

O uso do centro articular do quadril e do centro de gravidade da cabeça como referência na estimativa de parâmetros cinemáticos da performance em corridas de velocidade

The use of the hip joint center and head gravity center as a reference to estimate the performance kinematics parameters in speed races

PUPO JD, TEIXEIRA CS, ROCHA JÚNIOR IC, MOTA CB. O uso do centro articular do quadril e do centro de gravidade da cabeça como referência na estimativa de parâmetros cinemáticos da performance em corridas de velocidade. **R. bras. Ci. e Mov** 2009; 17(4):10-17.

RESUMO: O objetivo deste estudo foi comparar a velocidade e o deslocamento do centro de gravidade global (CGG) com as centro de gravidade da cabeça (CGC) e do centro articular do quadril (CAQ), durante um passo em corridas de velocidade. A partir disso, determinar se tais pontos podem ser utilizados como indicadores de parâmetros da performance nos estudos envolvendo a cinemática das corridas. Participaram deste estudo 8 sujeitos do sexo masculino, com idade média de $12,5 \pm 0,66$ anos e estatura média de $163,00 \pm 5,40$ cm. Realizou-se uma análise cinemática da corrida, utilizando-se o método de videografia tridimensional, com quatro câmeras de vídeo do sistema de análise do movimento *Peak Motus*, operando na frequência de 180 Hz. As variáveis analisadas foram deslocamento, velocidade média e velocidade instantânea horizontal do CGG, CGC e CAQ referentes a um passo. Os resultados encontrados mostraram não haver diferenças significativas na velocidade média e amplitude de deslocamento entre os três pontos analisados. Em relação à velocidade instantânea analisada em todo passo, não verificou-se diferenças significativas, porém, as variações na curva de velocidade do CAQ não ocorreram na mesma escala de tempo quando comparado com os demais pontos. Concluiu-se assim que, tanto o CGG, assim como o CGC e CAQ, podem ser utilizados para descrever parâmetros cinemáticos da corrida, quando o objetivo da análise referir-se a deslocamentos e velocidade média de um passo. Em relação à descrição da velocidade instantânea do atleta nas diferentes fases do passo, o uso do CGG e CGC parecem ser os mais adequados a serem utilizados.

Palavras-chave: Biomecânica; Centro de gravidade; Corridas de velocidade.

ABSTRACT: The objective of this study was to compare the speed and the displacement of the global gravity center (CGG) with the head gravity center (CGC) and the hip joint center (CAQ) during a step in speed races. After, to determine if these points could be used as indicators of the performance parameters in the studies involving the kinematics of the speed races. To accomplish this study, eight male subjects participated. They were around 12.5 ± 0.66 years old and their average height was 163.00 ± 5.40 cm. A kinematic analysis of the running was carried out by using the method of three-dimensional videography, with four video cameras of the *Peak Motus* system operating in the frequency of 180 Hz. The analyzed variables were displacement, average speed and horizontal instantaneous speed of CGG, CGC and CAQ that refer to one step. The results showed that there are not significant statistical differences in both the average speed and the displacement amplitude among the three analyzed points. Concerning the instantaneous speed analyzed in the whole step, no significant differences were found. However, the variations in the CAQ speed curve did not occur in the same scale of time when compared with the other points. Thus, one concluded that the CGG, the CGC and the CAQ can be used to describe kinematics parameters of the running when the aim of analysis refers to displacement and average speed of one step. Concerning the description of instantaneous speed of athletes in different step phases, the use of CGG and CGC seems to be the most appropriate.

Key Words: Biomechanics; Center of gravity; Speed races.

Juliano D. Pupo¹
Clarissa S. Teixeira¹
Ivon C. Rocha Júnior²
Carlos B. Mota²

¹UFSC

²Universidade Federal de Santa Maria

Recebido em: 29/06/2009

Aceito em: 13/02/2010

Contato: Clarissa Stefani Teixeira - clastefani@gmail.com

Introdução

Em uma análise cinemática de corridas de velocidade, realizada por meio do método de videografia, obtém-se medidas de variáveis lineares e angulares do movimento do atleta que está sendo avaliado, tais como deslocamentos, velocidades e ângulos articulares. Para descrever essas variáveis cinemáticas, costuma-se utilizar a referência do centro de gravidade global (CGG) do corpo humano. O comportamento ou a variação deste ponto em espaço-tempo será um demonstrativo ou indicador da performance do atleta.

Quando se substitui um corpo pelo modelo do CGG, convencionou-se que todas as forças externas passam a atuar apenas sobre um único ponto no corpo humano. Utilizando como referência este ponto virtual, algumas vantagens e facilidades ao realizar uma análise do movimento são evidenciadas, visto que a posição de um corpo pode ser determinada a qualquer instante pelo CGG e a movimentação do corpo passa a ser considerada mais simples¹¹.

A determinação da posição do CGG em um movimento esportivo, no caso deste estudo, as corridas de velocidade, normalmente é realizada por meio de métodos analíticos, obtida pela videografia e não realizada diretamente no objeto ou pessoa. Nestes métodos analíticos, o CGG é determinado matematicamente com os valores dos centros de gravidade parciais de cada segmento e dos pesos de cada segmento do modelo antropométrico utilizado^{4,15}. Existem, no entanto, outros métodos para a determinação do CGG, como os modelos experimentais, com utilização de balanças ou pêndulos, mas considerados inadequados para serem aplicados em movimentos desportivos^{11,15}.

De acordo com o modelo analítico, os momentos dos segmentos individuais em torno de um eixo arbitrário são calculados, somados e igualados ao momento do corpo inteiro em torno de um mesmo eixo. A movimentação do corpo passará a ser referida a um único ponto, sendo que a posição deste será determinada em função do posicionamento relativo dos diferentes segmentos do corpo em diferentes situações ginástico-desportivas¹¹. Nas corridas de velocidade, analisando o movimento do atleta referindo-se a um único ponto, o

CGG, este tende a realizar um deslocamento quase que exclusivamente na direção ântero-posterior, com pouca oscilação em outras direções¹. No entanto, essa translação horizontal do CGG ocorre à custa de movimentos angulares sincrônicos efetuados pelos membros superiores e inferiores^{3,6}.

Durante uma corrida, esses momentos angulares realizados pelos membros, se efetuados de forma correta, irão permitir que o tronco do atleta desloque-se sem muitas rotações, ou seja, permaneça em equilíbrio dinâmico¹³. Em corredores com boa técnica, este segmento permanecerá, exceto na largada e nos metros iniciais, praticamente ereto, com no máximo 15° de inclinação no sentido anterior⁵. Tal posicionamento e possíveis movimentações intrínsecas do tronco estão intimamente ligados aos movimentos da cintura pélvica, já que ambos formam um conjunto altamente coordenado¹². Em função deste sincronismo entre estes segmentos corporais durante a corrida, pode-se pensar que o CGG, que nesta posição corporal assumida na corrida irá localizar-se junto ao tronco do atleta, possua relações lineares com os movimentos do centro articular do quadril (CAQ) e do centro de gravidade da cabeça (CGC). A quantificação de algumas variáveis cinemáticas, como deslocamento e velocidade, proporcionará estabelecer, a partir de análises estatísticas, semelhanças ou diferenças no comportamento cinemático destes pontos.

Como a maioria dos movimentos humanos ocorre em três dimensões, a videografia tridimensional seria a mais apropriada a ser empregada em uma análise biomecânica. No entanto, a análise bidimensional, considerada um processo mais simples e rápido de ser realizado, também pode ser empregada em algumas situações particulares, com algumas limitações. A principal delas é o fato de que, como o processo envolve a utilização de apenas uma câmera, um dos lados do indivíduo não é visualizado na filmagem, obrigando a uma localização subjetiva da posição de alguns pontos de interesse no momento do processamento das imagens. A corrida, quando realizada em uma trajetória retilínea, é um exemplo de movimento onde isto ocorre. Assim, se houver correlação significativa entre a velocidade

relacionada ao CGG e a velocidade de uma referência anatômica do corpo, como o quadril ou a cabeça, haverá a possibilidade de utilizar tais pontos em substituição ao CGG em uma análise bidimensional. Outro aspecto a ser destacado também é em relação ao tipo de análise realizada nas corridas, às quais podem ser relativas aos indicadores diretos da performance ou à cinemática da parte superior e inferior do corpo⁸. O primeiro trata das variáveis mais frequentemente usadas para descrever a performance global de um velocista (velocidade horizontal, frequência e amplitude da passada, etc.), enquanto que o segundo faz um detalhamento maior do movimento e inclui a análise de variáveis que realmente mostram como o atleta alcança a performance (velocidade angular, posição angular, etc.). Desta maneira, dependendo do tipo de investigação a ser realizada, pode-se adotar metodologias mais simples para determinar a performance, como o uso alternativo da referência anatômica do quadril ou cabeça ao invés do CGG para estimativa de alguns parâmetros da performance, porém sempre garantindo confiabilidade nos resultados.

Baseado nestas considerações, o objetivo deste estudo foi comparar a velocidade e o deslocamento do CGG com as velocidades e deslocamentos do CAQ e do CGC, durante um passo em corridas de velocidade. A partir do resultado de tais comparações, poder-se-á determinar se tais pontos poderão ser utilizados como indicadores de parâmetros da performance nos estudos e pesquisas envolvendo a cinemática das corridas de velocidade. Tal investigação está sustentada no fato de que na literatura não foram encontrados dados que apontassem ou pudessem comprovar a possibilidade de utilização de pontos alternativos em substituição ao CGG neste tipo de análise.

Materiais e métodos

Para a realização deste estudo, foram avaliados oito indivíduos, iniciantes na prática de atletismo, todos do gênero masculino, com idade média de $12,5 \pm 0,66$ anos e estatura média de $163,00 \pm 5,40$ cm. O grupo de estudo foi selecionado por adesão voluntária mediante consentimento dos pais que assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, respeitando os

princípios éticos contidos na declaração de Helsinque, além do atendimento a legislação vigente.

Para a análise cinemática da corrida, utilizou-se o método de videografia tridimensional, com quatro câmeras de vídeo do sistema de análise do movimento *Peak Motus 4.3*, USA, operando na frequência de aquisição de imagens de 180 Hz e velocidade do *shutter* de 1/1000 s. A coleta foi realizada em uma pista atlética de carvão, em sessão específica para esse fim. Os indivíduos foram instruídos a passar correndo em máxima velocidade pelas câmeras que estavam dispostas em diagonal ao setor em que estavam sendo realizadas as corridas, percorrendo 30m, conforme ilustra a Figura 1. Os indivíduos foram marcados com fita reflexiva, nas referências anatômicas da articulação escápula-umeral, côndilos laterais do cotovelo, ponto médio entre os processos estilóides do rádio e ulna, trocânter maior do fêmur, epicôndilos laterais do joelho, maléolos laterais e ponta de pés. Como a digitalização foi realizada estimando os centros articulares, tais marcadores serviram de auxílio para facilitar a identificação de tais centros. Todos os indivíduos estavam vestidos com roupa habitual para as corridas e de cor preta, facilitando assim o contraste dos marcadores.

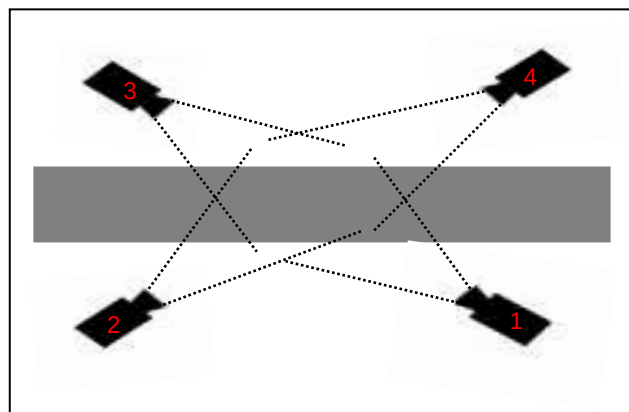


Figura 1. Posicionamento das câmeras para a coleta de dados.

O modelo espacial, ilustrado na figura 2, construído para a determinação do CGG foi constituído pelos seguintes segmentos: cabeça, tronco, braço direito e esquerdo, antebraço+mão direito e esquerdo, coxa direita e esquerda, perna direita e esquerda e extremidade anterior do pé direito e esquerdo. Para determinar a

posição do CGG foram utilizados os parâmetros inerciais do modelo desenvolvido por Dempster, Baumann e Galbierz¹¹.

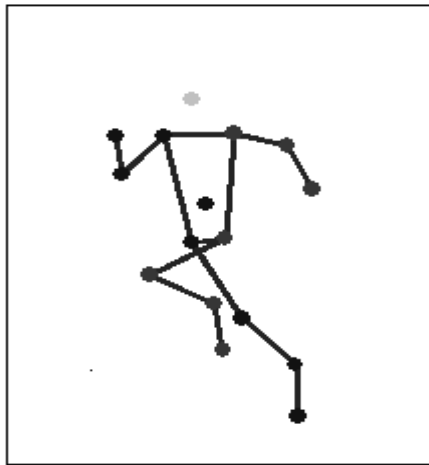


Figura 2. Modelo espacial do movimento

As imagens coletadas foram gravadas em fitas de vídeo S-VHS, sendo posteriormente transmitidas para um computador. A partir destas imagens realizou-se um processo de reconstrução tridimensional do movimento, por meio do método DLT (*Direct Linear Transformation*), sendo para isso necessária a digitalização das referências anatômicas citadas anteriormente. Todo esse processo foi feito pelo sistema de análise do movimento *Peak Motus*, USA. A digitalização foi manual e as coordenadas passaram por um processo de filtragem através do filtro de passa baixa *Butterworth* de 4ª ordem e com frequência de corte de 4 Hz. Para a calibração das câmeras utilizou-se um calibrador tridimensional em forma de hastes do sistema *Peak Motus*, constituído de 25 pontos com suas coordenadas espaciais conhecidas.

As variáveis cinemáticas analisadas foram: velocidade média (VM) e instantânea e o deslocamento do CGG, do CAQ e do CGC, durante um passo (fase decorrida entre dois apoios consecutivos). A análise de tais variáveis será limitada exclusivamente na direção ântero-posterior, já que a performance do atleta (velocidade) normalmente é descrita em relação a esta direção. Em relação ao CAQ, foram apresentados dados referentes apenas ao lado direito.

Para realizar análise da velocidade instantânea, o passo pode ser caracterizado em partes ou fases para

melhor compreensão. Suas divisões básicas são: fase de suporte e fase aérea. A fase de suporte possui subdivisões, que são: fase de bloqueio (iniciada quando o pé do corredor toca o solo e finalizada no instante em que o CGG fica na linha vertical que passa pelo apoio) e a fase de propulsão (iniciada quando o CGG ultrapassa o plano frontal que passa pelo apoio e finalizada quando o pé abandona o solo).

Os dados foram submetidos a tratamentos estatísticos de medidas de tendência central (média) e dispersão (desvio padrão). O teste de *Shapiro-Wilk* revelou normalidade dos dados. Para verificar se existia diferença significativa entre a velocidade média, deslocamento e velocidade instantânea analisada quadro a quadro dos três diferentes pontos, utilizou-se a análise de variância (ANOVA *one-way*). Aplicou-se um teste de correlação de *Pearson* para verificar as correlações existentes da velocidade média entre CAQ e CGC com CGG. O nível de significância adotado para todos os testes foi de 5 %.

Para a descrição das correlações foi utilizado o critério de Malina⁷ que descreve correlação baixa para um valor menor que 0,30, moderada para valor entre 0,30 e 0,60 e alta para valor superior a 0,60.

Resultados

Após digitalização das imagens, obtém, em primeira instância, os valores das coordenadas espaciais dos pontos de interesse. Assim, conhecendo-se as coordenadas da posição inicial e final destes pontos no espaço, tem-se o deslocamento total, do início ao fim do passo. No presente estudo, o deslocamento do CGG e do CGG apresentaram um valor médio para os 8 indivíduos de $1,67 \pm 0,13$ m, enquanto que para o CAQ foi de $1,66 \pm 0,17$ m. De acordo com os resultados da análise de variância, obtiveram-se valores que não diferiram estatisticamente a $p < 0,05$ entre os três pontos.

Estabelecendo-se uma relação temporal com os valores de deslocamento, consegue-se uma derivada que é a velocidade. Na Tabela 1 estão apresentados os valores médios da velocidade para cada indivíduo referente ao centro de gravidade da cabeça (CGC) ao centro de

gravidade geral (CGG) o centro articular do quadril (CAQ) durante um passo na corrida de velocidade. Na sequência, são apresentadas as figuras 3 e 4,

demonstrando a correlação da velocidade média de um passo entre tais pontos.

Tabela 1. Velocidade média do centro de gravidade da cabeça, do centro de gravidade global e do centro articular do quadril durante um passo dos oito indivíduos em corridas de velocidade

Sujeitos	Velocidade média (m/s)		
	CGC	CGG	CAQ
1	6,638	6,680	6,680
2	6,804	6,804	6,804
3	6,200	6,160	6,160
4	6,466	6,395	6,431
5	6,523	6,566	6,566
6	6,423	6,458	6,427
7	6,240	6,278	6,390
8	6,240	6,120	6,160
Média ± desvio padrão	6,441 ± 0,21	6,432 ± 0,24	6,452 ± 0,23

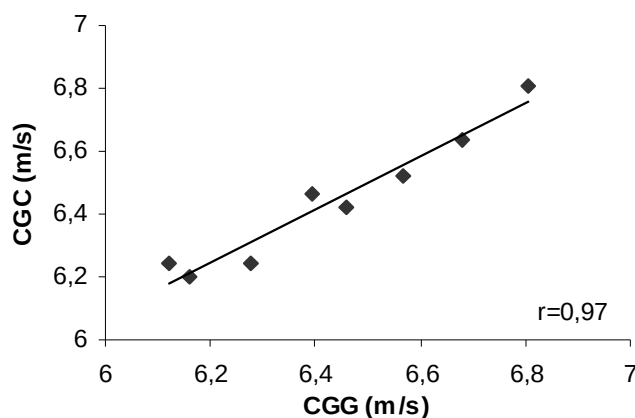


Figura 3. Correlação entre a velocidade média de um passo do CGG e CGC

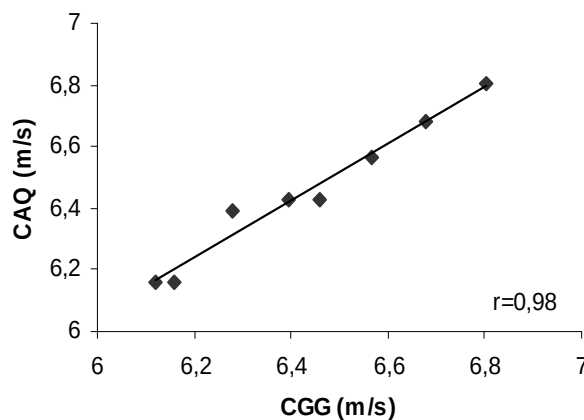


Figura 4. Correlação entre a velocidade média de um passo do CGG e CAQ

Como se pode observar na Tabela 1, a velocidade média apresentada pelos indivíduos durante um passo mostrou-se muito semelhante nos três pontos analisados, sendo que a análise de variância não apontou diferenças significativas entre eles ($p = 0,985$). Para o CGC obteve-se o valor médio de $6,441 \pm 0,21$ m/s, enquanto que para o CGG e CAQ obtiveram-se os valores de $6,432 \pm 0,24$ e $6,452 \pm 0,23$ m/s, respectivamente. Conforme verificado nas Figuras 3 e 4, obteve-se fortes correlações significativas entre a velocidade dos pontos analisados, apresentando valores de $r = 0,97$ ($p=0,001$)

entre CGG e CGC e $r = 0,98$ ($p=0,001$) entre CGG e CAQ. De acordo com Malina⁷ todas as associações encontradas podem ser consideradas altas, pois ultrapassam valores de 0,60.

Na Figura 5, é apresentada de forma gráfica a velocidade instantânea medida quadro a quadro durante um passo nas corridas de velocidade. Como nem todos os indivíduos apresentaram o mesmo número de quadros durante um passo, utilizou-se o método de interpolação ou extrapolação dos dados para homogeneizar os valores de todos os indivíduos com o mesmo número.

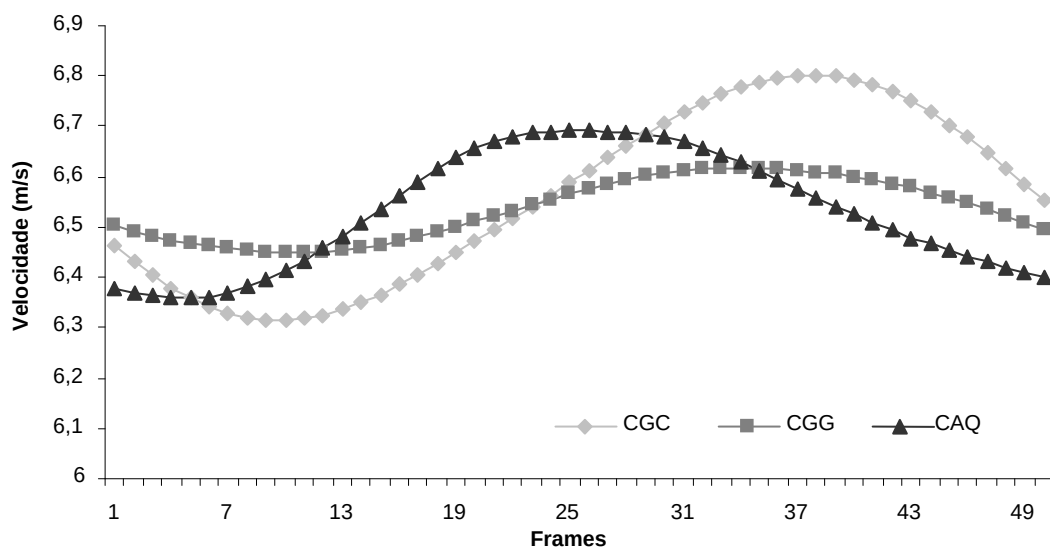


Figura 5. Velocidade horizontal instantânea do CGG, do CAQ e do CGC durante um passo em corridas de velocidade

De acordo com a análise de variância não houve diferença estatisticamente significativa, do início ao fim das curvas, entre as velocidades instantâneas do CGG, CGC e CAQ, comparadas quadro a quadro. Fazendo-se uma descrição do comportamento das curvas de velocidade ao longo do ciclo do passo, percebeu-se que as mesmas apresentaram aceleração e desaceleração. No início da curva, a velocidade apresentou-se em declínio, na sequência, a curva tendeu a ascender, alcançando o pico de velocidade e, voltou novamente a declinar no último trecho. Fica demonstrado assim, pelo comportamento da curva de velocidade, a existência de três fases no ciclo do passo, tanto no CGG quanto no CGC e CAQ.

Discussão

A semelhança da velocidade média entre os pontos analisados e a forte correlação encontrada entre os mesmos, como demonstrado na Tabela 1 e Figuras 3 e 4, parece ser uma característica inerente aos movimentos do atleta nas corridas de velocidade. Segundo Shache *et al.*¹², os movimentos de rotações do tronco, da pelve, quadril são altamente coordenados durante uma corrida. Os movimentos do quadril são semelhantes aos da pelve e, estes movimentos recíprocos, combinados com rápidos movimentos lombo-pélvicos, minimizam os movimentos dos ombros e da cabeça¹⁰. Segundo o autor, este é um dos mecanismos mais importantes para conter o intenso movimento dos membros inferiores a partir do tronco e da cabeça, resultando em um corpo em equilíbrio dinâmico.

Na análise da Figura 5, que representa a velocidade horizontal instantânea do CGG, CGC e CAQ medida quadro a quadro ao longo de um passo, percebeu-se que esta velocidade apresentou variações. Esta alternância de períodos de aceleração e desaceleração no ciclo do passo da corrida é referente à absorção e propulsão do atleta¹². Para alguns autores^{3,9}, no momento da corrida em que a velocidade é constante, há um decréscimo na velocidade do CGG na fase de bloqueio, em virtude da ação de frenagem e da força de reação do solo (componente horizontal). Esta fase estaria sendo representada no presente estudo na primeira parte das curvas, que começa ao toque do pé no solo, onde a velocidade é descendente. Em seguida, durante a fase de propulsão, a velocidade aumenta, devido aos movimentos de extensão das articulações do membro inferior de apoio e de balanço do mesmo¹⁰, representando no presente estudo o segundo trecho das curvas, onde as mesmas são ascendentes. Já na fase seguinte classificada como fase aérea, Donskoi e Zatsiorski³ comentam que a velocidade horizontal do CGG diminui devido à resistência imposta pelo ar, o que é característico desta fase, pois nenhuma força propulsora está agindo para impulsionar o atleta para frente. Este comportamento ficou assim evidenciado também no presente estudo para os três pontos, representando o último trecho das curvas.

Em relação à curva referente ao CAQ, verificou-se, por meio da análise da Figura 5, que a mesma apresentou as características de variação de velocidade conforme ocorreu com o CGG e CGC, no entanto, constatou-se que estas variações não ocorreram na mesma escala de tempo quando comparado com os demais pontos. Apesar disso, não houve diferenças significativas da velocidade ao longo do ciclo em relação ao CGG e CGC. Uma explicação para essa variação pode ser em virtude que a articulação do quadril sofre uma oscilação bifásica durante o ciclo do passo¹². Durante a fase em que o membro inferior está em suporte, este lado do quadril tende a baixar e a pelve rodar externamente. Na fase aérea, no lado em que o membro inferior abandona o solo e inicia o balanço, o quadril tende a elevar-se e a pelve rodar internamente¹⁰. Deste modo, estas oscilações

bilaterais do quadril poderiam explicar o motivo da velocidade linear do CAQ não seguir exatamente a mesmas características do CGG e CGC em determinada escala de tempo.

Das curvas de velocidade analisadas, à referente ao CGG foi a que apresentou menor oscilação durante o ciclo do passo. O comportamento mais suave da cinemática do CGG pode ser devido às complexas interações das articulações da pelve e do membro inferior, sobretudo do complexo articular tornozelo/pé. Além disso, a obliquidade da pelve tem um papel importante no controle de absorção de impactos, além de suavizar os movimentos do centro de gravidade durante a corrida¹².

O uso de outras referências corporais em substituição ao CGG tem sido uma prática adotada por alguns autores^{14,2}, nas quais têm utilizado para a estimativa de alguns parâmetros da performance global do atleta a referência anatômica do quadril, ao invés do CGG nas corridas de velocidade, como velocidade horizontal e comprimento da passada. Como citado na introdução deste artigo, tal método pode tornar a análise mais simples, rápida, dispensando a necessidade da determinação do CGG. Entretanto, não fez-se menção nestes estudos quanto à confiabilidade da utilização de tal marcação em substituição ao CGG. O uso de técnicas e procedimentos confiáveis de mediadas vai garantir que, os resultados obtidos a partir de investigações do esporte sejam interpretadas e avaliadas de forma correta por técnicos e profissionais da área esportiva.

Agradecimentos

À fonte FAPERGS pelo financiamento da pesquisa.

Conclusões

A partir do objetivo proposto neste estudo, conclui-se que os três pontos possuem deslocamentos e velocidades médias do passo semelhantes, sendo encontradas fortes correlações entre tais pontos. A partir disso, pode-se dizer que é possível utilizar, além do centro de gravidade global, tanto o centro articular do quadril quanto o centro de gravidade da cabeça como referências para indicação de parâmetros cinemáticos da performance

em corridas de velocidade, quando o interesse é apenas descrever valores médios de velocidade e deslocamento referente a um passo.

Em relação à velocidade instantânea analisada quadro a quadro ao longo do passo, verificou-se que o comportamento das curvas de velocidade dos três pontos apresentou as oscilações características, conforme descritas na literatura, nas diferentes fases do passo. No entanto, apesar de não haver diferença significativa da velocidade do CGG, CGC e CAQ em nenhum dos quadros em toda amplitude do passo, constatou-se que estas variações da velocidade do CAQ não ocorreram na mesma escala de tempo quando comparado com os demais pontos. Esta característica da curva de velocidade do CAQ pode ser explicada pelas oscilações bifásicas do quadril durante a corrida. Diante disso, a possibilidade de utilização desta referência anatômica quando se pretende descrever a velocidade do atleta nas diferentes fases do passo, pode ser inadequada e deve ser analisada com cautela.

Pode-se dizer que a possibilidade de substituir o CGG como referência para as análises cinemáticas torna o estudo mais simples e rápido, sendo este último um importante fator para treinadores e professores do campo esportivo. Assim, dependendo do estudo a ser realizado, dos objetivos a serem alcançados e do equipamento disponível, é de grande importância a existência de uma forma alternativa e confiável de análise.

Referências

1. Bravo J, Pascua M, Verdugo MG, Landa LM, Gil F, Marin J. **Atletismo 1: Carreras y Marcha**. 3ª ed. Madrid: Real Federación Española de Atletismo, 1998.
2. Brochado MMV, Kokubun E. Treinamento intervalado de corrida de velocidade: Efeitos da duração da pausa sobre o lactato sanguíneo e a cinemática da corrida. **Revista Motriz** 1997;3:11-19.
3. Donskoi D, Zatsiorski V. **Biomecânica de los ejercicios físicos**. Moscou: Editora Raduga Moscu, 1988.
4. Enoka RM. **Neuromechanical Basis of Kinesiology**. Champaign: Human Kinetics Books, 1988.
5. Faccioni A. Relationships between selected speed strength performance tests and temporal variables of maximal running velocity. 2006. Disponível em <http://faccioni.com/reviews/thesis.pdf>.
6. Ferro A. **La carrera de velocidad**. Madrid: Editorial e Librerías Deportivas Esteban Sanz, S.L., 2001.
7. Malina RM. Tracking of physical activity and physical fitness across the lifespan. **Res Q Exerc Sport** 1996;67: 48-57.
8. Mann R, Herman J. Kinematic analysis of olympic sprint performance: men's 200 meters. **Int J Sport Biomech** 1985;1:151-162.
9. Mero A, Komi PV, Gregor RJ. Biomechanics of Sprint Running. **Sports Med** 1992;13:376-392.
10. Novacheck TF. The biomechanics of running – review paper. **Gait Posture** 1998;7:77-95.
11. Riehle H. **Introdução na Biomecânica do Esporte**. I parte. Universidade de Konstanz, 1976.
12. Schache AG, Benell KL, Blanch PD, Wrigley TV. The coordinated movement of the lumbo-pelvic-hip complex during running: a literature review. **Gait Posture** 1999;10:30-47.
13. Stofells F, Kober RS, Dal Pupo J, Rocha Jr IC, Mota CB. Análise de variáveis cinemática da corrida de jovens velocistas. **Rev Port Cien Desp** 2007;7:59-67.
14. Tartaruga LAP, Coerjens M, Black GV, Tartaruga PT, Ribas LR, Kruel LF. Efeito da fadiga na cinemática de corredores. **Rev Bras Biomec** 2003;6:39-44.
15. Zatsiorsky VM. **Kinematic of human motion**. Champaign: Human Kinetics, 1998.