

## Relação entre a avaliação funcional do movimento e performance física em jovens atletas de elite do futebol

### Relationship between functional movement screen and physical performance in elite young soccer players

Diêgo Augusto Nascimento Santos<sup>1</sup> , Fábio Garcia Madalen Eiras<sup>1</sup> , Deborah Touguinhó Gonet<sup>1</sup> , Maria Juliana de Almeida Robalinho<sup>1</sup> , Fabrício Vieira do Amaral Vasconcelos<sup>1</sup> 

1. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

#### RESUMO

**Introdução:** A performance no futebol pode ser analisada por diferentes parâmetros físicos como velocidade linear e potência. Além disso, a avaliação da qualidade de movimento é utilizada para verificar a capacidade funcional individual e uma ferramenta bastante utilizada é a avaliação funcional do movimento (FMS - Functional Movement Screen). **Objetivos:** O presente estudo teve três objetivos: 1) analisar a relação da pontuação final e individual do FMS com a potência muscular e velocidade em jovens jogadores de futebol; 2) analisar a relação da potência muscular com a velocidade, controlada pela pontuação do FMS, de diferentes categorias; 3) comparar potência muscular e velocidade entre os atletas de diferentes categorias com pontuação do FMS <14 e >14. **Métodos:** Participaram 56 jogadores brasileiros (Sub-15, Sub-17 e Sub-20). Os atletas realizaram medidas antropométricas, FMS, teste de potência muscular e velocidade. **Resultados:** Os resultados mostraram que não houve correlação entre a pontuação do FMS e potência muscular e velocidade ( $p > 0,05$ ). Entretanto, a flexão de braço mostrou uma correlação pequena com potência muscular máxima e relativa ( $r = 0,28$ ,  $p < 0,05$ ;  $r = 0,29$ ,  $p < 0,05$ , respectivamente). O agachamento unilateral mostrou uma correlação pequena e inversa com sprint de 10 m ( $r = -0,28$ ;  $p < 0,05$ ). A relação entre potência muscular com sprints de 10 e 30 m mostrou uma correlação moderada e pequena, respectivamente, em todas as categorias ( $r = -0,76-0,32$ ,  $p = 0,01$ ). Além disso, não foi encontrada diferença entre os jogadores que apresentaram valores abaixo e acima de 14. **Conclusão:** Baseado nos achados, a pontuação 14 no FMS parece ser um fraco valor de corte, assim como parece não haver relação do FMS com potência e velocidade em jovens jogadores de futebol.

**Palavras-chave:** desempenho atlético; desempenho físico funcional; atletas; aptidão física; futebol.

#### ABSTRACT

**Background:** Soccer performance can be analyzed by different physical parameters such as linear speed and power. In addition, movement quality evaluations are used to assess individual functional capacity and a widely used tool is the functional movement screen (FMS). **Objectives:** The present study had three aims: 1) analyse the association of FMS final score and individual FMS scores with peak and relative muscle power and 10-m and 30-m sprints of young soccer players; 2) analyse the association between muscle power and speed from different categories controlled by FMS score; 3) compare peak and relative muscle power and 10-m and 30-m sprints between athletes with results of FMS >14 and < 14 scores in different categories. **Methods:** Fifty-six Brazilian players from U15, U17, and U20 participated in the research. Subjects performed anthropometric measurements, FMS, muscle power, and 10-m, and 30-m sprint. **Results:** The results did not show association between FMS score and muscle power and speed ( $p > 0.05$ ). However, stability-push-up showed small association with peak and relative muscle power ( $r = 0.28$ ,  $p < 0.05$ ;  $r = 0.29$ ,  $p < 0.05$ , respectively). The in-line-lunge test showed inverse and small correlation with 10-m sprint ( $r = -0.28$ ;  $p < 0.05$ ). Relationship between peak and relative muscle power with 10-m and 30-m sprints showed moderate and small association in all categories, respectively ( $r = -0.76-0.32$ ,  $p = 0.01$ ). In addition, it was not found difference among players above and below 14 score. **Conclusion:** Based on these findings, the 14 score shows to be a weak cut-off value and it can be assumed that there are no association between FMS and power and speed in youth soccer.

**Keywords:** athletic performance; physical functional performance; athletes; physical fitness; soccer.

Recebido em: 29 de julho 2020; Aceito em: 25 de março 2021.

Correspondência: Fabrício Vieira do Amaral Vasconcelos, Rua São Francisco Xavier, 524 sala 8133 bloco F, 20550-900 Rio de Janeiro RJ. fabricio.vasconcellos@uerj.br

## Introdução

O futebol é considerado um esporte de demanda energética intermitente, envolvendo, predominantemente, o sistema aeróbio [1-4]. Entretanto, os momentos determinantes em um jogo de futebol são caracterizados pela força, potência, mudança de direção e ações de velocidade, assim também demonstrando grande importância do sistema anaeróbio para esse esporte [5]. Dessa forma, é necessário avaliar e desenvolver essas habilidades para promover uma *performance* de alto nível nos jogadores [6]. Além disso, nos últimos anos, houve um aumento no interesse dos pesquisadores e dos treinadores em aprimorar e analisar a capacidade funcional dos atletas e essa capacidade é extremamente importante para melhorar o desempenho dos jogadores [7,8].

A análise da *performance* no futebol é baseada em diferentes parâmetros e pode incluir testes de corrida linear, mudança de direção, potência muscular dos membros inferiores, capacidade anaeróbia e força [9,10]. Os estudos sobre desempenho demonstraram uma relação entre a potência muscular dos membros inferiores, avaliada através do transdutor linear, e a velocidade, analisada em testes de velocidade máxima, em diferentes modalidades [11,12]. Atualmente, novas tecnologias estão sendo utilizadas para mensurar a potência muscular de atletas de elite, como, por exemplo, o equipamento de resistência pneumática. Essa tecnologia permite uma grande semelhança com o gesto esportivo, tendo em vista que a resistência sempre se mantém constante durante o movimento [13,14]. Essa característica da resistência pneumática pode justificar o crescimento de estudos utilizando esse procedimento para avaliar potência no futebol [15]. Contudo, há uma escassez de estudos que associam o agachamento, a resistência pneumática e a velocidade em jogadores de futebol.

Além disso, observar a habilidade do atleta na *performance* de padrões básicos de movimento também se tornou parte da avaliação do desempenho e para alguns autores isso está relacionado com a alta *performance* em velocidade máxima e movimentos de potência muscular [16,17]. Por isso, alguns estudos demonstraram a utilização do *Functional Movement Screen* (FMS) como uma ferramenta simples para avaliar padrões básicos de movimento nos esportes [16,18]. O FMS é uma avaliação criada por Cook *et al.* [19,20] para medir a capacidade funcional individual dos atletas. O instrumento consiste em realizar sete padrões fundamentais de movimentos humanos que requerem mobilidade, estabilidade e controle motor e sua pontuação final varia entre 0 e 21 pontos. A literatura apresenta que uma pontuação final menor que 14 é um ponto de corte para ser relacionado com um alto índice de risco de lesão [21]. Entretanto, estudos recentes demonstraram que nem sempre existe uma relação da pontuação final do FMS com risco de lesão [22,23]. Embora muitos estudos tenham apresentado um valor moderado de confiabilidade [22], o FMS é um método de baixo custo e, por isso, se torna acessível para diversas equipes. Muitos clubes das principais ligas do mundo continuam utilizando esse instrumento como parte da

avaliação dos atletas, o que justifica novas pesquisas não só para associar o FMS com o risco de lesão, mas também para a *performance* esportiva.

Poucos estudos pesquisaram a associação entre a pontuação final do FMS e variáveis de desempenho em jogadores de futebol [16,18,24]. Lee *et al.* [24] verificaram que a pontuação do FMS pode afetar a velocidade e a agilidade de jogadores de futebol universitários de elite e Lloyd *et al.* [18] encontraram uma correlação moderada e alta da pontuação total do FMS com força, potência e agilidade em jovens atletas de futebol. Todavia, Silva *et al.* [16] não demonstraram uma relação entre a pontuação final do FMS e variáveis de desempenho, porém os autores mostraram uma pequena associação da pontuação individual do FMS no sub-16 e sub-19. Além do futebol, estudos com outros esportes e com não atletas também apresentaram resultados inconclusivos na associação da pontuação do FMS e o agachamento com salto, agilidade, força e capacidade anaeróbia. Uma das razões para esses resultados inconclusivos podem ser as diversas variáveis e os diferentes testes utilizados nos estudos [16,18,24]. Além disso, nenhum estudo até o presente momento utilizou equipamento pneumático para avaliar a potência muscular e associá-la com padrões de movimento e pontuação individual do FMS.

Dessa forma, mais estudos são necessários para observar a correlação do FMS com parâmetros de *performance* em jovens jogadores de futebol. Nesse sentido, o presente estudo apresenta três objetivos: 1) analisar a relação da pontuação final e da pontuação individual do FMS com a potência muscular pico e relativa e com *sprints* de 10 e 30 metros em jovens jogadores de futebol; 2) analisar a relação entre potência muscular e velocidade por diferentes categorias controlada pela pontuação do FMS; 3) comparar potência muscular pico e relativa, *sprints* de 10 e 30 metros entre atletas com pontuação final do FMS menor e maior que 14 em diferentes categorias. Espera-se que haja uma pequena correlação entre a pontuação total do FMS e as variáveis de desempenho e é esperado que a pontuação do FMS melhore a associação da potência e da velocidade. Além disso, não deve apresentar diferença entre os atletas com pontuação do FMS abaixo ou acima de 14.

## Métodos

O presente estudo transversal teve como objetivo examinar a relação entre padrões de movimento com potência dos membros inferiores e *sprints* 10 e 30 metros em jovens atletas de futebol de diferentes categorias. Os sujeitos realizaram todos os testes no mesmo dia, na seguinte ordem: 1) medidas antropométricas; 2) FMS; 3) Potência muscular; 4) *sprints* de 10 e 30 metros. Os sujeitos foram familiarizados com os testes e foram instruídos sobre o procedimento. Após finalizar o FMS, os atletas fizeram um aquecimento de 5 minutos em uma bicicleta ergométrica e logo após eram encaminhados para os testes de potência muscular dos membros inferiores e velocidade, respectivamente. Foi concedido um intervalo de descanso de 15 minutos entre os testes e todas as avaliações foram realizadas entre 9h da manhã e 1h da tarde.

A amostra consistiu em 56 jovens jogadores de futebol de um clube de elite do Brasil, divididos em sub-15, sub-17 e sub-20 (N = 9, 29 e 18, respectivamente). Os critérios de inclusão foram: a) estar no clube há, no mínimo, 6 meses; b) não ter sofrido lesão nos últimos 3 meses e como critério de exclusão: o atleta não ter concluído a bateria de testes. Os jogadores estavam presentes na pré-temporada da equipe e foram realizadas conversas individuais para explicar a importância dessa avaliação, em sequência, todos os jogadores assinaram o termo de consentimento de acordo com a declaração de Helsinki. Todos os atletas já estavam familiarizados com os procedimentos e com as exigências do teste físico. A pesquisa foi aprovada em 22 de julho de 2016 pelo comitê de ética da Universidade do Estado do Rio de Janeiro sob a responsabilidade de Lucas Ometto com o número de protocolo 1645377.

### *Antropometria*

Foram realizadas as medidas de massa corporal e altura de acordo com os procedimentos padrões (Lohman,1986). A massa corporal foi avaliada através de uma balança digital (*Filizola TM, São Paulo, SP, Brasil*) e a altura através de um estadiômetro fixado (*Sanny TM, São Paulo, SP, Brasil*).

### *Functional Movement Screen (FMS)*

FMS é uma ferramenta de avaliação subjetiva baseada na análise de 7 padrões de movimentos fundamentais: agachamento profundo, passo sobre a barreira, avanço em linha reta, mobilidade dos ombros, elevação de perna estendida, flexão dos braços com estabilidade do tronco e estabilidade rotacional. Foram realizadas três repetições e o melhor movimento foi utilizado para análise, a avaliação dos padrões seguiram uma escala de 0 a 3, de acordo com os critérios pré-estabelecidos. Pontuação 3: realizar o movimento perfeito, sem compensações, alcançando o movimento do padrão esperado de acordo com cada teste. Pontuação 2: completar o movimento porém utilizando padrões de movimento com compensações. Pontuação 1: o sujeito é incapaz de realizar o movimento padrão ou incapaz de adotar a posição inicial para realizar o movimento. Pontuação 0: o indivíduo sente dor quando realiza o movimento. Os sujeitos retornaram para a posição inicial após cada tentativa e no final, a pontuação máxima pode chegar a 21 pontos. Todos os movimentos foram avaliados de forma bilateral, menos o agachamento profundo e flexão dos braços com estabilidade do tronco. O FMS foi aplicado por um avaliador certificado e com dois anos de experiência. Após obter a pontuação final, os atletas foram divididos em 2 grupos: um grupo com o valor final do FMS menor que 14 e o outro grupo com valor final maior que 14 [19,20].

### *Sprints de 10 e 30 metros*

Os atletas realizaram 2 corridas de 30 metros em velocidade submáxima. Após um intervalo de 5 minutos, eles iniciaram o teste em uma posição estacionária e completaram 2 corridas de 30 metros em velocidade máxima com um intervalo de 60 se-

gundos entre elas. Três pares de fotocélulas (*Brower Timing Systems, EUA*) foram utilizadas nas posições 0m, 10m e 30m. Os jogadores foram orientados a correr o mais rápido possível até ultrapassar o último par de fotocélulas, a melhor tentativa foi considerada para análise.

#### *Teste pneumático de potência no agachamento*

Foi utilizado o *Keiser Air 300Squat Machine (Keiser, Fresno, EUA)* para determinar a potência pico, esse instrumento é uma máquina de força pneumática e avaliador de potência. O aquecimento foi de 5 minutos em uma bicicleta ergométrica a 50W, seguido de 10 agachamentos a 40% da massa corporal do atleta. Os participantes foram orientados a se posicionarem no equipamento com os pés afastados na linha do quadril e para colocar as mãos no equipamento, após a resistência era colocada nos dois ombros. Os jogadores começaram o teste de pé e foram orientados a agachar até 90° (medido por um goniômetro digital – *Global Medical Devices; Maharashtra, India*), mantendo a posição por 3 segundos. Depois foram orientados a realizar uma extensão completa com uma velocidade concêntrica máxima dos joelhos, quadril e tornozelos, movimento de tripla extensão. Cada indivíduo realizou o teste com uma carga equivalente a 100% do seu peso corporal. Um sistema ultrassônico acoplado no cilindro pneumático foi responsável por reproduzir a carga do movimento e monitorar o movimento relativo no passar do tempo, permitindo o cálculo da distância e da velocidade, consequentemente trabalho e potência. Esses valores são mostrados no display digital [14]. Sendo assim, a potência relativa foi calculada usando a potência pico dividida pelo peso corporal de cada atleta.

#### *Análise estatística*

Os dados foram apresentados em médio e desvio padrão. A normalidade da amostra foi analisada utilizando o teste de Kolmogorov-Smirnov. Para comparação dos grupos ( $FMS < 14$  x  $FMS > 14$ ) foi utilizado o teste t de Student para amostras independentes. Foi utilizado o teste de correlação de coeficiente produto-momento de Pearson para determinar as associações da pontuação do FMS, potência pico, potência relativa e sprints de 10m e 30m e correlação parcial foi utilizada para relacionar pontuação do FMS com potência na velocidade máxima. Além disso, foi utilizado o teste g de Hedges para medir o tamanho do efeito, considerando insignificante ( $< 0,19$ ), pequeno (0,20-0,49), médio (0,50-0,79), grande (0,80-1,29) e muito grande ( $> 1,30$ ) [25]. O nível de significância adotado foi de  $p < 0,05$  e todas as análises foram realizadas no software IBM SPSS para Windows versão 25.0.

## **Resultados**

A tabela I apresenta a estatística descritiva de acordo com as variáveis físicas. A tabela II mostra o valor das correlações entre a pontuação individual e a pontuação total do FMS com as variáveis de desempenho. Foi encontrada uma correlação peque-

na e inversa entre avanço em linha reta e *sprint* de 10m ( $r = -0,28$ ;  $p = 0,03$ ), também foi observada uma pequena correlação entre flexão dos braços com estabilidade do tronco com potência pico ( $r = 0,28$ ;  $p = 0,03$ ) e relativa ( $r = 0,29$ ;  $p = 0,03$ ).

Tabela I – Estatística descritiva (média  $\pm$  desvio padrão) das variáveis físicas

|                          | SUB 15 (N = 9)    | SUB 17 (N = 29)   | SUB 20 (N = 18)   |
|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Altura (cm)              | 173,12 $\pm$ 6,03 | 178,50 $\pm$ 6,23 | 177,79 $\pm$ 6,11 |
| Peso (kg)                | 64,46 $\pm$ 4,13  | 72,48 $\pm$ 8,42  | 71,65 $\pm$ 5,98  |
| Pontuação final FMS      | 13,88 $\pm$ 1,83  | 14,82 $\pm$ 1,41  | 15,05 $\pm$ 2,04  |
| Potência Pico (W)        | 1727,77 $\pm$ 221 | 2056,51 $\pm$ 334 | 1820,16 $\pm$ 265 |
| Potência Relativa (W/kg) | 27,44 $\pm$ 1,69  | 28,57 $\pm$ 3,02  | 25,56 $\pm$ 2,77  |
| 10-M <i>Sprint</i> (s)   | 1,78 $\pm$ 0,05   | 1,78 $\pm$ 0,08   | 1,68 $\pm$ 0,05   |
| 30-M <i>Sprint</i> (s)   | 4,23 $\pm$ 0,15   | 4,17 $\pm$ 0,12   | 4,05 $\pm$ 0,12   |

Tabela II – Correlação entre pontuação individual na avaliação funcional do movimento e variáveis de desempenho em todas as categorias

|  | Potência Pico | Potência Relativa | 10-m <i>Sprint</i> | 30-m <i>Sprint</i> |
|--|---------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| Agachamento profundo                         | -0,10         | -0,14             | -0,02              | -0,06              |
| Passo sobre a barreira                       | -0,16         | -0,15             | -0,01              | 0,01               |
| Avanço em linha reta                         | -0,29         | -0,11             | -0,28*             | 0,13               |
| Mobilidade dos ombros                        | -0,17         | 0,12              | 0,17               | 0,20               |
| Elevação de perna estendida                  | 0,16          | -0,03             | -0,02              | -0,14              |
| Flexão dos braços com estabilidade do tronco | 0,28*         | 0,29*             | -0,25              | -0,14              |
| Estabilidade rotacional                      | 0,09          | 0,15              | 0,25               | 0,13               |
| Pontuação final                              | -0,10         | 0,10              | -0,07              | -0,04              |

\*Correlação significativa,  $p = 0,05$ ; \*\*Correlação significativa,  $p = 0,01$

A tabela III apresenta a relação entre potência pico e relativa com *sprints* de 10m e 30m nas diferentes categorias. Para o sub-15 foi observada uma correlação inversa e moderada entre potência pico e *sprint* de 30m ( $r = -0,76$ ;  $p = 0,01$ ). Já o sub-17 apresentou uma relação pequena e moderada entre potência pico e *sprints* de 10m e 30m ( $r = -0,37$ ;  $p = 0,04$ ;  $r = -0,55$ ;  $p < 0,01$ , respectivamente) e potência relativa com *sprints* de 10m e 30m ( $r = -0,42$ ;  $p = 0,02$ ;  $r = -0,56$ ;  $p < 0,01$ , respectivamente). Em relação ao sub-20 foi mostrada uma relação inversa e moderada entre potência pico ( $r = -0,54$ ;  $p = 0,02$ ) e potência relativa ( $r = -0,62$ ;  $p < 0,01$ ) com *sprint* de 10m. Quando observadas todas as categorias, foi apresentada somente uma correlação inversa e pequena entre potência pico e *sprint* de 30m ( $r = -0,32$ ;  $p = 0,05$ ).

**Tabela III** – Correlação entre potência e *sprint* em diferentes distâncias

|        | Potência Pico<br>X<br><i>Sprint</i> 10m | Potência Pico<br>X<br><i>Sprint</i> 30m | Potência Relativa<br>X<br><i>Sprint</i> 10m | Potência Relativa<br>X<br><i>Sprint</i> 30m |
|--------|---|---|---|---|
| Sub-15 | -0,53                                   | -0,76**                                 | -0,29                                       | -0,58                                       |
| Sub-17 | -0,37*                                  | -0,55*                                  | -0,42*                                      | -0,56*                                      |
| Sub-20 | -0,54*                                  | -0,12                                   | -0,62**                                     | 0,31  |
| Todos  | -0,18                                   | -0,32*                                  | -0,10                                       | 0,20  |

\*Correlação significativa no nível 0,05; \*\*Correlação significativa no nível 0,01.

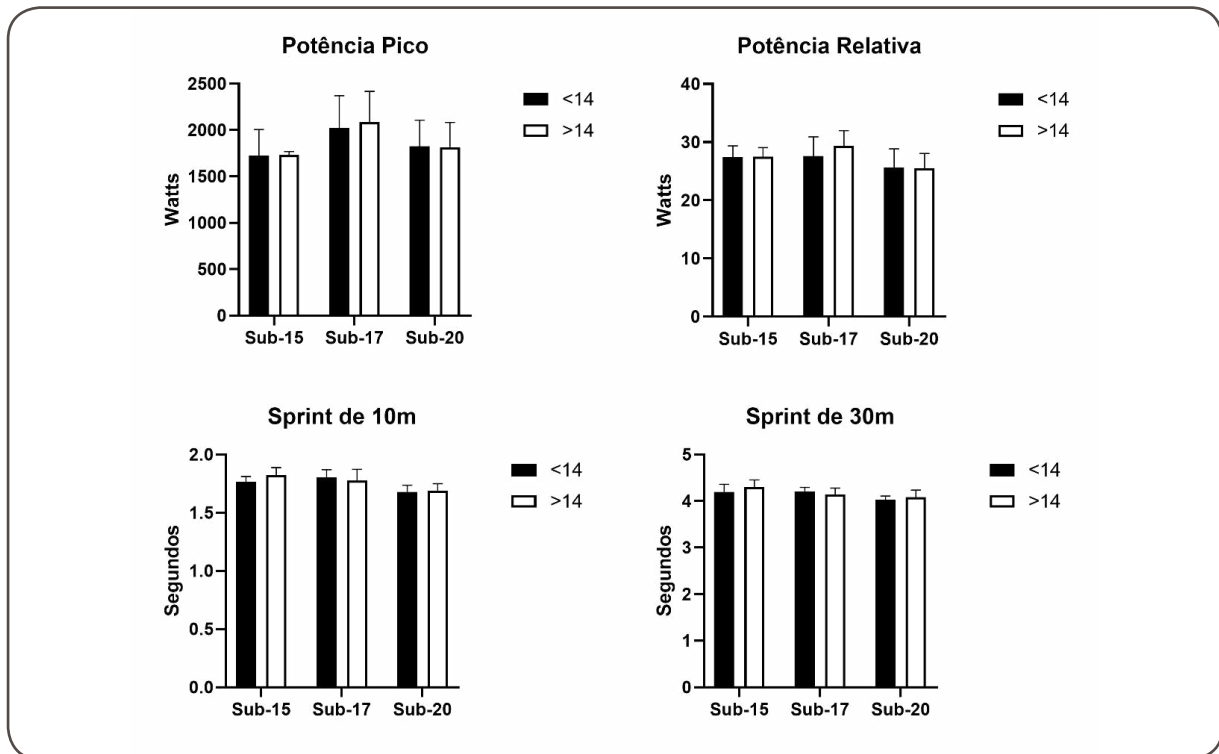
A tabela IV mostra a correlação parcial entre potência pico e relativa com *sprints* de 10m e 30m controlada pela pontuação final do FMS em diferentes categorias. Em relação a associação entre potência pico e *sprints* de 10m e 30m foi encontrada uma correlação moderada e inversa nas categorias sub-15 e sub-17 ( $r = -0,77$ ,  $p = 0,02$ ;  $r = -0,54$ ,  $p < 0,01$ , respectivamente). Já para o sub-20 houve uma correlação moderada e inversa entre potência pico e *sprint* de 10m ( $r = -0,56$ ;  $p = 0,02$ ). Foi encontrada uma correlação pequena entre potência pico e *sprint* de 10 m quando todos os jogadores foram analisados ( $r = -0,32$ ;  $p = 0,01$ ).

**Tabela IV** – Correlação entre potência e *sprint* controlada pela pontuação final do Functional Movement Screen

|  |        | <i>Sprint</i> 10m | <i>Sprint</i> 30m |
|--|--------|-------------------|-------------------|
| Potência Pico<br>(Pontuação final FMS)     | Sub-15 | -0,58             | -0,77*            |
|  | Sub-17 | -0,35             | -0,54*            |
|  | Sub-20 | -0,56*            | -0,13             |
|  | Todos  | -0,18             | -0,32**           |
| Potência Relativa<br>(Pontuação final FMS) | Sub-15 | -0,49             | -0,68             |
|  | Sub-17 | -0,36             | -0,42**           |
|  | Sub-20 | -0,63**           | -0,29             |
|  | Todos  | 0,10              | -0,19             |

\*Correlação significativa no nível 0,05; \*\*Correlação significativa no nível 0,01

A figura 1 apresenta a comparação das variáveis de desempenho entre os grupos envolvendo diferentes categorias. Não foram encontradas diferenças quando comparados atletas com pontuação do FMS menor e maior que 14 na categoria sub-15 (potência pico:  $p = 0,98$ ,  $t = -0,01$ ,  $g = 0,009$ ; potência relativa:  $p = 0,98$ ,  $t = -0,02$ ,  $g = 0,016$ ; *sprint* de 10 m:  $p = 0,15$ ,  $t = -1,58$ ,  $g = 0,994$ ; *sprint* de 30m:  $p = 0,40$ ,  $t = -0,89$ ,  $g = 0,565$ ), categoria sub-17 (potência pico:  $p = 0,64$ ,  $t = -0,47$ ,  $g = 0,172$ ; potência relativa:  $p = 0,12$ ,  $t = -1,59$ ,  $g = 0,578$ ; *sprint* de 10 m:  $p = 0,39$ ,  $t = -0,13$ ,  $g = 0,315$ ; *sprint* de 30 m:  $p = 0,14$ ,  $t = -0,170$ ,  $g = 0,539$ ) e categoria sub-20 (potência pico:  $p = 0,92$ ,  $t = -0,09$ ,  $g = 0,043$ ; potência relativa:  $p = 0,96$ ,  $t = 0,04$ ,  $g = 0,020$ ; *sprint* de 10m:  $p = 0,69$ ,  $t = -0,40$ ,  $g = 0,184$ ; *sprint* de 30 m:  $p = 0,38$ ,  $t = -0,89$ ,  $g = 0,401$ ).



**Figura 1** - Comparação das variáveis de desempenho das categorias Sub-15, Sub-17 e Sub-20 para grupos de atletas com FMS <14 e >14

## Discussão

O presente estudo teve como objetivo verificar a relação da pontuação do FMS com variáveis de desempenho em jovens jogadores de elite do futebol em diferentes categorias. Os principais achados do estudo foram: flexão dos braços com estabilidade de tronco apresentou uma pequena correlação com a potência, assim como o avanço em linha reta com o *sprint* de 10m. A potência pico e o *sprint* de 10m tiveram uma correlação pequena no sub-17 e moderada no sub-20 e a potência pico relacionada com o *sprint* de 30m foi moderada tanto no sub-15 quanto no sub-17. Além disso, foi apresentada uma correlação moderada entre a potência relativa e os *sprints* de 10 m e 30m no sub-17 e no sub-20. Adicionalmente, a correlação foi pequena quando colocadas todas as categorias juntas e a pontuação final do FMS não alterou a relação entre potência e velocidade. Por fim, não foram encontradas diferenças nas variáveis de desempenho em relação aos grupos de pontuação do FMS maior ou menor que 14.

Em relação ao teste individual do FMS foi encontrada uma correlação pequena entre flexão dos braços com estabilidade de tronco e avanço em linha reta com as variáveis físicas, como a potência pico, potência relativa e corrida de 10 m. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de que corrida de curta distância (*sprint* de 10m) é altamente relacionada com produção de força rápida (taxa de desenvolvimento de força) em um vetor de direção horizontal. Apesar do avanço em linha reta avaliar a força em uma perna, o vetor está na direção vertical, o que pode justificar a pequena correlação [26,27]. Um estudo feito com jovens jogadores de futebol demonstrou que a morfologia da musculatura da lombar e do eretor espinhal, ambos localizados no



tronco, foram um fator determinante para a melhora no *sprint* em corridas de curta distância [28]. Essa relação pode ser explicada principalmente em corridas de curta distância, na fase da aceleração, onde os atletas precisam posicionar o tronco a frente para facilitar a propulsão, de acordo com a análise eletromiográfica, nesses ângulos há uma maior ativação da musculatura da lombar [29,30]. Além disso, o presente estudo encontrou uma pequena correlação ( $r = -0,28$ ,  $p = 0,03$ ) do avanço em linha reta com o *sprint* de 10m, apesar de ser uma pequena relação, esse padrão de movimento requer uma boa estabilidade da parte superior do corpo e uma força dos membros inferiores em um único pé para suportar o peso corporal [31].

Observar a relação entre as variáveis físicas e a pontuação final do FMS pode ser uma forma de notar uma associação entre capacidade funcional e *performance* física dos atletas. Os resultados encontrados no presente estudo concordam com estudos anteriores realizados com jovens jogadores de futebol, os quais não demonstraram relação entre a pontuação final do FMS com dois tipos de saltos verticais (*countermovement jump* e *squat jump*) [16,31]. A fraca relação entre FMS e desempenho nas variáveis analisadas pode ser explicada pelo fato de que no FMS é necessário obter grandes amplitudes e qualidade no movimento, entretanto em testes de *performance* só é considerado o resultado, não sendo levado em consideração a qualidade do movimento. Por exemplo, no teste de agachamento profundo é exigida uma grande amplitude de movimento e a manutenção do tronco reto, porém em uma corrida de alta velocidade para uma melhor aceleração nos estágios iniciais da corrida, o atleta precisa inclinar seu tronco projetando seu centro de massa [32].

A presente pesquisa apresentou uma pequena correlação entre a potência na máquina pneumática e a velocidade considerando todas as categorias. De acordo com estudos recentes, melhorar a habilidade de gerar potência nos membros inferiores pode ser efetivo para promover o aumento da velocidade em atletas [33,34]. Era esperada uma relação entre potência pico e velocidade nas corridas de 10m, tendo em vista que a habilidade de gerar força máxima em um curto tempo pode auxiliar na saída do corpo da inércia no começo da corrida e conseqüentemente, aumentar a aceleração [33]. Contudo, esse resultado pode ser explicado pelo fato de que para alguns jogadores de futebol a distância de 10m pode não ser suficiente para desenvolver a potência pico para acelerar a corrida [35]. Apesar da potência pico e o *sprint* de 30m apresentarem uma correlação moderada nas categorias sub-15 e sub-17, não foi encontrada relação na categoria sub-20. Isso pode ser explicado pelas diferentes categorias, já que os jogadores mais jovens podem ter uma maior necessidade de potência para ganhar velocidade, dependendo de habilidades como coordenação e ciclo alongamento-encurtamento que podem não estar desenvolvidas ainda [36].

As correlações dos membros inferiores com as velocidades em 10m e 30m controladas pela pontuação do FMS não apresentaram um aumento de associação. Sendo assim, o nível de padrão do movimento dos atletas não mudou a relação entre potência e velocidade. Entretanto, um bom padrão de movimento em habilidades específicas pode reduzir assimetrias, favorecendo sinergia muscular, e pode reduzir o risco de

lesão, o que aumenta o tempo de competição dos jogadores [37]. A utilização adequada da potência dos membros para melhorar a aceleração é explicada pela habilidade de realizar movimentos com um equilíbrio entre mobilidade e estabilidade ao longo da cadeia cinética, o que previne a dispersão de energia, favorecendo a exatidão da habilidade [31]. Em relação as comparações envolvendo os atletas com pontuação do FMS maior ou menor que 14, não houve diferença em nenhuma variável física analisada no presente estudo para todas as categorias. Esse resultado corrobora ao achado na literatura atual que mostra que o valor de 14 como pontuação final do FMS não pode ser considerado um bom parâmetro para diferenciar os atletas [23].

O presente estudo apresenta algumas limitações: 1) inicialmente, o estado maturacional dos atletas não foi levado em consideração, o que pode interferir no desempenho físico; 2) a taxa da potência dos membros inferiores utilizou um valor de carga arbitrário. Contudo, o estudo apresenta alguns pontos fortes: 1) é o primeiro estudo a relacionar potência e velocidade utilizando máquinas pneumáticas; 2) a amostra utilizada contempla atletas de diferentes categorias. Dessa forma, os resultados encontrados podem auxiliar treinadores no planejamento de sessões de treino para direcionar o desenvolvimento de aspectos relevantes para a melhora do desempenho do atleta e auxiliar na estratégia adotada pelos treinadores para avaliar o padrão de movimento de habilidades específicas. Além disso, futuras pesquisas podem utilizar teste de potência que usam cargas individuais para entender melhor a relação do perfil potência x velocidade, adicionalmente, realizar um estudo longitudinal para verificar se os jovens atletas que apresentam baixa pontuação no FMS sofrem com maior número de lesões ao longo do tempo. Por fim, novas pesquisas podem determinar um ponto de corte da pontuação do FMS considerando as características da amostra estudada.

## Conclusão

Baseado nos achados do presente estudo, pode ser assumido que não há uma relação entre a pontuação final do FMS e as variáveis físicas de jovens atletas de futebol. Entretanto, flexão dos braços com estabilidade de tronco e avanço em linha reta avaliados através do FMS demonstraram uma pequena correlação com a *performance*. Além disso, a potência no teste pneumático e a velocidade demonstraram uma relação moderada e essa relação não mudou quando controlada pela pontuação do FMS. Ademais, a pontuação de 14 no FMS se mostrou um ponto de corte fraco, tendo em vista que não apresentou diferenças nas variáveis físicas.

### Potencial conflito de interesse

Nenhum conflito de interesses com potencial relevante para este artigo foi reportado.

### Fontes de financiamento

Esta pesquisa foi parcialmente financiada por bolsas da Fundação Carlos Chagas Filho de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro e do Conselho Brasileiro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e foi financiada em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) –Código Financeiro 001 ”.

### Contribuição dos autores

Diêgo Augusto foi responsável pelo desenvolvimento do problema de pesquisa e escrita do artigo. Fábio Eiras realizou a coleta de dados. Deborah Touguinhó e Maria Juliana ajudaram na escrita. Fabrício Vasconcellos orientou todo o processo.

## Referências

1. Bangsbo J. Energy demands in competitive soccer. *J Sports Sci* 1994;12:5-12. doi: 10.1080/02640414.1994.12059272
2. Bangsbo J, Iaia F, Krstrup P. Metabolic response and fatigue in soccer. *Int J Sports Physiol Perform* 2007;2(2):111-27. doi: 10.1123/ijsp.2.2.111
3. Bangsbo J, Mohr M, Krstrup P. Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *J Sports Sci* 2006;24:665-74. doi: 10.1080/02640410500482529
4. Krstrup P, Mohr M, Steensberg A, Bencke J, Kjaer M, Bangsbo J. Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for *sprint* performance. *Med Sci Sports Exerc* 2006;38(6):1165-74. doi: 10.1249/01.mss.0000222845.89262.cd
5. Faude O, Koch T, Meyer T. Straight *sprinting* is the most frequent action in goal situations in professional football. *J Sports Sci* 2012;30(7):625-31. doi: 10.1080/02640414.2012.665940
6. Kobal R, Loturco I, Barroso R, Gil S, Cuniyochi Rr, Ugrinowitsch C, et al. Effects of different combinations of strength, power, and plyometric training on the physical performance of elite young soccer players. *J Strength Cond Res* 2017;31(6):1468-76. doi: 10.1519/JSC.0000000000001609
7. Bennett H, Davison K, Arnold J, Slattery F, Martin M, Norton K. Multicomponent musculoskeletal movement assessment tools: a systematic review and critical appraisal of their development and applicability to professional practice. *J Strength Cond Res* 2017;31(10):2903-19. doi: 10.1519/JSC.0000000000002058
8. Campa F, Spiga F, Toselli S. The effect of a 20-week corrective exercise program on functional movement patterns in youth elite male soccer players. *J Sport Rehabil* 2019;28(7):746-51. doi: 10.1123/jsr.2018-0039
9. Walker S, Turner A. A one-day field test battery for the assessment of aerobic capacity, anaerobic capacity, speed, and agility of soccer players. *J Strength Cond Res* 2009;31(6):52-60. doi: 10.1519/SSC.0b013e3181c22085
10. Hulse MA, Morris JG, Hawkins RD, Hodson A, Nevill AM, Nevill ME. A field-test battery for elite, young soccer players. *Int J Sports Exerc Med* 2013;34(04):302-11. doi: 10.1055/s-0032-1312603
11. Loturco I, D'Angelo RA, Fernandes V, Gil S, Kobal R, Abad CCC, et al. Relationship between *sprint* ability and loaded/unloaded jump tests in elite *sprinters*. *J Strength Cond Res* 2015;29(3):758-64. doi: 10.1519/JSC.0000000000000660
12. Zabaloy S, Carlos-Vivas J, Freitas TsT, Pareja-Blanco F, Pereira L, Loturco I, et al. Relationships between resisted *sprint* performance and different strength and power measures in rugby players. *Sports* 2020;8(3):34. doi: 10.3390/sports8030034
13. Frost DM, Cronin JB, Newton RU. A comparison of the kinematics, kinetics and muscle activity between pneumatic and free weight resistance. *Eur J Appl Physiol* 2008;104(6):937-56. doi: 10.1007/s00421-008-0821-8
14. Frost DM, Bronson S, Cronin JB, Newton RU. Changes in maximal strength, velocity, and power after 8 weeks of training with pneumatic or free weight resistance. *J Strength Cond Res* 2016;30(4):934-44. doi: 10.1519/JSC.0000000000001179
15. Maior A. Absolute and relative peak power during pneumatic squat exercise using different percentages of loads in elite soccer players. *Hum Mov* 2020;21(3):64-70. doi: 10.5114/hm.2020.91347
16. Silva B, Clemente FM, Camões M, Bezerra P. Functional movement screen scores and physical performance among youth elite soccer players. *Sports* 2017;5(1):16. doi: 10.3390/sports5010016
17. Silva B, Clemente FM, Martins FM. Associations between functional movement screen scores and performance variables in surf athletes. *J Sports Med Phys Fitness* 2018;58(5):583-90. doi: 10.23736/S0022-4707.17.07154-7
18. Lloyd RS, Oliver JL, Radnor JM, Rhodes BC, Faigenbaum AD, Myer GD. Relationships between func-

tional movement screen scores, maturation and physical performance in young soccer players. *J Sports Sci* 2015;33(1):11-9. doi: 10.1080/02640414.2014.918642

19. Cook G, Burton L, Hoogenboom B. Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function-part 1. *N Am J Sports Phys Ther [Internet]* 2006;1(2):62-72. [citado 2021 May 10]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2953313/>

20. Cook G, Burton L, Hoogenboom B. Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function-part 2. *N Am J Sports Phys Ther [Internet]* 2006;1(3):132-9. [citado 2021 May 10]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2953359/>

21. Hammes D, Funten K Aus der, Bizzini M, Meyer T. Injury prediction in veteran football players using the Functional Movement Screen™. *J Sports Sci* 2016;34(14):1371-9. doi: 10.1080/02640414.2016.1152390

22. Cuchna JW, Hoch MC, Hoch JM. The interrater and intrarater reliability of the functional movement screen: a systematic review with meta-analysis. *Phys Ther Sport* 2016;19:57-65. doi: 10.1016/j.ptsp.2015.12.002

23. Moore E, Chalmers S, Milanese S, Fuller JT. Factors influencing the relationship between the functional movement screen and injury risk in sporting populations: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 2019:1-15. doi: 10.1007/s40279-019-01126-5

24. Lee S, Kim H, Kim J. The functional movement screen total score and physical performance in elite male collegiate soccer players. *J Exerc Rehabil* 2019;15(5):657-62. doi: 10.12965/jer.1938422.211

25. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2<sup>a</sup> ed). Hillsdale: Erlbaum Press; 1988. doi: 10.4324/9780203771587

26. Bezodis NE, North JS, Razavet JL. Alterations to the orientation of the ground reaction force vector affect *sprint* acceleration performance in team sports athletes. *J Sports Sci* 2017;35(18):1817-24. doi: 10.1080/02640414.2016.1239024

27. Hicks DS, Schuster JG, Samozino P, Morin J-B. Improving mechanical effectiveness during *sprint* acceleration: practical recommendations and guidelines. *Strength Cond J* 2019;1. doi: 10.1519/SSC.0000000000000519

28. Kubo T, Hoshikawa Y, Muramatsu M, Iida T, Komori S, Shibukawa K, et al. Contribution of trunk muscularity on *sprint* run. *Int J Sports Med* 2011;32(03):223-8. doi: 10.1055/s-0030-1268502

29. Thorstensson ALF, Carlson H, Zomlefer MR, Nilsson J. Lumbar back muscle activity in relation to trunk movements during locomotion in man. *Acta Physiol Scand* 1982;116(1):13-20. doi: 10.1111/j.1748-1716.1982.tb10593.x

30. Thorstensson ALF, Nilsson J, Carlson H, Zomlefer MR. Trunk movements in human locomotion. *Acta Physiol Scand* 1984;121(1):9-22. doi: 10.1111/j.1748-1716.1984.tb10452.x

31. Okada T, Huxel KC, Nesser TW. Relationship between core stability, functional movement, and performance. *J Strength Cond Res* 2011;25(1):252-61. doi: 10.1519/JSC.ob013e3181b22b3e

32. Moir GL. *Biomechanics of fundamental movements: Sprint running. Strength and conditioning: a biomechanical approach*. Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning; 2016. p.523-74. Available from: <http://samples.jblearning.com/9781284034844/FrontMatter.pdf>

33. Loturco I, Contreras B, Kobal R, Fernandes V, Moura N, Siqueira F, et al. Vertically and horizontally directed muscle power exercises: Relationships with top-level *sprint* performance. *PLoS One* 2018;13(7). doi: 10.1371/journal.pone.0201475

34. Loturco I, Nakamura F, Kobal R, Gil S, Abad Cs, Cuniyochi Rr, et al. Training for power and speed: Effects of increasing or decreasing jump squat velocity in elite young soccer players. *J Strength Cond Res* 2015;29(10):2771-9. doi: 10.1519/JSC.0000000000000951

35. Moura F, Marche AL, Caetano FG, Torres RDS, Martins LEB, Cunha SA. Analysis of high-intensity efforts in Brazilian professional soccer players. *Hum Mov* 2017;18(5):55-62. doi: 10.1515/humo-2017-0043

36. Rommers N, Mostaert M, Goossens L, Vaeyens R, Witvrouw E, Lenoir M, et al. Age and maturity related differences in motor coordination among male elite youth soccer players. *J Sports Sci* 2019;37(2):196-203. doi: 10.1080/02640414.2018.1488454

37. Kiesel K, Plisky P, Butler R. Functional movement test scores improve following a standardized off-season intervention program in professional football players. *Scand J Med Sci Sports* 2011;21(2):287-92. doi: 10.1111/j.1600-0838.2009.01038.x