

---

## ARTIGO ORIGINAL

---

# Correlação entre parâmetros avaliativos indiretos: uma análise em atletas de futebol profissional

## *Correlation between evaluative indirect parameters: an analysis on athletes of professional soccer*

Rafael Aguiar Cartaxo\*, Paula Matias Soares, D.Sc.\*\*

---

*\*Especialista em Atividade Física: Aspectos Fisiológicos, Patológicos e Farmacológicos (UECE) Professor do SESC Ceará, \*\*Coordenadora do Curso de Educação Física da CEF/CCS/UECE, Professora do Curso de Mestrado Acadêmico em Ciências Fisiológicas (CMACF)*

---

### Resumo

Os danos musculares esqueléticos podem ser medidos por métodos diretos e indiretos. Este artigo teve como objetivo correlacionar o teste de salto vertical *counter movement* e *squat jump* com a creatina quinase (CK) máxima e CK de repouso de futebolistas. Na metodologia utilizaram-se 15 atletas integrantes de um clube de futebol profissional do estado do Ceará. Para correlação dos dados, utilizou-se a correlação de Pearson (considerou-se significativo os valores para  $p < 0,05$ ). Como resultado identificou-se que os valores médios obtidos de cada parâmetro avaliado foram: Salto CM:  $3,511 \pm 0,91$  m, Salto SJ:  $2,759 \pm 0,71$  m, CK de repouso:  $52,88 \pm 13,65$  U/L e CK máxima:  $101,7 \pm 26,27$  U/L. Verificou-se, ao correlacionar os parâmetros entre si, que apenas o Salto CM e SJ obtiveram uma correlação alta e positiva (coeficiente: 0,812;  $p = 0,0002$ ) e não foi observada correlação significativa entre os parâmetros físicos e bioquímicos. Concluiu-se que não existe correlação entre os parâmetros avaliados. Tais resultados poderiam ser diferentes caso a avaliação de potência muscular fosse realizada antes e após as partidas e comparadas com o nível de CK de repouso e máxima coletadas na mesma partida.

**Palavras-chave:** creatina quinase, dano muscular, métodos de treinamento, avaliação física.

### Abstract

Skeletal muscle damage can be measured by direct and indirect methods. This study aimed to correlate the squat and counter movement vertical jump tests with maximum creatine kinase (CK) and CK at rest in football players. The study used 15 athletes members of a professional football club in the state of Ceará. We used the Pearson correlation (considered significant values for  $p < 0.05$ ) to verify data correlation. As a result we found that the average values of each parameter evaluated were: CM Jump:  $3.511 \pm 0.91$  m, SJ Jump:  $2.759 \pm 0.71$  m, CK rest:  $52.88 \pm 13.65$  U / L and maximum CK:  $101.7 \pm 26.27$  U / L. It has been found by correlating the parameters to each other, that only the CM jumping and SJ obtained a high positive correlation (coefficient: 0.812,  $p = 0.0002$ ) and there was no significant correlation between the physical and biochemical parameters. We concluded that there is no correlation between the evaluated parameters. Such results would differ if the evaluation of muscle power were performed before and after the games and compared with maximum CK level and at rest collected in the same match.

**Key-words:** creatine kinase, muscle damage, training methods, physical evaluation.

Recebido em 12 de novembro de 2014; aceito em 20 de dezembro de 2014.

**Endereço para correspondência:** Rafael Aguiar Cartaxo, Rua 15 de novembro, 279/210, Bloco D, 61600-090 Caucaia CE, E-mail: rrcartaxo@gmail.com

## Introdução

O treinamento desportivo passa por diferentes evoluções. Hoje o atleta de ponta possui uma equipe multidisciplinar formada pelo preparador físico, médicos do esporte, nutricionistas, fisioterapeutas, fisiologista, etc., fazendo com que o mesmo desempenhe todo o seu potencial fisiológico. Tem-se observado que essa evolução não passa apenas pelo desenvolvimento de novas técnicas de treinamento, mas em conhecer a fisiologia do atleta.

O futebolista atual disputa temporadas competitivas mais longas e com uma frequência de jogos maior, isso exige dele uma melhor condição física. Esse atleta passa por avaliações diárias, sejam eles marcadores bioquímicos ou fisiológicos. Avaliações essas que tem grande importância, uma vez que o treinamento pode gerar um estresse negativo, principalmente se as cargas forem incompatíveis com a capacidade de resposta do atleta.

Os danos musculares esqueléticos podem ser medidos de duas formas: métodos diretos, através de uma biopsia do músculo ou de imagens de ressonância magnética, e métodos indiretos, através da escala de percepção e análises sanguíneas [1].

Os métodos indiretos mais utilizados na análise do atleta são lactato desidrogenase (LDH), mioglobina, fragmentos da cadeia pesada de miosina e a creatina quinase (CK). Segundo Freitas *et al.* [2] a CK é usada como um marcador do dano no tecido muscular esquelético. Um aumento na quantidade dessa molécula no líquido extracelular é indicativo que houve uma alteração na permeabilidade da célula ou um rompimento da mesma. Dessa forma é possível inferir que a CK ganha grande importância na avaliação da fadiga dos futebolistas, nos principais clubes do país.

No entanto, sabe-se que a avaliação da CK é um método invasivo, podendo gerar desconforto ao atleta, considerando ainda que muitas vezes a análise da CK é realizada após as partidas disputadas. Além disso, ao longo de uma temporada, o clube de futebol participa em média de 70 partidas, o que significa dizer que o atleta poderá ser perfurado (por agulha) até 70 vezes em uma única temporada. Somado a tudo isso, salienta-se que o futebolista, no decorrer de uma temporada,

já enfrenta uma série de situações estressantes em treinamentos e jogos exaustivos, podendo esse método ser considerado mais um fator a se agregar as situações de estresses.

Dessa problemática surgiu o interesse em desenvolver o presente estudo no intuito de esclarecer as seguintes questões: será que métodos indiretos não invasivos poderiam prever o nível de dano muscular de um atleta futebolista de modo similar ao método invasivo? Qual o tipo de correlação que existe entre potência muscular e nível de dano muscular pós-competição?

Essas questões evidenciam a relevância dessa investigação por tentar viabilizar, a partir da análise dos métodos de avaliação já existente, testes não invasivos para predição do nível de resposta fisiológica do futebolista, propondo assim uma alternativa de avaliação que possuiria a mesma fidedignidade de métodos invasivos, sendo economicamente mais viável e causando menos transtorno ao atleta, além de possibilitar que clubes de futebol com menor poder econômico possam realizar com mais fidedignidade uma avaliação de acompanhamento da resposta fisiológica de seus atletas.

Com essa premissa foram definidos os objetivos desse trabalho. O objetivo geral: correlacionar o teste de salto vertical *counter movement e squat jump* com a CK máxima e CK de repouso de futebolistas. Além dos objetivos específicos: identificar os valores médios de CK de repouso, CK máxima e potência de membros inferiores desses atletas; correlacionar o CK de repouso com o CK máximo dos futebolistas; correlacionar os dados apresentados nos testes de salto vertical *counter movement e squat jump*.

## Material e métodos

Na metodologia apresenta-se o passo a passo da investigação organizada nos itens: caracterização do estudo, sujeitos da pesquisa, instrumentos e procedimentos, análise dos dados e procedimentos éticos.

### Caracterização do estudo

O estudo realizado pode ser classificado como uma pesquisa do tipo aplicada, descritiva,

transversal e documental. O trabalho propende à resolução de um problema, com esse fim, houve o registro, a análise, a classificação e a interpretação dos dados levantados, tendo como sujeito os indivíduos de uma única população e relacionando suas características pessoais. Para formar a bibliografia buscaram-se artigos e livros relacionados com a temática e os dados coletados foram disponibilizados pelo fisiologista do clube.

### Sujeitos da pesquisa

Para o presente estudo utilizou-se como sujeitos 15 atletas integrantes de um clube de futebol profissional participantes de várias competições durante o ano. Como critérios de inclusão, os atletas deveriam ter participado da pré-temporada do clube, ter jogado pelo menos uma partida oficial ao longo do campeonato cearense de futebol de 2012 e como critérios de exclusão estão os futebolistas que não se enquadraram nos critérios de inclusão, atletas que se lesionaram não participando das partidas do campeonato cearense de futebol 2012.

### Instrumentos e procedimentos

Como parâmetro físico indireto não invasivo utilizou-se a plataforma de força portátil e como parâmetro bioquímico indireto invasivo empregou-se a análise de creatina quinase.

### Protocolo de avaliação da potência muscular

Para avaliação da potência muscular, utilizou-se a primeira semana da pré-temporada do campeonato cearense no período de 26/12 a 13/12/2011. Para a coleta do teste de salto vertical que avalia a potência muscular utilizou-se uma plataforma de contato *System Jump Hidrofit*. Essa plataforma é composta de circuitos eletrônicos que medem o tempo em que o indivíduo fica sem contato com a plataforma durante a execução do salto, calculando a elevação do centro de gravidade em centímetros. O protocolo de execução caracteriza-se por dois saltos verticais com posição de execução diferentes: *Squat Jump* (SJ) - o indivíduo fica com a planta dos pés na

plataforma, membros inferiores semiflexionados (joelhos a 90°), mão na cintura, tronco ereto, saltando na vertical mantendo os joelhos a 180° e retornando a tocar a planta dos pés na plataforma; e o *Counter Movement Jump* (CMJ) - o sujeito fica em pé com o tronco ereto e joelhos em extensão a 180°, antes da decolagem se realiza uma flexão natural do joelho aproximadamente 120°, o executante faz a extensão do joelho, procurando impulsionar o corpo na vertical, durante essa ação o tronco deve continuar sem movimento para evitar influência nos resultados, os joelhos devem permanecer em extensão durante a fase de voo e aterrissagem.

A escolha de tal protocolo baseia-se na ideia de Weineck [3] que a avaliação da potência muscular de futebolistas é através do salto vertical, com o indivíduo em pé. O autor destaca os testes *Squat Jump* (SJ) e *Counter Movement Jump* (CMJ), afirmando que o primeiro é típico dos esportes que não requerem uma preparação prévia para saltar e o segundo pode ser utilizado para avaliar a força momentânea mobilizada para o salto.

A plataforma de contato teve sua confiabilidade comprovada como teste de avaliação, a partir dos estudos de Braz [4], ao comparar três métodos de avaliação de salto vertical: a plataforma de contato (PC), o sensor a laser (SL) e o Sargent Jump Test (SJT). O protocolo do SJT consiste no indivíduo passar pó de giz na ponta dos dedos da mão dominante, procurando atingir a maior altura. Foi identificado que o SJT superestima os resultados em comparação aos resultados obtidos nos outros dois protocolos de salto vertical.

### Protocolo de avaliação da creatina quinase

Para coletar sangue, com o intuito de identificar os níveis séricos da creatina quinase, foram seguidas todas as diretrizes e normas do Conselho Nacional de Saúde. O procedimento foi realizado por um médico atuante no clube sendo cedidos os resultados para formar o estudo, portanto não haverá a descrição do método, pois apenas tivemos acesso aos valores após análise do material. Para analisar o sangue coletado, utilizou-se o aparelho Reflotron® Plus da empresa Roche (Figura 1).

**Figura 1 - Reflotron®**

Fonte: <http://www.roche.pt/portugal/index>. (2012)

O material colhido na primeira semana da pré-temporada, no dia 28 de dezembro de 2011, foi denominado de CK de repouso. Enquanto a CK máxima foi considerada pelo material coletado 48 horas após o término de cada partida em que o atleta participante do estudo atuou no campeonato cearense de futebol de 2012. A opção por coleta a CK máxima 48 horas após o término da partida teve como aporte autores como Ehlers *et al.* [5]; Foschini *et al.* [1]; Brancaccio *et al.* [6]; Aboodarda [7] ao assegurem que o segundo dia, após a realização de exercícios vigorosos, é o ápice da creatina quinase.

### Análise dos dados

Os dados coletados passaram por uma análise estatística descritiva com apresentação dos dados com média e erro padrão e/ou frequência simples (apresentação por percentual). Para correlação entre os grupos (CK de repouso, CK máxima e os saltos CMJ e SJ) utilizou-se o teste de correlação de Pearson, considerando significativas as correlações em que  $p < 0,05$ .

### Procedimentos éticos

Como procedimento ético utilizou-se uma amostra aleatória, para preservação do anonimato dos sujeitos. Vale salientar que as avaliações físicas utilizadas fazem parte da rotina desses sujeitos. Assim os mesmos não sofreram nenhum prejuízo por danos morais e foi mantida toda a sua integridade física psicológica.

Também foi dado aos participantes o direito de desistir da investigação. Assim como foram observadas todas as determinações da Resolução N°

196/96 do Conselho Nacional de Saúde relativa a pesquisas com seres humanos.

### Resultados e discussão

Após a coleta dos dados, os valores médios ( $\pm$  erro padrão) encontrados para os parâmetros avaliados foram:

- Resultado do Salto CMJ:  $3,511 \pm 0,91$  m;
- Resultado do Salto SJ:  $2,759 \pm 0,71$  m;
- CK de repouso:  $52,88 \pm 13,65$  U/L;
- CK máxima:  $101,7 \pm 26,27$  U/L.

Para a realização da correlação dos dados encontrados, os resultados foram organizados em duas categorias: a primeira relativa ao coeficiente de correlação entre Salto CMJ, Salto SJ, CK de repouso (CK rep.) e CK máxima (CK Max.) e a segunda referente ao valor de P para a mesma correlação.

Na primeira categoria, apresentada na tabela I, pode-se observar que os Saltos CM e SJ apresentam entre si uma correlação forte e positiva (0,812), indicando que quanto maior o resultado de um teste, maior será o resultado no outro. Entretanto, para outras comparações (CK rep. X CK Max. E CK rep. E Max. X Saltos CMJ e SJ) a correlação foi considerada fraca, sendo negativa quando relacionada a CK máxima e positiva quando relacionada a CK de repouso.

Aboodarda [7] correlaciona vários parâmetros CK, CIVM (contração isométrica voluntária máxima) e dor muscular de início tardio (DMIT). Observou que o nível de CK e a DMIT atingem seu ápice no terceiro dia e, quanto à quantidade de força em CIVM, o primeiro dia é no que ocorre maior perda de força, sendo que a partir do segundo dia os níveis vão voltando ao normal. Baird [8] corrobora quando ele afirma que a quantidade de dano muscular influencia na perda de força muscular.

No presente estudo, no entanto, ao considerar o valor de p, observa-se que a única correlação significativa ocorreu entre os dois Saltos (CMJ e SJ) sendo o valor de  $p > 0,05$  (Tabela II). Com relação às demais correlações, não houve valor de p significativo, demonstrando apenas relação entre os testes físicos entre si, mesmo a CK sendo um indicativo de dano muscular.

**Tabela I** - Coeficiente de correlação entre os valores obtidos nos Saltos CMJ (*counter movement Jump*) e SJ (*squat jump*) e Creatina Quinase (CK) de repouso (*rep.*) e máxima (*max.*).

Parâmetros	Coeficiente de correlação			
	Salto CMJ	Salto SJ	CK rep.	CK máx.
Salto CMJ		0,812	0,204	-0,222
Salto SJ	0,812		0,215	-0,024
CK rep.	0,204	0,215		-0,043
CK máx.	-0,222	-0,024	-0,043	

**Tabela II** - Valores de *p* da correlação feita entre os valores obtidos nos Saltos CMJ (*counter movement Jump*) e SJ (*squat jump*) e Creatina Quinase (CK) de repouso (*rep.*) e máxima (*max.*).

Parâmetros	Valor de P			
	Salto CMJ	Salto SJ	CK rep.	CK máx.
Salto CMJ		0,0002	0,464	0,424
Salto SJ	0,0002		0,440	0,930
CK rep.	0,464	0,440		0,877
CK máx.	0,424	0,930	0,877	

Entretanto alguns pontos devem ser levantados, como, por exemplo, o momento da coleta sanguínea da CK de repouso que se distancia consideravelmente do momento de coleta da CK máxima, pois a primeira é aferida no início da temporada e a segunda é feita logo após a realização das partidas. Já com relação aos testes físicos, estes são realizados no mesmo período, mas da mesma forma se distanciam da coleta da CK máxima.

O presente estudo não identificou correlação entre os parâmetros físicos e bioquímicos avaliados, mesmo sabendo que a CK máxima tem relação com o dano muscular e este se relaciona fortemente com a redução da potência muscular. Segundo Freitas [2], após as partidas, pode ser identificada uma diminuição de força muscular nos membros inferiores. Mas a falta dessa relação pode ser justificada por conta da avaliação de potência muscular ter sido realizada no início do ano competitivo (pré-temporada), não ocorrendo 48 horas após as partidas, distanciando-se do período de coleta da CK máxima. Apesar de alguns autores [1,2,5,9,10] recomendarem a coleta de CK 24 horas após a prática de exercícios extenuantes, o clube pesquisado optou por realizar a coleta 48 horas após a prática esportiva, como sugerem os estudos de [1,5,6-8].

Essa relação entre a CK e os testes físicos tem sido objeto de estudos que vêm buscando identificar a relação entre variados parâmetros

bioquímicos com os resultados de testes físicos, como Coelho [9], Freitas [2], Pupo [11] e Totsuka [12]. A concentração plasmática de CK em até 72h após a partida ainda encontra indicadores de uma recuperação incompleta com respectiva diminuição de força muscular [9].

Existe uma relação entre carga de treinamento excessivo (*overtraining*) com o nível de CK, podendo gerar como consequência uma queda de rendimento muscular, como diminuição da força [2]. Pupo [11], assim como neste estudo, comparou o nível lactato sanguíneo (Lac) com dois parâmetros físicos (Potência muscular) e a capacidade de realizar sprints consecutivos.

Enquanto Totsuka *et al.* [12] avaliaram diversos momentos da CK após exercícios de endurance e descobriram que o nível de CK sérica tem forte relação com a quantidade de força do atleta, diferente do presente trabalho que não observou relação entre os níveis de CK e potência muscular.

## Conclusão

O presente estudo buscou, através de valores obtidos em testes físicos e bioquímicos, viabilizar a forma de avaliação dos níveis de dano muscular, tornando-a mais prática e de menor custo benefício.

Entretanto, ao correlacionar o teste de salto vertical *counter movement Jump* e *squat jump* com a CK máxima e CK de repouso de futebolistas na

intenção de minimizar o uso de testes invasivos, verificou-se que tais parâmetros não tiveram correlação, assim a melhor forma de avaliar o nível de dano muscular continua sendo testes invasivos.

Na análise da correlação da CK de repouso com a CK máxima dos futebolistas percebeu-se que os dados levantados e comparados dos níveis de CK também não tiveram relação. Talvez isso seja explicado pelo período de coleta da CK repouso e CK máxima serem realizados em momentos diferentes.

Da comparação dos dados apresentados no teste de salto vertical *counter movement jump* e *squat jump*, observou-se que o valor de p foi significativo entre dois saltos, demonstrando uma correlação forte e positiva entre os mesmos, o que era esperado.

É possível que a falta de correlação entre tais parâmetros possa explicar o fato de serem encontrados poucos estudos que relacione CK e a força de potência obtida em testes físicos, ou seja, não existe mesmo uma relação entre esses testes, ou o resultado poderia variar se a avaliação da força de potência fosse realizada no mesmo momento da coleta sanguínea, aproximando-os das mesmas condições ambientais.

## Referências

1. Foschini D, Prestes J, Charro MA. Relação entre exercício físico, dano muscular e dor. Rev Bras Cineantropom Desemp Hum 2007;9(1):101-6.
2. Freitas DS, Miranda R, Bara Filho M. Marcadores psicológico, fisiológico e bioquímico para. Rev Bras Cineantropom Desemp Hum 2009;11(4):457-65.
3. Weineck J. Treinamento ideal. 9 ed. Barueri: Manole; 2003.
4. Braz TV, Pennati ES, Spigolon LMP, Vieira NA, Pellegrinoti IL, Borin JP. Comparação entre diferentes métodos de medida do salto vertical com contramovimento. Rev Bras Ciênc Mov 2010;18(2):43-9.
5. Ehlers GG, Ball TE, Liston L. Creatine kinase levels are elevated during 2-a-day practices in collegiate football players. J Athl Train 2002;37(2):151-6.
6. Brancaccio P, Maffulli N, Limongelli F Mario. Creatine Kinase monitoring in sport medicine. British Medical Bulletin 2007;81:209-30.
7. Aboodarda S, George J, Mokhtar AH, Thompson M. Muscle strength and damage following two modes of variable resistance training. J Sports Sci Med 2011;10(4):635-42.
8. Baird MF, Graham SM, Baker JS, Bickerstaff GF. Creatine-kinase- and exercise-related muscle damage. Journal of Nutrition and Metabolism 2012;1-13.
9. Coelho DB, Morandi RF, Melo MAA, Silami-Garcia E. Cinética da creatina quinase em jogadores de futebol profissional em uma temporada competitiva. Rev Bras Cineantropom Desemp 2011;13(3):189-94.
10. MCardle WD, Katch IF, Katch VL. Nutrição para o desporto e exercício. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2001.
11. Pupo JD, Almeida CHP, Detanico D, Silva JF, Guglielmo LGA. Potência muscular e capacidade de sprints repetidos em jogadores de futebol. Rev Bras Cineantropom Desemp Hum 2010;12(4):255-61.
12. Totsuka M, Nakaji K, Suzuki K, Sugawara K, Sato K. Break point of serum creatine kinase release. J Appl Physiol 2002;93(4):1280-6.