

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, Thiago¹; Sales, Marcelo²; Inacio, Pedro Augusto¹; Chiappa, Gaspar¹; Barcelos, Roberto³; Bezerra, Mairiel²; Oliveira-Silva, Iranse¹; Portugal, Eduardo⁴; Lopes-Martins, Rodrigo¹; Tavares, Igor⁵; Marques Neto⁵, Silvio; Machado, Sergio^{6,7}; Sá Filho, Alberto¹

¹Universidade Evangélica de Goiás (UniEVANGÉLICA), Anápolis, Brasil; ²Universidade Estadual de Goiás (UEG), Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sociedade; ³Universidade Estadual de Goiás (UEG), Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências; ⁴Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ); ⁵Programa de Pós-Graduação em Ciências da Atividade Física, Niterói, Brasil; ⁶Laboratório de Pânico e Respiração, Instituto de Psiquiatria da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IPUB/UFRJ), Rio de Janeiro, Brasil; ⁷Centro 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 sí, independiente de la origen. Por se tratar de una modalidad relativamente nueva, aún no poseen sus normativas y parámetros bien establecidos (Caino & Martino, 2020). No obstante, la literatura ya es capaz de direccionar con un poco más de propiedad sobre las variables determinantes para el éxito del rendimiento físico (Leitao et al., 2021; Meier et al., 2023).

Nesse sentido, sabemos que, no que se refiere al entrenamiento físico, factores diversos se relacionan, explican y pueden determinar las variaciones del rendimiento y el éxito deportivo. Específicamente para el CF®, considerando la amplitud de modalidades deportivas agregadas (*endurance*, *Olympic weightlifting* y la gimnasia), los análisis predictivos del rendimiento parecen tomar un rumbo más complejo de lo que cuando observamos solo una de las modalidades. Por eso, Tibana, de Sousa & Prestes (2018), buscaron investigar la relación entre el éxito de desempeño en un determinado “*Workout of the Day*” (WOD) y datos antropométricos, fisiológicos y tiempo de experiencia de practicantes de la modalidad. El estudio encontró correlaciones significativas entre la grasa porcentual y el menor tiempo en la realización del WOD propuesto (Open 15.5), pero no para la masa corporal total y masa magra estimada ($r = -0,27$; $p = 0,33$ y $r = -0,22$; $p = 0,42$, respectivamente). Los autores también observaron correlación negativa entre $VO_2Máx$ ($r = -0,79$; $p = 0,001$), la carga máxima levantada en el movimiento de *snatch* ($r = -0,72$; $p = 0,002$), *clean* ($r = -0,86$; $p = 0,001$), agachamiento ($r = -0,65$; $p = 0,008$) y agachamiento por delante ($r = -0,79$; $p = 0,002$) y el somatorio de cargas absolutas ($r = -0,78$; $p = 0,001$) con el rendimiento del WOD 15.5 (Tibana et al., 2018). Otros estudios (Bellar et al., 2015; Meier et al., 2021), están alineados con los resultados de Tibana, de Sousa & Prestes (2018), principalmente destacando el somatorio de fuerzas de sus *personal records* (PR) en los principales movimientos de base como medida de éxito para predecir el rendimiento físico.

Valores de referencia para un desempeño de éxito ya habían sido definidos por Meier et al. (2023), en los WODs *benchmark* GRACE ($233,3 \pm 101,2$ seg), Fran ($310,4 \pm 134,3$ seg) y Helen ($611,2 \pm 127,1$ seg). Además, la regresión lineal empleada presentó una buena asociación del PR de fuerza del *back squat* en el desempeño del *snatch* y del *Clean and Jerk* (C&J) ($R^2 = 0,756$ y $R^2 = 0,842$; $p < 0,001$, respectivamente) (Meier et al., 2023). Entonces, a pesar del entendimiento preliminar de que un movimiento aislado de menor complejidad puede significativamente predecir el rendimiento en los estándares de *Olympic weightlifting*, pocos estudios investigaron directamente la influencia del PR de C&J y demás variables morfológicas sobre el éxito en WODs *benchmarks* puramente de resistencia de fuerza, permaneciendo aún una incógnita. De esta forma, objetivamos investigar si el PR, las variables antropométricas y la experiencia, explicarían a partir de su coeficiente de determinación, las variaciones del desempeño de resistencia de fuerza de C&J. Podemos suponer que el PR de C&J, así como, las variables antropométricas, demostrarán asociaciones significativas y relevantes con el desempeño del WOD GRACE.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseno del Estudio

El presente estudio fue construido con base en los referenciales de las directrices para estudios observacionales STROBE *Statement* para estudios transversales analíticos (Malta et al., 2010), y desarrollado en un total de 3 visitas. El estudio siguió la Resolución 466/2012 del Consejo Nacional de Salud y fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación (CAAE 25686219.9.0000.5512; protocolo 3.790.808/2019), así como, la Declaración de Helsinki de principios éticos como para la investigación clínica involucrando seres humanos. Después de la selección, el consentimiento, entendimiento de los riesgos inherentes al ejercicio de alta intensidad, todos los participantes firmaron el término de consentimiento y acordaron voluntariamente en participar del estudio (Harriss et al., 2019).

Las visitas fueron constituidas de: 1ª visita - caracterización muestral por bioimpedancia multipolar, conforme procedimientos previamente descritos (Ellis et al., 1999), además de una familiarización con la regulación del esfuerzo frente a los movimientos de C&J. Los participantes que no obtuvieron el tiempo de desempeño elegible para la continuación del estudio fueron automáticamente excluidos; 2ª visita - después de 72h, solo los participantes no caracterizados como “RX categoría elite” (competidores regionales y nacionales con tiempos de desempeño < que 3 min) realizaron el teste máximo de PR para el movimiento de C&J (ver categorización de los participantes en la sesión 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.



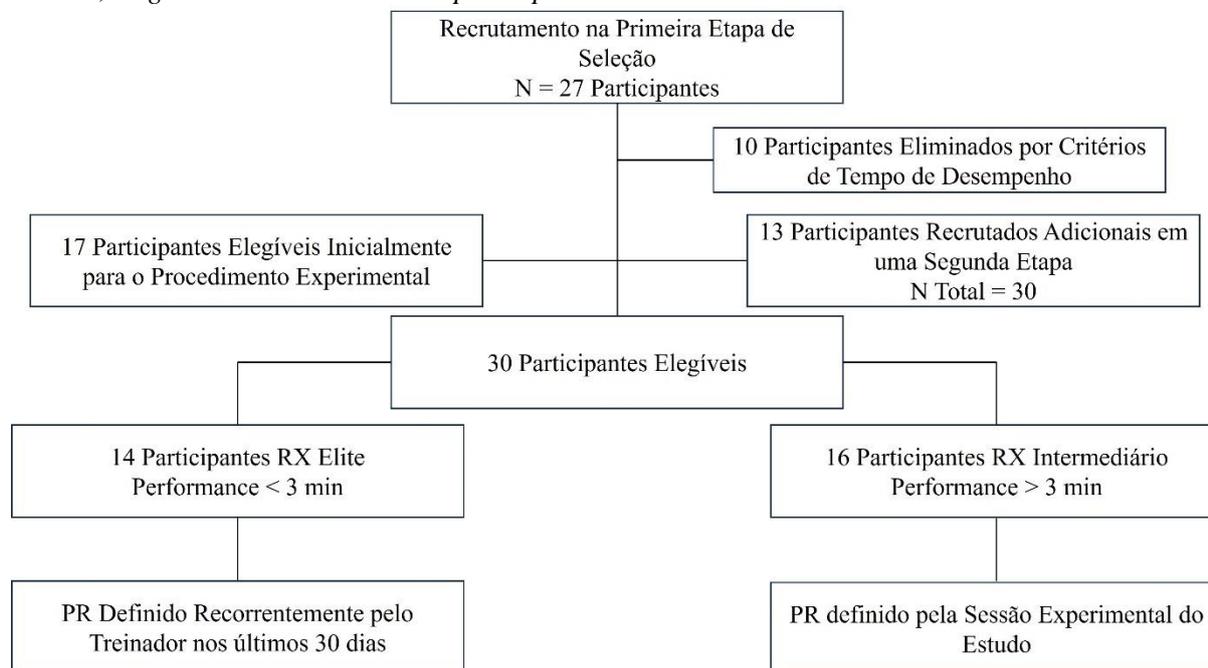
Participantes

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[®] 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[®] (> 2 anos regulares) e não-fumadores. Foram excluídos os indivíduos que fizessem uso de substâncias psicoativas, ou ergogênica prévia, 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 α de 5% ($\alpha = 0,05$) e um β de 7% ($\beta = 0,07$), $H1$ corr ρ_{ac} de -0.72; $H0$ corr ρ_{ac} de 0.1, corr ρ_{bc} de -0.1 e com base em um corr ρ_{bc} de -0,1 [(Correlações ρ_{ab} e ρ_{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 (< que 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 < 3min); b) RX intermediário (tempo de desempenho > que 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 (anos)	Exp (meses)	Massa (kg)	Altura (cm)	IMC kg/cm	GC (%)	M.M (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 (anos)	Exp (meses)	Massa (kg)	Altura (cm)	IMC kg/cm	GC (%)	M.M (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.

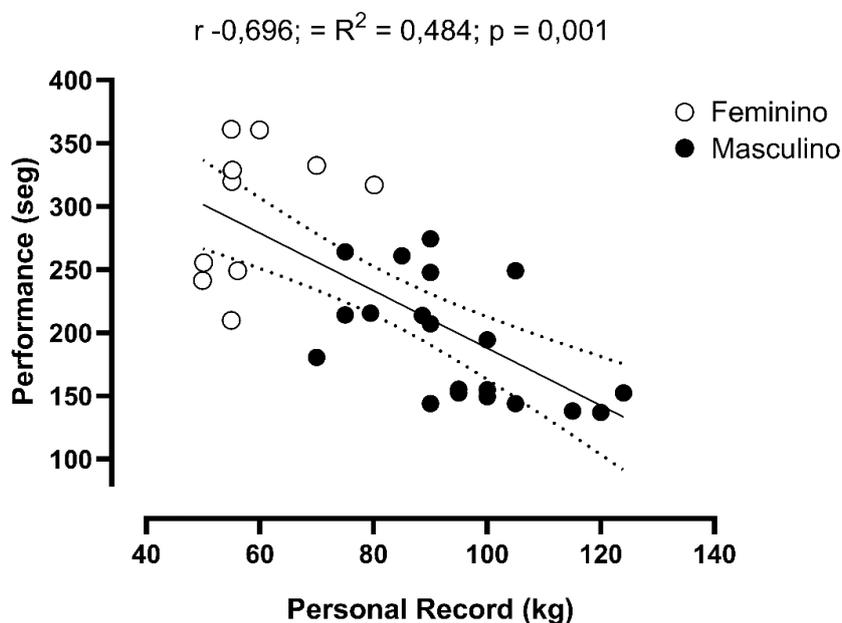
	Geral		Masculino		Feminino	
	PR (kg)	C&J (seg)	PR (kg)	C&J (seg)	PR (kg)	C&J (seg)
Média	82.6	230.9	94.0	205.6	56.2	289.9
DP	21.6	77.0	14.6	61.1	6.0	81.1

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) = $436.105 - 2.484 * PR$ (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 ($r = -0.414$; $p = 0.098$).

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_2 Máx ($r = 0.34$ $p = 0.23$) 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 del importante resultado de la fuerza del cuerpo todo como mecanismo predictor, nuestro estudio difiere del modelo de predicción de otros estudios, pues confiere mayor especificidad al modelo de regresión, a partir del movimiento de C&J (Butcher et al., 2015). Comprendemos que modelos anteriores, apesar de significativos, pueden elevar artificialmente el potencial predictivo, una vez que las cargas de trabajo individualmente analizadas se tornan demasadamente elevadas. La cinemática del movimiento de C&J sabidamente afectada por la carga de trabajo (Werner et al., 2020).

Está claro en la literatura que existen significativas heterogeneidades de los patrones identificables como predictores y preditos dentro de la modalidad del CF[®]. Los estudios principalmente utilizaron los datos resultantes de los diferentes "Open" del CF[®] (16 a 20) (Meier et al., 2023), así como, los *benchmarks* padronizados por el programa de la empresa. En este sentido, la revisión sistemática más reciente sobre el asunto, corrobora esta perspectiva, presentando un estado del arte conflictivo sobre el asunto (Meier et al., 2023). Meier et al. (2023), después de la calificación e inclusión de 21 evidencias, observaron que la composición corporal, fuerza y experiencia en competencias se relacionan fuertemente con el desempeño del CF[®] en diferentes WODs. Apesar de no investigar diferentes WODs, nuestro estudio encuentra-se parcialmente en línea con los hallazgos descritos en la revisión sistemática en cuestión, comprendiendo que la fuerza máxima absoluta puede ser un importante índice que explicaría el éxito en la tarea de C&J. Por otro lado, de forma conflictiva, no observamos significativa relación de la masa corporal, porcentaje de grasa o de la experiencia, divergiendo de nuestra hipótesis inicial.

En línea con el discurso anterior, Dexheimer et al. (2019), demostraron que la fuerza total frente a la suma de la fuerza absoluta de 1RM en *back squat*, *strict shoulder-press* e *deadlift* presentaron una relación negativa significativa con el tiempo total en el WOD GRACE. Propondo, por tanto, que cuanto mayor sea la carga levantada, menor será el tiempo para la realización de la tarea. El análisis de regresión *stepwise* aún reveló que la fuerza corporal total explicó el 62,5% de la variación del rendimiento físico ($F(1, 15) = 24,95, p < 0,001$) (Dexheimer et al., 2019). Además de esto, el nivel de fuerza individual de los tres movimientos involucrados para la ejecución de C&J también fue 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, el tiempo de ejecución de 30 repeticiones del C&J (WOD GRACE) en este estudio fue ligeramente mejor cuando se comparó con nuestro estudio ($155,7 \pm 42,0$ seg vs. $230,9 \pm 77,0$ seg), sugiriendo que las muestras presentan niveles de desempeño distintos entre sí, apesar de la similar homogeneidad (coeficiente de variación - CV = 27% vs. 32%, respectivamente para Dexheimer et al. (2019) y el estudio actual). Lo que, por su vez, puede explicar, aún que apenas parcialmente, la diferencia en el coeficiente de determinación presentado entre los estudios.

En el último análisis, nuestro estudio utilizó ambos sexos para la predicción del desempeño de C&J, conforme observamos en la Figura 2. Para tal, llevamos en cuenta la validez externa en pro de las inferencias para la modalidad del CF[®]. La diferencia entre sexos es evidenciada en la literatura (Schlegel & Krehky, 2022), inclusive demostrando que el comportamiento a lo largo de los años puede variar conforme a la edad (Anton et al., 2004). Schlegel & Krehky (2022) destacan que aunque los datos demuestren que el escalonamiento reduce las diferencias entre hombres y mujeres en el desempeño absoluto, los hombres presentan mejor performance en la mayoría de los entrenamientos (hasta 33.1%), principalmente los constituidos por los movimientos de *Olympic Weightlifting*. Entretanto, aún que observemos en el gráfico diferencias en el performance, siendo demostrado menores valores de PR por el grupo femenino, el comportamiento predictivo de los datos permaneció similar al del grupo masculino, lo que justifica nuestro análisis.

El modelo de investigación transversal del presente estudio puede ser caracterizado como una limitación. Los estudios transversales tienen como principal característica la obtención de medidas en un corte único de momento. Por tanto, no hay período de acompañamiento de los individuos, lo que no permite conocer lo que ocurriría con las variables investigadas después de un período de entrenamiento. Además de esto, la ecuación aquí presentada no sufrió validación cruzada, por tanto, recomendamos que los datos sean interpretados con alguna precaución. Así, sugiere-se que estudios futuros investiguen el efecto de un programa de entrenamiento de CF[®] sobre el valor predictivo del PR en el desempeño en la tarea aquí propuesta, así como someter a la ecuación aquí desarrollada a un proceso de validación 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. Leitao, 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>