

Efeitos de três programas de treino distintos incidentes no Ciclo Alongamento-Encurtamento (CAE)

Autores

Pedro Alexandre Valado Gonçalves¹; Filipe Almeida Viana da Conceição^{1,2,3}; Juan Escobar-Álvarez⁴

palexandregoncalves@gmail.com

Resumo

O termo “Pliométrico” provem do grego *Plyethein*, que significa “aumentar”, e *Metrique*, que significa “comprimento”.

O treino pliométrico é um método comumente utilizado para maximizar a produção de força baseado na utilização do ciclo alongamento-encurtamento (CAE) muscular. Este tipo de treino é visto como a ponte entre a força e a potência. O termo pliométrico pode usar-se para descrever qualquer exercício que permita aos atletas aproveitar o ciclo alongamento-encurtamento (CAE) para produzir movimentos explosivos.

Este estudo teve como objetivo determinar os efeitos no CAE de três programas de treino pliométrico diferentes. Participaram 24 estudantes da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto. Foram divididos em 4 grupos, 9 sujeitos no grupo assistidos (GA), 7 sujeitos no grupo pliométrico (GP), 6 sujeitos no grupo tradicional (GT) e 2 sujeitos no grupo controlo (GC). Este estudo teve a duração de 11 semanas, sendo que três delas de avaliação (primeira, quinta e decima primeira semanas) e 8 semanas de treino (da segunda à quinta semana e da sétima à decima).

Foi usado o teste estatístico Kruskal Wallis de medidas independentes para verificarmos diferenças significativas entre os grupos nas três variáveis estudadas em cada momento, posteriormente foi usado o Mann Whitney para determinar entre que grupos havia diferenças significativas no momento de avaliação final, pois apenas nesse foram verificadas diferenças. Uma vez que o estudo decorreu durante 11 semanas e estabelecemos diferentes momentos de avaliação recorreremos ao teste de Friedman de medidas repetidas para verificar se existiam diferenças significativas entre os diferentes momentos e quando assim ocorresse então estas foram testadas através de Wilcoxon. O valor de significância foi estabelecido em $\alpha \leq 0.05$.

¹ Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, FADEUP

² LABIOMEPE

³ CIFI2D

⁴ South Essex College, Southend on the Sea, United Kingdom

Os resultados indicam que os três programas de treino obtiveram melhorias significativas nas variáveis altura de salto e tempo de voo. Na velocidade do takeoff, apenas o GP logrou diferenças significativas.

Palavras-chave: saltos assistidos, Ciclo Alongamento-Encurtamento, pliometria, treino, saltos

Introdução

Durante a preparação de força de atletas de alto rendimento, daquelas modalidades desportivas que dependem da aplicação de elevadas magnitudes de força em intervalo de tempo muito breve é comum recorrer-se aos exercícios de saltos e corridas classificados como ciclo de alongamento encurtamento (CAE) de curta e longa duração (Schmidtbleicher, 1992).

A grande maioria dos gestos desportivos recorrem ao CAE, ou seja, quando a contração concêntrica é precedida de um alongamento muscular, i.e. contração excêntrica, a força, potência e o trabalho produzidos são maiores do que uma contração concêntrica sem pré alongamento (Cavagna, 1968; Bosco e Komi, 1979; Edman et al., 1978). Esta é uma componente natural da função muscular, está presente nas actividades diárias observando-se fenómenos como (a) a pré-activação e (b) a activação variável dos músculos que precedem a fase funcional de um determinado movimento (Komi, 2000), os quais são decisivos para o rendimento desportivo. No treino desportivo estes exercícios são conhecidos como exercícios pliométricos e formam a base da preparação para a obtenção de elevadas performances desportivas.

É um trabalho que se centra fundamentalmente na capacidade reativa do sistema neuromuscular, produzir contrações musculares poderosas tirando vantagem da energia elástica resultante da elasticidade muscular.

O treino facilitado/assistido é um método que apela ao CAE de curta duração e tem como objetivo expor o SNC a programas de rápida utilização do sistema músculo-tendinoso aumentando a frequência de disparo da unidade motora e redução dos mecanismos inibitórios e tempos de contacto (Newman e Smith, 2000). Este método

consiste em utilizar um cinto atado à cintura do atleta o qual está unido a bandas elásticas, que são tracionados através de um sistema de roldanas, elevando o atleta diminuindo estrategicamente o peso corporal, enquanto se realizam vários exercícios pliométricos. Cavagna (1972) fez o primeiro estudo sobre este tema mostrou que, saltar em condições de gravidade diminuída reduzia o tempo de produção de força quando comparado com condições de salto normais. Concluiu que sujeitos sob condições de redução de peso, apresentam força de saída semelhantes aos de indivíduos não suspensos, mas num tempo reduzido.

Este método de treino pode ser equiparado ao método desenvolvido na supra-velocidade apelando a idênticas respostas neuromusculares, já que neste tipo de métodos os atletas são submetidos a velocidades para além do máximo, em condições facilitadoras.

Apesar de ser conhecido desde a década de 70 só recentemente se converteu em mais um método de treino observando-se uma escassez de estudos e com muito pouca utilização prática. Assim, com este estudo pretendemos conhecer e comparar os efeitos de três programas de treino distintos, incidentes no CAE. Foram comparados os resultados da altura de salto, tempo de voo e velocidade do Takeoff do CMJ entre os três grupos de treino (Tradicional, Pliometrico e Assistido).

Métodos

Procedimentos

O termo CAE's rápidos e lentos foi introduzido por Schmidtbleicher (1985), caracterizando-os tempos de contacto inferiores a 0,25 segundos para os primeiros e superiores para os segundos. Tendo em conta esta definição foram constituídos os grupos experimentais deste estudo:

- i) Saltos Tradicionais (GT), constituído por exercícios que envolviam a utilização do CAE lento com o peso corporal inalterado, (ver anexo).
- ii) Saltos Pliométricos (GP), constituído por exercícios centrados no CAE rápido, mas com o peso corporal inalterado, (ver anexo).
- iii) Saltos Assistidos (GA), exercícios, com redução de 10% a 20% do peso corporal sendo que incidiam também no CAE rápido. Contudo, neste caso os exercícios eram

realizados numa zona da curva força-velocidade a qual não conseguiríamos chegar sem ajuda externa, (ver anexo).

iv) Controlo (GC), apenas participavam nos momentos de avaliação.

Relativamente ao treino do GA, foi usado um sistema externo composto por elásticos que tem como objetivo a redução do peso corporal (figura 1). Através de uma balança procedia-se a pesagem dos sujeitos aumentando de seguida a tensão no elástico de modo a retirar a percentagem do peso corporal definida para a sessão de treino.



Figura 1: Sistema de elásticos que permite a redução do peso corporal.

Desenho do estudo

Este projeto teve a duração de 11 semanas, distribuídas em 5 fases:

1ª fase – 1ª semana: Familiarização e avaliação inicial do salto com contramovimento (CMJ) para cada sujeito. Determinação da altura ótima de salto de cada sujeito através de *dropjumps*. A partir de uma caixa de 20 cm a altura de queda foi sendo aumentada em progressões de 5 cm para determinar a altura ótima de acordo com os procedimentos de Lees & Fahmi (1994). A altura dos ressaltos foi medida com recurso à aplicação móvel “Myjump” que usa o recurso de gravação de alta velocidade de 120Hz do iPhone 5s (Apple, Inc., Cupertino, CA, USA).

2ª fase – 2ª a 5ª semanas: Cada grupo experimental (GT, GP, GA) realizou 3 sessões semanais distintas de treino, excetuando o GC.

3ª fase – 6ª semana: Avaliação intermédia, que consistiu na realização de 3 CMJ. Foi também ajustada a altura ótima de salto de cada sujeito para a realização das seguintes semanas de treino.

4ª fase – 7ª a 11ª semanas: Novo período de treino, alterando apenas o volume e a intensidade do programa.

5ª fase – 11ª semana: última avaliação no LABIOMEF, na qual todos os sujeitos voltaram a realizar 3 CMJ.

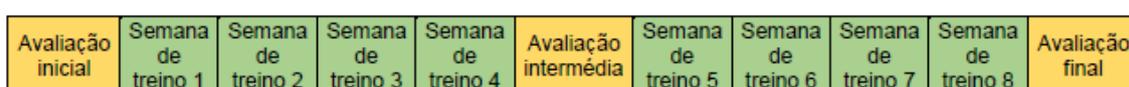


Figura 1: Representação temporal do estudo.

Sujeitos

Vinte e quatro alunos do sexo masculino (idade 19,8 anos \pm 3,0; altura 178cm \pm 5,7; peso 69,9kg \pm 7,3).

Todos os participantes pertenciam ao primeiro ano da licenciatura em Ciências do Desporto, da faculdade de Desporto da Universidade do Porto (FADEUP). Todos os sujeitos eram fisicamente ativos, mas sem experiência prévia em treino pliométrico e em treino de força.

Tomaram parte neste estudo 52 sujeitos, tendo concluído apenas 24 sujeitos que representam 46% do grupo inicial já que 28 foram excluídos por lesão e/ou desistência. Os participantes foram informados acerca da finalidade e de como iria decorrer o estudo, no respeitante ao treino dos diferentes grupos e respetivos momentos de avaliação.

Recolha e Tratamento de Dados

Para a recolha de dados foi usada uma plataforma de forças Bertec 60x90 (*Bertec Corporation, Columbus, OH, USA*) a uma frequência de amostragem de 1000 Hz para recolha dos CMJ de todos os sujeitos nas 3 avaliações. Usámos, como apoio, o software de interface *Qualisys Track Manager* (Qualisys AB, Gotemburgo, Suécia), para confirmar a altura de salto caso algum problema ocorresse com a plataforma de força ou em situações duvidosas.

As recolhas de dados (1^a, 5^a e 10^a semanas) foram feitas em apenas uma sessão, sempre a mesma hora e local depois de todos os sujeitos cumprirem um prévio protocolo de aquecimento de 10 minutos que incluía uma corrida, exercícios de alongamento ligeiros culminando com 2-3 repetições do CMJ.

Seguidamente, cada sujeito executou 3 CMJ a máxima intensidade na plataforma de forças *Bertec*, intervalados por 3 minutos.

Para o tratamento de dados recorreremos a rotinas desenvolvidas em ambiente Matlab R2016a, (*The MathWorks, Inc., Natick, Massachusetts, United States*).

A altura de salto foi estimada através do cálculo da trajetória vertical do centro de massa. A trajetória vertical do CM foi obtida por dupla integração no tempo da aceleração desde o início até ao fim do movimento através da regra de Simpson. A altura foi obtida através da seleção do ponto mais elevado da trajetória.

Procedimento estatístico

Para o tratamento estatístico dos dados recorreremos ao *software* SPSS (*Statistic Package for the Social Sciences*) *Statistics for Windows* versão 21, *Armonk, NY: IBM Corp.*, não tendo sido verificada a normalidade e homogeneidade da amostra através do teste de Shapiro Wilk e Levene.

Para a avaliação do efeito dos diferentes programas na altura de salto tendo como fator grupo (GT, GP E GA) nas variáveis estudadas recorreremos ao teste estatístico Kruskal Wallis de medidas independentes. Quando diferenças entre grupos foram encontradas recorreremos teste estatístico Mann Whitney para determinar em que grupos existiam essas diferenças para as variáveis em estudo.

Uma vez que o estudo decorreu durante 11 semanas e estabelecemos diferentes momentos (PRE, MID e POST) de avaliação recorreremos ao teste de Friedman de medidas repetidas para verificar se existiam diferenças significativas entre os diferentes momentos; quando tal acontecesse, estas diferenças foram testadas através de Wilcoxon. O valor de significância foi estabelecido em $\alpha \leq 0.05$. Os resultados são apresentados como médias e desvio padrão.

Resultados

Análise Intragrupo nos 3 momentos de avaliação das 3 variáveis:

As seguintes figuras (3, 4 e 5) apresentam a análise das diferenças entre os três momentos de avaliação dentro de cada um dos grupos relativamente à altura de salto, ao tempo de voo e a velocidade do *takeoff* respetivamente.

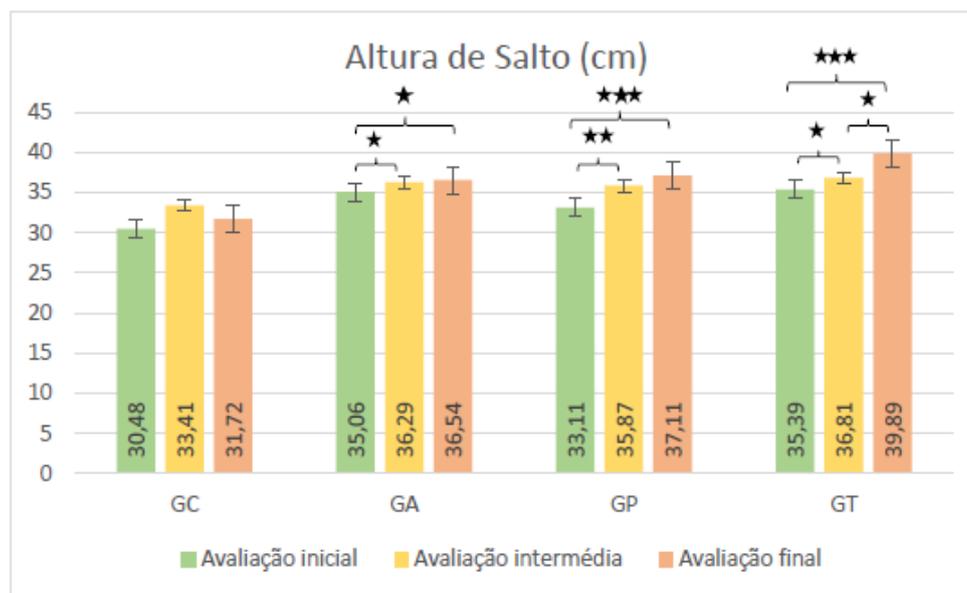


Figura 2: Altura de salto (cm), comparação intragrupo nos 3 momentos de avaliação. (GC- grupo controlo; GA- grupo assistido; GP- grupo pliométrico; GT- grupo tradicional). Diferenças significativas: * $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$; *** $p \leq 0.001$.

Ao compararmos a altura de salto após 4 e 8 semanas foram diferenças significativas intergrupo GA_1 vs GA_2 e GA_1 vs GA_3 ($P < 0.049$ e $P < 0.021$); Para o GP também foram encontradas diferenças para GP_1 vs GP_2 ($P < 0.01$); bem como GP_1 com GP_3 ($P < 0.001$); No grupo tradicional as diferenças foram encontradas entre GT_1 com GT_2 ($P < 0.05$); GT_1 com GT_3 ($P < 0.001$) e GT_2 com GT_3 ($P < 0.01$) respetivamente.

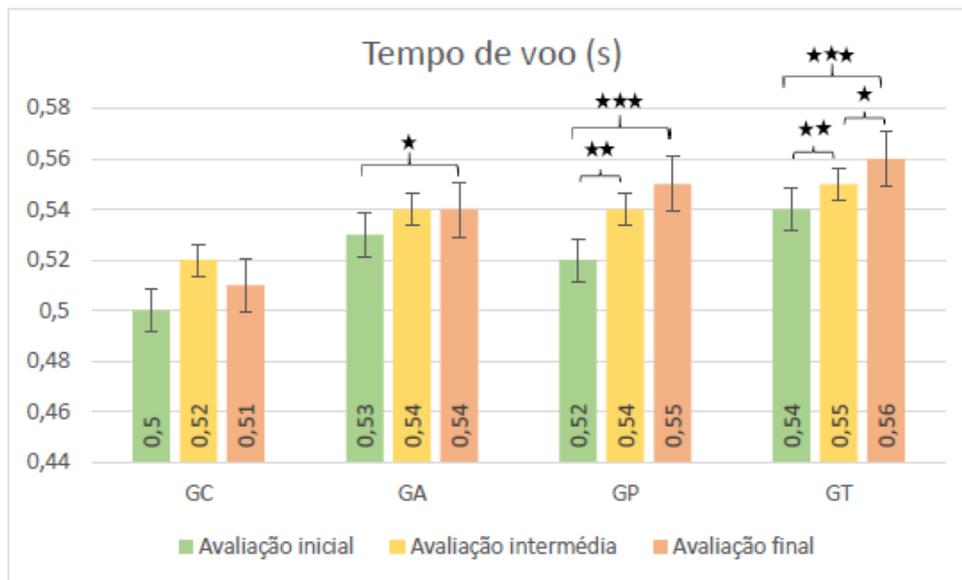


Figura 3: Tempo de voo, comparação intragrupo nos 3 momentos de avaliação. (GC- grupo controlo; GA- grupo assistido; GP- grupo pliométrico; GT- grupo tradicional). Diferenças significativas: * $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$; *** $p \leq 0.001$.

No respeitante ao tempo de voo o GA apresentou diferenças significativas entre a avaliação inicial e a avaliação final. O GP obteve diferenças significativas entre a avaliação inicial e momento de avaliação final e entre o momento inicial e a avaliação intermédia. Relativamente ao GT, existiram melhorias significativas entre todos os momentos de avaliação.

GA_1 com GA_3 $p=0,019$; GP_1 com GP_2 $p=0,005$; GP_1 com GP_3 $p=0,000$;

GT_1 com GT_2 $p=0,007$; GT_1 com GT_3 $p=0,000$; GT_2 com GT_3 $p=0,028$.

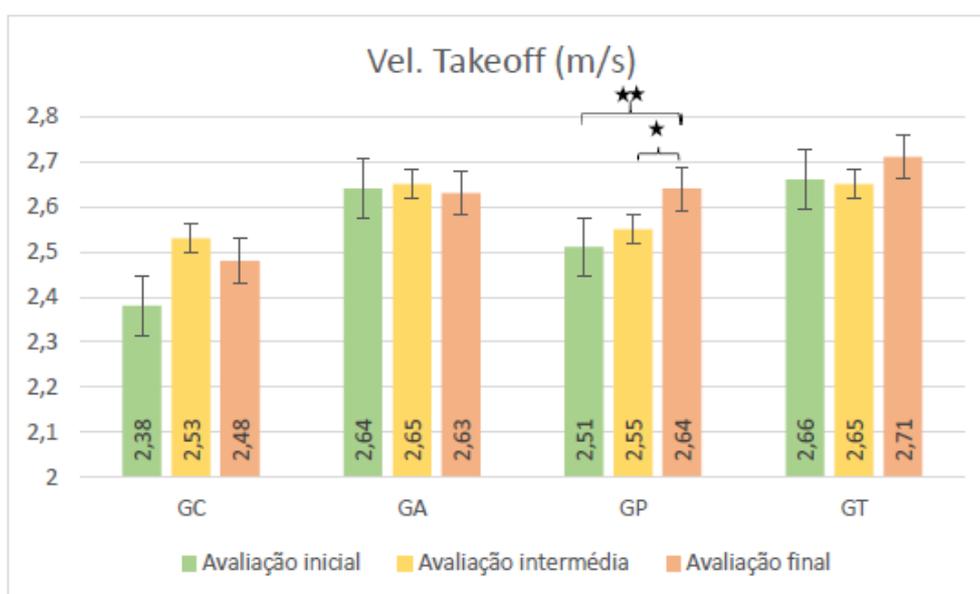


Figura 4: Velocidade ao takeoff (m/s), comparação intragrupo nos 3 momentos de avaliação. (GC- grupo controlo; GA- grupo assistido; GP- grupo pliométrico; GT- grupo tradicional). Diferenças significativas: * $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$; *** $p \leq 0.001$.

Na velocidade de saída apenas o GP apresentou diferenças significativas entre a avaliação inicial e a avaliação final e também entre a avaliação intermédia e a avaliação final.

GP_1 com GP_3 $p=0,001$; GP_2 com GP_3 $p=0,050$.

Através do teste estatístico Kruskal Wallis constatámos que houve diferenças significativas entre grupos apenas no momento de avaliação final.

Tabela 1: valores de p para a variáveis tempo de voo, altura de salto e velocidade de take-off. Diferenças significativas $p<0.05$.

	Avaliação inicial	Avaliação intermédia	Avaliação final
Altura de salto (cm)	0,296	0,824	0,026
Tempo de voo (s)	0,296	0,824	0,026
Velocidade do Takeoff (m/s)	0,123	0,62	0,032

Através do teste Mann Whitney foi determinado entre que grupos existiam diferenças significativas no momento final de avaliação, relativamente a altura de salto, tempo de voo e velocidade do *takeoff* respetivamente.

Tabela 2: valor de p encontradas para a variável altura de salto entre os diferentes grupos no momento final de avaliação. Diferenças significativas $p<0.05$.

	Altura de salto			
	GA	GP	GT	GC
GA		0,257	0,086	0,045
GP	0,257		0,345	0,036
GT	0,086	0,345		0,006
GC	0,045	0,036	0,006	

GA com GC $p=0,045$; GP com GC $p=0,036$; GT com GC $p=0,006$.

Na variável altura de salto, no momento final de avaliação existem diferenças significativas entre o GC com todos os outros grupos.

Tabela 3: valor de p encontradas para a variável tempo de voo entre os diferentes grupos no momento final de avaliação. Diferenças significativas $p < 0.05$.

		Tempo de voo			
	GA	GP	GT	GC	
GA		0,257	0,086	0,045	
GP	0,257		0,345	0,036	
GT	0,086	0,345		0,006	
GC	0,045	0,036	0,006		

GA com GC $p=0,045$; GP com GC $p=0,036$; GT com GC $p=0,006$.

Com a variável tempo de voo, os resultados repetem-se relativamente à variável anterior. No momento final de avaliação há diferenças significativas entre o GC com todos os outros grupos.

Tabela 4: valor de p encontradas para a variável velocidade do takeoff entre os diferentes grupos no momento final de avaliação. Diferenças significativas $p < 0.05$.

		Velocidade do Takeoff			
	GA	GP	GT	GC	
GA		0,499	0,074	0,056	
GP	0,499		0,248	0,071	
GT	0,074	0,248		0,004	
GC	0,056	0,071	0,004		

GT com GC $p=0,004$.

Com variável velocidade do *takeoff* apenas se verificaram diferenças significativas entre o GC e o GT.

Discussão

Este estudo teve como principal objetivo determinar os efeitos de três programas distintos de treino pliométrico que incidiram no CAE. Pretendemos descrever as alterações que foram ocorrendo durante 11 semanas do estudo, comparando os valores da avaliação inicial com os da avaliação intermédia e final. Compreender como, em que período da temporada e que tipo de saltos usar, tendo em conta o nível do atleta, será o principal foco na discussão deste trabalho.

Alguns dos resultados obtidos neste estudo corroboram os existentes na literatura relativamente ao treino assistido, embora outros estudos apontem resultados contrários aos que obtivemos, principalmente no caso da velocidade do *takeoff* (Tran et al., 2012; Tran et al., 2011).

No nosso estudo, quando comparados os momentos de avaliação nos três grupos observam-se melhorias do início para o final do programa, nas 3 variáveis estudadas. Relativamente à altura de salto todos os grupos tiveram melhoras significativas intergrupo no final do programa, embora o GA em menor magnitude que os restantes grupos (GT e GP); contudo, estudos consultados mostram que o treino assistido é vantajoso para a melhoria da altura de salto (Argus et al., 2011; Cavagna et al., 1972; Tran et al., 2011). O grupo onde as melhorias foram de maior expressão foi o GT, onde em todos os momentos de avaliação, os resultados foram significativos.

Os sujeitos que expressaram superiores diferenças significativas na altura de salto e no tempo de voo foram os dos GP e GT, $p < 0.001$ para ambos os grupos, quando comparados o momento inicial e final de avaliação. No GA também foram obtidas melhorias significativas embora em menor magnitude que os anteriores, $p < 0.05$.

Foi também verificada no nosso estudo a direta dependência entre a altura de salto e tempo de voo, estes resultados corroboram os de Linthorne (2001).

Na comparação entre grupos só se observaram diferenças significativas na avaliação final. Todos os grupos se destacaram significativamente quando comparados com o GC nas variáveis altura de salto sendo $p < 0.05$ para GA e GC, $p < 0.05$ para GP e GC e $p < 0.01$ GT com GC. Na velocidade do *takeoff*, o único grupo que obteve diferenças significativas foi o GT. Estes resultados são contraditórios aos que apresentou Argus et al. (2011). Este autor afirma que o treino assistido permite uma superior velocidade de *takeoff* relativamente a exercícios sem assistência. Também Tran et al. (2012) concluiu que o trabalho assistido, sendo usado com um nível de assistência entre -10% a -40% do peso corporal pode aumentar a velocidade do *takeoff*, força de reação relativa no solo e a potência produzida, levando assim a uma maior altura de salto.

Era espectável que os programas de treino desenhados neste estudo produzissem melhorias significativas nas variáveis em estudo embora supondo que o GA, GP se destacassem por esta ordem, ficando o GT no patamar inferior já que apelava ao CAE mais lento.

Considerando a literatura tínhamos especulado que o grupo que mais evoluiria nas 3 variáveis estudadas seria o GA, contudo tal não se confirmou. Também na literatura era referido que só atletas com experiência no treino de força e no treino pliométrico conseguiriam retirar proveitos acrescidos deste treino, no entanto verificámos melhorias significativas superiores no GP e também no GT, reflexo do treino a que

foram sujeitos: exercícios e meios de treino utilizados com atletas iniciantes nesta prática.

Apenas na última avaliação foram encontradas diferenças significativas entre os grupos, quando comparados com o GC. Isto diz-nos claramente, que o treino/trabalho pliométrico surte efeitos quando realizado continuamente e por um tempo mais alargado, pois embora existam melhorias às 4 semanas, são mais significantes no final das 8 semanas de treino. Eventualmente, os resultados melhorariam com a continuação deste trabalho, no entanto limitamo-nos a 8 semanas.

No início deste estudo, equacionámos que o GA seria o que obteria maiores diferenças nas três variáveis e se destacaria dos restantes. Argus et al. (2011) afirma que o treino assistido pode ser particularmente benéfico para atletas que já obtiveram altos níveis de força, mas não têm a capacidade de produzir maior potência de saída ou velocidade de movimento, especialmente com cargas baixas. Como todos os sujeitos da nossa amostra tinham pouca ou nenhuma experiência no treino de força e pliométrico, talvez esse fator poderá ter sido responsável por estes resultados. Isto leva-nos a acreditar que para beneficiar do treino assistido, os atletas devem ter um nível de força e de treino pliométrico elevados, para assim tirarem o melhor partido deste método.

Conclusões

Neste estudo, onde foram confrontados 3 programas de treino diferentes com o intuito de perceber as alterações ocorridas no CAE, os resultados obtidos contrariam, em parte, aquilo que expectámos.

- 1- O treino assistido melhora a altura de salto e o tempo de voo;
- 2- O treino assistido permite obter melhores resultados com atletas mais evoluídos; sendo a nossa amostra sujeitos sem experiência prévia de treino não conseguimos confirmar;
- 3- O treino tradicional melhora a altura de salto e o tempo de voo;
- 4- O treino pliométrico melhora todas as variáveis estudadas;
- 5- O treino tradicional promove alturas de salto e tempos de voo superiores ao treino assistido.

Bibliografia

- Aagaard, P., Andersen, J., Bennekou, M., Larsson, B., Olesen, J., Cramer, R., Magnusson, S. P., & Kjaer, M. (2011). Effects of resistance training on endurance capacity and muscle fiber composition in young top-level cyclists. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 21(6), e298-e307.
- Aagaard, P., & Andersen, J. L. (1998). Correlation between contractile strength and myosin heavy chain isoform composition in human skeletal muscle. *Medicine and science in sports and exercise*, 30(8), 1217-1222.
- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of applied physiology*, 93(4), 1318-1326.
- Aagaard, P., Suetta, C., Caserotti, P., Magnusson, S. P., & Kjær, M. (2010). Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: strength training as a countermeasure. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 20(1), 49-64.
- Andersen, L. L., & Aagaard, P. (2006). Influence of maximal muscle strength and intrinsic muscle contractile properties on contractile rate of force development. *European journal of applied physiology*, 96(1), 46-52.
- Andersen, L. L., Andersen, J. L., Zebis, M. K., & Aagaard, P. (2010). Early and late rate of force development: differential adaptive responses to resistance training? *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 20(1), e162-e169.
- Argus, C. K., Gill, N. D., Keogh, J. W., Blazevich, A. J., & Hopkins, W. G. (2011). Kinetic and training comparisons between assisted, resisted, and free countermovement jumps. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(8), 2219-2227.
- Asmussen, E., & Bonde-Petersen, F. (1974). Storage of Elastic Energy in Skeletal Muscles in Man. *Acta Physiologica Scandinavica*, 91(3), 385-392.
- Badillo, J. J. G., & Ayestarán, E. G. (2002). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza: Aplicación al alto rendimiento deportivo* (Vol. 302): Inde.
- Bartlett, R. (1999). *Reducing injury and improving performance*. London: Sports Biomechanics.
- Bassett, D. R. J. (2002). Scientific contributions of A. V. Hill: exercise physiology pioneer. *Journal of Applied Physiology*, 93(5), 1567-1582.

- Bosco, C., & komi, P. V. (1979). Potentiation of the mechanical behavior of the human skeletal muscle through prestretching. *Acta Physiologica Scandinavica*, 106(4), 467-472.
- Cavagna, G., Saibene, F., & Margaria, R. (1964). Mechanical work in running. *Journal of applied physiology*, 19(2), 249-256.
- Cavagna, G. A., Dusman, B., & Margaria, R. (1968). Positive work done by a previously stretched muscle. *Journal of applied physiology*, 24(1), 21-32.
- Cavagna, G. A., Saibene, F. P., & Margaria, R. (1965). Effect of negative work on the amount of positive work performed by an isolated muscle. *Journal of Applied Physiology*, 20(1), 157-158.
- Cavagna, G. A., Zamboni, A., Faraggiana, T., & Margaria, R. (1972). Jumping on the moon: power output at different gravity values. *Aerosp Med*, 43(4), 408-414.
- Cometti, G. (2007). *Los métodos modernos de musculación*: Editorial Paidotribo.
- Conceição, F. A. V. d. (2004). Estudo biomecânico do salto em comprimento: modelação, simulação e optimização da chamada.
- Corn, R. J., & Knudson, D. (2003). Effect of elastic-cord towing on the kinematics of the acceleration phase of sprinting. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(1), 72-75.
- Dapena, J., & Chung, C. S. (1988). Vertical and radial motions of the body during the take-off phase of high jumping. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 20(3), 290-302.
- Edman, K., Elzinga, G., & Noble, M. (1978). Enhancement of mechanical performance by stretch during tetanic contractions of vertebrate skeletal muscle fibres. *The Journal of physiology*, 281(1), 139-155.
- Goldspink, G., & Harridge, S. (1992). Cellular and molecular aspects of adaptation in skeletal muscle. *Strength and power in sport*, 3, 231-251.
- GonzalezBadillo, J. J., & Ayestarán, E. G. (1995). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto rendimiento deportivo*.: Inde.
- Grosser, M. (1992). *Entrenamiento de la velocidad: fundamentos, métodos y programas*: Martínez Roca.
- Häkkinen, K., Alen, M., & Komi, P. (1984). Neuromuscular, anaerobic, and aerobic performance characteristics of elite power athletes. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 53(2), 97-105.

- Harman, E. (1993). Exercise physiology: Strength and power a definition of terms. *Strength & Conditioning Journal*, 15(6), 18-21.
- Imachi, I., Sasayama, S., & Man-I, M. (1994). The Effect of suspension training in developing vertical jumping ability. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 43(6), 703.
- Katz, B. (1939). The relation between force and speed in muscular contraction. *The Journal of Physiology*, 96(1), 45-64.
- Kilani, H., Palmer, S., Adrian, M., & Gapsis, J. (1989). Block of the stretch reflex of vastus lateralis during vertical jumps. *Human Movement Science*, 8(3), 247-269.
- Knudson, D. (2007). *Fundamentals of Biomechanics* (Second Edition ed.). California USA.
- Knuttgen, H. G., & Kraemer, W. J. (1987). Terminology and Measurement in Exercise Performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 1(1), 1-10.
- Komi, P. V. (1984). Physiological and Biomechanical Correlates of Muscle Function: Effects of Muscle Structure and Stretch—Shortening Cycle on Force and Speed. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 12(1), 81-122.
- Kuitunen, S., Komi, P. V., & Kyröläinen, H. (2002). Knee and ankle joint stiffness in sprint running. *Medicine and science in sports and exercise*, 34(1), 166-173.
- Lees, A., & Fahmi, E. (1994). Optimal drop heights for plyometric training. *Ergonomics*, 37(1), 141-148.
- Linthorne, N. P. (2001). Analysis of standing vertical jumps using a force platform. *American Journal of Physics*, 69(11), 1198-1204.
- López-Calbet, J., Arteaga, R., Chavaren, J., & Dorado, C. (1995). Comportamiento mecánico del músculo durante el ciclo estiramiento-acortamiento. Factores neuromusculares. *Archivos de Medicina del Deporte*, 12(47), 219-223.
- Manso, J. M. G., Caballero, J. A. R., & Valdivielso, M. N. (1996). *Bases teoricas del entrenamiento deportivo*. Madrid: S.L.Gymnos.
- Mouche, M. (2001). Evaluación de la potencia anaeróbica con ergojump. *Lecturas Educación Física y Deportes. Revista digital*, 30.
- Norman, R. W., & Komi, P. V. (1979). Electromechanical delay in skeletal muscle under normal movement conditions. *Acta Physiologica Scandinavica*, 106(3), 241-248.
- Paradisis, G. P., & Cooke, C. B. (2006). The effects of sprint running training on sloping surfaces. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 767-777.

Schmidtbleicher, D. (1985). Neurofisiológicas Aspekte des Sprungkrafttrainings. *Zur Praxis des Sprungkrafttrainings*, 56-72.

Sheppard, J. M., Dingley, A. A., Janssen, I., Spratford, W., Chapman, D. W., & Newton, R. U. (2011). The effect of assisted jumping on vertical jump height in high-performance volleyball players. *Journal of science and medicine in sport*, 14(1), 85-89.

Shorten, M. R. (1987a). Muscle elasticity and human performance. In *Current research in sports biomechanics* (Vol. 25, pp. 1-18): Karger Publishers.

Shorten, M. R. (1987b). Muscle Elasticity and Human Performance. *Medicine and sport science*, 25(25), 1-18.

Taber, C., Bellon, C., Abbott, H., & Bingham, G. E. (2016). Roles of Maximal Strength and Rate of Force Development in Maximizing Muscular Power. *Strength & Conditioning Journal*, 38(1), 71-78.

Tillin, N. A., Pain, M. T. G., & Folland, J. P. (2012). Short-term training for explosive strength causes neural and mechanical adaptations. *Experimental Physiology*, 97(5), 630-641.

Tran, T. T., Brown, L. E., Coburn, J. W., Lynn, S. K., & Dabbs, N. C. (2012). Effects of assisted jumping on vertical jump parameters. *Current Sports Medicine Reports*, 11(3), 155-159.

Tran, T. T., Brown, L. E., Coburn, J. W., Lynn, S. K., Dabbs, N. C., Schick, M. K., Schick, E. E., Khamoui, A. V., Uribe, B. P., & Noffal, G. J. (2011). Effects of different elastic cord assistance levels on vertical jump. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(12), 3472-3478.

Verhoshanski, Y. (1966). Perspectives in the improvement of speed-strength preparation of jumpers. *Track and Field*, 9, 11-12.

Verkhoshansky, Y. (2006). *Todo sobre el método pliométrico* (Vol. 24): Editorial Paidotribo.

Vittori, C. (1990). El entrenamiento de la fuerza para el sprint. *Red: revista de entrenamiento deportivo*, 4(3), 2-8.

Wilt, F. (1978). Plyometrics-What it is and how it works. *Modern Athlete and Coach*, 16, 9-12.

Zatsiorsky, V. M., & Kraemer, W. J. (2006). *Science and practice of strength training: Human Kinetics*.

ANEXOS

Programa dos treinos:

	Semana 2		
	Treino 1	Treino 2	Treino 3
T -Tradicional Jumps	Saltos Rã 3x4 rep	Sv (3xb+3xa) 4 rep	Saltos horiz pés juntos - 10 rep
	Steps 3x10 rep	Triplo Salto estático 4 rep	1 leg boundings (hop) - 4x5 rep
P- Plyometric Jumps	Drop Jump<60 cm - 4x5 rep	Drop Jump > 60 cm - 4x6 rep	hopping between small hurdles(foot) - 3x6 rep
	Depth jump block - 3 x 6 rep	Jump between hurdles - 3x5reps	Steps between boxes(10-20 cm) - 3x5reps
A- Assisted Jumps	SJ with elastic (-10%) - 3x5 rep	Rebound 2 legs elastic (10%) - 4x5 rep	SJ with elastic (10%).- 3x5 reps
	Depth jump block - 4 x 5 rep	Roller Skate.- 3x5reps	Long jump with 5 steps (10%) - 3x4 rep
	Semana 3		
	Treino 1	Treino 2	Treino 3
T -Tradicional Jumps	Saltos Rã 3x4 rep	Sv (3xb+3xa) 4 rep	Salto horiz pés juntos - 10 rep
	Steps 3x10 rep	TS estático 4 rep	1 leg boundings (hop) - 4x5 rep
P- Plyometric Jumps	Drop Jump<60 cm - 4x5 rep	Drop Jump > 60 cm - 4x6 rep	hopping between small hurdles(foot) - 3x6 rep
	Depth jump block - 3 x 6 rep	Jump between hurdles - 3x5reps	Steps between boxes(10-20 cm) - 3x5reps
A- Assisted Jumps	SJ with elastic (-10%) - 3x5 rep	Rebound 2 legs elastic (10%) - 4x5 rep	SJ with elastic (10%).- 3x5 reps
	Depth jump block - 4 x 5 rep	Roller Skate.- 3x5reps	Long jump with 5 steps (10%) - 3x4 rep
	Semana 4		
	Treino 1	Treino 2	Treino 3
T -Tradicional Jumps	Saltos Rã 3x4 rep	Sv (3xb+3xa) 4 rep	Salto horiz pés juntos - 10 rep
	Steps 3x10 rep	TS estático 4 rep	1 leg boundings (hop) - 4x5 rep
P- Plyometric Jumps	Drop Jump<60 cm - 4x5 rep	Drop Jump > 60 cm - 4x6 rep	hopping between small hurdles(foot) - 3x6 rep
	Depth jump block - 3 x 6 rep	Jump between hurdles - 3x5reps	Steps between boxes(10-20 cm) - 3x5reps
A- Assisted Jumps	SJ with elastic (-10%) - 3x5 rep	Rebound 2 legs elastic (10%) - 4x5 rep	SJ with elastic (10%).- 3x5 reps
	Depth jump block - 4 x 5 rep	Roller Skate.- 3x5reps	Long jump with 5 steps (10%) - 3x4 rep
	Semana 5		
	Treino 1	Treino 2	Treino 3
T -Tradicional Jumps	Saltos Rã 3x4 rep	Sv (3xb+3xa) 4 rep	Salto horiz pés juntos - 10 rep
	Steps 3x10 rep	TS estático 4 rep	1 leg boundings (hop) - 4x5 rep
P- Plyometric Jumps	Drop Jump<60 cm - 4x5 rep	Drop Jump > 60 cm - 4x6 rep	hopping between small hurdles(foot) - 3x6 rep
	Depth jump block - 3 x 6 rep	Jump between hurdles - 3x5reps	Steps between boxes(10-20 cm) - 3x5reps
A- Assisted Jumps	SJ with elastic (-10%) - 3x5 rep	Rebound 2 legs elastic (10%) - 4x5 rep	SJ with elastic (10%).- 3x5 reps
	Depth jump block - 4 x 5 rep	Roller Skate.- 3x5reps	Long jump with 5 steps (10%) - 3x4 rep

Semana 7			
	Treino 1	Treino 2	Treino 3
T- Tradicional Jumps	CMJ w / Arms 3 x 4 Steps 6 x 5	SJ a caixa 80 cm 4 x 5 Quintuplo Salto 4 reps	Duplo Pliométrico 10 reps 1 leg boundings (hop) - 4x5 rep
P- Plyometric Jumps	Drop Jump a 1 pé <60 cm - 4x5 rep Hop - Hop - Step 3 x 6	Double Plyometric from 1 box - 6 reps Jump between hurdles long distances - 4x5reps	Drop Jump <60cm 3 x 5 Steps between ascendants boxes (5cm - 10cm - 20cm) - 3x5reps
A- Assisted Jumps	CMJ with elastic (- 20%) - 3x5 rep Rebound 1 leg elastic (- 20%) - 4x5 rep	Rebound 2 legs elastic (- 20%) - 4x5 rep Roller Skate - 3x5reps	Rebound 1 leg elastic (- 20%) - 3x5 rep Long jump with 5 steps (- 15%) - 3x4 rep
Semana 8			
	Treino 1	Treino 2	Treino 3
T- Tradicional Jumps	CMJ w / Arms 3 x 4 Steps 6 x 5	SJ a caixa 80 cm 4 x 5 Quintuplo Salto 4 reps	Duplo Pliométrico 10 reps 1 leg boundings (hop) - 4x5 rep
P- Plyometric Jumps	Drop Jump <60 cm - 4x5 rep Hop - Hop - Step 3 x 6	Double Plyometric from 1 box - 6 reps Jump between hurdles long distances - 4x5reps	Drop Jump <60cm 3 x 5 Steps between ascendants boxes (5cm - 10cm - 20cm) - 3x5reps
A- Assisted Jumps	CMJ with elastic (- 20%) - 3x5 rep Rebound 1 leg elastic (- 20%) - 4x5 rep	Rebound 2 legs elastic (- 20%) - 4x5 rep Roller Skate - 3x5reps	Rebound 1 leg elastic (- 20%) - 3x5 rep Long jump with 5 steps (- 15%) - 3x4 rep
Semana 9			
	Treino 1	Treino 2	Treino 3
T- Tradicional Jumps	CMJ w / Arms 3 x 4 Steps 6 x 5	SJ a caixa 80 cm 4 x 5 Quintuplo Salto 4 reps	Duplo Pliométrico 10 reps 1 leg boundings (hop) - 4x5 rep
P- Plyometric Jumps	Drop Jump a 1 pé <60 cm - 4x5 rep Hop - Hop - Step 3 x 6	Double Plyometric from 1 box - 6 reps Jump between hurdles long distances - 4x5reps	Drop Jump <60cm 3 x 5 Steps between ascendants boxes (5cm - 10cm - 20cm) - 3x5reps
A- Assisted Jumps	CMJ with elastic (- 20%) - 3x5 rep Rebound 1 leg elastic (- 20%) - 4x5 rep	Rebound 2 legs elastic (- 20%) - 4x5 rep Roller Skate - 3x5reps	Rebound 1 leg elastic (- 20%) - 3x5 rep Long jump with 5 steps (- 15%) - 3x4 rep
Semana 10			
	Treino 1	Treino 2	Treino 3
T- Tradicional Jumps	CMJ w / Arms 3 x 4 Steps 6 x 5	SJ a caixa 80 cm 4 x 6 Quintuplo Salto 4 reps	Duplo Pliométrico 10 reps 1 leg boundings (hop) - 4x5 rep
P- Plyometric Jumps	Drop Jump <60 cm - 4x5 rep Hop - Hop - Step 3 x 6	Double Plyometric from 1 box - 6 reps Jump between hurdles long distances - 4x5reps	Drop Jump <60cm 3 x 5 Steps between ascendants boxes (5cm - 10cm - 20cm) - 3x5reps
A- Assisted Jumps	CMJ with elastic (- 20%) - 3x5 rep Rebound 1 leg elastic (- 20%) - 4x5 rep	Rebound 2 legs elastic (- 20%) - 4x5 rep Roller Skate - 3x5reps	Rebound 1 leg elastic (- 20%) - 3x5 rep Long jump with 5 steps (- 15%) - 3x4 rep