

ANALISE DO GESTO DE SAIDA DE BMX (ESTUDO PILOTO)

Diana F. Trochêz. EIA-CES, dtrochez@eia.edu.co
Jose R. Duque. EIA-CES, jduque@ces.edu.co
Juan E. Betancur, EIA, juaneshwa963@gmail.com
Yesid Montoya, EIA-CES, pfymon@eia.edu.co
Luis V. Wilches EIA, pflvwi81@eia.edu.co
Álvaro Escobar. CES, mdalvaro@une.net.co

Resumo. O BMX é uma disciplina do ciclismo competitivo, na qual os esportistas alcançam velocidades de até 60 km/h em uma pista de 400 metros, fazendo todo o recorrido em cerca de 35 segundos.

A saída tem um papel determinante, porque nesta, o corredor pode se localizar adequadamente para conseguir afrontar os obstáculos e chegar ao final da competição nos primeiros lugares.

As análises biomecânicas das fases do gesto de saída realizado por meio de sistemas opto eletrônicos de captura de movimento, permitiram identificar ângulos articulares, velocidades, acelerações e posições, sendo esta informação cruzada com medições antropométricas, eletromiogramas. Descrições qualitativas permitiram calcular quantidades de movimento, potências e impulsos nas diferentes fases observadas. Isto proporcionou aos treinadores a informação necessária para melhorar o gesto, obter a maior eficiência mecânica e desenhar planos de treinamento.

Palavras chave: Análise biomecânico, captura de movimento, BMX

1. INTRODUÇÃO

O BMX é uma disciplina do ciclismo de competição na qual os esportistas, com o uso de uma bicicleta com desenho particular, competem numa pista de 400 metros, que é dividida em 4 etapas retas com obstáculos de dificuldade variável e inclinações transversais que as unem. Oito corredores tomam a saída desde uma rampa de 8 metros de altura, na qual se alcançam velocidades até de 60 km/h. Uma volta no circuito tem uma duração de aproximadamente 35 segundos. Este esporte é relativamente novo, e por isso há pouca pesquisa científica. Só em 1993 o esporte foi reconhecido oficialmente pela união ciclística internacional (UCI) e só em 2008 foi a primeira apresentação nos jogos olímpicos de Beijing.

Existem múltiplos fatores que contribuem ao êxito do corredor, mas a saída é um dos mais importantes, porque permite ao esportista se localizar adequadamente para superar os obstáculos da pista e conseguir um bom lugar na primeira reta, o que ajuda muito a conseguir um primeiro lugar na competição. (McCormack, L. 2010).

A análise biomecânica do gesto de saída pode ser fundamental para a adequada preparação dos atletas, pois oferecem aos treinadores a informação científica que se precisa para otimizar o posicionamento corporal do esportista e conseguir um melhor rendimento e eficiência mecânica.

Este estudo piloto procurou determinar as variáveis cinemáticas do gesto de saída em corredores de BMX para melhorar o desempenho nos primeiros segundos da competição.

Para alcançar o objetivo, se trabalhou com um sistema de captura de movimento com câmeras optoeletrônicas com uma taxa de aquisição de 250 Hz, o que permitiu obter os valores de velocidades, aceleração e ângulos articulares durante a execução do gesto de saída.

2. MATERIAS E METODOS

A pesquisa se baseou num processo observacional qualitativo e quantitativo, com desenho quase experimental aplicado em uma amostra de 5 esportistas. O método utilizado pode-se resumir em três etapas:

- Recopilação da informação orientada à identificação das variáveis do estudo mediante uma revisão bibliográfica e a realização de provas físicas sobre os esportistas num simulador que foram registradas com técnicas de eletromiografia, fotográficas e vídeo.
- Descrição do gesto de pedalar parado e do gesto de saída nos esportistas partindo de uma análise cinemática e a potência mecânica na primeira fase do gesto. Neste ponto resultou ser útil a medição da ativação muscular do músculo, a posição, velocidade e aceleração de diferentes pontos do corpo, ângulos articulares e medidas antropométricas dos esportistas.
- Sugestões para novos gestos de saída, segundo as recomendações feitas pelos treinadores e do estudo preliminar com os dados obtidos na etapa prévia de descrição.

Na pesquisa se usaram diferentes equipamentos, cenários e softwares para registrar, processar e analisar a informação adquirida nos esportistas. Para o estudo da atividade elétrica produzida pelos músculos esqueléticos usou-se um eletromiógrafo de superfície FREEEMG (btsbioengineering, 2014) Para a captura de movimentos se utilizou um sistema MoCAP BTS SMART DX;7000 com uma taxa de aquisição de 250 Hz (btsbioengineering, 2014) e fotocélulas

para quantificar velocidades totais da prova. Os esportistas usaram três diferentes cenários destinados a medir as posições e proporções dos corredores respeito a suas bicicletas, posições da pedalada e finalmente posições do gesto de saída. Os cenários consistiram em marcos de ferro, bandas, rampas que foram ajustadas segundo a necessidade.

O modelo de marcadores registrado pelo MoCap consistiu num grupo de 23 marcadores refletivos, 23 em pontos anatômicos do corpo, 2 no capacete, 3 na rampa e 11 na bicicleta. (Figura. 1)



Figura. 1 Localização dos marcadores

Os músculos bilaterais avaliados pela eletromiografia de superfície foram glúteo máximo (GLMA), semitendinoso (ST), tibial anterior (TA), e sóleo (SOL).

As ferramentas de software utilizadas foram um Smart Analyzer™ de BTS SMART™ que suporta o MoCap para a aquisição de posições, velocidades e acelerações (Btsbioengineering, 2014). Adicionalmente foi usado o software Kinovea™ para as análises estáticas e preliminares (Kinovea, 2014)

2. GESTO DE SAIDA

O gesto de saída é descrito (March, e Zabala, 2007; McCormack, L. 2010) como um gesto de 4 fases, mas depois da análise e a descrição qualitativa da posição de saída se identificaram 5 fases (Figura. 3), seguindo a posição dos pedais (Figura. 2) e os estímulos visuais e sonoros que são emitidos pelo sistema eletrônico Progate (fabricado por ProStuff Rockfor IL, USA)

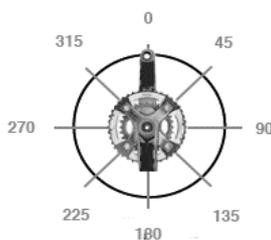


Figura. 2 Ângulos do pedal

Fase 1: linha de base

Começa com um comando de voz “OK riders, random start” com uma duração 1,2 s, seguido de uma pausa com duração 2,1 s; que tem como objetivo chamar a atenção dos pilotos, agora o atleta está em repouso, com os pedais a 90 ° e 270 °, aproximadamente, as pernas ligeiramente flexionadas, costas retas, quadris para trás, tronco rígido e braços reto e relaxados

Neste momento o sistema Progate de saída emite um terceiro comando de voz:” watch the gate” que dura 0,6 s, seguido de uma pausa aleatória de duração variável (0,1-2,7 s), terminando com uma sequência visuais (luz de 4 luzes) e auditivos quatro sons consecutivos de duração constante leva 0,35 s para abrir caminho para a queda da grade. (McCormack, L. 2010).

Neste momento, o ciclista se afasta e move seus quadris, cabeça e tronco para frente, flexiona os joelhos ligeiramente e se prepara para a fase de lançamento, na transição da fase o esportista move o quadril para atrás procurando um impulso.

Fase 2: Lançamento

Nesta fase cai grade, o atleta aplica o seu peso no pedal da extremidade dominante. Nesta fase, ocorre a transmissão de forças. Começa a primeira pedalada, o recorrido do pedal vai de 90 ° até 135 °, a cabeça e o quadril avançam para frente; durante esta fase se dá a extensão do joelho dominante e a flexão do não dominante.

Fase 3: pedal dominante 135°

As articulações dos membros inferiores e cotovelos continuam fazendo extensão, fazendo recair inteiramente o peso sobre os pedais, alcançando sua maior extensão na posição 180 ° do pedal

Fase 4: ponto morto, 0° e 180 °

Acontece uma mudança de direção, nesta fase o pedal dominante atinge 180°, que é um ponto morto onde existe uma mudança no sentido da velocidade. A transição de movimento dá passo ao segundo curso do pedal, desta vez com a perna não-dominante que se encontra com o quadril e joelho em flexão máxima.

O quadril começa a retroceder como resultado do movimento. A perna dominante começa a se flexionar, flexionando o quadril e joelho. A perna não-dominante está disposta para se alongar e transmitir energia na segunda pedalada, sendo que desta vez terá todo o intervalo de 0-90 ° para a aplicação da força.

Fase 5: pedal não dominante a 90 °

A perna não-dominante estende joelho, quadril e tornozelo, o corpo se move para a frente para fazer uma boa transmissão de energia para o pedal. À medida que a flexão da perna dominante começa novamente. Quando a perna não-dominante atinge 180°, se considerada o fim do gesto de saída.



Figura. 3 Reconstrução digital do gesto de saída

A análise cinemática dos ângulos mostrou que cada piloto adotou uma postura de arranque diferente em sua bicicleta. A grande dispersão dos valores obtidos sugere que este parâmetro não é uma variável de fácil análise e comparação entre os sujeitos, e não permitiu estabelecer uma forte semelhança ou diferença entre um atleta e outro.

Para isso se fizeram análises posteriores, partindo da informação proporcionada pelo marcador do sacro que se assumiu com trajetória aproximada ao centro de massa. Só se considerou até a 4ª fase devido a perda de informação de velocidades no marcador do sacro de alguns sujeitos.

3. 4. POTÊNCIA E IMPULSO

Para conhecer e comparar as saídas dos esportistas, foram selecionas a melhor saída entre dez provas, partindo dos melhores tempos registrados pelas fotocélulas elétricas. Se calculou previamente a força (\vec{F}) partindo da quantidade de movimento. Sendo a potência (Pot) a rapidez com que a força realiza um trabalho sobre um corpo (Sears, Zemansky et.al 2004) se calculou, em termos de velocidade e força, a potência do corpo dos esportistas em cada fase Eq. (1).

$$Pot = \vec{F}(V_{RP}) \tag{1}$$

Onde V_{RP} é a velocidade resultante média da soma dos vetores velocidade em dois instantes de tempo diferentes.

Se calculou adicionalmente a o impulso em cada fase partindo da Equação. (2).

$$\vec{J} = \sum \vec{F} (t_2 - t_1) = m(v_2 - v_1) \tag{2}$$

Onde m é a massa do esportista , t é o tempo e v a velocidade.

No gráfico de potência (Figura. 4) observou-se que os sujeitos 1 e 3 vão aumentando a energia cinética que transmitem à bicicleta devido as curvas suaves, e que vão aumentando em cada fase. Os sujeitos 2, 4 e 5 mostraram mudanças bruscas de velocidade, que se refletiram na perda de potência na fase 3. Este evento tem influência na ineficiência, já que não manter a velocidade progressiva gera picos no impulso (Figura. 5) e potência na fase 2 e 3.

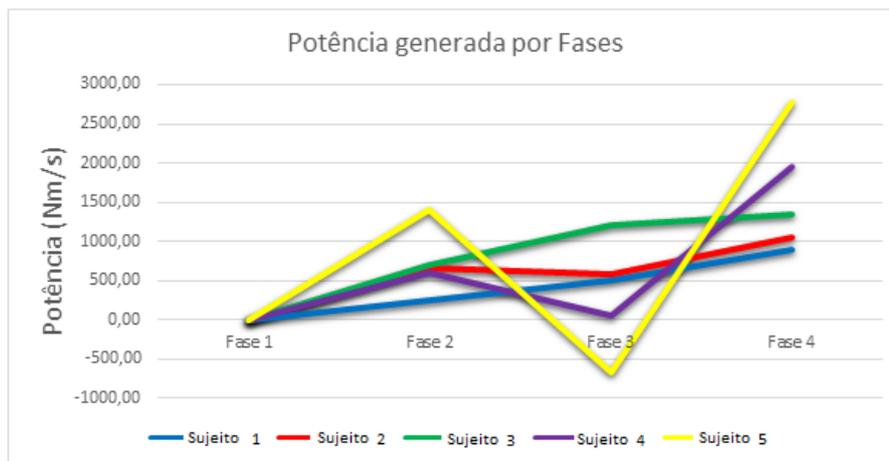


Figura. 4 Potência gerada pelos sujeitos de prova nas 4 fases

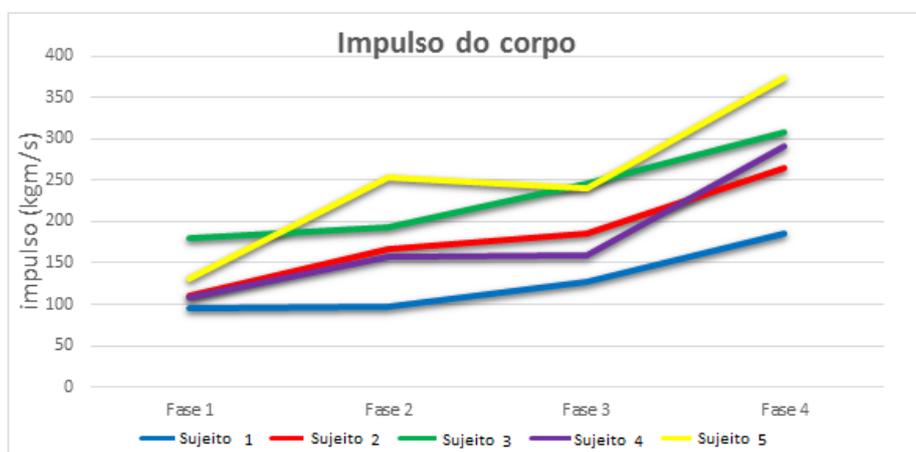


Figura. 5 Impulso do corpo em cada fase

6. CONCLUSÕES

A descrição qualitativa da saída adotada pelos corredores é fundamental para decidir quais fases devem ser analisadas quantitativamente. É importante, em estudos posteriores, fazer a comparação entre a postura adotada por cada um dos esportistas com os parâmetros avaliados como potência, velocidade, quantidade de movimento e, partindo disso, propor a postura ideal na bicicleta no gesto de saída.

O protocolo feito para a obtenção dos parâmetros cinemáticos foi aceitável para formular recomendações relevantes para melhorar o treinamento dos corredores. Alguns esportistas apresentam variações na geração da potência e nas velocidades em cada fase, mas a quantidade de movimento ou impulso se mantém em ascensão.

A potência instantânea em cada fase é mais importante que a soma total gerada nas quatro fases, devido ao fato de que o ideal é manter e aumentar a potência.

Os ciclistas apresentaram variações na velocidade e potência geradas em cada fase, mas observou-se que conseguir manter um aumento de velocidade na fase 3 poderia refletir aumento da potência pelo mesmo numa perda menor da energia cinética. A fase 3 resultou ser decisiva, já que a perda de potência nesta faz do gesto ineficiente.

É importante que em os próximos estudos se consiga sincronizar a eletromiografia de superfície com os registros obtidos pelo sistema de captura de movimento, pois a informação da ativação muscular em cada fase pode ser valiosa para fazer o treinamento de músculos específicos.

Fazer os experimentos na pista real de BMX poderia fazer que os atletas fizessem o gesto do jeito mais natural, mais para isso se precisaria de um MoCAP para exteriores.

Aumentar a mostra poderia dar dados concluintes, pois 5 sujeitos não representam a população, mas por ser um estudo exploratório num campo pouco estudado, o protocolo de prova cria um precedente para futuros projetos.

3. REFERÊNCIAS

Btsbioengineering, BTS SMART DX-7000 (2014) www.btsbioengineering.com/products/kinematics/bts-smart-dx/ [En línea 15/10/14]

Kinovea, (2014) <http://www.kinovea.org/> [En línea 15/10/14]

March M M, Zabala, Mikel D. (2007) Optimización del rendimiento en la salida ciclista de BMX mediante la técnica slingshot, Revista Digital-Buenos Aires

Mccormack, L. Pro BMX Skills equipment, techniques, tactics and training. Race Line Publishing, 1ra edición, 2010

Sears, Zemansky et.al Física universitaria décimo primera edición, volumen I. Pearson, México. 2004.

4. AGRADECIMENTOS

Obrigado a os esportistas, treinadores e pessoal auxiliar nas provas e registros, Universidade CES, Escuela de Ingeniería de Antioquia (EIA), Tecnoparque (nodo Medellín) e todos os que fizeram possível a execução deste projeto piloto.

5. ABSTRACT

The BMX is a discipline of competitive cycling in which, on a 400 meter track the athletes reach speeds up to 60 kilometers per hour, doing the whole journey in just 35 seconds. The output has a decisive role, because in this, the cyclist can properly located to achieve face obstacles and reach the final of the competition in the first place.

Biomechanical analysis of the phases of gesture output was performed by means of optoelectronic systems capture movement, which identified joint angles, velocities, accelerations and positions, this information crossed with anthropometric and qualitative descriptions electromyogram measurements, enabled the calculation of the momentum, powers and impulses observed in the different phases. This gave the coaches the necessary information to improve gesture, get higher mechanical efficiency and design training plans.