

CARACTERIZAÇÃO DAS ACELERAÇÕES 3D NUMA RAQUETE DE TÊNIS DURANTE AS DIVERSAS BATIDAS

*Nuno V. Ramos*¹, *Mário A. P. Vaz*², *Hernâni Lopes*³

¹ INEGI, Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial

² FEUP, Faculdade de Engenharia – Universidade do Porto

³ IPB, Escola Superior de Tecnologia e de Gestão

PALAVRAS CHAVE: Raquete, ténis, medição, acelerações

RESUMO: Neste trabalho é apresentado em estudo que determina as acelerações a que uma raquete de ténis está sujeita durante as diversas batidas; serviço, batida de direita e batida de esquerda. A medição das acelerações assume grande importância uma vez que permite caracterizar as forças geradas nos membros superiores no atleta e assim poder estudar a sua influência nas lesões ao nível do cotovelo (mais conhecida como lesão dos tenistas) e ombro.

As medições foram realizadas com recurso a um acelerómetro de 3 eixos, com capacidade para enviar a informação por telemetria. Previamente a raquete foi estudada para conhecer as suas propriedades estruturais e desta forma compreender a interação entre a raquete e o atleta durante as batidas de maior potência.

1 INTRODUÇÃO

O ténis surgiu no século XII, inicialmente jogado em França pelas classes sociais mais altas. Aproximadamente 100 anos depois a aristocracia britânica começou a praticar este desporto, originando um rápido crescimento em popularidade na Grã-Bretanha. Mais tarde dispersou-se também pelos Estados Unidos da América, chegando a Portugal em 1880 ano em que se realizaram os primeiros jogos de ténis.

Ao nível das raquetes, estas eram inicialmente feitas de madeira e construídas individualmente, resultando de inúmeras ideias para a forma, robustez, massa e tipo de encordoamento.

A raquete de ténis é uma peça de equipamento indispensável para a prática deste desporto e é um dos equipamentos, ao nível de todos os desportos, que atrai maior atenção em termos de avanços tecnológicos.

Uma vez que a raquete é um instrumento individual pode ser personalizado de forma a

adaptar-se à antropometria e estilo de jogo de cada atleta. Utilizando avançadas ferramentas de projecto e materiais compósitos de última geração, têm sido construídas raquetes cujo desempenho excede largamente as clássicas raquetes de madeira e potenciam as capacidades dos atletas.

De entre os muitos parâmetros que são utilizados para caracterizar o comportamento de uma raquete, as acelerações, juntamente com as vibrações, revelam grande importância, uma vez que se supõe que contribuam para a chamada lesão do tenista ou lesão do cotovelo – epicondilite lateral. O estudo das propriedades da raquete foi realizado pelos autores num trabalho anterior [1] sendo o presente orientado para a avaliação da interação desta com o atleta.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Durante um jogo/treino de ténis são realizadas pelos atletas milhares de batidas procurando otimizar o controlo sobre a bola e aumentar a

potência. A tendência de projecto actual aponta para a criação de raquetes que permitem otimizar ambos os parâmetros. Com o aumento das cargas de treino cresce substancialmente o risco de lesão nas articulações.

As raquetes têm sido largamente estudadas e estão hoje perfeitamente caracterizadas, pelo que importa agora estudar a interacção desta com o atleta para compreender melhor as cargas mecânicas sobre as articulações do tenista.

As propriedades dinâmicas da raquete, tais como os modos e frequências de vibração, massa e *swingweight* (peso em balanço) [2] foram já determinadas anteriormente, assim como foram identificados os pontos importantes da raquete: *sweet spot*, *dead spot* e o COR [3-7].

O objectivo deste trabalho consiste na avaliação no risco de lesão associada à batida, procurando compreender a interacção da raquete com o atleta e as solicitações a que as suas articulações estão sujeitas.

Para as medições de campo recorreu-se a um sistema de acelerometria tridimensional com registo por telemetria. A raquete foi instrumentada ao nível da garganta (Fig. 1) com o acelerómetro da marca Microstrain® modelo Inertia-Link® e medidas as acelerações para as três batidas principais.



Fig. 1 – Localização do acelerómetro 3D.

Desta forma foi possível medir as acelerações com o mínimo de perturbação da acção do atleta. Foram realizadas diversas medições envolvendo as batidas que envolvem maior potência, isto é, serviço, batida de direita e batida esquerda. Em alguns casos foi medida simultaneamente a velocidade da bola após a

batida. Na Fig. 2 mostram-se as acelerações registadas durante três serviços consecutivos.

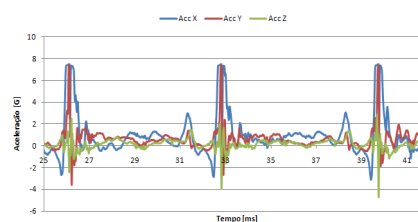


Fig. 2 – Acelerações registadas durante três batidas de serviço.

Utilizando a cinemetria foram registadas as batidas de direita e de esquerda utilizando marcadores nas principais articulações e na garganta da raquete.

Como o acelerómetro utilizado está limitado a uma aceleração máxima de 7,8G, foi detectado *clipping* em todas as batidas realizadas em campo.

Foi posteriormente desenvolvido um programa de ajuste aos valores medidos e extrapolado o valor máximo de 17G para a aceleração. Estes valores foram comparados com os registos de cinemetria para batida idêntica tendo sido obtidos valores máximos de 20G. Esta diferença pode ser explicada pelo facto do acelerómetro adicionar uma massa de cerca de 14% da massa total da raquete.

4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos com sistemas de caracterização da raquete comparam bem com os obtidos com equipamentos existentes no mercado. Pode concluir-se que a caracterização da raquete é apropriada.

O sensor de aceleração ainda que não tenha perturbado significativamente o desempenho do atleta, mostrou algumas limitações no que respeita ao registo do sinal.

Os resultados obtidos revelaram-se consistentes e com boa repetibilidade. Tratando-se de um trabalho preliminar, os resultados já obtidos parecem bastante promissores na procura dos objectivos propostos.

De futuro deverá também recorrer-se a outras técnicas complementares como a

electromiografia para melhor caracterizar a resposta biomecânica do atleta. Do cruzamento destes resultados deverá ser possível otimizar os processos de treino e o projecto das raquetes de forma a diminuir o risco de lesão.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a colaboração e disponibilidade do Professor Nuno Carvalho da Escola de Ténis da Maia pelos ensaios realizados.

REFERÊNCIAS

- [1] Nuno V. Ramos, Mário A. P. Vaz, Hernâni Lopes. *Estudo do comportamento dinâmico de uma raquete de ténis*. 8º Congresso Nacional de Mecânica Experimental.
- [2] H. Brody. *The moment of inertia of a tennis racket*. The Physics Teacher. 1985. Vol. 23(4): 213-216.
- [3] Nuno Viriato Marques Ramos. *Avaliação do Desempenho Dinâmico das Raquetes de Ténis em Condição de Utilização*. Tese de Mestrado. FEUP. Setembro 2009.
- [4] Howard Brody, Rod Cross, Crawford Lindsey. *The physics and technology of tennis*. 2002 USRA. Racquet Tech Publishing.
- [5] J. F. Wilson, J. S. Davis. *Tennis racket shock mitigation experiments*. Journal of Biomechanical Engineering, 1995. Vol. 117: 479-484.
- [6] Rod Cross. *The sweet spots of a tennis racquet*. Sports Engineering. 1998. Vol. 1,63-78.
- [7] L. Meirovitch. *Elements of vibration analysis*. 1986. 2nd Ed. McGraw Hill.

