CZU: 796.012: 769.332
https://doi.org/10.52449/fcscf26.11

ORCID ID: https://orcid.org/0009-0003-6274-0979
e-mail: DanDDamian@hotmail.com

RELAȚIA DINTRE FORȚA TRENULUI INFERIOR, A VITEZEI DE ACCELERARE ȘI CAPACITATEA DE SCHIMBARE A DIRECȚIEI LA JUCĂTOARELE DE FOTBAL SENIOARE

Damian David-Dan

Abstract. *The present study investigates the relationship between lower body strength, acceleration speed, and change of direction ability in senior female football players, within the context of modern game demands. The research was conducted on a sample of 15 competitive-level athletes, using specific tests to assess agility (5-0-5, Illinois), maximal strength (leg press 3RM), and strength endurance (bodyweight squats in 60 seconds). Descriptive analysis revealed a relatively homogeneous profile of speed and agility performance, characterized by low coefficients of variation, indicating a stable functional level among players. In contrast, strength-related parameters showed greater variability, particularly in strength endurance.*

Pearson correlation analysis identified a strong relationship between left and right performance in the 5-0-5 test, suggesting well-developed bilateral neuromuscular control. Additionally, a significant negative correlation was found between agility performance and strength endurance, indicating that players with higher capacity for repeated effort tend to achieve better results in change of direction tasks. Conversely, maximal strength showed no significant associations with speed parameters.

These findings highlight the importance of an integrated and individualized training approach, emphasizing strength endurance and neuromuscular control development to optimize performance in female football.

Keywords*: women's football, lower body strength, change of direction (cod), acceleration speed, neuromuscular capacity.*

Introducere. Fotbalul feminin de înaltă performanță a cunoscut o dezvoltare accelerată în ultimii 20 ani, această perioadă fiind caracterizată printr-o creștere semnificativă a ritmului de joc, a solicitărilor neuromusculare și a complexității situațiilor tactice. Analizele moderne ale competițiilor evidențiază frecvențe

ridicate ale acțiunilor explozive, incluzând accelerări și decelerări repetate, sprinturi pe distanțe scurte și schimbări rapide de direcție, realizate în contexte decizionale variabile și sub presiunea timpului [1, 3, 11]. În aceste condiții, performanța nu mai este determinată exclusiv de capacitatea aerobă sau de rezistența generală, ci mai degrabă de eficiența manifestării forței explozive, corelată cu viteza de reacție și agilitatea, în intervale foarte scurte, toate fiind influențate de biomecanica mișcării și de controlul corporal [9, 13].

Particularitățile psihosomatice și biomecanice ale sportivelor, precum masa musculară relativ mai scăzută, diferențele structurale ligamentare și particularitățile controlului neuromotor la nivelul articulației genunchiului, impun o abordare specifică a antrenamentului în fotbalul feminin. În acest context, dezvoltarea forței trenului inferior trebuie tratată ca un factor determinant plurifactorial atât pentru performanța motrică, cât și pentru reducerea riscului de accidentare [12, 15]. Capacitatea de a dezvolta rapid forță (rata de dezvoltare a forței) influențează direct accelerarea inițială, eficiența decelerării și stabilitatea membrelor inferioare în mișcări multidirecționale, acestea fiind elemente esențiale în dinamica jocului modern [4, 16].

Viteza accelerării reprezintă una dintre cele mai relevante componente ale performanței în fotbalul contemporan, majoritatea acțiunilor decisive având loc pe distanțe reduse, sub 20 m [9]. Faza inițială a sprintului depinde de capacitatea de a genera impuls orizontal și de coordonarea segmentară, fiind corelată cu nivelul forței explozive a mușchilor extensori ai gleznei, genunchiului și șoldului, precum și cu mobilitatea articulară [3, 15]. În același timp, schimbarea direcției implică procese complexe de decelerare, absorbția forțelor de impact și reaccelerare, necesitând atât forță concentrică, cât și excentrică, precum și un control neuromuscular avansat [4, 13].

Studiile recente evidențiază faptul că accelerarea liniară și schimbările de direcție nu reprezintă calități identice, deși sunt interdependente [9, 16]. Performanța în schimbarea direcției depinde de multipli factori, incluzând nu doar viteza de deplasare, ci și capacitatea jucătoarei de a gestiona eficient vectorii forței în plan frontal și transversal [4]. Astfel, evaluarea integrată a forței trenului inferior, a vitezei de accelerare și a capacității de schimbare a direcției devine esențială pentru optimizarea antrenamentului și dezvoltarea agilității specifice fotbalului modern, precum și pentru individualizarea programelor de pregătire în fotbalul feminin [13, 14].

În contextul actual amintit, prezenta lucrare propune o analiză a relațiilor între nivelul forței trenului inferior, viteza de accelerare și capacitatea de schimbare a direcției de deplasare specifică jocului la jucătoarele de fotbal nivel senioare, în raportul cerințelor motrice ale jocului modern și particularitățile biomecanice specifice fotbalului feminin modern.

Metode. Prezentul studiul a fost realizat pe un eșantion format din 15 jucătoare de fotbal – nivel senioare, având vârstele cuprinse între 17 și 36 de ani, legitimate la clubul AS CS CARMEN 1937 București, având statutul de jucători profesioniști. Toate participantele studiului având o experiență de minimum trei ani în practicarea fotbalului de înaltă performanță. Asemenea, de amintit – pentru secretizarea datelor jucătorilor, este de menționat faptul că au fost schimbate corespondentele initialelor jucătoarelor, dar păstrându-se pozițiile de joc, s-a procedat în acest fel pentru a nu se poate identifica o jucătoare anumită în urma rugăminții oficialilor Clubului AS CS CARMEN 1937 București.

Anterior demarării cercetării, sportivele majore cât și tutorii minorelor au semnat formularul de consimțământ informat.

În cadrul acestui studiului au fost utilizate metode clasice de cercetare, respective metoda observației, metoda investigației experimentale, precum și analiza statistică și reprezentarea grafică a datelor prelevate și interpretarea lor.

Instrumente și teste aplicate

1. Test agilitate 5-0-5

Această testare are ca obiectiv măsurarea capacității de schimbare a direcției de deplasare, utilizând un sistem electronic de fotocelule Witty (Microgate) pentru înregistrarea timpului de execuție. Atleta / Jucătoarea a efectuat un start de la 2m înainte de poarta de cronometrare, a trecut linia de 0 m și a parcurs distanța în viteză maximă până la marcajul de 5 m, acolo unde a efectuat o decelerare rapidă urmată de un pivot de 180° și o reaccelerare înapoi prin poarta de măsurare.

Testarea a fost efectuată bilateral (Stg. / Dr.) după cum urmează:

- Schimbare de direcție cu pivot pe membrul inferior stâng;
- Schimbare de direcție cu pivot pe membrul inferior drept.

Pentru fiecare direcție s-au efectuat două repetări, notând cel mai bun rezultat al fiecărei sportive. Parametrul analizat a fost timpul total exprimat în secunde și milisecunde, considerat un indicator al eficienței mecanismelor de decelerare – întoarcere la 180° – accelerare și al controlului neuromuscular al trenului inferior.

2. Test agilitate Illinois

Testul de Agilitate Illinois al Getchell – 1979, este un test de agilitate utilizat pe scară tot mai largă în sport, pentru tot mai multe discipline sportive, dar cu precădere în jocuri sportive. Acesta test măsoară timpul de agilitate în schimbarea posturală în raport cu direcția de alergare. Pista de alergare are 10 metri lungime și 5 metri lățime, acestea fiind distanțele dintre start și sosire. Patru conuri vor marca startul, sosirea și încă două puncte de cotitură. Alte patru conuri vor fi situate în centrul careului, la distanțe echivalente. Distanța dintre conurile centrale va fi de 3,3 metri. Participanții trebuie să ia poziția culcat facial (înspre linia de start) cu mâinile pe umeri. Când se aude comanda „Start”, se pornește un cronometru, iar sportivul se va ridica în cel mai rapid mod și va parcurge de-a

lungul pistei în direcția indicată (Stg. / Dr.), fără a răsturna conurile, până la linia de sosire, unde se va opri cronometrul.

EXCELENT	<17,0
BUN	17.9-17.0
MEDIU	21.7-18.0
SLAB	23.0-21.8
FOARTE SLAB	> 23,0

3. Test de forța membrelor inferioare (presă 3RM)

Forța dinamică a trenului inferior a fost evaluată prin Testul presei cu picioare, utilizând un aparat cu traiectorie ghidată. Determinarea a fost efectuată folosind metoda 3RM (trei repetări maximale), conform protocolului progresiv standardizat.

Descrierea probei: efectuarea încărcării progressive până când a fost identificată sarcina maximă care poate fi efectuată de trei ori consecutiv, cu amplitudine completă și respectarea tehnicii corecte. Pauzele între serii au fost de 3 min pentru a limita efectele stresul muscular.

Parametrul analizat a fost sarcina 3RM, exprimat în Kg, considerată un indicator al forței dinamice maxime a membrelor inferioare în regim sub-maximal controlat.

4. Test de forță al membrelor inferioare (genuflexiuni)

De asemenea rezistența trenului inferior a fost evaluată prin genuflexiuni repetate cu greutatea corporală, respectându-se biomecanica corectă a execuției, implicit aliniamentu corect al segmentelor.

Paramentrul măsurat a fost numărul de reprtări în decursul a 60 sec, indicator al capacității musculare de a produce forță în condiții de solicitare repetitivă.

Parametrul măsurat a fost numărul de repetări în decursul a 60 secunde, indicator al capacității musculare de a produce forță în condiții de solicitare repetitivă.

Rezultate şi discuții. Pentru a evidenția particularitățile profilului neuromuscular al jucătoarelor de fotbal senioare investigate, au fost analizați parametrii descriptivi ai performanței la probele de viteză și forță a trenului inferior. Rezultatele obținute sunt sintetizate în Tabelul 1, care prezintă statisticile descriptive corespunzătoare testării efectuate asupra unui lot de 9 jucătoare de fotbal senioare.

Performanțele obținute la probele de viteză evidențiază un profil fizic relativ omogen al grupului analizat. Timpurile medii înregistrate în testul 5-0-5 au fost de 2,35 ± 0,10 s pentru partea stângă și 2,35 ± 0,11 s pentru partea dreaptă, cu valori scăzute ale coeficientului de variație (CV = 4,26% și 4,68%), indicând o dispersie redusă a rezultatelor și un nivel comparabil de agilitate laterală între

sportive. Aceste rezultate sunt în concordanță cu literatura de specialitate, care subliniază faptul că jucătorii de fotbal de nivel înalt prezintă o consistență ridicată a performanțelor în testele de schimbare a direcției, ca rezultat al adaptărilor neuromusculare specifice antrenamentului [4, 9].

Tabelul 1. Rezultatele analizei descriptive a vitezei de reacție vizuală la jucătoarele de fotbal senioare (n = 9)

	Viteză			Forta tren inferior	
Parametrii	5-0-5 Stg. (s)	5-0-5 Dr. (s)	Illinois (s)	Presă picioare 3RM (kg)	Genuflexiuni 60 s (rep)
Media	2,35	2,35	15,33	180,22	66,78
S.D.	0,10	0,11	0,46	18,56	9,64
CV (%)	4,26	4,68	3,00	10,30	14,43
Min.	2,17	2,15	14,59	144	46
Max.	2,50	2,48	16,13	195	77
Mediana	2,36	2,30	15,31	195	68
Range	0,33	0,33	1,54	51	31
Skewness	−0,33	−0,41	0,38	−0,74	−0,59
Kurtosis	−0,67	−0,91	−0,42	−0,89	−0,54

În testul Illinois, timpul mediu a fost de 15,33 ± 0,46 s, iar CV-ul de 3,00% confirmă o omogenitate ridicată a capacității de schimbare rapidă a direcției, componentă esențială în fotbalul de performanță. Studiile arată că agilitatea, evaluată prin astfel de teste standardizate, reprezintă un indicator relevant al performanței în situații de joc reale, fiind corelată cu capacitatea de reacție și de execuție rapidă a mișcărilor complexe [13, 14]. Valorile skewness apropiate de zero și kurtosis negativă sugerează o distribuție relativ normală, ceea ce confirmă omogenitatea lotului și nivelul apropiat de pregătire al sportivelor.

Per ansamblu, parametrii de viteză indică un nivel funcțional stabil, specific jucătoarelor de fotbal senioare, unde accelerația, decelerarea și agilitatea sunt bine consolidate și relativ uniforme la nivel de echipă. Aceste constatări sunt susținute de cercetările privind cerințele fizice ale fotbalului modern, care evidențiază importanța acțiunilor de mare intensitate și a schimbărilor rapide de direcție în determinarea performanței [3, 11].

Forța maximă a trenului inferior, evaluată prin testul de presă picioare 3RM, a prezentat o valoare medie de 180,22 ± 18,56 kg, cu un coeficient de variație de 10,30%, indicând o variabilitate moderată între jucătoare. Literatura de specialitate evidențiază faptul că forța maximă contribuie la dezvoltarea potențialului de producere a forței, însă transferul acesteia către performanțele de viteză și agilitate depinde de capacitatea de exprimare rapidă a forței [4, 16].

În ceea ce privește rezistența de forță a trenului inferior, testul de genuflexiuni efectuate timp de 60 s a înregistrat o valoare medie de 66,78 ± 9,64

repetări, cu un CV de 14,43%, semnalând o heterogenitate mai pronunțată comparativ cu parametrii de viteză. Această variabilitate este susținută de studiile care indică diferențe individuale semnificative în capacitatea de menținere a efortului repetitiv în sporturile intermitente, precum fotbalul [10, 15]. De asemenea, rezistența de forță este asociată cu capacitatea de a susține acțiuni repetate de intensitate ridicată pe durata jocului.

Datele descriptive evidențiază un grup de jucătoare cu pregătire foarte uniformă pe componentele de viteză, aspect esențial pentru performanța în fotbalul de elită, unde accelerările și schimbările rapide de direcție sunt decisive în acțiunile de joc. În schimb, parametrii de forță ai trenului inferior, în special cei care reflectă rezistența musculară, prezintă o variabilitate mai mare, sugerând necesitatea individualizării programelor de antrenament pentru optimizarea toleranței la efort repetitiv și a capacității de menținere a intensității pe durata jocului.

Analiza corelativă evidențiază o corelație foarte puternică și semnificativă statistic între performanțele obținute la testele 5-0-5 stâng și drept ($r = 0,816$; $p = 0,007$), confirmând un control neuromuscular bilateral bine dezvoltat (Tabelul 2). Acest aspect este în concordanță cu literatura, care subliniază importanța simetriei funcționale în optimizarea performanței și în reducerea riscului de accidentare [12, 15].

Tabelul 2. Rezultatele analizei corelative Pearson între parametrii de viteză și forță a trenului inferior la jucătoarele de fotbal senioare (n = 9)

Parametri / R; P	5-0-5 Stg. (s)	5-0-5 Dr. (s)	Illinois (s)	Presă picioare 3RM (kg)	Genuflexiuni 60 s (rep)
5-0-5 Stg. (s)	–	**0,816**; 0,007**	0,529; 0,143	−0,299; 0,435	**−0,728**; 0,026*
5-0-5 Dr. (s)		–	0,627; 0,071	−0,181; 0,641	−0,299; 0,435
Illinois (s)			–	0,030; 0,940	−0,287; 0,454
Presă picioare 3RM (kg)				–	0,045; 0,909
Genuflexiuni 60 s (rep)					–

Notă: *R – coeficient de corelație Pearson; P – prag de semnificație; *p < 0,05; ** p < 0,01*

Corelațiile moderate, dar nesemnificative statistic, dintre testele 5-0-5 și Illinois indică faptul că aceste probe, deși evaluate sub conceptul general de agilitate, implică mecanisme neuromusculare distincte. Această observație este susținută de cercetările care arată că agilitatea nu reprezintă o calitate unitară, ci un construct complex ce include componente de viteză, coordonare și procesare cognitivă [13].

Corelația negativă semnificativă dintre testul 5-0-5 stâng și numărul de genuflexiuni în 60 s ($r = -0,728$; $p = 0,026$) sugerează că rezistența de forță a trenului inferior contribuie la îmbunătățirea performanțelor în schimbările rapide de direcție. Acest rezultat este susținut de literatura de specialitate, care evidențiază rolul forței excentrice și al capacității de absorbție a forțelor în fazele de decelerare și reaccelerare [4, 16].

În schimb, lipsa unor corelații semnificative între parametrii de viteză și forța maximă (3RM) confirmă faptul că forța maximă, în absența unei componente de viteză de execuție, nu este un predictor direct al performanței în agilitate. Această constatare este în concordanță cu studiile care subliniază că performanța în schimbarea direcției este dependentă mai degrabă de forța aplicată rapid și de controlul neuromuscular decât de nivelul absolut al forței [4, 9].

De asemenea, corelația foarte scăzută între forța maximă și rezistența de forță indică faptul că acestea reprezintă calități neuromusculare distincte, care necesită metode specifice de dezvoltare în cadrul procesului de antrenament [15].

Modelul corelativ confirmă faptul că viteza de schimbare a direcției este mai strâns legată de rezistența de forță a trenului inferior decât de forța maximă. Aceste rezultate susțin orientările moderne ale antrenamentului în fotbal, care recomandă integrarea exercițiilor de forță funcțională, excentrică și stabilitate dinamică pentru optimizarea performanței în situații de joc caracterizate prin accelerări și schimbări rapide de direcție [4, 13, 16].

Concluzii. Analiza descriptivă a parametrilor de viteză și forță a trenului inferior evidențiază un profil neuromuscular relativ omogen al jucătoarelor de fotbal senioare investigate, în special în ceea ce privește performanțele de viteză și agilitate. Valorile scăzute ale coeficientului de variație pentru testele 5-0-5 și Illinois confirmă un nivel uniform al capacității de schimbare rapidă a direcției, caracteristic sportivelor cu experiență competițională.

În contrast, parametrii de forță ai trenului inferior prezintă o variabilitate mai mare comparativ cu cei de viteză, în special în cazul rezistenței de forță evaluate prin testul de genuflexiuni efectuate timp de 60 s. Această heterogenitate sugerează diferențe individuale relevante în capacitatea de menținere a efortului repetitiv și în adaptările neuromusculare ale musculaturii membrelor inferioare.

Analiza corelativă Pearson a evidențiat o asociere puternică și semnificativă statistic între performanțele obținute la testele 5-0-5 stâng și drept, confirmând existența unui control neuromuscular bilateral bine dezvoltat și a unei consistențe funcționale a mecanicii de schimbare a direcției. Acest rezultat indică faptul că performanțele de agilitate laterală sunt similare pe ambele segmente, fără dezechilibre funcționale majore.

Relațiile dintre parametrii de viteză și forță sugerează că rezistența de forță a trenului inferior este asociată cu performanțe superioare în probele de agilitate

laterală, în timp ce forța maximă evaluată prin presă picioare 3RM nu influențează direct timpii de execuție. Aceste constatări indică faptul că, în contextul fotbalului, capacitatea de a susține eforturi repetate este mai relevantă pentru schimbările rapide de direcție decât dezvoltarea forței maxime izolate.

Corelațiile reduse și nesemnificative dintre testele de forță evidențiază faptul că diferitele forme de manifestare a forței trenului inferior reprezintă calități neuromusculare distincte, care trebuie abordate prin metode de antrenament specifice și diferențiate.

În ansamblu, rezultatele obținute susțin importanța unei abordări integrative și individualizate în pregătirea fizică a jucătoarelor de fotbal senioare, cu accent pe menținerea nivelului ridicat de viteză și pe optimizarea rezistenței de forță a trenului inferior, pentru creșterea eficienței în acțiunile de joc caracterizate prin accelerări și schimbări rapide de direcție.

Perspective pentru continuarea cercetărilor. Rezultatele obținute evidențiază necesitatea extinderii cercetărilor pe eșantioane mai mari, pentru a valida relațiile identificate între parametrii de viteză și formele de manifestare ale forței trenului inferior la jucătoarele de fotbal. De asemenea, viitoarele studii ar trebui să includă analize longitudinale, care să urmărească efectele diferitelor programe de antrenament asupra dezvoltării forței explozive, rezistenței de forță și capacității de schimbare a direcției.

O direcție relevantă o reprezintă integrarea evaluărilor biomecanice și electromiografice, pentru o înțelegere mai profundă a mecanismelor neuromusculare implicate în decelerare și reaccelerare. Totodată, se recomandă investigarea rolului forței excentrice și al controlului neuromuscular în optimizarea performanței și reducerea riscului de accidentare.

În plus, ar fi oportună dezvoltarea unor modele predictive care să coreleze parametrii de forță și viteză cu indicatorii de performanță specifici jocului, precum și individualizarea intervențiilor de antrenament în funcție de profilul neuromuscular al fiecărei sportive.

Bibliografie

1. ANDERSSON, H.; RANDERS, M.; HEINEMANN, A.; KRUSTRUP, P.; MOHR, M. Elite female soccer players perform more high-intensity running when playing in international games compared with domestic league games. In: *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2010, vol. 24, no. 4, pp. 912-919.

2. BANGSBO, J.; IAIA, F. M.; KRUSTRUP, P. The Yo-Yo intermittent recovery test: A useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. In: *Sports Medicine*. 2008. Disponibil: https://link.springer.com/article/10.2165/00007256-200838010-00004

3. BANGSBO, J.; MOHR, M.; KRUSTRUP, P. Physical and metabolic demands of training and match play in the elite soccer player. In: *Journal of Sports Sciences*, 2006, vol. 24, no. 7, pp. 665-674.

4. BRUGHELLI, M.; CRONIN, J.; LEVIN, G.; CHAOUACHI, A. Understanding change of direction ability in sport. In: *Sports Medicine*, 2008, vol. 38, no. 12, pp. 1045–1063.

5. CASTAGNA, C.; IMPELLIZZERI, F.; CHAMARI, K.; CARMINATI, I.; BISHOP, D. Aerobic fitness and Yo-Yo tests performances in soccer players. Disponibil: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16686558/

6. DI SALVO, V.; BARON, R.; TSCHAN, H.; MONTERO, F.; BACHL, N.; PIGOZZI, F. Performance characteristics according to playing position in elite soccer. In: *International Journal of Sports Medicine*, 2007, vol. 28, no. 3, pp. 222-227.

7. GABBETT, T.; BENTLEY, D. Physiological characteristics of junior and senior rugby league players. In: *British Journal of Sports Medicine*, 2009. Disponibil: https://bjsm.bmj.com

8. HOFF, J.; WISLØFF, U.; ENGEN, L. C.; KEMI, O.; HELGERUD, J. Soccer specific aerobic endurance training. In: *British Journal of Sports Medicine*, 2002, vol. 36, no. 3, pp. 218-221.

9. LITTLE, T.; WILLIAMS, A.G. Specificity of acceleration, maximum speed and agility in professional soccer players. In: *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2005, vol. 19, no. 1, pp. 76-78.

10. MOHR, M.; KRUSTRUP, P.; BANGSBO, J. Fatigue in soccer: A brief review. In: *Journal of Sports Sciences*, 2005, vol. 23, no. 6, pp. 593-599.

11. RAMPININI, E.; COUTTS, A.; CASTAGNA, C.; SASSI, R.; IMPPELLIZZERI, F. Variation in top-level soccer match performance. In: *International Journal of Sports Medicine*, 2007, vol. 28, no. 12, pp. 1018-1024.

12. REILLY, T.; BANGSBO, J.; FRANKS, A. Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. In: *Journal of Sports Sciences*, 2000, vol. 18, no. 9, pp. 669-683.

13. SHEPPARD, J.M.; YOUNG, W.B. Agility literature review: Classifications, training and testing. In: *Journal of Sports Sciences*, 2006, vol. 24, no. 9, pp. 919-932.

14. SPORIS, G.; JUKIC, I.; MILANOVIC, L.; VUCETIC, V. Reliability and factorial validity of agility tests for soccer players. In: *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2010, vol. 24, no. 3, pp. 679-686.

15. STØLEN, T.; CHAMARI, K.; CASTAGNA, C.; WISLØFF, U. Physiology of soccer. In: *Sports Medicine*, 2005, vol. 35, no. 6, pp. 501-536. ISSN

16. YOUNG, W.B.; JAMES, R.; MONTGOMERY, I. Is muscle power related to running speed with changes of direction? In: *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 2002, vol. 42, no. 3, pp. 282-288.