Our data are consistent with those reported by Abian- Vicen et al. (2014), who found an increase in the demands of each match as the competition progressed. Although VAS reflects accumulated fatigue in the lower body, this fatigue affected performance in the DJ jump test, but not the CMJ or RSI values.



SUBJECTIVE AND OBJECTIVE INTERNAL LOADS AFTER FIVE SUCCESSIVE BADMINTON MATCHES ACCUMULATION IN A NATIONAL COMPETITION.

Carlos Rubio Arrabal, Francisco J. Barrera Domínguez
 Jorge Molina López



The absence of CMJ peak height reduction would coincide with the observations of Moreno-Pérez et al. (2020) in several badminton matches on the same day. In our study, the lack of CMJ sensitivity as a marker of lower limb fatigue, likewise reported by RPE, sRPE, VAS and DJ after several matches, could be due to the fact that most of the stretch-shortening cycle actions performed in a badminton match are short (<250 ms) and not long (>250 ms). This would imply a greater fatigue in short stretch-shortening cycle with respect to long stretch-shortening cycle related mechanisms that could be reflected in DJ, but not as markedly in CMJ. In our study, we also observed that the requirements of the first match were greater than in the second match for RPE, sRPE, points played and game duration, and even greater than in match 3 for RPE, sRPE, post-match VAS and game duration. Such findings are consistent with those of Maraga et al. (2018), who found the first match to be more demanding than the second match, and with the second match in turn being less demanding than the third match in junior athletes during a simulated tennis competition with three singles matches on the same day. The comparison of our results with those of other studies becomes difficult since, to the best of our knowledge, no other studies have analyzed 5 or more matches on the same day in a real badminton competition in this age group, and the evidence is still inconsistent. Our results would suggest that the accumulation of 5 matches in the same day in a national U-17 badminton competition would lead to an increase in physical demands as the competition progresses, with RPE, sRPE, VAS and DJ being markers more sensitive to such fatigue than CMJ, RSI and TQR. In conclusion, it seems that RPE, sRPE, DJ and VAS are shown to be more sensitive to the evolution of fatigue imposed by a real U17 national badminton competition with several matches accumulated on the same day than TQR, CMJ and RSI. Moreover, the first match of the competition proved more demanding than the second or third match, with the first and fifth matches being the most demanding. This seems to indicate that even the highest-level athletes within a competition find it difficult to resolve the first match and start the competition.

Acknowledgements ➔

We wish to thank all athletes who voluntarily taking part in this study, as well as the Specialized Centres for Sports Technification that allowed the evaluation of the athletes during the competition.

References ➔

- Abian-Vicen, J., Castanedo, A., Abian, P., Gonzalez-Millan, C., Salinero, J. J., & Del Coso, J. (2014).** Influence of successive badminton matches on muscle strength, power, and body-fluid balance in elite players. International Journal of Sports Physiology and Performance, 9(4), 689-694. <https://doi.org/10.1123/ijsspp.2013-0269>.
- Coyne, J. O. C., Gregory Haff, G., Coutts, A. J., Newton, R. U., & Nimphius, S. (2018).** The Current State of Subjective Training Load Monitoring—A Practical Perspective and Call to Action. Sports Medicine – Open, 4(1), 58. <https://doi.org/10.1186/s40798-018-0172-x>.



SUBJECTIVE AND OBJECTIVE INTERNAL LOADS AFTER FIVE SUCCESSIVE BADMINTON MATCHES ACCUMULATION IN A NATIONAL COMPETITION.

Carlos Rubio Arrabal, Francisco J. Barrera Domínguez
 Jorge Molina López



Heishman, A. D., Daub, B. D., Miller, R. M., Freitas, E. D. S., Frantz, B. A., & Bemben, M. G. (2020). Counter-movement Jump Reliability Performed With and Without an Arm Swing in NCAA Division 1 Intercollegiate Basketball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 34(2)546-558. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002812>.

Maraga, N., Duffield, R., Gescheit, D., Perri, T., & Reid, M. (2018). Playing not once, not twice but three times in a day: The effect of fatigue on performance in junior tennis players. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 18(1), 104-114. <https://doi.org/10.1080/24748668.2018.1452110>

Moreno-Perez, V., Gallo-Salazar, C., Coso, J. D., Ruiz-Pérez, I., Lopez-Valenciano, A., Barbado, D., Cabello-Manrique, D., & Fernandez-Fernandez, J. (2020). The influence of a badminton competition with two matches in a day on muscle damage and physical performance in elite junior badminton players. *Biology of Sport*, 37(2), 195-201. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2020.94243>

Phomsoupha, M., Ibrahime, S., Heugas, A.-M., & Laffaye, G. (2019). Physiological, neuromuscular and perceived exertion responses in badminton games. *International Journal of Racket Sports Science*, 1. <https://doi.org/10.30827/Digibug.57323>.



Universidad
de Huelva



FAB
FEDERACIÓN
ANDALUZA
BÁDMINTON



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



ANÁLISIS DE LA CONTRIBUCIÓN DE LOS INDICADORES DE RENDIMIENTO Y SU IMPORTANCIA MEDIANTE LA TÉCNICA DE MACHINE LEARNING PCA DURANTE 2018 FIFA WORLD CUP

Jesús Vicente Giménez de los Galanes Aguirre

Departamento de Educación Física y Deportiva, Universidad de Granada, España.

Oscar Bartolomé Pato

Data Kicks, España.

Alfonso Castillo Rodríguez

Departamento de Educación Física y Deportiva, Universidad de Granada, España.



Objetivo →

El propósito del presente estudio consistió en determinar los indicadores claves de rendimiento (KPI) de los equipos en la Copa Mundial de la FIFA Rusia 2018 a través del Análisis de Componentes Principales (PCA).

Método →

Se analizaron variables relacionadas con el rendimiento físico, técnico, táctico y de reglamento durante un total de 57 partidos llevados a cabo por parte de las 32 selecciones nacionales participantes.

Resultados →

En total se identificaron 67 variables relacionadas con el rendimiento deportivo. El Análisis PCA reduce esta dimensionalidad a 31 componentes, de los cuales decidimos quedarnos con los 4 primeros, tomando esta decisión tras realizar el Análisis Paralelo de Horn. Además, identificamos 36 variables que han sido las que más han contribuido en estos 4 componentes.

Conclusiones →

Los principales hallazgos del presente estudio sugieren que el uso del PCA en el contexto de la Copa Mundial discriminó las 36 variables más importantes de las 67 disponibles que manejan los seleccionadores, además del análisis evidenció qué variables de ataque fueron determinantes para jerarquizar la importancia del conjunto de variables para ganar, empatar o perder partidos en la Copa Mundial de la FIFA Rusia 2018. Estos resultados nos permiten aumentar el conocimiento sobre los KPI durante la Copa Mundial.



Palabras clave →

Machine Learning; análisis de partidos; análisis de rendimiento; indicadores de desempeño; fútbol; analítica deportiva.



ANÁLISIS DE LA CONTRIBUCIÓN DE LOS INDICADORES DE RENDIMIENTO Y SU IMPORTANCIA MEDIANTE LA TÉCNICA DE MACHINE LEARNING PCA DURANTE 2018 FIFA WORLD CUP

Jesús Vicente Giménez de los Galanes Aguirre, Oscar Bartolomé Pato, Alfonso Castillo Rodríguez.



Introducción →

En la actualidad, los entrenadores, preparadores físicos y deportistas, en general, son conscientes de la importancia de alcanzar y conservar un nivel adecuado de condición física capaz de afrontar con garantías los requisitos necesarios para una competición de alto nivel (Cárdenas et al., 2019). Sin embargo, se deben conocer tanto las exigencias condicionales de los jugadores de fútbol (Casamichana & Castellano, 2010) como los factores técnico-tácticos en competición que están relacionados con el éxito deportivo (Cárdenas et al., 2019). La Copa Mundial de la FIFA es el torneo de fútbol de selecciones más importante en el deporte del fútbol. Investigaciones previas han intentado explicar la relación entre variables de rendimiento y la posibilidad de que los equipos ganen partidos o, en definitiva, tengan éxito a lo largo de un campeonato o temporada (Lago-Peñas et al., 2010). Por esta razón, y en base a la tecnología aplicada en los deportes de equipo y la gran cantidad de información disponible, se establece la necesidad de usar técnicas de minería de datos para la reducción de los mismos, como es el caso del Análisis de Componentes Principales (PCA) para identificar las variables determinantes en el deporte del fútbol (Pino-Ortega et al., 2021).

En este sentido, el análisis e interpretación de una gran cantidad de datos derivados de nuevos dispositivos tecnológicos, necesita el uso de técnicas para la exploración de diferentes tipos de variables (técnicas, tácticas y condicionales), siendo un desafío la realización de un proceso de modelado que permita la comprensión global del comportamiento del equipo. En este caso, el PCA se presenta como un método de análisis estadístico válido para la reducción de datos para explicar las variables más relevantes del comportamiento de los jugadores fútbol (Casamichana et al., 2019).

Sin embargo, dado las características de un deporte con una carga tan grande de incertidumbre como el fútbol, la cantidad de datos y el número de variables que podrían explicar la varianza total, el presente estudio podría elevar la comprensión de la importancia de dichas variables e indicadores para la mejora del conocimiento del rendimiento en el fútbol. Por lo tanto, el propósito del presente estudio consistió en determinar los indicadores claves de rendimiento (KPI) de los equipos en la Copa Mundial de la FIFA Rusia 2018 a través del Análisis de Componentes Principales (PCA).

Método →

Muestra

La muestra estuvo formada por 32 selecciones nacionales que participan en la Copa Mundial de la FIFA 2018 en Rusia celebrada en Rusia del 14 de junio al 15 de julio de 2018 fueron analizadas. Todos los participantes disputaron partidos a tiempo completo (sin prórroga) de la fase de grupos y eliminatorias del torneo.



ANÁLISIS DE LA CONTRIBUCIÓN DE LOS INDICADORES DE RENDIMIENTO Y SU IMPORTANCIA MEDIANTE LA TÉCNICA DE MACHINE LEARNING PCA DURANTE 2018 FIFA WORLD CUP

Jesús Vicente Giménez de los Galanes Aguirre, Oscar Bartolomé Pato, Alfonso Castillo Rodríguez.



La altura corporal promedio de los jugadores fue de $182,03 \pm 6,90$ cm, la masa corporal de $77,11 \pm 6,99$ kg y la edad de $27,10 \pm 3,55$ años (<https://www.fifa.com/worldcup/archive/russia2018/matches/>).

Análisis estadístico:

Se realizó Análisis de Componentes Principales (PCA) para reducir el conjunto de indicadores y trabajar con un tamaño más manejable, reduciendo el problema de multicolinealidad. Seguidamente se aplicó Análisis Paralelo de Horn. Método más fiable y el mejor para conjuntos de datos pequeños para quedarnos con los 4 primeros componentes. Se uso el R versión 4.1.2 (2021-11-01) en un entorno y lenguaje de programación para el análisis estadístico.

Resultados ➔

El análisis de PCA educó las 67 variables iniciales a 31 componentes que explican el 100% de la variabilidad de los datos. Tras realizar el Análisis Paralelo de Horn, decidimos utilizar sólo los 4 primeros, para los cuales hubo 36 variables (principalmente de ataque) que fueron las que más contribuyeron (Figura 1).

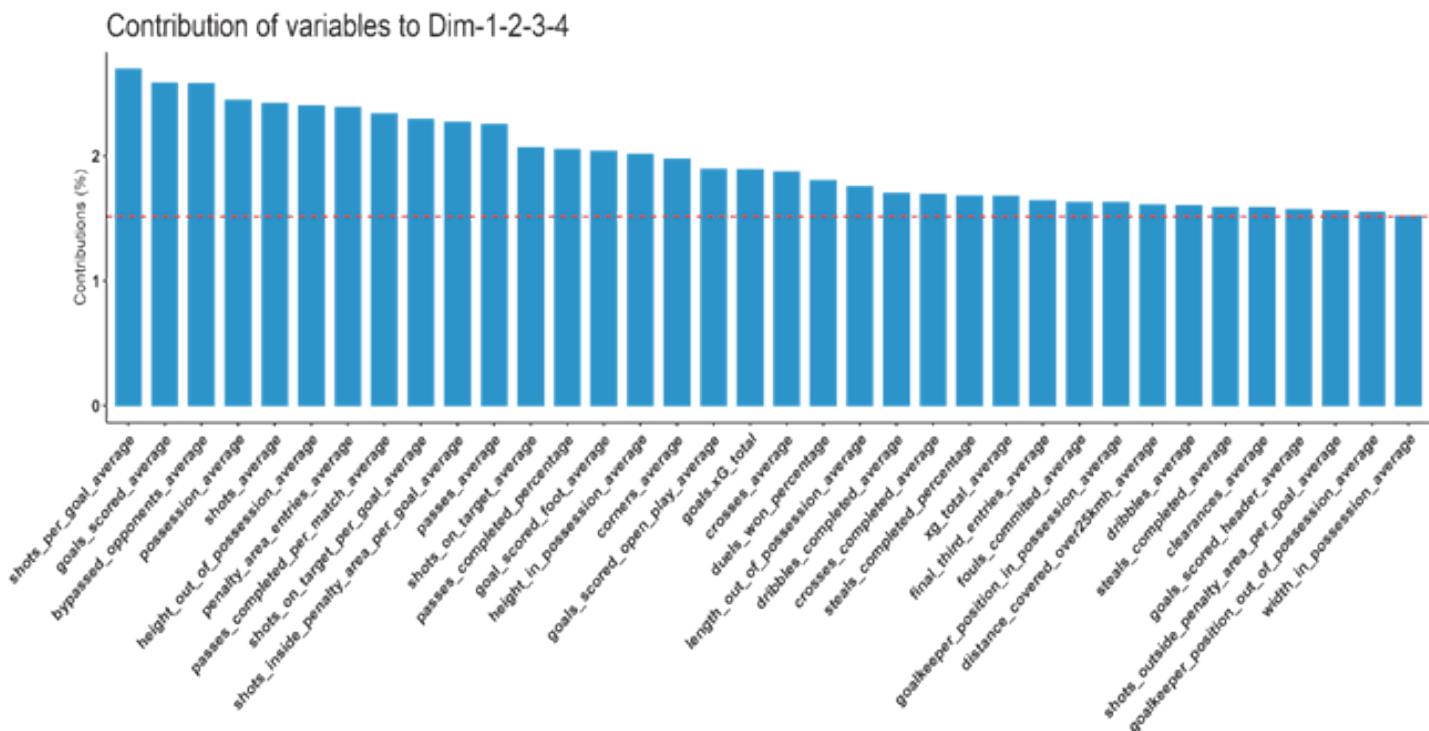


Figura 1. Indicadores de rendimiento jerarquizado: 36 variables más importantes



ANÁLISIS DE LA CONTRIBUCIÓN DE LOS INDICADORES DE RENDIMIENTO Y SU IMPORTANCIA MEDIANTE LA TÉCNICA DE MACHINE LEARNING PCA DURANTE 2018 FIFA WORLD CUP

Jesús Vicente Giménez de los Galanes Aguirre, Oscar Bartolomé Pato, Alfonso Castillo Rodríguez.



Discusión ➔

El fútbol, que es el deporte más popular del mundo, cuenta con una extensa literatura científica sobre los factores que avalan el rendimiento, e.g., físicos, biomecánicos, técnicos, tácticos, nutricionales, cognitivos, emocionales, entre otros (Cárdenas et al., 2019). Sin embargo, en la actualidad, la tendencia se eleva por la creación de clúster o modelos de variables técnico-tácticas que puedan explicar un gran porcentaje de la varianza del rendimiento y del éxito. En general, la mayoría de los indicadores de rendimiento con mayor impacto están relacionados con la posesión de balón, pero gracias al análisis exhaustivo de las variables estudiadas por los equipos evaluados, se observa que a través del pase penetrativo para superar líneas, la altura del equipo y las entradas al área, indican la importancia de la progresión de juego de ataque pero en vertical con el propósito de superar líneas. Sin embargo, aparece el juego en paralelo (pase corto o medio en zonas anexas) que también permite superar líneas, aunque no de forma determinante. Sobre la variable de ganar juegos cerrados fueron las acciones defensivas las que mayor variabilidad aportaba al modelo. El estudio contribuye a una mejor comprensión de las variables técnico-tácticas y condicionales y podría ayudar a mejorar la eficacia del entrenamiento, la preparación para los partidos y el entrenamiento.

Conclusiones ➔

La realización de este estudio nos ha permitido, con el uso del PCA, reducir una dimensión de datos sin perder información relevante. Mediante la técnica de PCA se ha podido identificar los KPI más determinantes durante la Copa Mundial de Rusia 2018. También, destaca el tipo de éxito se ha caracterizado en base a las variables ofensivas dinámicas. Finalmente, queda evidenciado que el éxito depende más de los elementos suscitados en el ataque que los relacionados con la fase defensiva. Esta información podría servir de utilidad en los profesionales del deporte del fútbol, que tienen responsabilidad directa en la planificación y programación de los entrenamientos para poder incluir estas variables técnico-tácticas como aspecto fundamental para conseguir el éxito deportivo.

Referencias ➔

- Cárdenas-Fernández, V., Chinchilla-Minguet, J. L., & Castillo-Rodríguez, A. (2019).** Somatotype and body composition in young soccer players according to the playing position and sport success. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(7), 1904-1911.
- Casamichana, D., & Castellano, J. (2010).** Time-motion, heart rate, perceptual and motor behaviour demands in small-sides soccer games: Effects of pitch size. *Journal of Sports Sciences*, 28, 1615-1623.
- Casamichana, D., Castellano, J., Gómez Díaz, A., Martín-García, A. (2019).** Looking for Complementary Intensity Variables in Different Training Games in Football. *Journal of Strength and Conditioning Research*, a print of head. doi: 10.1519/JSC.0000000000003025.



ANÁLISIS DE LA CONTRIBUCIÓN DE LOS INDICADORES DE RENDIMIENTO Y SU IMPORTANCIA MEDIANTE LA TÉCNICA DE MACHINE LEARNING PCA DURANTE 2018 FIFA WORLD CUP

Jesús Vicente Giménez de los Galanes Aguirre, Oscar Bartolomé Pato, Alfonso Castillo Rodríguez.



Chmura, P., Andrzejewski, M., Konefał, M., Mroczek, D., Rokita, A., Chmura, J. (2017). Analysis of motor activities of professional soccer players during the 2014 world cup in Brazil. *Journal of Human Kinetics*, 56, 187-195. doi: 10.1515/hukin-2017-0036.

Chmura, P., Konefał, M., Chmura, J., Kowalcuk, E., Zajqc, T., Rokita, A., & Andrzejewski, M. (2018). Match outcome and running performance in different intensity ranges among elite soccer players. *Biology of Sport*, 35(2), 197-203. doi: 10.5114/biolsport.2018.74196.

Lago-Peñas, C., Lago-Ballesteros, J., Dellal, A., & Gómez, M. (2010). Game-related statistics that discriminated winning, drawing and losing teams from the Spanish soccer league. *Journal of Sports Science & Medicine*, 9(2), 288.

Moura, F. A., Santana, J. E., Vieira, N. A., Santiago, P. R., Cunha, S. A. (2015). Analysis of Soccer Players' Positional Variability During the 2012 UEFA European Championship: A Case Study. *Journal of Human Kinetics*, 14, 47, 225-236. doi: 10.1515/hukin-2015-0078.

O'Donoghue, P. (2015). An introduction to performance analysis of sport. Abingdon: Routledge.

Pino-Ortega, J., Rojas-Valverde, D., Gómez-Carmona, C. D., Rico-González M. (2021). Training Design, Performance Analysis, and Talent Identification-A Systematic Review about the Most Relevant Variables through the Principal Component Analysis in Soccer, Basketball, and Rugby. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(5):2642. doi:10.3390/ijerph18052642

Yiannakos, A., & Armatas, V. (2006). Evaluation of the goal scoring patterns in European Championship in Portugal 2004. *International Journal of Performance Analyses in Sport*, 6(1):178–188.



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



COMPARACIÓN DE LAS DEMANDAS FÍSICAS EN COMPETICIÓN DE FUTBOLISTAS PROFESIONALES VS. SEMI-PROFESIONALES

Antonio Jesús Ortigosa Melero

Departamento de Educación Física y Deportiva, Universidad de Granada (España).
ortigosamelero@correo.ugr.es

Miguel Ángel Campos Vázquez

Departamento de Deporte e Informática, Universidad Pablo de Olavide (España). camposvazquez@hotmail.com

Alfonso Castillo Rodríguez

Departamento de Educación Física y Deportiva, Universidad de Granada (España). acastillo@ugr.es



Objetivo →

Conocer las demandas físicas de los futbolistas semi-profesionales en partidos oficiales y, compararlas con las demandas físicas de los profesionales.

Método →

Veintiún futbolistas semi-profesionales pertenecientes a un equipo de División de Honor y treinta futbolistas profesionales pertenecientes a un equipo de Primera División (Liga Santander) fueron analizados utilizando dispositivos GPS (WIMU PRO) en partidos oficiales (13 partidos después de la pretemporada).

Resultados →

La distancia total recorrida por futbolistas semi-profesionales es de $9475,9 \pm 1003,3$ m, y $7725,8 \pm 662,0$ m se corresponden con la distancia recorrida a baja velocidad, $1083,9 \pm 282,5$ m a velocidad media, $374,5 \pm 113,5$ m a alta velocidad, $179,4 \pm 74,0$ m a muy alta velocidad y $112,3 \pm 87,9$ m a sprint.

La potencia metabólica media es 9.14 ± 0.62 W/kg y la potencia metabólica media de las acciones desarrolladas a alta intensidad es 29.90 ± 2.62 W/Kg. Los jugadores profesionales poseen respuestas similares, aunque, la potencia metabólica por acciones a alta intensidad y la distancia recorrida a alta velocidad, muy alta velocidad y a sprint fue superior ($p < 0.05$).

Conclusiones →

Estos datos deben ser tenidos en cuenta por los entrenadores y preparadores físicos a la hora de orientar el proceso de entrenamiento de sus equipos.



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

Palabras clave →

Fútbol; competición; demandas físicas; GPS; semi-profesional.



COMPARACIÓN DE LAS DEMANDAS FÍSICAS EN COMPETICIÓN DE FUTBOLISTAS PROFESIONALES VS. SEMI-PROFESIONALES

Antonio Jesús Ortigosa Melero, Miguel Ángel Campos Vázquez,
Alfonso Castillo Rodríguez



Introducción →

En el fútbol como en cualquier deporte, es necesario conocer las demandas físicas de la competición para poder optimizar el proceso de entrenamiento y poder preparar a los jugadores de acuerdo a las demandas de la competición (Di Salvo et al., 2017). En un primer momento, para conocer las demandas físicas de los futbolistas se utilizaban sistemas de vídeo con múltiples cámaras (Di Salvo et al., 2017; Mallo y Navarro, 2008). En los últimos años, se han empezado a utilizar técnicas más precisas como son los dispositivos GPS para monitorizar la carga en deportes de equipo. El uso de esta tecnología nos permite obtener información válida y fiable de la carga externa a la que se someten los deportistas durante entrenamientos y partidos (Coutts y Duffield, 2010).

En la actualidad, existe una amplia literatura científica sobre la monitorización de la carga externa mediante sistemas GPS en futbolistas. Estos datos se analizan con el objetivo de conocer las demandas de los jugadores en competición (Zhou et al., 2020), cuantificar y monitorizar la carga de los entrenamientos (Owen et al., 2017) y prevenir lesiones musculares (Ehrmann et al., 2016); por tanto, estos datos ayudan a aumentar el rendimiento de los jugadores y evitar posibles lesiones.

Esta cuantificación de demandas físicas y fisiológicas en futbolistas semi-profesionales no ha sido estudiada en profundidad como los estudios en deportistas de élite, y solamente en uno de ellos se analizan partidos oficiales (Castillo-Rodríguez et al., 2020). Respecto a la comparación de las demandas competitivas entre jugadores profesionales y jugadores semi-profesionales, es una relación que no se ha estudiado previamente. Estudios anteriores sí que han analizado la relación entre jugadores profesionales de mayor y menor nivel. Por un lado, se demuestra que los jugadores profesionales de un mayor nivel competitivo, jugadores de un equipo de Champions, recorren mayor distancia a alta intensidad durante un partido que los jugadores profesionales de menos nivel competitivo, jugadores de Primera División Danesa (Mohr et al., 2003). Estos resultados son avalados por otro estudio, el cual demuestra que jugadores de Primera División Española recorren una distancia total similar a los jugadores de Segunda División, pero sin embargo recorren mayor distancia a alta intensidad y a muy alta intensidad (Gómez-Piqueras et al., 2017). Por otro lado, un estudio realizado en la Liga Inglesa, defiende que los jugadores de Championship League (2º División) recorren mayores distancias totales y en las diferentes intensidades de carrera que los jugadores de la Premier League (1ª División). Pero a pesar de existir diferencia significativa estadísticamente, los autores argumentan que la diferencia a efectos prácticos es insignificante (Di Salvo et al., 2013).

El principal motivo por el cual no hay apenas estudios en deportistas semi-profesionales es porque se trata de una herramienta de un coste elevado, el cual clubes de bajo presupuesto no pueden permitirse. Sin embargo, la información que aportan estos dispositivos es determinante para ayudar a los entrenadores y al resto del staff técnico en la toma de decisiones diaria respecto a la preparación del entrenamiento y poder así sacar el mayor rendimiento de sus jugadores.



COMPARACIÓN DE LAS DEMANDAS FÍSICAS EN COMPETICIÓN DE FUTBOLISTAS PROFESIONALES VS. SEMI-PROFESIONALES

Antonio Jesús Ortigosa Melero, Miguel Ángel Campos Vázquez,
 Alfonso Castillo Rodríguez



En base a todo lo anterior, los objetivos de este estudio son conocer las demandas físicas de los futbolistas semi-profesionales en partidos oficiales; y compararlas con las de los futbolistas profesionales.

Método ➔

Contexto

Veintiún jugadores profesionales pertenecientes a un equipo de División de Honor (6ª División Española) durante la temporada 2021-22, y treinta futbolistas profesionales pertenecientes a un equipo de Primera División, durante la temporada 2015-2016, han participado en este estudio. Finalmente, solo se incluyeron en el análisis los datos de los jugadores que completaron un partido completo, contando finalmente con 41 datos de jugadores semi-profesionales y 74 profesionales.

Instrumentos

Todos los datos se recogieron mediante tecnología GPS portátil, con dispositivos WIMU (WIMU PRO, Almería, España).

Procedimiento

Se utiliza un diseño observacional para analizar las demandas de los futbolistas en partidos oficiales durante el periodo competitivo de la primera vuelta. Se analizaron los primeros 13 partidos de liga de la temporada en cada categoría y en cada uno de los partidos se registraron los datos de carga externa de varios jugadores. Para el análisis de los partidos, sólo se consideraron los registros de los jugadores que jugaron más de 90 minutos. Finalmente, se analizaron un total de 115 registros de jugadores, 41 de semi-profesionales y 74 de profesionales.

Variables

Para este estudio han sido analizados los rangos de carrera tradicionales a diferentes velocidades, la distancia total y medidas metabólicas. Todas estas variables han sido registradas mediante los dispositivos GPS.

Las métricas de carrera a diferentes velocidades son las siguientes: distancia recorrida a baja velocidad, es decir, distancia recorrida a una velocidad < 14 km/h; distancia recorrida a media velocidad, de 14 a 18 km/h; distancia recorrida a alta velocidad, de 18 a 21 km/h; distancia de carrera de muy alta velocidad, de 21 a 24 km/h; y distancia recorrida a sprint, > 24 km/h. Todas las distancias se registran en metros.

Por otro lado, las medidas metabólicas proporcionan una estimación del coste energético de las aceleraciones y deceleraciones durante la actividad intermitente del fútbol y son las siguientes: potencia metabólica media (MP, en W/kg), es decir, energía utilizada por unidad de tiempo, y potencia metabólica media de las acciones desarrolladas a alta intensidad ≥ 20 W/kg (MPev, en W/kg).

Análisis estadístico

Se utilizó el paquete estadístico SPSS para Windows versión 23 (IBM SPSS Statistic, Chicago, EE.UU.) y Microsoft Office Excel (Microsoft Corp., Redmond, Washington, DC, IL, EE.UU.).



COMPARACIÓN DE LAS DEMANDAS FÍSICAS EN COMPETICIÓN DE FUTBOLISTAS PROFESIONALES VS. SEMI-PROFESIONALES

Antonio Jesús Ortigosa Melero, Miguel Ángel Campos Vázquez,
 Alfonso Castillo Rodríguez



Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilks para verificar la normalidad de las variables. Aunque algunas variables no seguían una distribución normal, el tamaño de la muestra en cada grupo era adecuado ($n \geq 20$) para aplicar el teorema del límite central teorema del límite central, que proporciona medias muestrales de distribución normal.

Por lo tanto, en este estudio se realizaron análisis paramétricos. Se utilizó una prueba de medidas repetidas (prueba pareada) para evaluar la diferencia entre semi-profesionales y profesionales. En caso de diferencias significativas, se utilizaron las pruebas post-hoc de Bonferroni para identificar cualquier efecto localizado. La significación estadística se fijó en $P < 0,05$. Los datos se presentan como medias y desviaciones estándar (DE).

VARIABLES

Para este estudio han sido analizados los rangos de carrera tradicionales a diferentes velocidades, la distancia total y medidas metabólicas. Todas estas variables han sido registradas mediante los dispositivos GPS.

Las métricas de carrera a diferentes velocidades son las siguientes: distancia recorrida a baja velocidad, es decir, distancia recorrida a una velocidad < 14 km/h; distancia recorrida a media velocidad, de 14 a 18 km/h; distancia recorrida a alta velocidad, de 18 a 21 km/h; distancia de carrera de muy alta velocidad, de 21 a 24 km/h; y distancia recorrida a sprint, > 24 km/h. Todas las distancias se registran en metros.

Por otro lado, las medidas metabólicas proporcionan una estimación del coste energético de las aceleraciones y deceleraciones durante la actividad intermitente del fútbol y son las siguientes: potencia metabólica media (MP, en W/kg), es decir, energía utilizada por unidad de tiempo, y potencia metabólica media de las acciones desarrolladas a alta intensidad ≥ 20 W/kg (MPev, en W/kg).

Resultados ➔

En primer lugar, se analizaron las demandas físicas de los jugadores semi-profesionales. La tabla 1 muestra los valores de distancias recorridas por los jugadores semi-profesionales. En categoría semi-profesional, la distancia total recorrida durante los partidos es de $9475,9 \pm 1003,3$ m. De la distancia total, el 84.5% ($7725,8 \pm 662,0$ m) corresponde con la distancia recorrida a baja velocidad, el 11.4% ($1083,9 \pm 282,5$ m) a distancia recorrida a velocidad media, el 4% ($374,5 \pm 113,5$ m) distancia recorrida a alta velocidad, el 1.9% ($179,4 \pm 74,0$ m) distancia recorrida a muy alta velocidad y el 1.2% ($112,3 \pm 87,9$ m) a distancia recorrida a sprint. Respecto a las medidas metabólicas, la potencia metabólica media es 9.14 ± 0.62 W/kg y la potencia metabólica media de las acciones desarrolladas a alta intensidad es 29.90 ± 2.62 W/Kg.

Además, se compararon las demandas físicas entre jugadores semi-profesionales con las de jugadores profesionales. La tabla 1 muestra los valores de las demandas físicas de ambos niveles de competición.



COMPARACIÓN DE LAS DEMANDAS FÍSICAS EN COMPETICIÓN DE FUTBOLISTAS PROFESIONALES VS. SEMI-PROFESIONALES

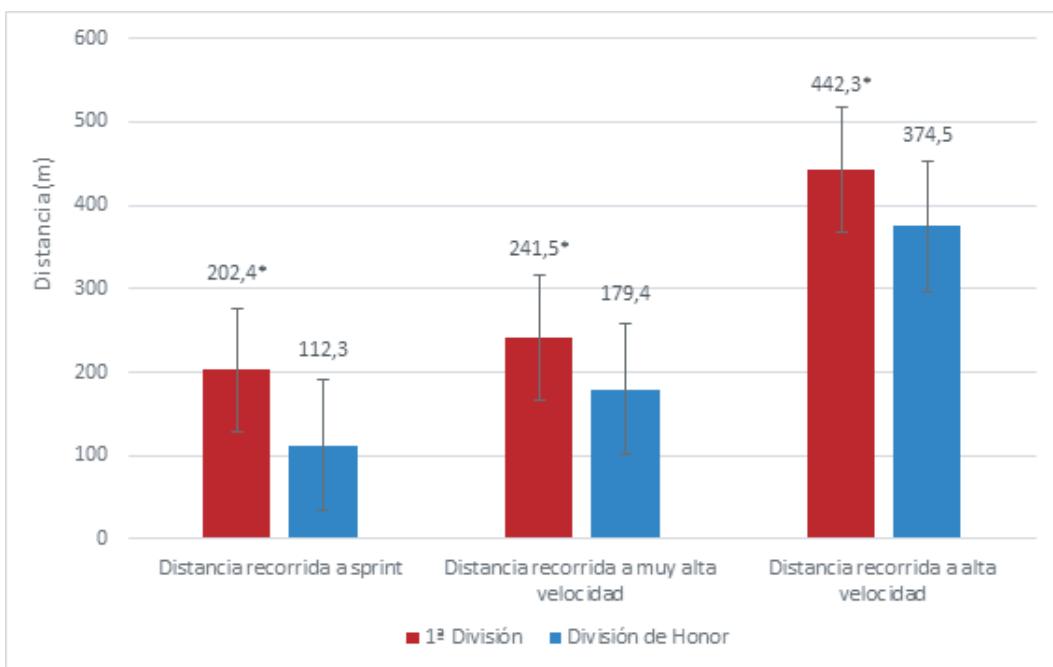
Antonio Jesús Ortigosa Melero, Miguel Ángel Campos Vázquez,
Alfonso Castillo Rodríguez



Tabla 1. Valores de las demandas físicas de los futbolistas semi-profesionales y profesionales.

Categoría	División de Honor (n=41)	Primera División (n=74)	p	d		
Distancia total (m)	9475,9	$\pm 1003,3$	9667,8	$\pm 1019,4$	0.333	-0,19
Distancia recorrida a baja velocidad	7725,8	$\pm 662,0$	7622,9	$\pm 647,3$	0.419	0,16
Distancia recorrida a media velocidad	1083,9	$\pm 282,5$	1158,5	$\pm 334,4$	0.229	-0,24
Distancia recorrida a alta velocidad	374,5	$\pm 113,5$	442,3	$\pm 133,0$	0.007	-0,54
Distancia recorrida a muy alta velocidad	179,4	$\pm 74,0$	241,5	$\pm 98,2$	0.001	-0,70
Distancia recorrida a sprint	112,3	$\pm 87,9$	202,4	$\pm 153,3$	0.001	-0,69
Potencia Metabólica media	9,14	$\pm 0,62$	9,02	$\pm 0,92$	0.45	0,15
Potencia metabólica media a alta intensidad	24,90	$\pm 2,63$	29,59	$\pm 2,05$	0.000	-2,04

La distancia total recorrida por jugadores profesionales es de $9667,8 \pm 1019,4$ m, mientras que los semi-profesionales es de $9475,9 \pm 1003,3$ m. Existen diferencia significativa ($p<0.05$) en las variables de distancia recorrida a alta velocidad, muy alta velocidad y a sprint, así como en potencia metabólica de acciones a alta intensidad (Figura 1).



COMPARACIÓN DE LAS DEMANDAS FÍSICAS EN COMPETICIÓN DE FUTBOLISTAS PROFESIONALES VS. SEMI-PROFESIONALES

Antonio Jesús Ortigosa Melero, Miguel Ángel Campos Vázquez,
Alfonso Castillo Rodríguez



* Diferencia significativa

Figura 1. Valores de demandas físicas: distancia recorrida a sprint, a muy alta velocidad y a alta velocidad por jugadores de División de Honor y de 1ª División.

Discusión ➔

Los objetivos de este estudio eran conocer las demandas físicas de los futbolistas semi-profesionales en partidos oficiales y compararlas con las de futbolistas profesionales. Los resultados mostrados acerca de las respuestas físicas se corresponden a otros estudios de futbolistas de categorías similares de Tercera División (Castillo-Rodríguez et al., 2020). Además, de este estudio se concluye que la distancia total y la distancia recorrida a baja y a media velocidad de futbolistas semi-profesionales fue similar a la de futbolistas profesionales. Sin embargo, la distancia recorrida a alta velocidad, a muy alta velocidad y a sprint fue significativamente mayor en futbolistas profesionales. Además, respecto a la energía utilizada por los futbolistas durante los partidos, profesionales y semi-profesionales tienen un gasto de energía por unidad de tiempo similar. Sin embargo, los futbolistas profesionales gastan mayor energía por acciones realizadas a alta intensidad.

La comparación de las demandas competitivas entre futbolistas de diferentes niveles competitivos ha sido analizada previamente en futbolistas profesionales. Este estudio es el primer estudio en comparar las demandas jugadores semi-profesionales con las de profesionales. Respecto a las variables de distancia recorrida, se ha demostrado que la distancia total recorrida por semi-profesionales y profesionales es similar pero los profesionales recorren mayores distancias a alta velocidad, a muy alta velocidad y a sprint, de acuerdo con la comparación que se hace entre futbolistas de un mayor nivel competitivo y menor nivel en otros estudios (Mohr et al., 2003; Gómez-Piqueras et al., 2019). Sin embargo, estos resultados difieren de los autores que defienden que los jugadores de menor nivel competitivo recorren mayores distancias totales y en los diferentes rangos de velocidad que los jugadores de mayor nivel competitivo (Di Salvo et al., 2013).

De acuerdo a las variables metabólicas, previamente no se ha estudiado comparación entre futbolistas de diferentes niveles. Sin embargo, se puede llegar a una conclusión a partir de los resultados de este estudio. Se ha demostrado que tanto los semi-profesionales como los profesionales tienen una potencia metabólica media similar durante la competición, es decir, que gastan la misma energía por unidad de tiempo durante un partido. Sin embargo, de este estudio también se extrae que los jugadores profesionales gastan más energía por acciones desarrolladas a alta intensidad que los jugadores semi-profesionales, y eso se debe a que los jugadores de mayor nivel competitivo recorren mayor distancia a alta intensidad (Mohr et al., 2013). Por lo tanto, aunque los profesionales gasten más energía por desarrollar acciones a alta intensidad y los semi-profesionales por realizar acciones a baja intensidad, ambos futbolistas gastan la misma energía por unidad de tiempo durante un partido.



COMPARACIÓN DE LAS DEMANDAS FÍSICAS EN COMPETICIÓN DE FUTBOLISTAS PROFESIONALES VS. SEMI-PROFESIONALES

Antonio Jesús Ortigosa Melero, Miguel Ángel Campos Vázquez,
 Alfonso Castillo Rodríguez



Conclusiones ➔

Las principales conclusiones del estudio muestran que los jugadores profesionales y semi-profesionales tienen respuestas similares durante la competición en la distancia total recorrida, la distancia recorrida a baja velocidad, la distancia recorrida a media velocidad y la potencia metabólica media.

Referencias ➔

- Castillo-Rodríguez, A., Cano-Cáceres, F. J., Figueiredo, A., & Fernández-García, J. C. (2020).** Train like you compete? Physical and physiological responses on semi-professional soccer players. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(3), 756. <https://doi.org/10.3390/ijerph17030756>
- Coutts, A. J., & Duffield, R. (2010).** Validity and reliability of GPS devices for measuring movement demands of team sports. Journal of Science and Medicine in Sport, 13(1), 133-135. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2008.09.015>
- Di Salvo, V., Baron, R., Tschun, H., Calderon Montero, F. J., Bachl, N., Pigozzi, F. (2007).** Performance characteristics according to playing position in elite soccer. International Journal of Sports Medicine, 28, 222-227. <https://doi.org/10.1055/s-2006-924294>
- Di Salvo, V., Pigozzi, F., Gonzalez-Haro, C., Laughlin, M. S., & De Witt, J. K. (2013).** Match performance comparison in top English soccer leagues. International Journal of Sports Medicine, 34(06), 526-532. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1327660>
- Ehrmann, F. E., Duncan, C. S., Sindhushake, D., Franzsen, W. N., & Greene, D. A. (2016).** GPS and injury prevention in professional soccer. Journal of Strength & Conditioning Research, 30(2), 360-367. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001093>
- Gomez-Piqueras, P., Gonzalez-Villora, S., Castellano, J., & Teoldo, I. (2019).** Relation between the physical demands and success in professional soccer players. Journal of Human Sport and Exercise, 14(1), 1-11. <https://doi.org/10.14198/jhse.2019.141.01>
- Mallo, J., & Navarro, E. (2008).** Physical load imposed on soccer players during small-sided training games. Journal of Sports and Medicine Physical Fitness, 48(2), 166-171.
- Mohr, M., Krustrup, P., & Bangsbo, J. (2003).** Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. Journal of Sports Sciences, 21(7), 519-528. <https://doi.org/10.1080/0264041031000071182>
- Owen, A. L., Lago-Peñas, C., Gómez, M. Á., Mendes, B., & Dellal, A. (2017).** Analysis of a training mesocycle and positional quantification in elite European soccer players. International Journal of Sports Science & Coaching, 12(5), 665-676. <https://doi.org/10.1177%2F1747954117727851>
- Zhou, C., Lorenzo, A., Gómez, M. Á., & Palao, J. M. (2020).** Players' match demands according to age and playing position in professional male soccer players. International Journal of Performance Analysis in Sport, 20(3), 389-405. <https://doi.org/10.1080/24748668.2020.1753979>



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



CAN LONG-TERM ATHLETIC TRAINING COMPENSATE AGE-RELATED POWER DECLINE?

Horacio Sánchez Trigo

Departamento de Educación Física y Deporte, Universidad de Sevilla, Spain.

Javier Pecci

Departamento de Educación Física y Deporte, Universidad de Sevilla, Spain.

Gonzalo Reverte Pagola

Departamento de Educación Física y Deporte, Universidad de Sevilla, Spain.

Borja Sañudo

Departamento de Educación Física y Deporte, Universidad de Sevilla, Spain.

Jörn Rittweger

Institute of Aerospace Medicine, German Aerospace Center (DLR), Germany.



Introduction ➔

Population aging in developed countries is leading to increased health care costs. Physical exercise promotes healthy aging and is associated with greater functionality and quality of life. Muscle strength and power are established factors in the ability to perform daily tasks and live independently. These factors, along with other biomechanical parameters can be easily evaluated within a protocol of one-legged hopping test. This study aims to analyze the impact of age and training status on one-legged hopping biomechanics and to evaluate whether age-related power decline can be reduced with regular physical training.

Methods ➔

Forty male subjects were recruited according to their suitability for one of four groups according to their age (young between 21–35, vs. older between 59–75) and training status (training for and competing in sprint or jumping events vs. non-physically active). All subjects performed a multiple one-legged hopping test on a force platform (Novotec Medical, Leonardo).

The following biomechanical parameters were computed: hop height, ground contact time, peak ground reaction force, peak power (normalized to subject's weight), ground-phase vertical displacement (vertical movement of the center of mass during ground-phase, normalized to subject's height) and vertical stiffness (calculated as peak ground reaction force divided by ground-phase vertical displacement, normalized to subject's weight). The impact of age and training status on these variables were evaluated using the two-way analysis of variance (ANOVA) method, and group means were compared performing Tukey's post-hoc test.

Results ➔

Four groups were established: young trained (YT; n=9), young untrained (YU; n=11), older active (OT; n=10), older untrained (OU; n=10). YT and OU showed the highest (16.6 ± 3.25 cm) and lowest (6.91 ± 2.28 cm) hopping heights respectively, which differed from the other two groups (YU: 11.8 ± 2.46 cm, OT: 10.7 ± 3.44 cm; all $P < 0.05$).



CAN LONG-TERM ATHLETIC TRAINING COMPENSATE AGE-RELATED POWER DECLINE?

Horacio Sánchez Trigo

Departamento de Educación Física y Deporte, Universidad de Sevilla, Spain.

Javier Pecci

Departamento de Educación Física y Deporte, Universidad de Sevilla, Spain.

Gonzalo Reverte Pagola

Departamento de Educación Física y Deporte, Universidad de Sevilla, Spain.

Borja Sañudo

Departamento de Educación Física y Deporte, Universidad de Sevilla, Spain.

Jörn Rittweger

Institute of Aerospace Medicine, German Aerospace Center (DLR), Germany.



Results ➔

Ground contact time was shorter for YT (275 ± 47.9 ms) compared to OU (348 ± 47.6 ms; $P=0.014$), with no differences between the other groups (YU: 320 ± 50.2 ms, OT: 303 ± 52.7 ms; all $P > 0.05$). Peak ground reaction force was higher for YT (2.87 ± 0.52 kN) compared with the rest of the groups (YU: 2.32 ± 0.57 kN, OT: 2.31 ± 0.32 kN, OU: 2.26 ± 0.29 kN; all $P < 0.05$). Peak power was higher for YT (3.35 ± 0.66 W/kg) compared with the rest of the groups (YU: 2.60 ± 0.49 W/kg, OT: 2.31 ± 0.50 W/kg, OU: 1.85 ± 0.33 W/kg; all $P < 0.01$). No differences among groups were found in ground-phase vertical displacement (YT: 9.32 ± 1.8 %, YU: 9.77 ± 1.7 %, OT: 9.73 ± 2.3 %, OU: 8.99 ± 1.8 %; all $P > 0.05$) and vertical stiffness (YT: 230 ± 86 N/m/kg, YU: 165 ± 49 N/m/kg, OT: 180 ± 59 N/m/kg, OU: 191 ± 55 N/m/kg; all $P > 0.05$).

The increased performance in young trained people is attributable to a greater vertical force application, a higher power and a shorter ground contact time, since ground-phase vertical displacement (during countermovement) and vertical stiffness were comparable to the rest of the groups. Interestingly, there were not any differences found between young untrained and older trained subjects, suggesting that chronic training can contribute to a partly offset effects that are normally associated with aging.

Keywords ➔

Senior; young; sedentary; stiffness; jumping



Discussion ➔

As expected, older untrained and young trained people achieved the lowest and highest performance respectively in the described multiple one-legged hopping test.



CAN LONG-TERM ATHLETIC TRAINING COMPENSATE AGE-RELATED POWER DECLINE?

Horacio Sánchez Trigo, Javier Pecci, Gonzalo Reverte Págola,
 Borja Sañudo, Jörn Rittweger



Introduction →

Population aging in developed countries is leading to increased health care costs. While high life expectancy can be attributed to successful medical advances, it has also placed the healthcare system under considerable stress (Atella et al., 2019). It is therefore critical to encourage active aging policies. Physical exercise promotes healthy aging and is associated with greater functionality and quality of life (Ireland et al., 2021). Muscle strength and power are established factors in the ability to perform daily tasks and live independently (Tanaka et al., 2020). These factors, along with other biomechanical parameters can be easily evaluated within a protocol of one-legged hopping test (Hardcastle et al., 2014). The objective of this study is to analyze the impact of aging and training status on one-legged hopping biomechanics and to evaluate whether age-related power decline can be reduced with regular physical training.

Methods →

Participants

For the recruitment process, the study was advertised via social media and on the DLR website. An online questionnaire was filled out by interested subjects. The questionnaire included question to check criteria for inclusion and exclusion. Inclusion criteria were age either between 20 and 35 for the young groups and age between 60 and 75 for the old groups, (≥ 4 hours per week training for and regular competition in sprint running or jumping events) for the athletic groups and ≤ 25 metabolic equivalents for task (METs) per week spent in exercise for the non-physically active group, and male sex and ability to consent (all groups). Activity levels were quantified using the Freiburger questionnaire for physical activity (Frey et al., 1999; Härdi et al., 2017). People were excluded when diagnosed with diabetes, when they had contraindications against magnetic resonance imaging or against muscle biopsy, or when they had experienced injuries of musculoskeletal disorders likely to interfere with the testing protocol.

All participants provided written informed consent prior to participating in this study. The experimental protocol was approved by the Ethical Committee of the Ärztekammer Nordrhein in Düsseldorf, Germany (ref. no. 2018269). The study had registered before commencement on the German register of clinical trials (www.drks.de) with registration number DRKS00015764.

Testing procedures

A plyometric tests was performed consisting of a series of hopping on one leg. Subjects were instructed to start with shallow hops, increase height to maximum followed by 4 to 5 maximum hops and finally reduce hop height again. Only the 3 highest hops in the test were further analyzed.



CAN LONG-TERM ATHLETIC TRAINING COMPENSATE AGE-RELATED POWER DECLINE?

Horacio Sánchez Trigo, Javier Pecci, Gonzalo Reverte Pagola,
 Borja Sañudo, Jörn Rittweger



Instruments

The plyometric test was performed on a force plate (Leonardo Mechanography GRFP, Novotec Medical Inc., Pforzheim, Germany) continuously measuring the vertical ground reaction forces (GRF) at a sampling rate of 800 Hz.

Data processing

The records of ground reactions force (GRF) from the one-leg hopping test were analyzed using the module 'signal' within the software package R (R Core Team, 2020, Vienna, Austria) following these steps: Each individual hop was identified by the flying phases (GRF close to 0) and the phases of ground contact. Following variables were calculated for each hop:

► **Flight time (FT):**

Duration of the flying phase of the hop, that is, time interval in which the subject has no contact with the ground.

► **Ground contact time (GCT):**

Interval of time in which the subject's leg is contact with the ground after the FT.

► **Maximum GRF:**

Peak GRF registered during the GCT after landing, and prior to the next hop.

► **Hop height (HH):**

Calculated from flight time using the equation of uniformly accelerated motions.

► **Vertical acceleration (AV)**

Of the center of mass over time. Calculated from GRF and subject's body mass.

► **Vertical velocity (VV)**

Of the center of mass over time. Calculated from the integration in the time domain of the acceleration-time data.

► **Vertical displacement (DV)**

Of the center of mass during ground contact. Calculated from numerical double integration in the time domain of the acceleration-time data, or equivalently, from the numerical integration in the time domain of the vertical velocity-time data.

► **Power output**

Normalized to subject's body weight.

► **Vertical stiffness (K).**

Calculated for each hop as the ratio between the peak GRF and maximum COM displacement, according to the spring-mass model (Blickhan, 1989; Cavagna et al., 1988; Hobara et al., 2015). Since body size influences stiffness (Farley et al., 1993), K was normalized by body mass for each subject and expressed as kN/m/kg (Hobara et al., 2015; Padua et al., 2005).

Statistical analysis

The impact of age and training status on the aforementioned jumping tests were evaluated by comparing all previously described biomechanical parameters using the two-way analysis of variance (ANOVA) with two factors (age x training status).



CAN LONG-TERM ATHLETIC TRAINING COMPENSATE AGE-RELATED POWER DECLINE?

Horacio Sánchez Trigo, Javier Pecci, Gonzalo Reverte Pagola,
 Borja Sañudo, Jörn Rittweger



To assess assumptions of homoscedasticity, Levene's test was performed. Normality was evaluated using Shapiro-Wilk's test. Group means were compared performing Tukey's post-hoc test, if a significant main effect was observed. Statistical significance was set at $p < 0.05$. These statistical analyses were performed using Jamovi (The Jamovi project, 2019, Version 1.0).

Results ➔

Participants characteristics

Forty male subjects participated in this study. Twenty young subjects (21–35 years old) and twenty older subjects (59–75 years old) were recruited. Within them, nine young subjects and ten older subjects regularly trained and competed as athletes in sprint or jumping events. Thus, four groups were established: young trained (YT; $n=9$; age= 23.9 ± 2.3 years; body mass= 76.2 ± 13.7 kg; height= 178.9 ± 7.7 cm; MET score = 55.4 ± 22.8 METs/week), young untrained (YU; $n=11$; age= 28.9 ± 4.5 years; body mass= 75.4 ± 13.0 kg; height= 180.8 ± 6.7 cm; MET score = 20.4 ± 42.9 METs/week), old trained (OT; $n=10$; age= 65.1 ± 4.1 years; body mass= 74.8 ± 8.4 kg; height= 177.6 ± 7.6 cm; MET score = 94.3 ± 39.5 METs/week), old untrained (OU; $n=10$; age= 66.1 ± 4.8 years; body mass= 79.8 ± 8.8 kg; height= 176.9 ± 5.8 cm; MET score = 23.9 ± 13.2 METs/week).

Analysis results

As shown in table 1, YT and OU showed the highest (16.6 ± 3.3 cm) and lowest (6.9 ± 2.3 cm) HH respectively, which differed significantly from the other two groups (YU: 11.8 ± 2.5 cm, OT: 10.7 ± 3.4 cm; all $P < 0.05$). GCT was significantly shorter for YT (275 ± 48 ms) compared to OU (348 ± 48 ms; $P=0.014$), with no statistical differences between the other groups (YU: 320 ± 50 ms, OT: 303 ± 53 ms; all $P > 0.05$). Maximum GRF was significantly higher for YT (2.87 ± 0.52 kN) compared with the rest of the groups (YU: 2.32 ± 0.57 kN, OT: 2.31 ± 0.31 kN, OU: 2.26 ± 0.30 kN; all $P < 0.05$). Peak power was significantly higher for YT (32.9 ± 6.5 W/kg) compared with the rest of the groups (YU: 25.5 ± 4.8 W/kg, OT: 22.7 ± 4.9 W/kg, OU: 18.1 ± 3.2 W/kg; all $P < 0.01$), and for YU compared to OU ($P < 0.01$). No statistically significant differences among groups were found in maximum ground-phase vertical displacement, expressed as a percentage of subject's height (YT: 9.32 ± 1.8 %, YU: 9.77 ± 1.7 %, OT: 9.73 ± 2.3 %, OU: 8.99 ± 1.8 %; all $P > 0.05$). No statistically significant differences among groups were found in vertical stiffness, normalized to body mass (YT: 230 ± 86 N/m/kg, YU: 165 ± 49 N/m/kg, OT: 180 ± 59 N/m/kg, OU: 191 ± 55 N/m/kg; all $P > 0.05$).

Discussion ➔

As expected, older untrained and young trained people achieved the lowest and highest performance respectively in the described multiple one-legged hopping test. The increased performance in young trained people is attributable to a greater vertical force application, a higher power and a shorter ground contact time, since ground-phase vertical displacement (during countermovement) and vertical stiffness were comparable to the rest of the groups.



CAN LONG-TERM ATHLETIC TRAINING COMPENSATE AGE-RELATED POWER DECLINE?

Horacio Sánchez Trigo, Javier Pecci, Gonzalo Reverte Pagola,
 Borja Sañudo, Jörn Rittweger



Interestingly, there were not any differences found between young untrained and older trained subjects, suggesting that chronic training can contribute to a partly offset effects that are normally associated with aging. Exercising throughout life could greatly reduce the healthcare costs (Ruegsegger & Booth, 2018). Our results show that older trained subjects present similar power performance as young untrained individuals. The one-legged hopping test could be employed to easily assess power output and provide a benchmark to predict healthy aging, physical functionality, and quality of life.

Table / Figure ➔

Table 1: Plyometric test results.

	YT	YU	OT	OU
HH [cm]	16.6 ± 3.3 ^{1,2,3}	11.8 ± 2.5 ⁵	10.7 ± 3.4 ⁶	6.9 ± 2.3
GCT [ms]	275 ± 48 ³	320 ± 50	303 ± 53	348 ± 48
Max GRF [kN]	2.87 ± 0.52 ^{1,2,3}	2.32 ± 0.57	2.31 ± 0.31	2.26 ± 0.30
Max Dv [%]	9.3 ± 1.8	9.8 ± 1.7	9.7 ± 2.3	9.0 ± 1.8
K [N/m/kg]	230 ± 86	165 ± 49	180 ± 59	191 ± 55
Max Power [W/kg]	32.9 ± 6.5 ^{1,2,3}	25.5 ± 4.8 ⁵	22.7 ± 4.9	18.1 ± 3.2

Abbreviations: HH, Hopping height. GCT, Ground Contact Time. GRF, Ground Reaction Force. Dv, vertical displacement. K, vertical stiffness.

¹ Significant differences between YT and YU.

² Significant differences between YT and OT.

³ Significant differences between YT and OU.

⁴ Significant differences between YU and OT.

⁵ Significant differences between YU and OU.

⁶ Significant differences between OT and OU.

Table 1: Plyometric test results.

References ➔

- Blickhan, R. (1989).** The spring-mass model for running and hopping. *Journal of biomechanics*, 22(11-12), 1217-1227.
- Cavagna, G., Franzetti, P., Heglund, N., & Willems, P. (1988).** The determinants of the step frequency in running, trotting and hopping in man and other vertebrates. *The Journal of physiology*, 399(1), 81-92.
- Farley, C. T., Glasheen, J., & McMahon, T. A. (1993).** Running springs: speed and animal size. *Journal of Experimental Biology*, 185(1), 71-86.
- Frey, I., Berg, A., Grathwohl, D., & Keul, J. (1999).** Freiburg Questionnaire of physical activity--development, evaluation and application. *Sozial- und Präventivmedizin*, 44(2), 55-64.
- Härdi, I., Bridenbaugh, S. A., Cress, M. E., & Kressig, R. W. (2017).** Validity of the German Version of the Continuous-Scale Physical Functional Performance 10 Test. *Journal of Aging Research*, 2017.



CAN LONG-TERM ATHLETIC TRAINING COMPENSATE AGE-RELATED POWER DECLINE?

Horacio Sánchez Trigo, Javier Pecci, Gonzalo Reverte Pagola,
 Borja Sañudo, Jörn Rittweger



Hobara, H., Kobayashi, Y., Yoshida, E., & Mochimaru, M. (2015). Leg stiffness of older and younger individuals over a range of hopping frequencies. *Journal of electromyography and kinesiology*, 25(2), 305-309.

Ireland, A., Mittag, U., Degens, H., Felsenberg, D., Heinonen, A., Koltai, E., ... Pisot, R. (2021). Age-Related Declines in Lower Limb Muscle Function are Similar in Power and Endurance Athletes of Both Sexes: A Longitudinal Study of Master Athletes. *Calcified tissue international*, 1-8.

Michaelis, I., Kwiet, A., Gast, U., Boshof, A., Antvorskov, T., Jung, T., ... Felsenberg, D. (2008). Decline of specific peak jumping power with age in master runners. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, 8(1), 64-70.

Moir, G. L. (2008). Three Different Methods of Calculating Vertical Jump Height from Force Platform Data in Men and Women. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 12(4), 207-218. doi: 10.1080/10913670802349766

Padua, D. A., Garcia, C. R., Arnold, B. L., & Granata, K. P. (2005). Gender differences in leg stiffness and stiffness recruitment strategy during two-legged hopping. *Journal of motor behavior*, 37(2), 111-126.



EFFECTS OF HEAVY LOADS VS LOWER LOADS ON QUADRICEPS MUSCLE ARCHITECTURE IN TEAM SPORTS PLAYERS: A META-ANALYSIS.

Javier Pecci

Department of Physical Education, Sport and Human Movement, Universidad Autónoma de Madrid, Spain: javipecci99@gmail.com.

Gonzalo Reverte Pagola

Department of Physical Education and Sport, University of Seville, Spain.

Horacio Sánchez Trigo

Department of Physical Education and Sport, University of Seville, Spain.

Borja Sañudo

Department of Physical Education and Sport, University of Seville, Spain.

Helios Pareja Gómez

Department of Physical Education, Sport and Human Movement, Universidad Autónoma de Madrid, Spain



Abstract ➔

Resistance training modifies muscle architecture, and is also an accurate strategy to prevent injuries and enhance sport performance in team sports players. The present meta-analysis aims to examine the differences between the effects of resistance training with heavy loads (HL) and lower loads (LL) on quadriceps muscle architecture in team sports players. The databases PubMed, SPORTDiscus, PsycInfo, Web of Science and CINAHL were used for search. Resistance training groups of included studies were classified into HL or LL. Results from a total of 12 studies and 261 athletes were included. Resistance training with LL showed greater but not significant adaptations than HL in vastus lateralis and rectus femoris muscle thickness. HL showed greater but not significant improvements in the pennation angle of the vastus lateralis. Significant between-groups differences were found for the length of the fascicle of the vastus lateralis, showing that LL produces greater adaptations.

In conclusion, HL does not produce greater adaptations on quadriceps muscle architecture, although it could be implemented in team sports players looking for other objectives. Additionally, greater adaptations to fascicle length could result in a reduction in injury risk and increased athletic performance.

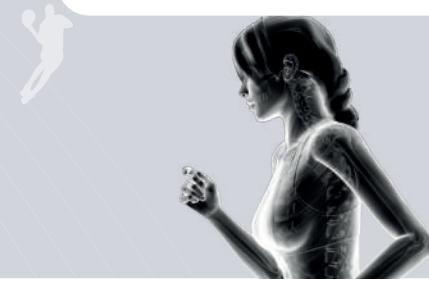
Keywords ➔

Resistance training; strength; muscle thickness; fascicle length; pennation angle



EFFECTS OF HEAVY LOADS VS LOWER LOADS ON QUADRICEPS MUSCLE ARCHITECTURE IN TEAM SPORTS PLAYERS: A META-ANALYSIS.

Javier Pecci, Gonzalo Reverte Pagola, Horacio Sánchez Trigo,
Borja Sañudo, Helios Pareja Gáleano



Introduction →

Resistance training is one of the most effective strategies to prevent sport-related injuries and to enhance sport performance (Lauersen et al., 2014; Suchomel et al., 2016). The effectiveness and derived adaptations of resistance training are directly dependent of its modifiable variables such as training intensity (i.e., loads), frequency, volume or exercise selection (Suchomel et al., 2016). To manage day-to-day fatigue and thus the stimulus-recovery-adaptation process, intensity and volume are considered the most important resistance training variables (Suchomel et al., 2021). Muscle architecture has been categorized as one of the best structural properties of the muscle function (Lieber & Ward, 2011) and has three main components: muscle thickness, fascicle length and pennation angle. Muscle architecture can be modified through resistance training and, therefore, the force production of the muscles (Lieber & Ward, 2011; Suchomel et al., 2018).

In team sports players, resistance training can enhance overall performance (Suchomel et al., 2016) as well as some of the most common and decisive movements such as sprinting, jumping or changing of direction (Suchomel et al., 2016).

Consequently, knowing the effects of resistance training and how its main variables, such as volume or intensity, affect muscle architecture and force production is important to optimize resistance training in team sports players. Thus, the aim of the present meta-analysis is to examine the differences between the effects of resistance training with heavy loads (HL) and lower loads (LL) on quadriceps muscle architecture in team sports players.

Methods →

We followed the Preferred Reporting Items for Systematic review and Meta-Analyses (PRISMA) 2021.

Literature research and data sources.

The search was performed in five databases up to 23 December 2021: PubMed, SPORTDiscus, PsycInfo, Web of Science and CINAHL. Boolean phrase was: (athlete OR sport) AND (exercise OR training) AND (quadriceps OR "vastus medialis" OR "vastus intermedius" OR "rectus femoris" OR "vastus lateralis") AND ("muscle architecture" OR "pennation angle" OR "fascicle length" OR "muscle thickness" OR "cross-sectional area").

Inclusion and exclusion criteria

Inclusion criteria were: 1) at least one group underwent a resistance training intervention based on lower-limbs exercises; 2) all participants were team sports players; 3) resistance training interventions were of at least 5 weeks; 4) quadriceps muscle architecture measured through ultrasound or MRI were outcome variables measured; 5) participants were over 16 years old on average; 6) studies in English or Spanish were considered.



EFFECTS OF HEAVY LOADS VS LOWER LOADS ON QUADRICEPS MUSCLE ARCHITECTURE IN TEAM SPORTS PLAYERS: A META-ANALYSIS.

Javier Pecci, Gonzalo Reverte Pagola, Horacio Sánchez Trigo,
 Borja Sañudo, Helios Pareja Gáleano



Exclusion criteria were: 1) no full-text was available and the study authors did not provide the full text; 2) during the intervention players took some kind of supplementation; 3) during resistance training program electrical stimulation is used.

Included resistance training groups were classified into HL if at least 50% of the training program was performed with loads $\geq 85\% \text{RM}$ or equivalent $\leq 6\text{RM}$ (Baechle & Earle, 2008).

Data extraction and analysis

Mean, standard deviation and sample size from all the included studies were extracted. Review Manager Software (RevMan 5.4; Cochrane Collaboration, Oxford, UK) was used for meta-analysis. A randomized effect model was used and heterogeneity among studies was assessed using I² statistics. Tests for subgroups differences were performed to analyze HL vs LL differences in all analyzed outcomes. Significance was set at $p < 0.05$.

Results ➔

Characteristics of the included studies

Figure 1 shows the diagram flow and the entire search process. 261 athletes entered in the final analysis. A total of 21 analyzed groups for vastus lateralis muscle thickness, 14 groups for vastus lateralis fascicle length, 16 groups for vastus lateralis pennation angle and 15 groups for rectus femoris muscle thickness were analyzed. The rest of the desired variables (i.e., rectus femoris fascicle length and pennation angle and vastus intermedius and vastus medialis muscle architecture) were not possible to analyze due to the lack of data. According to the PEDro scale, the quality of the included studies was high (7.17 ± 1.21).

Characteristics of the interventions

Table 1 shows the characteristics of the resistance training interventions.

Vastus lateralis muscle architecture

Vastus lateralis muscle thickness performing resistance training with HL did not significantly increase ($p = 0.06$; SMD = 0.32 [-0.01, 0.64]), whereas LL showed significant increases ($p < 0.001$; SMD = 0.49 [0.25, 0.72]). Nonetheless, no significant between-groups differences were observed ($p = 0.41$). 21 resistance training groups were analyzed.

For vastus lateralis fascicle length, 14 resistance training groups were analyzed. HL showed a non-significant decrease ($p = 0.27$; SMD = -0.26 [-0.72, 0.20]), whereas LL showed a significant increase ($p = 0.002$; SMD = 0.47 [0.17, 0.78]). Between-groups significant differences were found ($p = 0.01$).

Significant increases were found for pennation angle in HL ($p = 0.01$; 0.49 [0.10, 0.88]), whereas LL did not show significant increases ($p = 0.08$; SMD = 0.30 [-0.03, 0.64]). Nevertheless, no significant differences were found between groups ($p = 0.48$). 16 resistance training groups were analyzed.



EFFECTS OF HEAVY LOADS VS LOWER LOADS ON QUADRICEPS MUSCLE ARCHITECTURE IN TEAM SPORTS PLAYERS: A META-ANALYSIS.

Javier Pecci, Gonzalo Reverte Pagola, Horacio Sánchez Trigo,
Borja Sañudo, Helios Pareja Gáleano



Rectus femoris muscle architecture

No significant increases in rectus femoris muscle thickness ($p = 0.06$; SMD = 0.45 [-0.02, 0.92]) were observed with HL, whereas LL showed significant increases ($p < 0.001$; SMD = 0.74 [0.49, 0.99]). Test for subgroups differences revealed no significant differences ($p = 0.29$) between groups. 15 resistance groups were analyzed.

Discussion ➔

We found that resistance training with HL did not produce superior adaptations than resistance training with LL on any measured outcome of muscle architecture. However, it is important to highlight that resistance training with HL showed significant increases on vastus lateralis pennation angle and a trend towards significance on vastus lateralis and rectus femoris muscle thickness. Nonetheless, resistance training with LL showed greater SMD in all the measured variables, except for vastus lateralis pennation angle. Thus, in order to maximize adaptations in muscle architecture, it seems that resistance training with LL could be more efficient.

The main finding of the present meta-analysis is that resistance training with LL produces higher and significant adaptations on vastus lateralis fascicle length in team sports players. This fact was previously found by Blazevich et al. (2003), who attributed the greater adaptations in fascicle length to the force-velocity characteristics of these LL, whereas the exercise selection is not a determining variable in the adaptations (as long as they work the same muscle group). This study, as well as our meta-analysis, analyzed very different exercises with different movement patterns. We hypothesized that, due to the greater velocity of resistance training with LL, the faster eccentric phase of the movements, as well as a greater possible contribution of the stretch-shortening cycle would contribute to stimulate greater adaptations in fascicle length. No more studies analyzed resistance training groups with HL vs LL in team sports players, so more research would help to shed more light on this issue. Nonetheless, this meta-analysis provide evidence that training with LL may produce greater effects on fascicle length. This fact could be very relevant for resistance training prescription due to the close relationship between shorter fascicles length and greater injury risk (Blazevich et al., 2007; Timmins et al., 2016) as long as the fascicle length impact on the force-length relationship, the muscle power, muscle excursion range and maximum shortening velocity (Blazevich et al., 2007).

The inclusion of HL resistance training may not have as great an impact on muscle architecture as LL, but the inclusion of HL resistance training could be justified looking for other adaptations, such as neural adaptations or correct force-velocity profile imbalances (Jiménez-Reyes et al., 2017). However, strength and conditioning coaches should take into account the results of the present meta-analysis to properly orient resistance training regarding the selection of training loads.



EFFECTS OF HEAVY LOADS VS LOWER LOADS ON QUADRICEPS MUSCLE ARCHITECTURE IN TEAM SPORTS PLAYERS: A META-ANALYSIS.

Javier Pecci, Gonzalo Reverte Pagola, Horacio Sánchez Trigo,
Borja Sañudo, Helios Pareja Gáleano



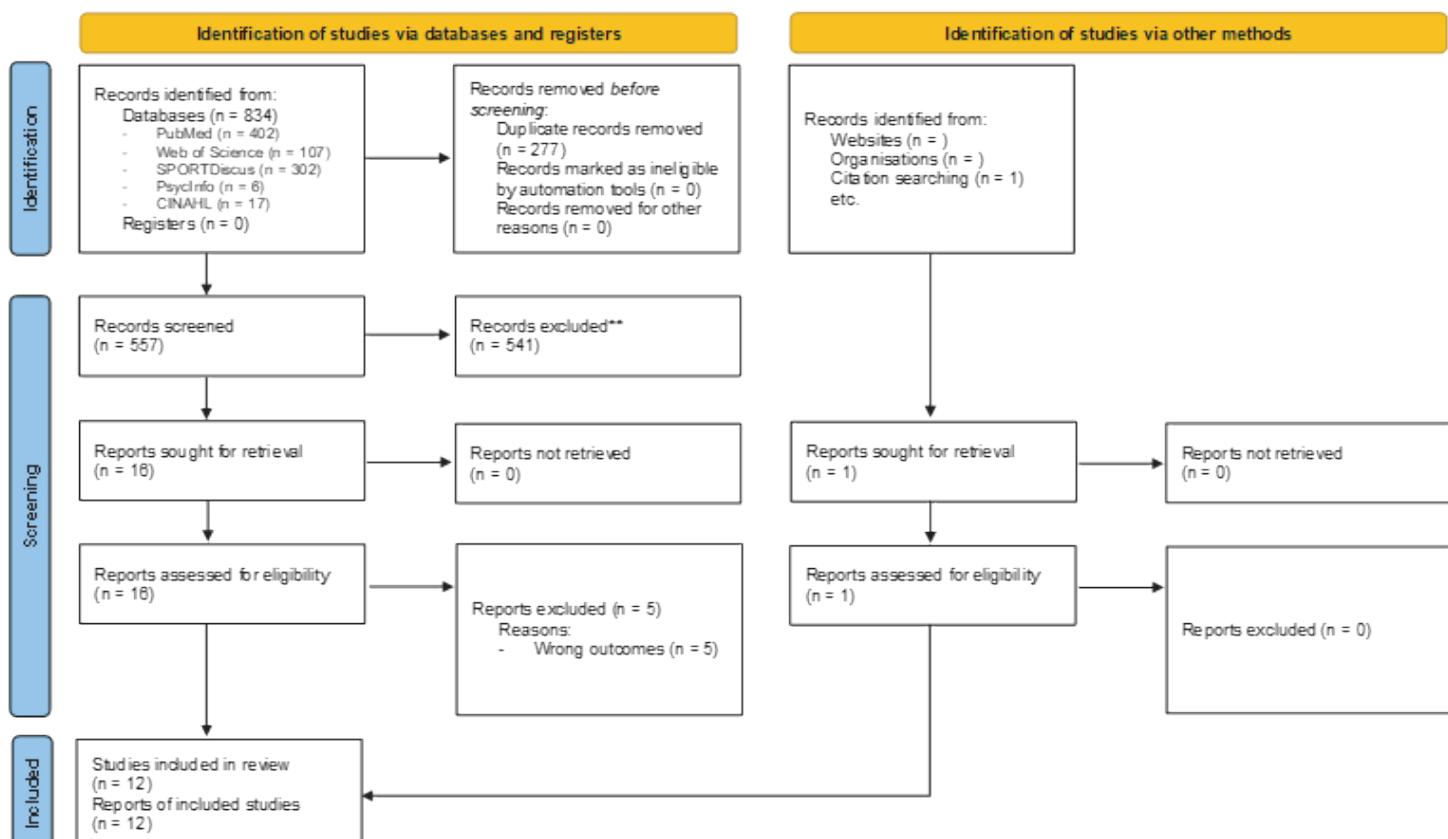
Conclusions and future directions ➔

The present meta-analysis shows that LL resistance training may produce greater adaptations in quadriceps muscle architecture than HL, highlighting the significant differences in fascicle length, which could have an important impact on reducing injury risk or enhancing performance.

Future research could analyze the effects of HL vs LL on rectus femoris fascicle length and pennation angle, as well as on vastus intermedius and vastus medialis to analyze if these muscles follow the same pattern in the adaptations produced to resistance training than the muscles analyzed in this meta-analysis. Additionally, it could be interesting to investigate if greater adaptations in fascicle length through LL resistance training result in a lower injury incidence in quadriceps muscle group.

Tables and figures ➔

Figure 1
Flow chart of the study selection process.



EFFECTS OF HEAVY LOADS VS LOWER LOADS ON QUADRICEPS MUSCLE ARCHITECTURE IN TEAM SPORTS PLAYERS: A META-ANALYSIS.

Javier Pecci, Gonzalo Reverte Pagola, Horacio Sánchez Trigo,
Borja Sañudo, Helios Pareja Gáleano



Tables and figures →

Table 1
Characteristics of the resistance training interventions of the included studies

Study	n	Sport	Measurement technique	Load/intensity	Measured outcomes
Blazevich et al. (2003)	23	Soccer, rugby union, rugby league, netball, touch rugby	Ultrasound	1: Day 1 at 6RM. Day 2 at 44-73 %RM. 2: Day 1 at 6RM. Day 2 at 44-73 %RM 3: Body mass	VL MT, VL FL, VL PA, RF MT, RF FL, RF PA
Coratella et al. (2018)	32	Soccer	Ultrasound	1: Body mass 2: 1.2-1.25 x body mass	VL MT, VL FL, VL PA
Douglas et al. (2018)	14	Rugby	Ultrasound	1: 92-110 / 68-81 %RM 2: 74-85 %RM	VL MT, VL FL, VL PA
Enright et al. (2015)	15	Soccer	Ultrasound	85 %RM	VL MT, VL FL, VL PA
Gavanda et al. (2019)	28	American football	Ultrasound	55-85 %RM	VL MT, RF MT
Gavanda et al. (2020)	21	American football	Ultrasound	20RM - 5RM	VL MT, RF MT
Horwath et al. (2019)	22	Ice hockey	Ultrasound	1: 10-60 %RM for ballistic exercises. 5RM - 3RM for squats. 2: 10-60 %RM / 120-140 %RM for ballistic exercises. 0.2-0.4 m/s for squats on isokinetic device	VL MT, RF MT, VI MT, VM MT
Namboonlus et al. (2020)	37	Soccer, futsal, volleyball, basketball	Ultrasound	1: 80 %RM 2: 50 %RM + BFR 3: 50 %RM + BFR	RF MT
Scott et al. (2017)	18	Australian football	Ultrasound	1: 20-30 %RM + BFR 2: 20-30 %RM	VL MT, VL PA
Spinetti et al. (2016)	22	Soccer	Ultrasound	1: 60-100 %PP for ballistic exercises. 5RM for power exercises. 2: 15RM - 4RM	VL MT, RF MT, VI MT, VM MT, VL FL, VL PA
Ullrich et al. (2018)	22	Soccer, handball, basketball, field hockey	Ultrasound	0-30 % body mass	VL MT, RF MT, VL FL, RF FL, VL PA, RF PA
Vázquez-Guerrero & Moras (2015)	7	Basketball	Ultrasound	Not reported. Lower than 85 %RM (confirmed by the authors).	VL MT, VL FL, VL PA

Note. When the loads/intensity for each group are not described but results separated by groups do appear, it means that both groups performed the same training, only in a different order. When two loads/intensities appear for the same resistance training group separated by a bar, the lower load refers to the load of the concentric phase, while the higher load refers to the eccentric phase. VL = vastus lateralis; RF = rectus femoris; VI = vastus intermedius; VM = vastus medialis; MT = muscle thickness; FL = fascicle length; PA = pennation angle; RM = repetition maximum; PP = peak power; BFR = blood flow restriction



EFFECTS OF HEAVY LOADS VS LOWER LOADS ON QUADRICEPS MUSCLE ARCHITECTURE IN TEAM SPORTS PLAYERS: A META-ANALYSIS.

Javier Pecci, Gonzalo Reverte Págola, Horacio Sánchez Trigo,
 Borja Sañudo, Helios Pareja Galeano



References ➔

- Baechle, T. R., & Earle, R. W. (Eds.). (2008).** Essentials of strength training and conditioning. Human kinetics.
- Blazevich, A. J., Cannavan, D., Coleman, D. R., & Horne, S. (2007).** Influence of concentric and eccentric resistance training on architectural adaptation in human quadriceps muscles. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md. : 1985), 103(5), 1565–1575. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00578.2007>
- Blazevich, A. J., Gill, N. D., Bronks, R., & Newton, R. U. (2003).** Training-specific muscle architecture adaptation after 5-wk training in athletes. *Medicine and science in sports and exercise*, 35(12), 2013–2022. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000099092.83611.20>
- Jiménez-Reyes, P., Samozino, P., Brughelli, M., & Morin, J. B. (2017).** Effectiveness of an Individualized Training Based on Force-Velocity Profiling during Jumping. *Frontiers in physiology*, 7, 677. <https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00677>
- Lauersen, J. B., Bertelsen, D. M., & Andersen, L. B. (2014).** The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *British journal of sports medicine*, 48(11), 871–877. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092538>
- Lieber, R. L., & Ward, S. R. (2011).** Skeletal muscle design to meet functional demands. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 366(1570), 1466–1476. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0316>
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., & Stone, M. H. (2016).** The Importance of Muscular Strength in Athletic Performance. *Sports medicine* (Auckland, N.Z.), 46(10), 1419–1449. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0486-0>
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., Bellon, C. R., & Stone, M. H. (2018).** The Importance of Muscular Strength: Training Considerations. *Sports medicine* (Auckland, N.Z.), 48(4), 765–785. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0862-z>
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., Bellon, C. R., Hornsby, W. G., & Stone, M. H. (2021).** Training for Muscular Strength: Methods for Monitoring and Adjusting Training Intensity. *Sports medicine* (Auckland, N.Z.), 51(10), 2051–2066. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01488-9>
- Timmins, R. G., Bourne, M. N., Shield, A. J., Williams, M. D., Lorenzen, C., & Opar, D. A. (2016).** Short biceps femoris fascicles and eccentric knee flexor weakness increase the risk of hamstring injury in elite football (soccer): a prospective cohort study. *British journal of sports medicine*, 50(24), 1524–1535. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095362>



LA PÉRDIDA DE VELOCIDAD COMO VARIABLE PARA CONTROLAR EL VOLUMEN DE ENTRENAMIENTO EN EL EJERCICIO DE DOMINADAS

Miguel Sánchez Moreno

Universidad de Sevilla, Departamento de Educación Física y Deporte, España

Fernando Pareja Blanco

Universidad Pablo de Olavide, Departamento de Deporte e informática, España



Objetivo →

Este estudio analizó las relaciones entre la pérdida de velocidad (PV) dentro de la serie y el porcentaje de repeticiones completadas (%Rep) con respecto al número máximo de repeticiones (MNR) ante diferentes intensidades relativas (% 1RM) en el ejercicio de dominadas.

Métodos →

Un total de 105 hombres realizaron una prueba incremental para determinar el valor de la repetición máxima (1RM) y el MNR que podría realizar con su propio peso corporal en el ejercicio de dominadas. Para los análisis correspondientes, los sujetos fueron divididos en seis grupos diferentes de acuerdo con el %1RM que representó su propio peso corporal (55, 60, 65, 70, 75 y 80% 1RM). Tras esto, 18 sujetos fueron descartados al no quedar localizado su peso corporal dentro de las intensidades relativas estudiadas.

Resultados →

Se observaron fuertes relaciones significativas entre PV y %Rep para todas las intensidades relativas analizadas ($R^2: 0.90-0.94$; $P < 0.001$). Además, todas ellas arrojaron un error estándar de la estimación inferior al 10% ($SEE = 6.6-8.1\%$).

Finalmente, el %Rep para los diferentes %PV (10-70%) fue similar para las intensidades relativas que oscilaron entre 55 y 70% 1RM, mientras que este fue ligeramente mayor para las intensidades relativas más altas (75-80% 1RM).

Conclusiones →

Estos hallazgos respaldan el uso de la pérdida de velocidad dentro de la serie como una herramienta válida para prescribir y monitorear el volumen de entrenamiento en el ejercicio de dominadas, permitiendo así la aplicación de niveles homogéneos de esfuerzo entre individuos.

Palabras clave →

velocidad del movimiento; entrenamiento de fuerza; volumen, dominadas.



LA PÉRDIDA DE VELOCIDAD COMO VARIABLE PARA CONTROLAR EL VOLUMEN DE ENTRENAMIENTO EN EL EJERCICIO DE DOMINADAS

Miguel Sánchez Moreno, Fernando Pareja Blanco



Introducción →

La configuración del entrenamiento de fuerza (EF) depende de la manipulación de diferentes variables tales como la acción muscular utilizada, la selección y el orden de los ejercicios, la intensidad, el volumen, el descanso, la frecuencia y la velocidad de ejecución (1). La combinaciones de estas variables determina el tipo de respuestas fisiológicas y, en consecuencia, las adaptaciones tras el EF (2). De entre estas, el volumen de entrenamiento es considerado como un factor crítico en la inducción de adaptaciones neurales y estructurales (3). Por lo tanto, determinar y controlar esta variable de manera precisa se presenta como un elemento fundamental para obtener los resultados deseados con el EF. Tradicionalmente, para configurar el volumen durante el EF, los entrenadores determinan de antemano el número de repeticiones a completar en cada serie de ejercicios para todos los individuos. Aunque este enfoque permite simplificar el diseño y control del EF, también presenta limitaciones importantes. El número máximo de repeticiones (MNR) que se puede completar contra una intensidad relativa dada (%IRM) presenta una gran variabilidad (coeficiente de variación [CV]: ~ 20%) entre individuos (4). Como consecuencia, dos individuos que realizan el mismo número de repeticiones por serie pueden experimentar diferentes niveles de esfuerzo (es decir, la relación entre el número de repeticiones realizadas en una serie y el MNR que podrían completarse), ya que, el número de las repeticiones que quedan sin hacer (es decir, las repeticiones que quedan en reserva) pueden diferir considerablemente entre ellas (4, 5). Como una alternativa, se ha propuesto utilizar la pérdida de velocidad (PV) que tiene lugar durante la serie como indicador del volumen de entrenamiento. Por tanto, los entrenadores pueden fijar el porcentaje de PV deseado en cada serie de entrenamiento (por ejemplo, 10, 20 o 40%) y terminar la serie una vez este sea alcanzado. Este enfoque se basa en: (a) las altas relaciones ($R^2 = 0.83 - 0.94$) encontradas entre la magnitud de PV y diferentes indicadores mecánicos y metabólicos de fatiga (6), y (b) la fuerte relación ($R^2 = 0.93 - 0.97$) observada entre el porcentaje de PV inducido durante la serie y el porcentaje de repeticiones completadas con respecto a MNR que podrían completarse hasta alcanzar el fallo muscular (%Rep) en los ejercicios de press de banca (PB) y sentadilla (SQ) (4, 7). Por tanto, completar repeticiones hasta alcanzar una determinada magnitud de PV parece ser un método adecuado para obtener información objetiva y precisa sobre el grado de fatiga incurrido en la serie y conseguir un nivel de esfuerzo más homogéneo entre individuos. Sin embargo, la magnitud de PV necesaria para alcanzar un cierto %Rep puede ser diferente para cada ejercicio y carga relativa utilizada (4). Por lo tanto, para poder controlar el volumen durante el EF mediante este enfoque es necesario conocer esta información de los diferentes ejercicios. Las dominadas es un ejercicio ampliamente utilizado para promover la resistencia muscular y las adaptaciones de fuerza. Este ejercicio es utilizado tradicionalmente como una prueba de aptitud física en una variedad de poblaciones, incluidos aspirante a bomberos y oficiales de policía, el cual tiene influencia en tareas específicas del trabajo desarrollado por agentes de la ley (8).



LA PÉRDIDA DE VELOCIDAD COMO VARIABLE PARA CONTROLAR EL VOLUMEN DE ENTRENAMIENTO EN EL EJERCICIO DE DOMINADAS

Miguel Sánchez Moreno, Fernando Pareja Blanco



Recientemente, hemos observado la existencia de una relación alta ($R^2 = 0.88$) entre la PV que tiene lugar durante la serie, en este ejercicio utilizando como resistencia externa propio peso corporal (PC) y el %Rep (9). De esta forma, una magnitud de PV del 25% en una serie significa que un individuo ha completado aproximadamente el 50% del MNR, mientras que una PV del 50% corresponde aproximadamente al 85% del MNR, independientemente del MNR que los individuos pueden realizar. Sin embargo, aunque estos hallazgos nos permiten estimar con buena precisión el %Rep que ha sido completado en una serie tan pronto como se incurre en una determinada magnitud de PV, los datos en este estudio se consideraron sin diferenciar la intensidad relativa que el PC de cada individuo podría suponerle. Por esta razón, el valor del coeficiente de correlación observado para el ejercicio de dominadas podría ser relativamente menor al observado previamente en el ejercicio PB ($R^2 = 0.97$) y SQ ($R^2 = 0.93$) [7, 8]. Estas diferencias pueden explicarse por el hecho de que estudios previos analizaron la relación entre el porcentaje de VL inducido en una serie y el %Rep frente a diferentes intensidades relativas (del 50 al 80% 1RM), lo que permitió aumentar la precisión de la ecuación de predicción proporcionada por cada una de estas cargas. Por lo tanto, dado que: (a) la relación entre el %PV en la serie y el %Rep depende de la intensidad relativa y el tipo de ejercicio utilizado (4), y (b) que el análisis previo de esta relación en el ejercicio de dominadas (9) se llevó a cabo sin tener en cuenta la intensidad relativa que representaba el PC para cada participante, el objetivo principal de este estudio fue analizar la relación entre el %PV y el %Rep ante 6 intensidades relativas diferentes (55, 60, 65, 70, 75, 80% de una repetición máxima [1RM]) representado por el propio PC en el ejercicio de dominadas.

Método ➔

Participantes

Un total de 105 hombres jóvenes se ofrecieron como voluntarios para participar en este estudio. De los 105 participantes iniciales, 87 fueron localizados en una de las 6 intensidades relativas estudiadas según la intensidad relativa que representaba su propio PC (media ± desviación estándar: edad 25.2 ± 4.5 años; altura $1,76 \pm 0,06$ m; y masa corporal 73.1 ± 9.0 kg). Los participantes eran aspirantes a distintos fuerzas y cuerpos de seguridad y equipos de salvamentos, con al menos 12 meses de experiencia en EF (1 a 3 sesiones/semana) y acostumbrados a realizar el ejercicio de dominadas con la técnica correcta. Ninguno de los participantes tomaba drogas, medicamentos o sustancias que se espera que afecten el rendimiento físico. Una vez informados sobre el propósito, los procedimientos de las pruebas y los riesgos potenciales de la investigación, todos los sujetos dieron su consentimiento voluntario por escrito para participar. El estudio se realizó de acuerdo con la Declaración de Helsinki II y fue aprobado por el Comité de Ética Local.



LA PÉRDIDA DE VELOCIDAD COMO VARIABLE PARA CONTROLAR EL VOLUMEN DE ENTRENAMIENTO EN EL EJERCICIO DE DOMINADAS

Miguel Sánchez Moreno, Fernando Pareja Blanco



Evaluaciones

► Evaluaciones antropométricas.

La altura y la masa corporal se determinaron usando un estadiómetro y una báscula médica (Seca 710; Seca Ltd., Hamburgo, Alemania) con los participantes vistiendo solo ropa interior.

► Test incremental hasta la 1RM.

Esta prueba se realizó para determinar la intensidad relativa que representaba el propia PC de cada sujeto con respecto al valor de la 1RM. Brevemente, los participantes comenzaron sin carga adicional para posteriormente incrementar esta gradualmente, inicialmente con aumentos de 5 kg y reduciendo a 1 kg para poder determinar con precisión la 1RM. La fuerza de 1RM se calculó como la suma de la carga máxima levantada y el PC del sujeto. Se ejecutaron tres repeticiones cuando la velocidad media propulsiva (VMP) fue superior a 0,75 m·s⁻¹, dos cuando la VMP estuvo entre 0,75 y 0,55 m·s⁻¹ y sólo una cuando la VMP fue inferior a 0,55 m·s⁻¹. Para agregar el peso adicional, se usó un cinturón especializado que se podía ajustar alrededor de la cintura y permitía sujetar pesas a través de una cadena. Todas las repeticiones se registraron con un transductor de velocidad lineal (T-Force System, Ergotech, Murcia, España). Se proporcionó un estímulo verbal durante todas las pruebas para motivar a los sujetos a hacer el máximo esfuerzo. El cable del transductor de velocidad lineal se fijó a la parte posterior de la correa.

► Test para determinar el Máximo Número de Repeticiones.

Los participantes realizaron una prueba de MNR en el ejercicio de dominadas con su propio PC. Se pidió a los participantes que completaran cada repetición desde una posición colgante de extensión completa del brazo (utilizando el mismo agarre y ejecución en pronación de ancho que en la prueba de carga progresiva) hasta que la barbilla estuviera por encima de la barra. La prueba se consideró finalizada cuando el sujeto no fue capaz de levantar el mentón por encima de la barra o cuando los sujetos se detuvieron más de 2-3 s en la posición extendida.

► Análisis estadístico

Se utilizaron métodos estadísticos estándar para el cálculo de la media, la desviación estándar (SD) y el error estándar de la estimación (SEE). La normalidad y la homocedasticidad se verificaron con las pruebas de Shapiro-Wilk y Levene, respectivamente. La variabilidad interindividual se calculó a partir del CV interindividual de la siguiente manera: SD/media · 100. Las relaciones entre el porcentaje de PV y el %Rep se estudiaron ajustando polinomios de segundo orden a los datos. Se realizó un análisis de varianza para determinar las diferencias entre las distintas variables estudiadas. Se realizaron procedimientos post hoc de Bonferroni para localizar las diferencias por pares entre los valores medios. Se aceptó la significación a $p < 0,05$. Todos los análisis se realizaron con el software SPSS versión 20.0 (SPSS, Chicago, IL, EE. UU.). Las figuras se diseñaron utilizando SigmaPlot 12.0 (Systat Software Inc, San Jose, California, EE. UU.).



LA PÉRDIDA DE VELOCIDAD COMO VARIABLE PARA CONTROLAR EL VOLUMEN DE ENTRENAMIENTO EN EL EJERCICIO DE DOMINADAS

Miguel Sánchez Moreno, Fernando Pareja Blanco



Resultados →

En la Figura 1 podemos observar la relación existente entre los distintos %PV y %Rep. Relaciones altas ($R^2 = 0,90-0,94$) y significativas ($P < 0,001$) fueron para las diferentes intensidades relativas analizadas. Además, todas ellas arrojaron un error estándar de la estimación inferior al 10% ($SEE = 6.8-8.0\%$). Además, también se observó una fuerte relación entre la magnitud de PV y %Rep para todos los grupos juntos ($R^2 = 0.92$, Figura 1). El %Rep cuando se alcanzó un porcentaje dado de PV (10-70%) fue similar para las intensidades relativas que oscilaron entre 55 y 70% 1RM, mientras que este fue ligeramente mayor para las intensidades relativas más altas (75-80% 1RM, Tabla 1). Algunas diferencias significativas pudieron observarse en el %Rep para diferentes %PV cuando comparamos con el grupo cuyo PC representó el 80% de 1RM.

Discusión →

Este estudio tuvo como objetivo analizar la posibilidad de usar la PV dentro de la serie como variable para monitorear y prescribir el volumen de entrenamiento en el ejercicio de dominadas. Se observó una relación muy estrecha ($R^2 = 0,90 - 0,94$) entre el %PV y el %Rep frente a cada intensidad relativa estudiada, independientemente del MNR completado por cada sujeto. Además, la variabilidad interindividual del %Rep realizado para un determinado umbral de PV disminuyó a medida que aumentaba la magnitud de PV incurrida en la serie. Estos hallazgos respaldan el uso de la pérdida de velocidad como una herramienta válida para prescribir y monitorear el volumen de entrenamiento en el ejercicio dominadas, lo que permite la aplicación de niveles homogéneos de esfuerzo entre individuos.

De acuerdo con nuestros resultados, se observaron previamente relaciones fuertes entre el %Rep realizado y la magnitud de PV en los ejercicios de PB y SQ (4, 7). En este sentido, nuestros resultados respaldan la noción de que esta relación depende de la intensidad relativa (%1RM) utilizada en el entrenamiento. Sin embargo, en el ejercicio dominadas, el %Rep realizado correspondiente a los diferentes umbrales de PV alcanzados dentro de la serie fue muy similar para las intensidades relativas que oscilan entre el 55% y el 70% de la 1RM, mientras que este aumentó progresivamente a medida que aumentaba la intensidad relativa (del 75 al 80% 1RM, Tabla 1). En concordancia con nuestros hallazgos, investigaciones previas que analizaron esta relación observaron que, el %Rep correspondiente a una determinada PV fue muy similar para intensidades relativas entre 50% y 70% de 1RM en el ejercicio de PB, y entre 50-60% 1RM en el ejercicio de sentadilla, mientras que, una determinada PV supuso un %Rep ligeramente más alto (~5%) para las intensidades relativas más altas (80% 1RM para PB y del 70 a 80% 1RM para sentadilla) (4). Los resultados de este estudio contribuyen a mejorar nuestra comprensión de cómo el volumen de entrenamiento y el nivel de esfuerzo pueden cuantificarse, monitorearse y prescribirse con mayor precisión en el ejercicio dominadas. Los entrenadores y profesionales de la fuerza y el acondicionamiento que habitualmente entrena con el ejercicio dominadas pueden



LA PÉRDIDA DE VELOCIDAD COMO VARIABLE PARA CONTROLAR EL VOLUMEN DE ENTRENAMIENTO EN EL EJERCICIO DE DOMINADAS

Miguel Sánchez Moreno, Fernando Pareja Blanco



utilizar la magnitud de PV alcanzada en una serie para prescribir el volumen de entrenamiento, evitando la necesidad de conocer el MNR que el atleta podría realizar en cada serie. Estos hallazgos, junto con los encontrados recientemente en relación a la posibilidad de utilizar la velocidad de movimiento como indicador de la intensidad relativa en este ejercicio(9), nos permiten ejercer un mejor control sobre la carga de entrenamiento que se está induciendo cuando se utiliza el ejercicio de dominadas.

Tablas y figuras →

Figura 1

Relación entre el porcentaje de pérdida de velocidad y el porcentaje de repeticiones realizadas en el ejercicio de dominadas.

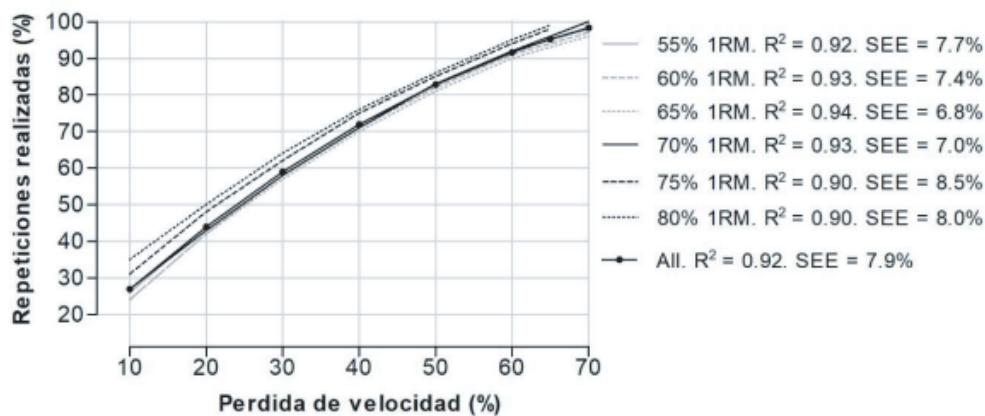


Tabla 1

Porcentaje de repeticiones completadas con respecto al máximo número que pueden ser realizadas cuando se alcanza un determinado porcentaje de pérdida de velocidad

%1RM	%Rep	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%
55%	%Rep	24.2 (25.8)	34.1 (21.3)	43.3 (17.1)	51.9 (14.5)	59.8 (12.7)	67.1 (11.1)	73.7 (11.0)	77.9 (9.7)	89.5 (7.0)	88.0 (5.7)	93.4 (4.8)	96.7 (4.4)	99.3 (5.0)
		23.1 (25.9)	32.7 (18.0)	41.7 (14.5)	50.1 (12.5)	58.0 (11.2)	65.2 (10.1)	71.9 (9.1)	77.9 (8.2)	83.4 (7.4)	88.3 (6.7)	92.6 (6.3)	96.3 (6.4)	99.4 (7.1)
60%	%Rep	22.6 (28.6)	32.1 (19.5)	41.0 (15.2)	49.3 (12.7)	57.0 (11.1)	64.1 (9.8)	70.7 (8.7)	76.6 (7.6)	81.9 (6.6)	86.7 (5.6)	90.9 (4.7)	94.5 (4.1)	97.5 (3.9)
		24.7 (25.1)	33.8 (17.7)	42.4 (14.4)	50.5 (12.6)	58.1 (11.3)	65.3 (10.3)	71.9 (9.3)	78.1 (8.4)	83.7 (7.4)	88.9 (6.5)	93.6 (5.7)	97.8 (5.2)	
65%	%Rep	29.6 (24.8)	38.8 (21.3)	47.4 (19.4)	55.4 (17.8)	62.9 (16.1)	69.8 (14.3)	76.2 (12.3)	81.9 (10.2)	87.1 (8.0)	91.8 (6.1)	95.9 (5.3)	99.4 (6.4)	
		33.8 (27.3)	42.9 (21.4)	51.4 (17.8)	59.3 (15.2)	66.5 (13.0)	73.1 (11.2)	79.1 (9.4)	84.3 (7.8)	89.0 (6.2)	93.0 (4.7)	96.3 (3.5)	99.0 (3.3)	
70%	%Rep													
75%	%Rep													
80%	%Rep													

%1RM: porcentaje de 1 repetición máxima; %Rep: Porcentaje de repeticiones completadas con respecto al máximo número que pueden ser realizadas y coeficiente de variación entre sujetos (en paréntesis).



LA PÉRDIDA DE VELOCIDAD COMO VARIABLE PARA CONTROLAR EL VOLUMEN DE ENTRENAMIENTO EN EL EJERCICIO DE DOMINADAS

Miguel Sánchez Moreno, Fernando Pareja Blanco



Referencias ➔

- Bird SP, Tarpenning KM, Marino FE.** Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness. Sports medicine. 2005;35(10):841-51.
- Spiering BA, Kraemer WJ, Anderson JM, Armstrong LE, Nindl BC, Volek JS, et al.** Resistance exercise biology. Sports Medicine. 2008;38(7):527-40.
- Schoenfeld BJ, Ogborn D, Krieger JW.** Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. Journal of sports sciences. 2017;35(11):1073-82.
- Rodríguez-Rosell D, Yáñez-García JM, Sánchez-Medina L, Mora-Custodio R, González-Badillo JJ.** Relationship Between Velocity Loss and Repetitions in Reserve in the Bench Press and Back Squat Exercises. Journal of strength and conditioning research. 2019.
- Morán-Navarro R, Martínez-Cava A, Sánchez-Medina L, Mora-Rodríguez R, González-Badillo JJ, Pallarés JG.** Movement velocity as a measure of level of effort during resistance exercise. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2019;33(6):1496-504.
- Sanchez-Medina L, González-Badillo JJ.** Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. Medicine and science in sports and exercise. 2011;43(9):1725-34.
- González-Badillo JJ, Yáñez-García JM, Mora-Custodio R, Rodríguez-Rosell D.** Velocity loss as a variable for monitoring resistance exercise. International journal of sports medicine. 2017;38(03):217-25.
- Dawes JJ, Lindsay K, Bero J, Elder C, Kornhauser C, Holmes R.** Physical fitness characteristics of high vs. low performers on an occupationally specific physical agility test for patrol officers. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2017;31(10):2808-15.
- Sánchez-Moreno M, Rodríguez-Rosell D, Pareja-Blanco F, Mora-Custodio R, González-Badillo JJ.** Movement velocity as indicator of relative intensity and level of effort attained during the set in pull-up exercise. International journal of sports physiology and performance. 2017;12(10):1378-84.



EFFECTS OF AN 8-WEEK STRENGTH TRAINING PROGRAM ON STAIR-CLIMBING EXERCISE PERFORMANCE AND LOWER LIMB STRENGTH IN PROFESSIONAL FIREFIGHTERS

Miguel Sánchez-Moreno

Dpto. Educación Física y Deporte. Universidad de Sevilla, España

Enrique López-Sánchez

Departamento de Extinción de Incendios y Salvamento. Ayuntamiento de Sevilla, España

Beatriz Bachero-Mena

Dpto. Motricidad Humana y Rendimiento Deportivo. Universidad de Sevilla, España



Introduction →

The firefighter's job, in emergency situations, involves carrying out a series of tasks that require high physical and mental demands.

Objective →

This study aimed to analyze the effects of an 8-week strength training program on stair-climbing exercise performance and lower limb strength in professional firefighters.

Method →

18 professional firefighters (Age: 42.7 ± 8.2 years; Weight: 75.5 ± 5.2 kg; Height: 177 ± 5 cm) participated in this study. Subjects were divided into 2 groups: a strength training group (STG, n=10) and a control group (CG, n=8). The STG carried out an 8-week strength training which consisted of full squat exercise (intensity ranging from 40% to 70% 1RM), CMJ, and deadlift exercises. All subjects performed different tests including a stair-climbing exercise over 6 floors with specific gear at maximum speed, vertical jump (CMJ) and a full squat progressive loading test, before and after the 8-week intervention period.

Results →

A general improvement in all tests performed after the 8-week strength training program was observed for STG. This group significantly decreased ($p < 0.01$) the time in the 6-floor stair-climbing test. Additionally, a significant increase in the variables of lower limb strength: vertical jump height, and lower limb strength in full squat (MPV35kg, V1load, and 1RM) was observed for STG. On the other hand, no significant changes were observed in CG in most of the variables except for CMJ, where a significant decrease was observed.

Conclusions →

The results of this study showed that the strength training program carried out by the firefighters' experimental group, which was characterized by low to moderate intensity and low volume, produced significant improvements in both lower limb strength and stair-climbing with specific gear performance, while no improvements in performance were observed for the CG.



Keywords → firefighters, muscle strength, stair-climbing, anaerobic capacity, vertical jump.



EFFECTS OF AN 8-WEEK STRENGTH TRAINING PROGRAM ON STAIR-CLIMBING EXERCISE PERFORMANCE AND LOWER LIMB STRENGTH IN PROFESSIONAL FIREFIGHTERS

Miguel Sánchez-Moreno, Enrique López-Sánchez, Beatriz Bachero Mena



Introduction →

The firefighter's job, in emergency situations, involves carrying out a series of tasks that require high physical and mental demands. Some of these tasks include climbing stairs, dragging hoses, and forced entry while wearing personal protective gear and self-contained breathing apparatus weighing between 22 and 37 kg in hazardous environments¹. In addition, tasks such as rescuing victims and offering emergency medical care, ventilating flooded compartments with smoke and saving the contents of the building are part of the work of these professionals². This study aimed to analyze the effects of an 8-week strength training program on stair-climbing exercise performance and lower limb strength in professional firefighters.

Method →

18 professional firefighters (Age: 42.7 ± 8.2 years; Weight: 75.5 ± 5.2 kg; Height: 177 ± 5 cm) participated in this study. Subjects were divided into 2 groups: a strength training group (STG, n=10) and a control group (CG, n=8). The STG carried out an 8-week strength training which consisted of full squat exercise (intensity ranging from 40% to 70% 1RM; 3-5 sets; 3-4 repetitions), CMJ (3-4 sets; 5-6 repetitions), and deadlift exercises (intensity 50% to 70% body mass; 3 sets; 8-10 repetitions). A total of 12 sessions were completed, distributed in 1 session every 5 days. All subjects performed different tests including a stair-climbing exercise over 6 floors with specific gear at maximum speed, vertical jump (CMJ) and a full squat progressive loading test, before and after the 8-week intervention period. A general and specific warm-up was carried out before the tests. Subjects were injury-free and were fully informed about the procedures, potential risks and benefits of the study and they all signed a written informed consent prior to the tests. All data are reported as mean ± standard deviation (SD). A Student's dependent t-test for paired samples (CI: 95%) was performed to compare the pretest with post-test intragroup differences. The differences between groups were determined through the analysis of variance with test 1 as covariate. Significant differences were determined by a Scheffé' post hoc test. The level of significance was set at 0.05. SPSS for Mac (IBM Corporation, New York, NY) (release 20.0.0) was used for all statistical analyses.

Results →

Changes in climbing-stairs exercise and strength performance variables from pre- to post-training for each group are shown in Table 1. A general improvement in all tests performed after the 8-week strength training program was observed for STG. This group significantly decreased ($p < 0.01$) the time in the 6-floor stair-climbing test. Additionally, a significant increase in the variables of lower limb strength: vertical jump height, and lower limb strength in full squat (MPV35kg, V1load, and 1RM) was observed for STG. On the other hand, no significant changes were observed in CG in most of the variables except for CMJ, where a significant decrease was observed.



EFFECTS OF AN 8-WEEK STRENGTH TRAINING PROGRAM ON STAIR-CLIMBING EXERCISE PERFORMANCE AND LOWER LIMB STRENGTH IN PROFESSIONAL FIREFIGHTERS

Miguel Sánchez-Moreno, Enrique López-Sánchez, Beatriz Bachero Mena



Conclusions →

Climbing stairs is a usual task of the firefighter's job, requiring a high physical demand³. The results of this study showed that the strength training program carried out by the firefighters' experimental group, which was characterized by low to moderate intensity and low volume, produced significant improvements in both lower limb strength and stair-climbing with specific gear performance, while no improvements in performance were observed for the control group. These results remark the importance of a structured strength training program in this population, in order to increase their physical fitness levels, and consequently to get a better performance of their functions, as well as injury prevention⁴.

Tables and figures →

Tabla 1

Changes in climbing-stairs exercise and strength performance variables from pre- to post-training for each group.

	STG		CG	
	T1	T2	T1	T2
SC time (s)	28.13 ± 4.20	26.88 ± 3.79**	28.45 ± 4.24	28.39 ± 3.12
CMJ (cm)	37.4 ± 4.5	39.1 ± 4.2**	36.6 ± 7.8	35.0 ± 6.8*
VMP35 (m/s)	1.33 ± 0.15 #	1.36 ± 0.15 #	1.14 ± 0.20	1.09 ± 0.19
V ₁ load (kg)	57.6 ± 12.7	63.1 ± 11.4** #	46.5 ± 12.3	43.4 ± 13.1
1RM (N·s ⁻¹)	108.8 ± 18.0	116.6 ± 14.9**	91.8 ± 29.0	89.0 ± 28.9

STG: Resistance training group ($n = 6$); CG: Control Group ($n = 7$); T1: test 1; T2: test 2; SC time: time reached in the stair-climbing exercise; CMJ: Countermovement jump; MPV35kg: Mean propulsive velocity in full squat with 35 kg; V₁load: load reached at 1 m·s⁻¹ velocity in the full squat exercise; 1RM: one repetition maximum. Intra-group significant differences: *: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$ (respect to T1); Inter-group significant differences in respect to control group: #: $P < 0.05$.

References →

- Michaelides, M. A., Parpa, K. M., Henry, L. J., Thompson, G. B., Brown, B. S. (2001).** Assessment of physical fitness aspects and their relationship to firefighters' job abilities. *The Journal of Strength & Conditioning Research*; 25(4):956–965.
- Kolkhorst, K. L. (2008).** Metabolic demands of simulated firefighting tasks. *Ergonomics*, 51:9, 1418–1425.
- Dennison, K. J., Mullineaux, D. R., Yates, J. W., Abel, M. G. (2012).** The effect of fatigue and training status on firefighter performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*; 26(4):1101–1109.
- Sheaff, A. K., Bennett, A., Hanson, E. D., Kim, Y., Hsu, J., Shim, J. K., et al. (2010).** Physiological Determinants of the Candidate Physical Ability Test in Firefighters. *Journal of Strength & Conditioning Research*; 24(11), 3112–3122.



¿ES IMPORTANTE EL EJERCICIO FÍSICO EN MUJERES CON CÁNCER DE MAMA?

Santiago Fresno Alba

Ginecólogo. Hospital San Pedro de Alcántara. Facultad de Ciencias del Deporte. Cáceres, España.

Jose Antonio Domínguez Arroyo

Ginecólogo. Clínica IERA. Badajoz, España.

Ruth Jiménez Castuera

Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Extremadura. España.



Resumen →

El objetivo del presente estudio fue realizar un análisis descriptivo de las principales variables fisiológicas y psicológicas determinantes en el cáncer de mama, así como plantear una propuesta de intervención motivacional de ejercicio físico a partir de los resultados, para pacientes con cáncer de mama para mejorar su calidad de vida.

La muestra estuvo compuesta por 19 mujeres con cáncer de mama, en fase de tratamiento, entre 39 y 76 años (55.83 ± 9.33). Se midieron los siguientes parámetros fisiológicos: hematíes, hemoglobina, hematocritos, glucosa basal, triglicéridos y colesterol, además, a través de cuestionarios se determinaron el Apoyo a la Autonomía percibido de familiares y amigos, las Necesidades Psicológicas Básicas (NPB) de Autonomía, Competencia y Relaciones Sociales, los tipos de motivación autodeterminada para la práctica deportiva, la calidad de vida, la autoestima y la condición física percibida.

Los resultados principales determinaron que las mujeres presentan valores bajos en hematíes, hemoglobina y hematocritos.

Se concluyó la importancia de disminuir los niveles de colesterol, mejorar los niveles de glóbulos rojos, hemoglobina y hematocrito y fomentar el bienestar emocional, la NPB de relaciones sociales a través de la intervención psicológica y/o el aumento de la práctica de actividad física.

Palabras clave →

Cáncer de mama, motivación, bienestar, parámetros fisiológicos, actividad física.



¿ES IMPORTANTE EL EJERCICIO FÍSICO EN MUJERES CON CÁNCER DE MAMA?

Santiago Fresno Alba, Jose Antonio Domínguez Arroyo, Ruth Jiménez Castuera



Introducción ➔

El cáncer de mama es una de las enfermedades más frecuentes en las mujeres tanto a nivel europeo como a nivel mundial. Según la Organización Mundial de la Salud, del 30% al 50% de los casos de cáncer podrían ser evitados siguiendo estilos de vida saludables e implementando medidas de salud pública. Actualmente, se ha demostrado los beneficios físicos y psicológicos del ejercicio físico tanto durante como después del tratamiento de esta enfermedad. Se estima que pocas mujeres diagnosticadas de cáncer de mama, así como supervivientes, realizan la actividad física necesaria recomendada por las principales instituciones médicas. Además, la actividad física se reduce tras el diagnóstico y durante el tratamiento.

En la práctica de ejercicio físico, la motivación juega un papel fundamental. Una de las teorías que ayuda a explicar la motivación hacia la práctica de ejercicio físico, es la Teoría de la Autodeterminación (TAD) (1). La TAD, propone que la motivación se encuentra enmarcada a lo largo de un continuo en el que se distinguen: motivación intrínseca (la más autodeterminada, supone realizar una actividad por el propio placer que supone practicarla), motivación externa (realizar actividad por recompensa o reconocimientos externos a la propia actividad) y desmotivación (la menos autodeterminada).

Asimismo, establece tres Necesidades Psicológicas Básicas (NPB), como mediadores psicológicos que influyen en los tres tipos de motivación (1): autonomía (deseo de comprometerse en actividades por propia elección), competencia (deseo de interactuar de manera eficiente con el medio para sentirse competente) y relaciones sociales (deseo de sentirse parte de un grupo).

El objetivo del presente estudio fue realizar un análisis descriptivo de las principales variables fisiológicas y psicológicas determinantes en el cáncer de mama, así como plantear una propuesta de intervención motivacional de ejercicio físico a partir de los resultados, para pacientes con cáncer de mama para mejorar su calidad de vida.

Método ➔

Todos los sujetos dieron su consentimiento informado, previo a su inclusión en el estudio. Éste recibió la aprobación del comité de ética de la investigación de Cáceres (código 077-2019) siguiendo las directrices de la Declaración de Helsinki. Todos los participantes fueron tratados de acuerdo con las pautas éticas de la Asociación Americana de Psicología con respecto al asentimiento, confidencialidad y anonimato.

Diseño del estudio

El estudio fue descriptivo, no experimental y correlacional, en el cual no se ha intervenido ni manipulado las variables, sólo se ha observado lo que ocurre con ellas en condiciones naturales.



¿ES IMPORTANTE EL EJERCICIO FÍSICO EN MUJERES CON CÁNCER DE MAMA?

Santiago Fresno Alba, Jose Antonio Domínguez Arroyo, Ruth Jiménez Castuera



Muestra

La muestra estuvo compuesta por 19 mujeres de la provincia de Cáceres con cáncer de mama, de entre 39 y 76 años (55.83 ± 9.33). Todas las mujeres analizadas se habían sometido a una operación y recibieron tratamiento oncológico: quimioterapia, hormonoterapia y/o radioterapia. En el momento de realizar las analíticas y aplicar los cuestionarios, 7 habían recibido solo quimioterapia, 5 mujeres hormonoterapia, y otras 7 recibieron los tres tratamientos combinados. Todas realizaban ejercicio físico aeróbico como andar (42%), gimnasia de mantenimiento (32%), y natación (26%), con una media de 3.23 horas por semana (± 1.8).

VARIABLES E INSTRUMENTOS DE MEDIDA

► Parámetros biológicos

Se utilizaron las analíticas habituales realizadas durante el tratamiento para comprobar los siguientes parámetros: hematíes, hemoglobina, hematocritos, glucosa basal, triglicéridos y colesterol.

► Autoestima

Se empleó la escala para la evaluación global de la autoestima de Rosenberg, validada al español en una población clínica, por Vázquez-Morejón et al. (2). La escala consta de 10 ítems que engloban factores, como la autoestima (e.g., Creo que tengo un buen número de cualidades”), que se centran en sentimientos de respeto y aceptación de sí misma.

► Tipos de motivación autodeterminada

Para medir la motivación hacia la actividad física se utilizó el Cuestionario de Regulación de la Conducta en el Ejercicio (BREQ-3) de Wilson, validado al contexto español por González-Cutre et al. (3). Este cuestionario tiene como frase introductoria “Yo haría o hago ejercicio físico o deporte durante el tratamiento...”, seguida de 23 ítems para medir los diferentes tipos de motivación, de las cuales solo se utilizó la motivación intrínseca (e.g., porque creo que el ejercicio físico o deporte es divertido), la regulación integrada (e.g., porque considero que el ejercicio físico o deporte forma parte de mí), y la regulación identificada (e.g., porque valoro los beneficios que tiene el ejercicio físico o deporte).

► Necesidades psicológicas básicas

Se empleó la versión española (4) de la Escala de las Necesidades Psicológicas Básicas en el Ejercicio (NPBES) de Vlachopoulos. Se utilizó el siguiente enunciado: “Si realizaría/hago ejercicio físico durante el tratamiento...” y se midió la creencia de que el ejercicio físico puede satisfacer las NPB de competencia, a través de 12 ítems (cuatro por factor).

► Calidad de vida

Se aplicó la versión española (5) de la Escala de Evaluación Funcional en la Terapia del Cáncer (FACT-G), en su medida específica para el cáncer de mama (FACT-B). Este instrumento consta de 37 ítems divididos en cinco dominios de la calidad de vida, de los cuales se utilizaron bienestar físico y bienestar emocional.



¿ES IMPORTANTE EL EJERCICIO FÍSICO EN MUJERES CON CÁNCER DE MAMA?

Santiago Fresno Alba, Jose Antonio Domínguez Arroyo, Ruth Jiménez Castuera



► Apoyo a la Autonomía percibida de los Familiares y amigos.

Para medir el apoyo a la autonomía para la práctica de actividad física percibido por los pacientes respecto a su familia y amigos, se utilizó la Escala de Apoyo a la Autonomía Percibido en Contextos de Ejercicio Físico (EAAPCEE) de Hagger, que ha mostrado adecuadas propiedades psicométricas en el contexto español (6). La escala se compone de 12 ítems.

► Condición Física percibida.

Para medir la condición física percibida se utilizó la International Fitness Scale (IFI) de Ortega et al. (7), que ha demostrado buena correlación con la condición física y consta de cinco ítems en la que la paciente debe indicar cuál es su nivel de condición física comparado con sus amigos. Un ítem hace referencia a la condición física general, mientras que cada uno de los demás se centra en una cualidad física: condición física cardiorrespiratoria, fuerza muscular, velocidad/agilidad, flexibilidad.

Los ítems, de todos los cuestionarios, se respondieron a través de una escala Likert del 1 (totalmente en desacuerdo) al 5 (totalmente de acuerdo).

Procedimiento

Para la recogida de datos contactamos con el Servicio de Ginecología del Hospital Universitario San Pedro de Alcántara (Cáceres, España). Se les informó de los objetivos del estudio y se les pidió permiso para que pacientes con cáncer de mama participaran.

Las mujeres incluidas cumplimentaron un consentimiento informado y realizaron los cuestionarios, durante aproximadamente 10 minutos, bajo la supervisión del investigador, insistiendo en el anonimato de las repuestas y en que se contestaran con sinceridad. Los análisis de sangre fueron suministrados por el Servicio de Ginecológica.

Análisis de datos

Se realizaron los análisis factoriales exploratorios y análisis de fiabilidad utilizando el programa estadístico SPSS 21.0.

Propuesta de intervención práctica

El objetivo principal de este proyecto es desarrollar e implementar un programa de intervención motivacional y de ejercicio físico en mujeres con cáncer de mama que mejore su calidad de vida. Se desarrollará un estudio cuasi-experimental que utilizará como soporte teórico la TAD, a través de la satisfacción de las NPB de autonomía, competencia y relaciones sociales, haciendo especial hincapié en la necesidad de fomentar las relaciones sociales, considerando los resultados del estudio descriptivo previo. Se estima que participarán 40 pacientes (20 grupo experimental y 20 grupo control), de entre 35 y 65 años. Serán mujeres recién operadas de cáncer de mama que comenzarán un tratamiento con quimioterapia, hormonoterapia, y/o radioterapia. Las pacientes del grupo experimental llevarán las pulseras inteligentes Fitbit y participarán en un programa de ejercicio físico que constará de una sesión de 90' de formación cada 15 días, con una duración total de 6 meses.



¿ES IMPORTANTE EL EJERCICIO FÍSICO EN MUJERES CON CÁNCER DE MAMA?

Santiago Fresno Alba, Jose Antonio Domínguez Arroyo, Ruth Jiménez Castuera



Mientras que en el grupo control no existirá ninguna intervención. Se estima que el programa de ejercicio físico con estrategias motivacionales provocará efectos positivos tanto a nivel psicológico como biológico en las pacientes, perdurando en el tiempo.

Los criterios de exclusión incluyen: 1) anomalías cardíacas conocidas, como angina inestable o infarto de miocardio reciente; 2) discapacidad grave que pueda afectar la función física, como artritis severa; 3) enfermedad psiquiátrica grave; 4) estar actualmente inscritas en un ensayo o programa de comportamiento de salud.

Resultado ➔

Análisis Descriptivos de las Variables Fisiológicas.

Las mujeres presentaron signos de anemia, ya que tuvieron valores bajos en las variables Hematíes, Hemoglobina y Hematocrito. Mostraron el Colesterol algo elevado, y se obtuvieron buenos resultados en Glucemia Basal y Triglicéridos.

Tabla 1

Análisis Descriptivos de las variables fisiológicas con valores referenciales, de toda la muestra.

Variables	Media	Desviación Típica	Valores Referenciales	
			Límite Inferior	Límite Superior
Hematíes	4.14	.38	4	5.2
Hemoglobina	11.95	.86	12	16
Hematocrito	37.44	3.11	36	46
Glucemia Basal	102.37	13.69	76	110
Triglicéridos	134.43	39.78	45	200
Colesterol	202.57	25.70	110	200

Análisis Descriptivos y de Fiabilidad de las Variables Psicológicas.

Se obtuvieron valores más elevados en las variables regulación identificada, NPB de autonomía, bienestar físico, apoyo a la autoestima percibido y autoestima. Los valores más bajos fueron NPB de relaciones sociales y bienestar emocional.

Los resultados del análisis de fiabilidad mostraron que todas las variables presentaron índices de fiabilidad aceptables, mayores a .70.

Tabla 2

Análisis Descriptivos y de Fiabilidad de las variables psicológicas



¿ES IMPORTANTE EL EJERCICIO FÍSICO EN MUJERES CON CÁNCER DE MAMA?

Santiago Fresno Alba, Jose Antonio Domínguez Arroyo, Ruth Jiménez Castuera



Variables	Media	Desviación Típica	α^1	ω^2
Autoestima	4.10	.04	.79	.85
Motivación Intrínseca	3.84	.57	.81	.77
Regulación Integrada	3.93	1.15	.86	.71
Regulación Identificada	4.55	.62	.77	.77
NPB Autonomía	4.22	1.09	.93	.93
NPB Competencia	3.71	.06	.87	.80
NPB Relaciones Sociales	2.03	1.46	.89	.89
Bienestar Físico	4.33	.05	.75	.84
Bienestar Emocional	2.80	.07	.83	.88
Apoyo a la autonomía percibida de Familia y Amigos	4.18	.10	.75	.76
Condición Física percibida	3.22	.11	.76	.84

¹ α , Alfa de Cronbach.

² ω , Coeficiente Omega.

Discusión ➔

Resulta de especial interés analizar las variables fisiológicas y psicológicas en las mujeres con cáncer de mama, con objeto de intentar mejorar su calidad de vida durante el tratamiento. Los resultados descriptivos mostraron medias en torno al límite inferior de los valores de referencia en Hematíes, Hemoglobina y Hematócrito. Cabe destacar, que las mujeres que recibieron conjuntamente quimioterapia, radioterapia y hormonoterapia, son las que obtuvieron valores más bajos, sobrepasando el límite inferior de referencia.

Los bajos niveles de Hemoglobina y Hematócrito, supone un cuadro de anemia, en cualquier análisis clínico (8), y es usual en pacientes con cáncer, sobre todo, después de haber recibido tratamiento de quimioterapia y radioterapia (8). Los resultados de una investigación cuasiexperimental, llevada a cabo con pacientes sobrevivientes de cáncer (9) mostraron un aumento en la práctica de ejercicios físicos y una mejora en la calidad de vida de los pacientes; otros obtuvieron buenos resultados con ejercicios de alta intensidad individualizados (10). Respecto a las variables psicológicas, los resultados mostraron valores bajos de la NPB de relaciones sociales y bienestar emocional.



¿ES IMPORTANTE EL EJERCICIO FÍSICO EN MUJERES CON CÁNCER DE MAMA?

Santiago Fresno Alba, Jose Antonio Domínguez Arroyo, Ruth Jiménez Castuera



Son muchos los estudios que determinaron la importancia de estas variables como predictoras de la calidad de vida de mujeres con cáncer de mama.

En cuanto a la práctica de actividad física, se deben plantear actividades donde las mujeres disfruten, fomenten las relaciones sociales, con metas alcanzables, donde se sientan seguras y competentes con lo que están realizando, favoreciendo al mismo tiempo su autonomía. Todo esto les permitirá mejorar su condición física, reducir la sintomatología de fatiga y fomentar su bajo bienestar emocional.

Conclusiones y direcciones futuras ➔

Las principales conclusiones destacan que la mayoría de las mujeres presentaron signos de anemia debido al tratamiento de quimioterapia y radioterapia. Por ello será relevante disminuir los niveles de colesterol, mejorar los niveles de glóbulos rojos, hemoglobina y hematocrito y fomentar el bienestar emocional, la necesidad psicológica básica de relaciones sociales a través de la intervención psicológica y/o el aumento de la práctica de actividad física con objeto de mejorar la calidad de vida de las pacientes.

Con todo esto, es necesario plantear estudios de intervención para poder establecer relaciones causales entre las variables. Así mismo, sería necesario ampliar la muestra de estudio para poder generalizar los resultados obtenidos.

Referencias ➔

- Ryan, R.M.; Deci, E.L.** Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *Am Psychol.* 2000, 55, 68–78. pmid:11392867.
- Vázquez-Morejón, R.; Jiménez, R.; Vázquez, A.J.** Escala de autoestima de Rosenberg: fiabilidad y validez en población clínica española. *Apuntes Psicol.* 2004, 22, 247–255.
- González-Cutre, D.; Sicilia, Á.; Fernández, A.** Hacia una mayor comprensión de la motivación en el ejercicio físico: medición de la regulación integrada en el contexto español. *Psicoth.* 2010, 22, 841–847.
- Sánchez, J.M.; Núñez, J.L.** Análisis preliminar de las propiedades psicométricas de la versión española de la Escala de Necesidades Psicológicas Básicas en el ejercicio físico. *Rev Iberoam Psicol Ejerc Deporte.* 2007, 2, 83–92.
- Cella, D.; Hernández, L.; Bonomi, A.E.; Corona, M.; Vaquero, M.; Shiromoto, G.; Baez, L.** Spanish language translation and initial validation of the functional assessment of cancer therapy quality-of-life instrument. *Med Care.* 1998, 36, 1407–1418.
- González-Cutre, D.; Sicilia, A.; Beas-Jiménez, M.; Hagger, M.S.** Broadening the trans-contextual model of motivation: A study with Spanish adolescents. *Scand J Med Sci Sports.* 2014, 24, 306–319.
- Ortega, F.B.; Ruiz, J.R.; España-Romero, V.; Vicente-Rodriguez, G.; MartínezGómez, D.; Manios, Y.; Béghin, L.; Molnar, D.; Widhalm, K.; Moreno, L.A.; Sjöström, M.; Castillo, M.J.** The International Fitness Scale (IFIS): usefulness of self-reported fitness in youth. *Int J Epidemiol.* 2011, 40, 701–711.
- Céspedes-Quevedo, M.C.; Barrios, L.; Leydis, Y.; Vinent-Céspedes, A.M.; Agüero-Martén, R.** Anemia en pacientes con cáncer expuestos a quimioterapia. *MediSan.* 2016, 20, 1054–1060.
- Hardcastle, S.J.; Jiménez Castuera, R.; Maxwell Smith, C.; Bulsara, MK.; Hince, D.** Fitbit wear-time and patterns of activity in cancer survivor throughout a physical activity intervention and follow-up: Exploratory analysis from a randomised controlled trial. *PLOS ONE.* 2020, 15 (10): e0240967.
- Hofmann, P.** Cancer and exercise: warburg hypothesis, tumour metabolism and high-intensity anaerobic exercise. *Sports.* 2018, 6, 10.

LIBRO DE ACTAS



*PRESENCIAL Y ONLINE 20 y 21 de mayo de 2022

VI CONGRESO INTERNACIONAL OPTIMIZACIÓN DEL ENTRENAMIENTO Y READAPTACIÓN FÍSICO-DEPORTIVA

