

**Cita: Albernaz, T., Sales, M., Inacio, P. A., Chiappa, G., Barcelos, R., Bezerra, M., Oliveira-Silva, I., Portugal, E., Lopes-Martins, R., Tavares, I., Marques Neto, S., Machado, S. y Sá Filho, A. (2024). O “personal record” estima o desempenho de resistência de força no workout de Clean & Jerk: uma análise do Benchmark GRACE da Crossfit®. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 24(3), 253-264**

## **El “récord personal” estima el rendimiento de fuerza y resistencia en el entrenamiento Clean & Jerk: un análisis del Crossfit® GRACE Benchmark**

### **The “personal record” estimates strength endurance performance in the Clean & Jerk workout: an analysis of the Crossfit® GRACE Benchmark**

### **O “personal record” estima o desempenho de resistência de força no workout de Clean & Jerk: uma análise do Benchmark GRACE da Crossfit®**

Albernaz, Thiago<sup>1</sup>; Sales, Marcelo<sup>2</sup>; Inacio, Pedro Augusto<sup>1</sup>; Chiappa, Gaspar<sup>1</sup>; Barcelos, Roberto<sup>3</sup>; Bezerra, Mairiel<sup>2</sup>; Oliveira-Silva, Iranse<sup>1</sup>; Portugal, Eduardo<sup>4</sup>; Lopes-Martins, Rodrigo<sup>1</sup>; Tavares, Igor<sup>5</sup>; Marques Neto<sup>5</sup>, Silvio; Machado, Sergio<sup>6,7</sup>; Sá Filho, Alberto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Evangélica de Goiás (UniEVANGÉLICA), Anápolis, Brasil; <sup>2</sup>Universidade Estadual de Goiás (UEG), Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sociedade; <sup>3</sup>Universidade Estadual de Goiás (UEG), Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências; <sup>4</sup>Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ); <sup>5</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciências da Atividade Física, Niterói, Brasil; <sup>6</sup>Laboratório de Pânico e Respiração, Instituto de Psiquiatria da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IPUB/UFRJ), Rio de Janeiro, Brasil; Centro de Neurociências, Instituto Neurodiversidade, Queimados-RJ, Brasil.

#### **RESUMEN**

Nuestro objetivo fue investigar si el registro personal (PR), las variables antropométricas y la experiencia explicarían adecuadamente las variaciones en el rendimiento de fuerza y resistencia en *Clean and Jerk* (C&J). Se reclutaron por etapas 30 participantes que competían en Crossfit® (CF). La 1ª visita consistió en un análisis de bioimpedancia y familiarización con *Benchmark GRACE* (30 repeticiones de C&J). Se excluyeron los participantes que no eran elegibles para RX. El resto se estratificó en 2 categorías RX elite (tiempo de ejecución < 3 min) y RX intermedio (> 3 min). En la 2ª visita, el PR se determinó para los participantes de RX intermedios. En la 3ª visita, los sujetos se sometieron a GRACE en el menor tiempo posible. La regresión lineal estableció la asociación de las relaciones públicas, las variables antropométricas y el tiempo de experiencia con el tiempo de desempeño de C&J. Los resultados demuestran una asociación entre el PR y el rendimiento de fuerza de C&J ( $r = -0,690$ ;  $R^2 = 0,482$ ;  $p = 0,001$ ), lo que sugiere que la PR explicaría el 48% de las variaciones en el rendimiento. No hubo relevancia entre la masa magra ( $r = -0,314$ ;  $p = 0,220$ ), porcentaje de grasa ( $r = 0,274$ ;  $p = 0,228$ ) y experiencia ( $r = -0,414$ ;  $p = 0,098$ ) en GRACE. Se concluye que los valores de PR explican moderadamente las variaciones en el rendimiento

de fuerza-resistencia GRACE. Sin embargo, no es posible decir lo mismo de las variables antropométricas y de la experiencia.

**Palabras clave:** Rendimiento atlético, Fuerza muscular, Programas de Acondicionamiento Extremo.

## ABSTRACT

We aimed to investigate whether personal record (PR), anthropometric variables and experience would adequately explain variations in *Clean and Jerk* (C&J) strength endurance performance. 30 Crossfit® competing (CF) participants were recruited in stages. The 1st visit consisted of a bioimpedance analysis and familiarization with effort regulation against the GRACE benchmark (30 reps of C&J). Participants who were not eligible for RX were excluded. The remainder were stratified into 2 categories RX elite (performance time < 3 min) and RX intermediate (> 3 min). On the 2nd visit, the PR was determined only for intermediate RX participants. On the 3rd visit, the subjects underwent GRACE in the shortest possible time. Linear regression established the association of PR, anthropometric variables and experience time on C&J performance time. The results demonstrate a significant association between PR loads and C&J strength endurance performance ( $r = -0.690$ ;  $R^2 = 0.482$ ;  $p = 0.001$ ), suggesting that PR would explain 48% of the variations in performance. There was no relevance between the amount of lean mass ( $r = -0.314$ ;  $p = 0.220$ ), percentage of fat ( $r = 0.274$ ;  $p = 0.228$ ) and level of experience ( $r = -0.0414$ ;  $p = 0.098$ ) and performance GRACE. It is concluded that C&J PR values moderately explain variations in GRACE strength endurance performance. However, it is not possible to say the same for anthropometric variables and experience.

**Keywords:** Athletic Performance, Muscle Strength, Extreme Conditioning Programmes.

## RESUMO

Objetivamos investigar se o *personal record* (PR), as variáveis antropométricas e a experiência, explicariam adequadamente as variações do desempenho de resistência de força de *Clean and Jerk* (C&J). 30 participantes competidores de Crossfit® (CF) foram recrutados em etapas. A 1ª visita foi constituída de uma análise de bioimpedância e familiarização com a regulação do esforço diante do *benchmark* GRACE (30 reps de C&J). Os participantes que não foram elegíveis como RX foram excluídos. Os remanescentes foram estratificados em duas (2) categorias RX elite (tempo de desempenho < que 3 min) e RX intermediário (> que 3 min). Na 2ª visita determinou-se o PR apenas para os participantes RX intermediários. Na 3ª visita os sujeitos foram submetidos ao GRACE no menor tempo possível. A regressão linear estabeleceu a associação do PR, variáveis antropométricas e tempo de experiência sobre o tempo de desempenho de C&J. Os resultados demonstram uma associação significativa entre as cargas de PR e a performance de resistência de força de C&J ( $r = -0,690$ ;  $R^2 = 0,482$ ;  $p = 0,001$ ), sugerindo que o PR explicaria 48% das variações da performance. Não se observou relevância entre a quantidade de massa magra ( $r = -0,314$ ;  $p = 0,220$ ), percentual de gordura ( $r = 0,274$ ;  $p = 0,228$ ) e nível de experiência ( $r = -0,0414$ ;  $p = 0,098$ ) e desempenho de GRACE. Conclui-se que os valores de PR de C&J explicam moderadamente as variações do desempenho de resistência de força GRACE. Entretanto, não é possível afirmar o mesmo para as variáveis antropométricas e experiência.

**Palavras-Chave:** Desempenho Atlético, Força muscular, Programas de condicionamento extremo.

## INTRODUÇÃO

O Crossfit® (CF®) é um modelo de treino em alta intensidade e concorrente, em que, em grande parte das configurações da programação, há exercícios de força e cardiorrespiratórios, sendo realizados sequencialmente (Claudino et al., 2018; Dominski et al., 2021; Hoyos-Manrique et al., 2024). Além disso, a metodologia em questão, exhibe diferentes modelos de *workouts* pré-configurados, geralmente padronizados no mundo em: exercícios, repetições e carga total de trabalho. Esses são denominados *benchmarks* e fornecem grande

## El récord personal predice el rendimiento Clean & Jerk

posibilidad comparativa entre si, independiente da origem. Por se tratar de uma modalidade relativamente nova, ainda não possuem suas normativas e parâmetros bem estabelecidos (Caino & Martino, 2020). No entanto, a literatura já é capaz de direcionar com um pouco mais de propriedade sobre as variáveis determinantes para o sucesso do rendimento físico (Leitao et al., 2021; Meier et al., 2023).

Nesse sentido, sabemos que, no que se refere ao treino físico, fatores diversos se relacionam, explicam e podem determinar as variações do rendimento e o sucesso desportivo. Especificamente para o CF®, considerando a amplitude de modalidades desportivas agregadas (*endurance*, *Olympic weightlifting* e a ginástica), as análises preditivas do rendimento parecem tomar um rumo mais complexo do que quando observamos apenas uma das modalidades. Por isso, Tibana, de Sousa & Prestes (2018), procuraram investigar a relação entre o sucesso de desempenho num determinado “*Workout of the Day*” (WOD) e dados antropométricos, fisiológicos e tempo de experiência de praticantes da modalidade. O estudo encontrou correlações significativas entre a gordura percentual e o menor tempo na realização do WOD proposto (Open 15.5), mas não para a massa corporal total e massa magra estimada ( $r = -0,27$ ;  $p = 0,33$  e  $r = -0,22$ ;  $p = 0,42$ , respectivamente). Os autores também observaram correlação negativa entre  $VO_2Máx$  ( $r = -0,79$ ;  $p = 0,001$ ), a carga máxima levantada no movimento de *snatch* ( $r = -0,72$ ;  $p = 0,002$ ), *clean* ( $r = -0,86$ ;  $p = 0,001$ ), agachamento ( $r = -0,65$ ;  $p = 0,008$ ) e agachamento pela frente ( $r = -0,79$ ;  $p = 0,002$ ) e o somatório das cargas absolutas ( $r = -0,78$ ;  $p = 0,001$ ) com o rendimento do WOD 15.5 (Tibana et al., 2018). Outros estudos (Bellar et al., 2015; Meier et al., 2021), estão alinhados com os resultados de Tibana, de Sousa & Prestes (2018), principalmente destacando o somatório das forças de seus *personal records* (PR) nos principais movimentos de base como medida de sucesso para prever o rendimento físico.

Valores de referência para um desempenho de sucesso já haviam sido definidos por Meier et al. (2023), nos WODs *benchmark* GRACE ( $233.3 \pm 101.2$  seg), Fran ( $310.4 \pm 134.3$  seg) e Helen ( $611.2 \pm 127.1$  seg). Ademais, a regressão linear empregada apresentou uma boa associação do PR de força do *back squat* no desempenho do *snatch* e do *Clean and Jerk* (C&J) ( $R^2 = 0,756$  e  $R^2 = 0,842$ ;  $p < 0,001$ , respectivamente) (Meier et al., 2023). Então, apesar do entendimento preliminar de que um movimento isolado de menor complexidade pode significativamente prever o rendimento nos padrões de *Olympic weightlifting*, poucos estudos investigaram diretamente a influência do PR de C&J e demais variáveis morfológicas sobre o sucesso em WODs *benchmarks* puramente de resistência de força, permanecendo ainda uma incógnita. Dessa forma, objetivamos investigar se o PR, as variáveis antropométricas e a experiência, explicariam a partir de seu coeficiente de determinação, as variações do desempenho de resistência de força de C&J. Podemos supor que o PR de C&J, assim como, as variáveis antropométricas, demonstrarão significativas e relevantes associações ao desempenho do WOD GRACE.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Desenho do Estudo

O presente estudo foi construído com base nos referenciais das diretrizes para estudos observacionais STROBE *Statement* para estudos transversais analíticos (Malta et al., 2010), e desenvolvido num total de 3 visitas. O estudo seguiu a Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE 25686219.9.0000.5512; protocolo 3.790.808/2019), bem como, a Declaração de Helsinque de princípios éticos como para a investigação clínica envolvendo seres humanos. Após seleção, aceite, entendimentos dos riscos inerentes ao exercício de alta intensidade, todos os participantes assinaram o termo de consentimento e concordaram voluntariamente em participar do estudo (Harriss et al., 2019).

As visitas foram constituídas de: 1ª visita - caracterização amostral por bioimpedância multipolar, conforme procedimentos previamente descritos (Ellis et al., 1999), além de uma familiarização com a regulação do esforço diante dos movimentos de C&J. Os participantes que não obtiveram o tempo de desempenho elegíveis para continuação do estudo foram automaticamente excluídos; 2ª visita - após 72h, apenas os participantes não caracterizados como “RX categoria elite” (competidores regionais e nacionais com tempos de desempenho < que 3 min) realizaram o teste máximo de PR para o movimento de C&J (ver categorização dos participantes na sessão de

procedimentos); 3ª visita - os sujeitos foram submetidos ao procedimento experimental com o protocolo WOD GRACE de movimentos de levantamento de C&J, executando um total de 30 repetições no menor tempo possível. Os demonstrativos dos movimentos encontram-se na Figura 1. O tempo total ( $T_{Total}$ ) de protocolo foi registrado, assim como, a percepção de esforço.

### Figura 1

*Padrão de movimento de levantamento C&J.*



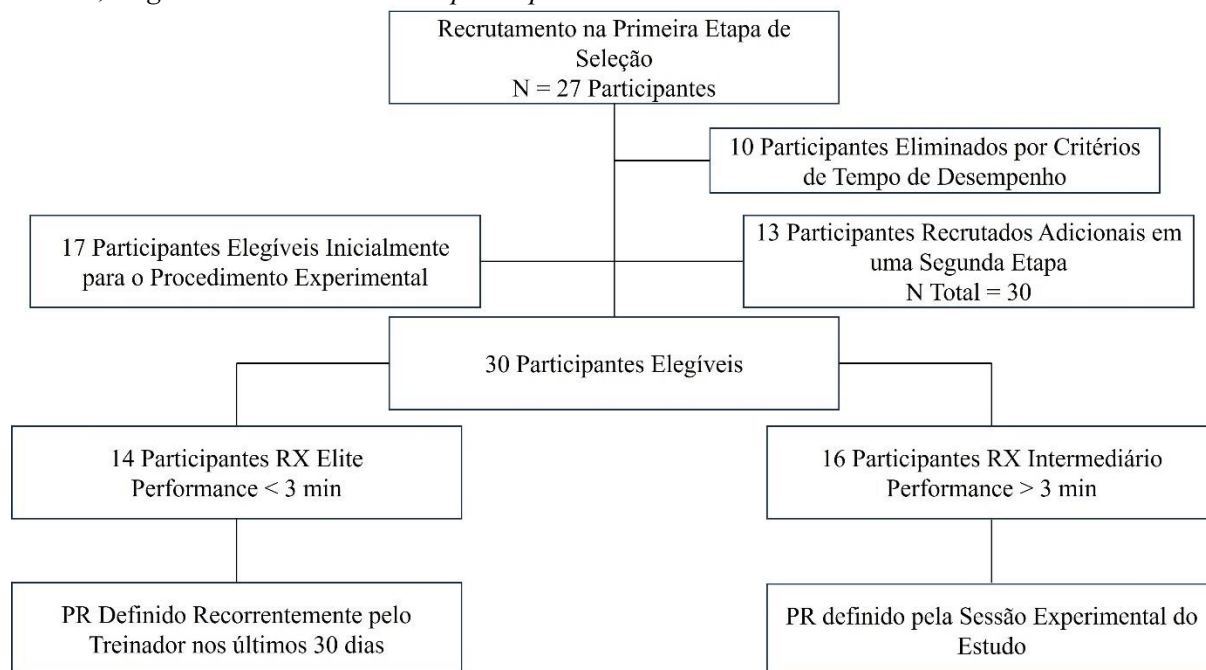
### *Participantes*

Participaram voluntariamente do presente estudo 30 sujeitos (20 homens e 10 mulheres). As características amostrais foram divididas entre sexos e são descritas na Tabela 1. Todos os participantes foram recrutados via chamada pública em duas etapas em três diferentes boxes de CF<sup>®</sup> localizados no Centro-Oeste do Brasil (Capital e adjacências), durante o período de junho de 2023 a setembro de 2023. Foram incluídos com base nos critérios: fisicamente treinados de forma competitiva para exercícios de CF<sup>®</sup> (> 2 anos regulares) e não-fumadores. Foram excluídos os indivíduos que fizessem uso de substâncias psicoativas, ou ergogênicos prévios, ou que possuísssem lesões osteomioarticulares que pudessem limitar as análises. O fluxograma 1 apresenta nos resultados o recrutamento, entrada, elegibilidade e exclusão dos participantes nos diferentes momentos da coleta experimental. Todos os participantes foram informados sobre os procedimentos e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. O tamanho da amostra foi calculado considerando um  $\alpha$  de 5% ( $\alpha = 0,05$ ) e um  $\beta$  de 7% ( $\beta = 0,07$ ),  $H1$  corr  $\rho_{ac}$  de -0.72;  $H0$  corr  $\rho_{ac}$  de 0.1, corr  $\rho_{bc}$  de -0.1 e com base em um corr  $\rho_{bc}$  de -0,1 [(Correlações  $\rho_{ab}$  e  $\rho_{ac}$  (Índice Comum)] , calculou-se o  $q$  de Cohen (effect size) de 1 (Faul et al., 2009). Para tanto, 30 indivíduos, forneceu um poder estatístico de 93% (Power = 0.93).

## El récord personal predice el rendimiento Clean & Jerk

### Fluxograma 1

#### *Recrutamento, elegibilidade e exclusão dos participantes*



### Procedimentos

#### *Análise de Bioimpedância*

A massa corporal total e a composição corporal foram mensuradas por meio de uma balança de Bioimpedância multipolar InBody® (modelo 230, Biospace, Korea). A realização da Bioimpedância foi realizada conforme o seguinte protocolo (Ellis et al., 1999): manter-se em jejum pelo menos nas 4 horas que antecedem o teste, não realizar atividades físicas extenuantes nas 24 horas anteriores ao teste; urinar pelo menos 30 minutos antes do teste; não ingerir bebidas alcoólicas nas 48 horas anteriores ao teste; não utilizar medicamentos diuréticos nos sete dias que antecedem o teste, permanecer, pelo menos, cinco a dez minutos deitado em decúbito dorsal, em total repouso antes da execução do teste. Os sujeitos foram orientados a posicionar-se sobre a balança de análise descalços e deveriam empunhar as manoplas para fechar o circuito onde passará a carga elétrica de baixa amperagem, para estimar as seguintes variáveis: a) gordura corporal (GC %); b) massa magra (kg); c) quantidade de água corporal (L).

#### *Protocolo Experimental de C&J*

O Protocolo iniciou-se a partir de uma sequência de exercícios de mobilidade articular envolvendo as articulações do quadril, tornozelo, coluna torácica, ombro e punho, seguido de poucas repetições do movimento C&J com progressão de carga (5 a 10 repetições), a fim de preparar o indivíduo para a tarefa principal. Todo o processo de preparação foi realizado durante um período de dez minutos e a uma percepção referida como moderada, assegurando que a preparação não afetasse as variáveis de desfecho. Posteriormente, foi realizado o WOD GRACE de C&J, executando um total de 30 repetições no menor tempo possível com carga de trabalho fixada em 61kg para homens e 42kg para mulheres. Para manter a homogeneidade da amostra, o tempo limite de execução do protocolo foi fixado em 360 seg. O  $T_{Total}$  de protocolo foi processado em segundos.

#### *Determinação do PR*

Para determinação dos valores de PR, foram utilizadas duas estratégias distintas: a) valor de PR registrado previamente pelo treinador; b) valor de PR mensurado diante da sessão experimental. Os valores de PR registrados previamente foram extraídos dos aplicativos de registro diário apenas dos atletas mais experientes e de maior performance ( $< 3$  min para GRACE), determinados dentro de um tempo menor que um mês. Estes participantes realizaram apenas duas sessões experimentais. Nos demais atletas, recorremos a uma sessão anterior ao procedimento experimental de WOD GRACE para determinar seu valor de PR. Para tal coleta, de forma padronizada, após mobilidade e progressão de carga, todos os indivíduos tiveram um total de 420 seg para realizar três tentativas de obter-se 1 rep de C&J máxima.

#### *Categorização dos Participantes RX*

Primeiramente, considerou-se RX todos os participantes que desempenharam seus protocolos com cargas oficiais (segundo protocolos da CF®), conforme descrita no desenho experimental. Os sujeitos participantes da amostra foram estratificados em duas categorias RX: a) RX Elite (tempo de desempenho  $< 3$  min); b) RX intermediário (tempo de desempenho  $> 3$  min).

#### *Análise e Tratamento dos Dados e Tamanho do Estudo*

Com a finalidade de evitar um possível enviesamento da análise, os dados foram recolhidos por dois diferentes pesquisadores associados ao projeto e ao grupo de pesquisa (A.R. e T.A.) e analisado por um terceiro pesquisador (líder do grupo A.S.). Ao longo da primeira etapa de chamamento para coleta ( $N = 17$  - conforme descrito no fluxograma), todos os dados foram plotados e analisados observando-se o comportamento dos desfechos e o coeficiente de determinação. Após a segunda etapa de chamamento para coleta de dados ( $N = 13$ ), os novos participantes foram incluídos na análise, pouco influenciando o coeficiente de determinação. Desta forma, entendemos que o “*power estatístico*” requerido para a finalização do estudo já havia sido alcançado, tornando desnecessário entradas subsequentes.

#### *Análise Estatística*

A normalidade e homogeneidade dos dados foram testadas pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Em função dos dados terem apresentado distribuição Gaussiana, a média  $\pm$  desvio padrão foram adotados como medida de posição e dispersão, respectivamente. O coeficiente de correlação ( $R^2$ ) foi adotado para verificar a predição do PR sobre o  $T_{Total}$  de desempenho e as variáveis morfológicas. Ademais, uma análise de variância (ANOVA para regressão de modelo quadrático) foi aplicada para verificar se o ajuste do modelo da regressão como preditor do PR foi significativo. Para verificar a independência de resíduos, que é a diferença entre o valor previsto e o observado, foi aplicado o teste de Durbin-Watson ( $DW = 2(1 - \rho)$ ). O nível de significância adotado foi de 5% ( $p < 0.05$ ). Todas as análises foram realizadas por meio do software *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) 23.0 e G\*Power 3.1.9.7.

## **RESULTADOS**

A Tabela 1 apresenta os dados descritivos de características da amostra. Todos os dados estão expressos em média e (DP) desvio padrão. A Tabela 2 apresenta os dados descritivos de desempenho de PR e C&J Geral (utilizado para análise de regressão) e estratificado por sexo.

## El récord personal predice el rendimiento Clean & Jerk

**Tabela 1**

*Características da amostra.*

| Feminino (n = 10)  |                 |                |               |                |              |           |             |
|--------------------|-----------------|----------------|---------------|----------------|--------------|-----------|-------------|
|                    | Idade<br>(anos) | Exp<br>(meses) | Massa<br>(kg) | Altura<br>(cm) | IMC<br>kg/cm | GC<br>(%) | M.M<br>(kg) |
| Média              | 31.2            | 52.8           | 69.8          | 1.67           | 26.8         | 25.8      | 30.1        |
| DP                 | 7.5             | 27.6           | 8.3           | 0.1            | 4.3          | 10.0      | 2.2         |
| Masculino (n = 20) |                 |                |               |                |              |           |             |
|                    | Idade<br>(anos) | Exp<br>(meses) | Massa<br>(kg) | Altura<br>(cm) | IMC<br>kg/cm | GC<br>(%) | M.M<br>(kg) |
| Média              | 31.2            | 47.5           | 78.8          | 1.76           | 25.5         | 14.5      | 38.6        |
| DP                 | 4.3             | 32.0           | 11.2          | 0.1            | 2.3          | 5.0       | 4.8         |

**Legenda:** Exp = tempo de experiência; IMC = índice de massa corporal; GC= gordura corporal; M.M. = massa magra; Tempo = tempo de execução médio para 30 reps de C&J entre sexos.

**Tabela 2**

*Valores médios de PR e o tempo de exercício para 30 reps de C&J.*

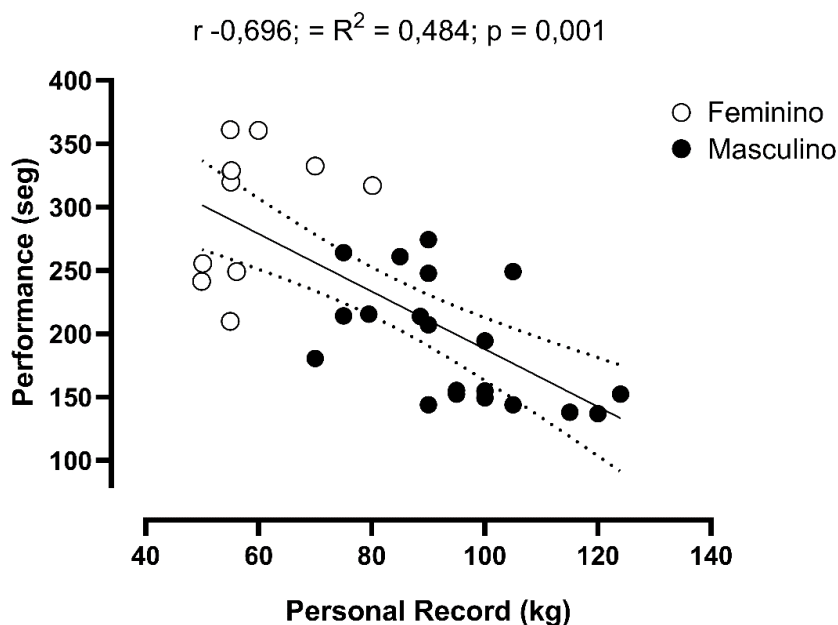
|       | Geral      |              | Masculino  |              | Feminino   |              |
|-------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|
|       | PR<br>(kg) | C&J<br>(seg) | PR<br>(kg) | C&J<br>(seg) | PR<br>(kg) | C&J<br>(seg) |
| Média | 82.6       | 230.9        | 94.0       | 205.6        | 56.2       | 289.9        |
| DP    | 21.6       | 77.0         | 14.6       | 61.1         | 6.0        | 81.1         |

**Legenda:** DP = desvio padrão; C&J = *Clean and Jerk*

A análise de regressão linear simples (Figura 2) apresentou significativa associação entre os PR de C&J e a Performance em seg ( $p < 0.001$ ). A relação demonstrou uma associação significativa entre a variável predita e preditora ( $R^2 = 0.484$ ;  $r = -0.696$ ), sugerindo que o PR explicaria 48% do desempenho de C&J (WOD GRACE). Adicionalmente, a análise de regressão apresentou padrão de distribuição de resíduos independentes, conforme verificado pelo teste de Durbin-Watson ( $DW=1.097$ ). A ANOVA apresentou que o ajuste do modelo da regressão com preditor PR foi significativa ( $[F(1,28) = 26.271, p < 0.001]$ ). O gráfico de distribuição dos resíduos padronizados pelos resíduos do valor predito, apresentaram padrão homocedástico de distribuição. Por fim, a equação de predição a partir da reta pode ser descrita por: tempo WOD GRACE (seg) =  $436.105 - 2.484 \cdot PR$  (Kg).

Figura 2

*Regressão linear simples, equação de predição produzida e coeficiente de determinação ( $R^2$ ).*



No que se refere aos indicadores antropométricos e o nível de experiência, não foram encontradas associações significativas com o tempo de performance no WOD GRACE [massa magra ( $r = -0.314$ ;  $p = 0.220$ ); GC ( $r = 0.274$ ;  $p = 0.228$ ) e nível de experiência ( $r = -0.0414$ ;  $p = 0.098$ ).

## DISCUSSÃO

O presente trabalho teve como objetivo investigar se o índice de PR para C&J, bem como, variáveis antropométricas e experiência, explicariam a partir de seu coeficiente de determinação, as variações do desempenho de resistência de força de C&J. Dado os resultados, nossa hipótese principal foi aceita, demonstrando significativa associação e moderado coeficiente de determinação do PR sobre o desempenho na tarefa aqui proposta. Sugerindo, portanto, a relevância da força máxima absoluta específica sobre o desempenho de resistência de força.

Esses resultados possibilitam-nos estimar o tempo de desempenho com razoável precisão, com um coeficiente de determinação de 48%, muito embora reconhecemos que o sucesso para melhor desempenhar esses WODs, podem sofrer influência de outras qualidades físicas, que não necessariamente se relacionam de modo direto com o nível de força, a exemplo da capacidade e potência aeróbia e o  $VO_2$  na carga de Limiar) (Feito et al., 2019). Essa afirmação em parte pode ser confirmada pelos resultados de Butcher et al. (2015), que observaram em 14 atletas regionais que o desempenho do Benchmark GRACE não poderia ser adequadamente predito pelas tradicionais variáveis relacionadas ao *endurance*,  $VO_{2Máx}$  ( $r = 0.34$   $p = 0.23$ ) ou a potência anaeróbia no teste de *Wingate* ( $r = 0.09$   $p = 0.75$ ). embora o limiar de lactato tenha apresentado significativa associação ( $r = -0.61$ ;  $p = 0.02$ ) (Butcher et al., 2015).

Vale ressaltar que, semelhantemente ao nosso estudo, a força do corpo todo, medido a partir do PR nos movimentos de *Press*, *Squat* e *Deadlift* adequadamente predizem o rendimento de C&J ( $R^2 = 0.77$ ;  $p = 0.0001$ ).

## El récord personal predice el rendimiento Clean & Jerk

Apesar do importante resultado da força do corpo todo como mecanismo preditor, nosso estudo difere no modelo de predição de outros estudos, pois confere maior especificidade ao modelo da regressão, a partir do movimento de C&J (Butcher et al., 2015). Compreendemos que modelos anteriores, apesar de significativos, podem elevar artificialmente o potencial preditivo, uma vez que as cargas de trabalho individualmente analisadas se tornam demasiadamente elevadas. A cinemática do movimento de C&J sabidamente afetada pela carga de trabalho (Werner et al., 2020).

Está claro na literatura que existem significativas heterogeneidades dos padrões identificáveis como preditores e preditos dentro da modalidade do CF<sup>®</sup>. Os estudos principalmente utilizaram os dados resultantes dos diferentes “Open” da CF<sup>®</sup> (16 a 20) (Meier et al., 2023), bem como, os *benchmarks* padronizados pelo programa da empresa. Nesse sentido, a revisão sistemática mais recente sobre o assunto, corrobora essa perspectiva, apresentando um estado da arte conflitante sobre o assunto (Meier et al., 2023). Meier et al. (2023), após a qualificação e inclusão de 21 evidências, observaram que a composição corporal, força e experiência em competições se relacionam fortemente com o desempenho do CF<sup>®</sup> em diferentes WODs. Apesar de não investigarmos diferentes WODs, nosso estudo encontra-se parcialmente em linha com os achados descritos na revisão sistemática em questão, compreendendo que a força máxima absoluta pode ser um importante índice que explicaria o sucesso na tarefa de C&J. Por outro lado, de forma conflitante, não observamos significativa relação da massa corporal, percentual de gordura ou da experiência, divergindo de nossa hipótese inicial.

Em linha com o discurso anterior, Dexheimer et al. (2019), demonstraram que a força total diante da soma da força absoluta de 1RM em *back squat*, *strict shoulder-press* e *deadlift* apresentaram uma relação negativa significativa com o tempo total no WOD GRACE. Propondo, portanto, que quanto maior a carga levantada, menor o tempo para a realização da tarefa. A análise de regressão *stepwise* ainda revelou que a força corporal total explicou 62,5% da variância do rendimento físico ( $F(1, 15) = 24,95, p < 0,001$ ) (Dexheimer et al., 2019). Para além disso, o nível de força individual dos três movimentos envolvidos para execução de C&J também foi significativamente relacionado (*back squat*  $r = -0,568; p = 0,017$ ; *shoulder-press*  $r = -0,707; p < 0,001$ ; *deadlift*  $r = -0,788; p = 0,001$ ). Adicionalmente, o tempo de execução de 30 repetições do C&J (WOD GRACE) neste estudo foi ligeiramente melhor quando comparado ao nosso estudo ( $155,7 \pm 42,0$  seg vs.  $230,9 \pm 77,0$  seg), sugerindo que as amostras apresentam níveis de desempenho distintos entre si, apesar da semelhante homogeneidade (coeficiente de variação – CV = 27% vs. 32%, respectivamente para Dexheimer et al. (2019) e o atual estudo). O que, por sua vez, pode explicar, ainda que apenas parcialmente, a diferença no coeficiente de determinação apresentado entre os estudos.

Em última análise, nosso estudo utilizou ambos os sexos para a predição do desempenho de C&J, conforme observamos na Figura 2. Para tal, levamos em conta a validade externa em prol das inferências para a modalidade do CF<sup>®</sup>. A diferença entre sexos é evidenciada na literatura (Schlegel & Krehky, 2022), inclusive demonstrando que o comportamento ao longo dos anos pode variar conforme a idade (Anton et al., 2004). Schlegel & Krehky (2022) destacam que embora os dados demonstrem que o escalonamento reduza as diferenças entre homens e mulheres no desempenho absoluto, os homens apresentam melhor performance na maioria dos treinamentos (até 33.1%), principalmente os constituídos pelos movimentos de *Olympic Weightlifting*. Entretanto, ainda que observemos no gráfico diferenças na performance, sendo demonstrado menores valores de PR pelo grupo feminino, o comportamento preditivo dos dados permaneceu similar aos do grupo masculino, o que justifica nossa análise.

O modelo de pesquisa transversal do presente estudo pode ser caracterizado como uma limitação. Os estudos transversais têm como principal característica a obtenção de medidas em um recorte único de momento. Portanto, não há período de acompanhamento dos indivíduos, o que não permite conhecer o que aconteceria com as variáveis investigadas após um período de treinamento. Para além disso, a equação aqui apresentada não sofreu validação cruzada, portanto, recomendamos que os dados sejam interpretados com alguma precaução. Assim, sugere-se que estudos futuros investiguem o efeito de um programa de treino de CF<sup>®</sup> sobre o valor preditivo do PR no desempenho na tarefa aqui proposta, bem como submeter a equação aqui desenvolvida a um processo de validação cruzada.

## CONCLUSÃO

Conclui-se que os valores de força máxima obtidos através do PR de C&J, se associam significativamente e explicam moderadamente as variações dos tempos de desempenho de resistência de força diante do *benchmark* GRACE. Entretanto, não é possível afirmar o mesmo para as variáveis morfológicas e experiência de treinamento.

## APLICAÇÕES PRÁTICAS

Os achados deste estudo permitem que treinadores e praticantes possam estimar seus desempenhos e sistematizar seus planejamentos de treinamento dentro da modalidade do CF® a partir de seus recordes pessoais. Além disso, o simples modelo matemático apresentado neste estudo, pode ainda facilitar o controle de carga, bem como, categorizar os atletas com base em seus rankings. Assim, esse conhecimento produzido é único e pode ter importante relevância para o CF®.

## REFERENCIAS

1. Anton, M. M., Spirduso, W. W., & Tanaka, H. (2004). Age-related declines in anaerobic muscular performance: weightlifting and powerlifting. *Medicine Science Sports Exercise*, 36(1), 143-147. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000106283.34742.BE>
2. Bellar, D., Hatchett, A., Judge, L. W., Breaux, M. E., & Marcus, L. (2015). The relationship of aerobic capacity, anaerobic peak power and experience to performance in CrossFit exercise. *Biological Sport*, 32(4), 315-320. <https://doi.org/10.5604/20831862.1174771>
3. Butcher, S. J., Neyedly, T. J., Horvey, K. J., & Benko, C. R. (2015). Do physiological measures predict selected CrossFit((R)) benchmark performance? *Open Access Journal Sports Medicine*, 6, 241-247. <https://doi.org/10.2147/OAJSM.S88265>
4. Caino, P., & Martino, M. (2020). Predicción de los factores psicológicos de la ejecución deportiva según el Flow en practicantes de Crossfit. *Revista de Psicología Aplicada al Deporte y al Ejercicio Físico*, 5(e14), 1-7. <https://doi.org/10.5093/rpadef2020a12>
5. Claudino, J. G., Gabbett, T. J., Bourgeois, F., Souza, H. S., Miranda, R. C., Mezencio, B., . . . Serrao, J. C. (2018). CrossFit Overview: Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine Open*, 4(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s40798-018-0124-5>
6. Dexheimer, J. D., Schroeder, E. T., Sawyer, B. J., Pettitt, R. W., Aguinaldo, A. L., & Torrence, W. A. (2019). Physiological Performance Measures as Indicators of CrossFit((R)) Performance. *Sports (Basel)*, 7(4). <https://doi.org/10.3390/sports7040093>
7. Dominski, F. H., Serafim, T. T., Siqueira, T. C., & Andrade, A. (2021). Psychological variables of CrossFit participants: a systematic review. *Sport Science Health*, 17(1), 21-41. <https://doi.org/10.1007/s11332-020-00685-9>
8. Ellis, K. J., Bell, S. J., Chertow, G. M., Chumlea, W. C., Knox, T. A., Kotler, D. P., . . . Schoeller, D. A. (1999). Bioelectrical impedance methods in clinical research: a follow-up to the NIH Technology Assessment Conference. *Nutrition*, 15(11-12), 874-880. [https://doi.org/10.1016/s0899-9007\(99\)00147-1](https://doi.org/10.1016/s0899-9007(99)00147-1)

## El récord personal predice el rendimiento Clean & Jerk

9. Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A. G. (2009). Statistical power analyses using G\*Power 3.1: tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*, 41(4), 1149-1160. <https://doi.org/10.3758/BRM.41.4.1149>
10. Feito, Y., Giardina, M. J., Butcher, S., & Mangine, G. T. (2019). Repeated anaerobic tests predict performance among a group of advanced CrossFit-trained athletes. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 44(7), 727-735. <https://doi.org/10.1139/apnm-2018-0509>
11. Harriss, D. J., MacSween, A., & Atkinson, G. (2019). Ethical Standards in Sport and Exercise Science Research: 2020 Update. *Int J Sports Med*, 40(13), 813-817. <https://doi.org/10.1055/a-1015-3123>
12. Hoyos-Manrique, J., Arango-Paternina, C., & Patiño-Villada, F. (2024). Motivos para la práctica de CrossFit en los usuarios de un centro afiliado. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 24(2), 180-192. <https://doi.org/10.6018/cpd.607291>
13. Leita, L., Dias, M., Campos, Y., Vieira, J. G., Sant'Ana, L., Telles, L. G., . . . Vianna, J. (2021). Physical and Physiological Predictors of FRAN CrossFit(R) WOD Athlete's Performance. *International Journal of Environmental and Research in Public Health*, 18(8). <https://doi.org/10.3390/ijerph18084070>
14. Meier, N., Rabel, S., & Schmidt, A. (2021). Determination of a CrossFit((R)) Benchmark Performance Profile. *Sports (Basel)*, 9(6). <https://doi.org/10.3390/sports9060080>
15. Meier, N., Schlie, J., & Schmidt, A. (2023). CrossFit((R)): 'Unknowable' or Predictable?-A Systematic Review on Predictors of CrossFit((R)) Performance. *Sports (Basel)*, 11(6). <https://doi.org/10.3390/sports11060112>
16. Schlegel, P., & Krehky, A. (2022). Performance Sex Differences in CrossFit((R)). *Sports (Basel)*, 10(11). <https://doi.org/10.3390/sports10110165>
17. Tibana, R. A., de Sousa, N. M. F., Cunha, G. V., & Prestes, J. (2018). Correlação das variáveis antropométricas e fisiológicas com o desempenho no Crossfit®. *Revista Brasileira De Prescrição E Fisiologia Do Exercício*, 11. <http://www.rbpfex.com.br/index.php/rbpfex/article/view/1308>
18. Werner, I., Szelency, N., Wachholz, F., & Federolf, P. (2020). How Do Movement Patterns in Weightlifting (Clean) Change When Using Lighter or Heavier Barbell Loads?-A Comparison of Two Principal Component Analysis-Based Approaches to Studying Technique. *Frontiers in Psychology*, 11, 606070. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.606070>