

Análise Tridimensional do Arremesso com Apoio no Handebol

Three-Dimensional Analysis of Supported Shot in Handball

Flávio Afonso Montes^{a*}; Daniel Bemfato Dezan^a; Diogo Cardoso Santos^a; Eduardo Martini^a;
Carlos Augusto Zimmerman^a; Simone Carneiro Gomes^a

^aFaculdade de Motricidade Humana, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, Portugal

*E-mail: flavio.montes@hotmail.com

Recebido: 13 de setembro de 2011; Aceito: 27 de dezembro de 2011.

Resumo

O arremesso no handebol é um gesto complexo e rápido podendo ser realizado com um salto prévio ou com os pés em contacto com o solo (arremesso em apoio). A fim de tentar compreender as variáveis envolvidas no arremesso com apoio no handebol, o presente trabalho teve como objetivo principal analisar as componentes críticas envolvidas na fase de aceleração do braço. Os dados foram coletados perante um atleta de handebol do sexo masculino, 27 anos, 94Kg e 190 cm de altura. Os resultados foram obtidos através de análise tridimensional (3D), sendo utilizadas 6 câmeras de vídeo com ritmo de amostragem de 200 imagens por segundo. Para análise das variáveis cinemáticas foi usado um software “C-Motion INC - Visual 3D Professional”. A posição angular e velocidade de rotação interna do ombro no momento do lançamento da bola foi de 58° graus e 1159 %/s, respectivamente. O cotovelo apresentou 56° de flexão e 907 %/s de velocidade no momento de liberação da bola. A velocidade linear da bola foi de 22 m/s. Levando em consideração o fato de que a rotação interna do ombro juntamente com a extensão do cotovelo correspondem a 73% da velocidade da bola podemos concluir que é necessário analisar outras componentes críticas para melhor compreensão do gesto.

Palavras-chave: Esportes. Biomecânica. Ombro. Traumatismos em Atletas.

Abstract

The shot in handball is a complex and fast gesture that can be performed prior to a jump or with feet in contact with the ground (supported shot). In order to try to understand the variables involved in handball supported shot, this study aimed to analyze the critical components involved in the arm acceleration period. Data were collected from a male handball athlete, 27 years old, 94 kg, and 190 cm tall. The results were obtained through three-dimensional analysis (3D), which required 6 video cameras with sampling rate of 200 frames per second. In order to analyze kinematic variables, a “C-Motion Inc – Professional Visual 3D” software was used. The angular position and speed of internal rotation of the shoulder at the moment of the shot were 58 degrees and 1159 %/s, respectively. The elbow presented a 56° flexion and 907%/s speed at the time of the ball release. The linear speed of the ball was 22 m/s. Taking into account the fact that the internal rotation of the shoulder along with the elbow extension corresponds to 73% of the ball speed, we can conclude that it is necessary to analyze other critical components to better comprehend the gesture.

Keywords: Sports. Biomechanics. Shoulder. Injuries in Athletes.

1 Introdução

O arremesso no handebol é um gesto complexo e rápido podendo ser dividido em seis fases: progressão (corrida), passada, armação do braço, aceleração e desaceleração do braço e acompanhamento¹. Há autores que analisam o gesto de forma mais simplista ao considerar apenas os movimentos que envolvem o tronco e o membro superior dominante. Esta distinção se deve principalmente pela ambiguidade do gesto, ou seja, a técnica do arremesso pode ser realizada fazendo-se uso de um salto prévio ou com os pés em contacto com o solo (arremesso em apoio). No entanto, alguns pontos como a rotação do tronco, adução horizontal do braço, rotação interna do ombro, extensão do cotovelo e flexão palmar são característicos do gesto.

Além do handebol, outros gestos desportivos como o lançamento no *baseball*, *smash* no *tênis* e no *badminton* ou o arremesso do dardo no atletismo, por exemplo, requerem dos treinadores e demais estudiosos da área, altos níveis de percepção e entendimento técnico, a fim de, tentar encontrar

formas ou padrões de movimentos mais eficazes². Em geral, ações desta magnitude apresentam na essência um conjunto de características comuns como a intervenção dos mesmos grupos musculares e coordenação neuromuscular semelhante. Nessa sequência gestual, o ombro desempenha papel determinante, possibilitando a transferência de energia cinética gerada nos membros inferiores e tronco para o membro superior³. Outra característica desde movimento sequencial é a magnitude da rotação do úmero. De acordo com estudo⁴, os arremessos mais rápidos no beisebol têm a maior e mais rápida rotação interna do ombro e cotovelo.

No handebol são poucos os estudos destinados a analisar esta variável, o que dificulta a compreensão e o estabelecimento de possíveis modelos sequenciais deste movimento^{5,6}. Sendo assim, a fim de tentar compreender as variáveis envolvidas no arremesso com apoio no handebol o presente trabalho teve como objetivo principal analisar os componentes críticos envolvidos na fase de aceleração do braço.

2 Material e Métodos

Para o gesto supra descrito, os fatores cinemáticos que caracterizam a performance atlética são principalmente o ângulo do cotovelo e a velocidade máxima da rotação interna do ombro no momento da liberação da bola⁷. Além desses parâmetros, para melhor compreensão do gesto, a pesquisa abordou outros aspectos como o posicionamento e a velocidade angular do ombro e do cotovelo para a fase total de aceleração do braço e a velocidade linear da bola.

Os procedimentos experimentais realizados nesta pesquisa foram aprovados pelo Comitê de Ética da Universidade Técnica de Lisboa – Faculdade de Motricidade Humana de Lisboa.

2.1 Amostra

Os dados foram coletados de um atleta de handebol do sexo masculino, 27 anos, 94Kg e 190 cm de altura. O sujeito avaliado disputou competições em nível nacional (Brasil) entre os períodos de 1999 - 2009. No momento da coleta o jogador estava a 4 meses sem participar de treinos ou competições da modalidade.

2.2 Caracterização do gesto analisado

Para maior compreensão da técnica de arremesso proposta pelo estudo, o gesto foi dividido didaticamente em 3 fases: preparação do braço, aceleração do braço e desaceleração do braço. Isso significa que cada fase transmite a seguinte quantidade de energia mecânica acumulada:

Na primeira fase ou preparação do braço, ocorre extensão com rotação do tronco, extensão do cotovelo, rotação externa do ombro, abdução do ombro e dorsoflexão do punho. Já na segunda fase, aceleração do braço, o movimento inicia-se com flexão lateral com rotação do tronco, adução horizontal do braço, rotação interna do ombro, extensão do cotovelo e flexão palmar. Concluindo o movimento, a terceira fase (desaceleração do braço) caracteriza-se pela continuidade da rotação interna do ombro (fator protetor) com flexão do cotovelo e flexão do tronco, como podemos observar na Figura 1.



Fase Preparatória

Aceleração Braço

Desaceleração

Fonte: Tillaar e Ettema⁷

Figura 1: Arremesso no handebol e suas diferentes fases

O presente estudo, basiou-se na segunda fase do movimento, caracterizando apenas os fatores principais da tarefa.

2.3 Realização do teste

O teste foi antecedido de breve aquecimento geral livre visto a experiência do avaliado. Logo após, foram executados dez arremessos em apoio (pé da frente sempre em contato com o solo), sem deslocamento prévio, como é feito em um lançamento livre de 7 metros. Os remates foram realizados a 7 metros de distância, tendo como referência uma baliza com 2 metros de altura por 3 de comprimento. O avaliado foi instruído a fazer os remates sempre na direção do alvo na maior velocidade possível. Entre um remate e outro o intervalo foi de 40 segundos a fim de evitar o processo de fadiga, no qual os níveis das reservas de ATP-PC são restaurados em aproximadamente 70% da capacidade ideal em cerca de 30 segundos⁸.

Os resultados foram obtidos por meio de análise tridimensional (3D), sendo utilizadas seis câmeras de vídeo com ritmo de amostragem de 200 imagens por segundo. Para análise das variáveis cinemáticas foi usado um software “C-Motion INC - Visual 3D Professional”.

As posições dos marcadores reflexivos foram expostas nos diferentes segmentos articulares:

- Membro Superior:
- Mão: 1º e 4º metacarpos;
- Punho: processo estilóides ulnar e radial;
- Cotovelo: epicôndilo lateral e medial; e
- Ombro: uma marca no ombro direito e uma no esquerdo.

Além das marcas, foram utilizados sensores (*clusters*) no braço e no antebraço do membro dominante (o qual foi utilizado para realizar o remate), a fim de analisar a rotação dos segmentos.

- Tronco,
- Espinha ilíaca: duas marcas na região antero-superior;
- Crista ilíaca: duas marcas, uma em cada crista ilíaca do quadril; e
- Região do esterno: um sensor (*cluster*).

Para a realização do teste foram utilizados ainda, alguns materiais apropriados: uma bola de handebol, modelo h3, marca Adidas; uma baliza (alvo) com 2 metros de altura e 3 metros de comprimento; fita métrica para medir as dimensões do alvo e a distância deste em relação ao avaliado.

3 Resultados e Discussão

Iniciando a análise do movimento pela articulação proximal, plano de movimento em y. Verificou-se após a fase preparatória, um leve movimento de rotação externa passando para uma rotação interna, em um movimento dinâmico transferindo a energia cinética para o punho e conseqüentemente à bola. Através da análise verificou-se que

o ângulo máximo de rotação externa foi de 67° , sendo que no momento da liberação da bola o ângulo foi de 58° (Figura 2).

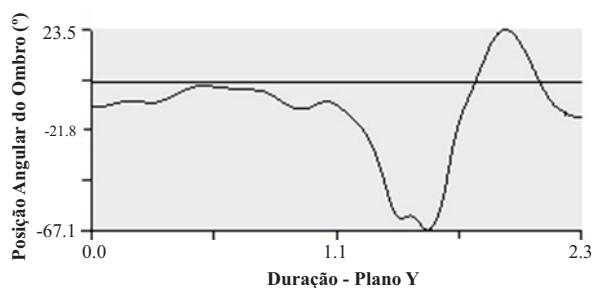


Figura 2: Posição Angular do Ombro

Já para a velocidade angular do ombro verificou-se o pico de aceleração do movimento imediatamente antes da liberação da bola e o pico de velocidade após este momento. A velocidade de rotação interna no momento de lançamento da bola foi de 1159 %/s, sendo que a máxima foi de 1309 %/s (Figura 3).

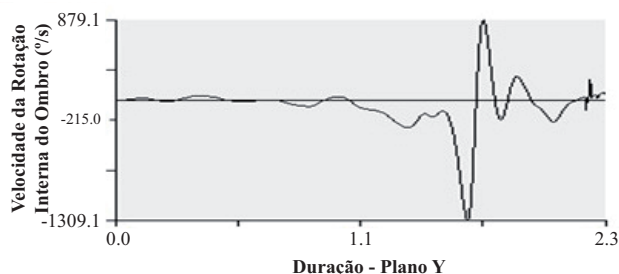


Figura 3: Velocidade Angular do Ombro

O movimento do cotovelo nesta fase se caracteriza como uma flexão e rapidamente uma extensão com aproximadamente 56° de flexão no momento de liberação da bola (Figura 4).

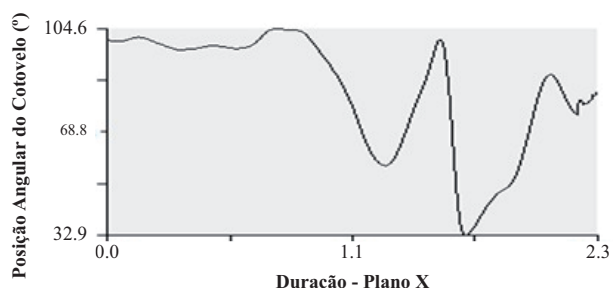


Figura 4: Posição Angular do Cotovelo

Em relação a velocidade angular do cotovelo atingiu o seu pico, 1014 %/s muito próximo do momento de liberação da bola, 0,03 segundos e no momento de saída 907 %/s (Figura 5).

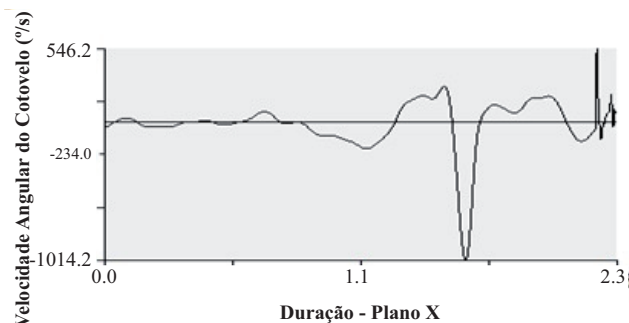


Figura 5: Velocidade Angular do Cotovelo

Através do gráfico, podemos verificar que a velocidade da bola no momento de saída foi de 22m/s, (Figura 6).

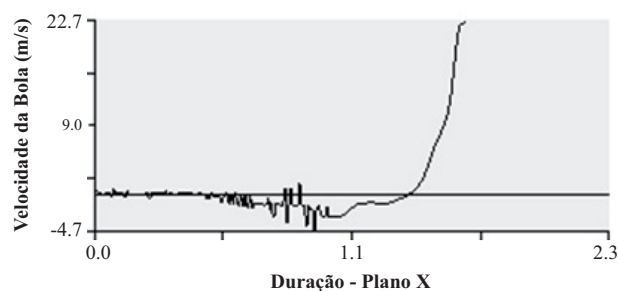


Figura 6: Velocidade da Bola

Tendo como ponto de partida a velocidade linear da bola este estudo está de acordo com os apontamentos de outros autores^{4,9}. Em relação a máxima velocidade de rotação interna do ombro podemos considerar que esta variável não influenciou positivamente para maior velocidade do lançamento da bola. Tendo em vista que o sujeito avaliado neste estudo apresentou pico de velocidade (rotação interna do ombro) de 1159 %/s momentos antes do lançamento da bola e 1309 %/s logo após o lançamento da bola e que outros estudos apresentaram valores médios bem superiores de rotação interna do ombro 3064 %/s, para uma velocidade linear similar da bola (21,5 m/s) podemos dizer que neste estudo a máxima rotação interna do ombro não foi determinante para maior velocidade linear da bola⁷. Segundo alguns autores a rotação interna do ombro juntamente com a extensão do cotovelo correspondem a (73%) da velocidade da bola. Para eles o restante (27%) e explicados pela combinação das demais articulações envolvidas no gesto¹⁰.

Em relação ao pico de velocidade angular do cotovelo o sujeito avaliado neste estudo apresentou pico de velocidade de 1014 %/s muito próximo do momento de lançamento da bola (0,03 segundos), próximo dos valores encontrados estudo⁷, que apresentou valores médios de 1430 %/s, evidenciando a similaridade entre os estudos. O posicionamento angular do cotovelo no momento da liberação da bola apresentou

diferença de 10° entre os estudos. No presente estudo o sujeito lançou a bola com amplitude de 56° enquanto os sujeitos do estudo de Tillaar e Ettema, apresentaram valores médios de 46°.

Levando em consideração o fato de que as variáveis que melhor contribuem para o arremesso no handebol são a posição angular do cotovelo (momento da liberação da bola), a velocidade de rotação interna do ombro e a posição da pelve⁷, neste estudo como a velocidade máxima de rotação interna do ombro (1159 °/s) antes do lançamento da bola foi inferior que os valores encontrados no estudo¹, podemos supor que o sucesso deste atleta durante o lançamento da bola pode estar atribuído a outras componentes críticas como, por exemplo, a posição da pelve, embora esta variável não tenha sido mensurada. Não podemos deixar de citar também o fato de que neste trabalho a amostra foi extremamente pequena, no qual apenas um sujeito foi avaliado. Desta forma, podemos considerar que além do membro dominante, o tronco e quadril, são importantes componentes críticas do arremesso com apoio no handebol e que devem ser, portanto componentes importantes para análises posteriores.

4 Conclusão

Este estudo demonstrou a complexidade da análise do movimento do handebol, sendo necessária uma análise tridimensional de outras variáveis que possam vir a influenciar o sucesso do remate em apoio do tiro de 7 m. Esta necessidade fica claramente visível através da comparação da velocidade máxima da bola, que foi similar entre os indivíduos apontados na literatura consultada e o sujeito analisado na presente pesquisa, apesar da velocidade angular da rotação interna do ombro ter sido significativamente diferente.

Será fundamental para melhor compreensão deste gesto, um modelo que analise outras componentes críticas, como

rotação do tronco em relação a pelve, velocidade angular e posicionamento do punho, análise do centro de gravidade e apoio.

Através da revisão bibliográfica, não foi possível encontrar um posicionamento angular ótimo do cotovelo para a performance, fazendo disso uma sugestão para futuros estudos. Deve ser considerado também a especificidade da posição de jogo dos atletas e suas características antropométricas.

Referências

1. Werner SL, Fleisig GS, Dillman CJ, Andrews JR. Biomechanics of the elbow during baseball pitching. *J Orthop Sports Phys Ther* 2003;17(4):274-78.
2. Feltner, ME, Taylor G. Three-dimensional kinetics of the shoulder, elbow, and wrist during a penalty throw 3-D Analysis in Overarm Throwing in water polo. *J Appl Biomech* 1997;13:347-72.
3. Pezarat CP. Perfil muscular do ombro de atletas praticantes de ações de lançamento. *Rev Port Fisiot Desp* 2010;4(1):34-42.
4. Fradet L, Botcazou M, Durocher C, Cretual A, Multon F. Do handball throws always exhibit a proximal-to-distal segmental sequence? *J Sport Sci* 2004;22(5):439-47.
5. Whiting WC. Body segment and release parameter contributions to new-rules javelin throwing. *Int J Sports Biomech* 1991;7:111-24.
6. Bartlett R, Muller E, Lindinger S, Brunner F, Morriss C. Three-dimensional evaluation of the kinematic release parameters for javelin throwers of different skill levels. *J Appl Biomech* 1996;12:58-71.
7. Tillaar R, Ettema G. A three-dimensional analysis of overarm throwing in experienced handball players. *J Appl Biomech* 2007;23(5):12-9.
8. Foss ML, Kateyub SJ. Bases fisiológicas do exercício e do esporte. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2000.
9. Van den Tillaar R, Ettema G. A force-velocity relationship and coordination patterns in overarm throwing. *J Sports Sci Med* 2004;3:211-9.