

Pedro Gonçalves Fonseca

**A INFLUÊNCIA DA RAQUETE DE TÊNIS NA SOBRECARGA DE MEMBROS
SUPERIORES**

Belo Horizonte
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional / UFMG
2015

Pedro Gonçalves Fonseca

**A INFLUÊNCIA DA RAQUETE DE TÊNIS NA SOBRECARGA DE MEMBROS
SUPERIORES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Fisioterapia Esportiva da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito à obtenção do título de Especialista em Fisioterapia Esportiva.

Área de concentração: Fisioterapia Esportiva

Orientador: Joana Ferreira Hornestam

Belo Horizonte
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional / UFMG
2015

Universidade Federal De Minas Gerais Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional Especialização em Fisioterapia Esportiva

Trabalho de Conclusão de Curso intitulado “A Influência da Raquete de Tênis na Sobrecarga de Membros Superiores”, de autoria do aluno Pedro Gonçalves Fonseca, aprovado pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Profa. Joana Horneham - Orientadora

Professor

Professor

RESUMO

As propriedades da raquete podem contribuir para o aumento da sobrecarga nos membros superiores de tenistas, aumentando o risco de lesões. A vibração transmitida através dos golpes e a força de preensão no cabo da raquete afetam a demanda sobre o antebraço e podem ser influenciadas pelo tamanho da cabeça, rigidez, distribuição do peso, tamanho da empunhadura e tensão das cordas. O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão da literatura para investigar como essas propriedades podem contribuir no desenvolvimento de lesões no punho, cotovelo e ombro. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica na base Medline e 13 estudos foram incluídos na revisão. A análise dos estudos sugere que a sobrecarga dos membros superiores durante a partida de tênis sofre influência de propriedades da raquete.

Palavras-chave: Raquete de Tênis. Sobrecarga. Lesões no Tênis. Vibração. Membros Superiores.

ABSTRACT

The racket properties may contribute to increase overload in the upper limbs of tennis players, increasing the risk of injury. The vibration transmitted through the strokes and the grip strength in the racket cable affect demand on the forearm and may be influenced by the size of the head, stiffness, weight distribution, size of grip and string tension. The objective of this study was to conduct a literature review to investigate how these properties can contribute to the development of lesions in the wrist, elbow and shoulder. A literature search was conducted in MEDLINE, and 13 studies were included in the review. The studies suggest that overloading of upper limbs during the tennis match is influenced by properties of the racket.

Keywords: Tennis Racket. Overload. Tennis Injuries. Vibrations. Upper Limbs.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	7
2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	10
3	RESULTADOS.....	11
4	DISCUSSÃO.....	12
5	CONCLUSÃO.....	16
	REFERÊNCIAS.....	17

1 INTRODUÇÃO

A escolha da raquete é de extrema importância para o tenista profissional e amador. Uma raquete inadequada pode contribuir para um aumento da sobrecarga em músculos e articulações dos membros superiores durante o jogo de tênis (HENNIG, 2007; MARX *et al.*, 2001; CREVEAUX *et al.*, 2013; GRUCHOW *et al.*, 1979; ROGOWSKI *et al.*, 2014). Diversas variáveis devem ser analisadas ao escolher a raquete, tais como o peso e sua distribuição, a rigidez e o tamanho da cabeça e da empunhadura (HENNIG, 2007). O conhecimento de tais variáveis pode favorecer o processo de prevenção de lesões, especialmente em membros superiores, e o retorno mais breve e seguro do jogador às quadras de tênis, nos casos de reabilitação (HENNIG *et al.*, 1992; HENNIG, 2007; DINES *et al.*, 2015).

O tamanho da cabeça e a rigidez da raquete interferem diretamente na vibração transmitida ao antebraço durante o contato raquete-bola, que pode aumentar a sobrecarga em membros superiores, potencializando o risco de lesão (HENNIG *et al.*, 1992; ROGOWSKI *et al.*, 2015). Essas duas propriedades da raquete devem ser fortemente consideradas por tenistas em reabilitação ou prevenção de epicondilite lateral (“cotovelo de tenista”), por exemplo, já que a literatura mostra relação entre o aumento da vibração, em especial durante o backhand (golpe de fundo de quadra) de uma mão, e esta lesão (BERNHANG *et al.*, 1974; GROPPPEL *et al.*, 1986; HATZE *et al.*, 1976; ILFELD, 1992; KELLEY *et al.*, 1994). Raquetes mais rígidas absorvem menos energia durante os golpes, resultando em menores amplitudes de vibração transferidas ao corpo (HENNIG, 2007). Raquetes com a cabeça maior possuem um maior momento polar, o que faz com que o impacto de bolas batidas fora do centro da raquete seja menor e a vibração transmitida também seja menor (KNUDSON, 1991).

A força de preensão do jogador ao segurar a raquete também está relacionada com a vibração transmitida para o antebraço (ENGEL *et al.*, 1995; HATZE *et al.*, 1976). Segundo Rossi *et al.* (2014), existe um tamanho de empunhadura ideal para cada jogador que pode induzir uma redução na força de preensão durante os golpes. Portanto, uma empunhadura pequena ou grande pode exigir do jogador maior força de preensão para segurar a raquete, aumentando assim o risco de epiconditite lateral (ROSSI *et al.*, 2014; HENNIG, 2007; ENGEL *et al.*, 1995). Entretanto, esta

informação parece não ser conclusiva na literatura. Hatch *et al.* (2006) não encontraram diferença significativa entre tamanhos de empunhadura e o padrão de ativação dos músculos do antebraço. Estes autores analisaram a empunhadura $\frac{1}{4}$ (NIRSCHL, 1981) maior ou menor em relação ao tamanho usado pelo jogador e concluíram que uma variação neste tamanho não é fator de risco para lesão em membros superiores (e.g. epicondilite lateral). A tensão nas cordas da raquete pode ser outro fator que interfere na sobrecarga de membros superiores dos tenistas durante a partida. O uso de raquetes com menor tensão nas cordas tem um papel importante na redução da energia absorvida pelos membros superiores durante os golpes (ENGEL *et al.*, 1995; KNUDSON 1991; BAKER *et al.*, 1978). Engel *et al.* (1995) encontraram um maior pico da força de reação em raquetes encordoadas com menor tensão. Como resultado, ocorre não só um aumento da velocidade das bolas rebatidas, mas também uma diminuição do risco de lesões por sobrecarga gerada pela vibração nos músculos e tendões do punho, cotovelo e ombro (HENNIG *et al.*, 1992). Por outro lado, o uso de antivibradores, outro mecanismo muito usado para minimizar as vibrações transmitidas ao jogador, permanece sem eficácia comprovada. Até agora, estudos não conseguiram comprovar que eles reduzem a vibração transmitida e o desconforto do impacto na mão e no braço (STROEDE *et al.*, 1999; LI *et al.*, 2004). Portanto, o uso de antivibradores parece não contribuir para a redução da incidência de lesões causada por maiores vibrações.

O peso e a sua distribuição na raquete tem importante relação com o padrão de ativação muscular e a força de preensão. Rogowski *et al.* (2009) observaram relação entre o peso da raquete e o nível de ativação de músculos do ombro. Os achados destes autores tendem a confirmar que o uso de raquetes muito pesadas pode aumentar a demanda no ombro e o potencial de lesão. Além disso, a distribuição do peso na raquete pode também alterar os riscos de lesão nos jogadores. Raquetes de tênis podem ser classificadas como neutra/equilibrada, cabeça pesada ou cabeça leve, dependendo de onde o ponto de equilíbrio ou centro de massa está, respectivamente, no centro da raquete, perto da cabeça ou perto do cabo da raquete (CROSS, 2001). Rossi *et al.* (2015) encontraram valores de força de preensão 36% maiores em tenistas que utilizavam raquetes com o peso no cabo, em comparação com tenistas que utilizavam raquetes com o peso no centro da raquete. Como abordado previamente, esse aumento da força de preensão encontrado em raquetes

com o peso no cabo, está diretamente relacionado ao aumento da sobrecarga nos membros superiores (ROSSI *et al.*, 2014).

As características da raquete influenciam diretamente na performance e na demanda sobre o tenista (HENNIG, 2007). Cada propriedade da raquete deve ser analisada, com o objetivo de reduzir as cargas mecânicas ao membro superior do tenista, durante a partida de tênis. Dessa forma, o tenista conseguirá o máximo desempenho em sua modalidade esportiva, com o menor risco de sofrer lesão relacionada à raquete. O objetivo dessa revisão é fornecer uma visão geral do conhecimento científico acerca da relação da raquete de tênis com a sobrecarga em membros superiores durante o jogo de tênis.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Uma pesquisa bibliográfica foi realizada na base de dados Medline, sem restrições de data de publicação, idioma ou características descritivas dos participantes. Os artigos foram identificados pela combinação do termo “raquete de tênis” com os termos: sobrecarga, lesões, membros superiores, e pela combinação do termo “tennis racket” com os termos: *overload, injury, upper limb*. Os artigos mais relevantes foram selecionados após a leitura dos títulos e resumos. Para complementar a revisão da literatura, foram incluídas pesquisas baseadas nas citações desses artigos, nos casos em que as informações fossem importantes e necessitassem de mais detalhes.

Os estudos utilizados nessa revisão seguiram os seguintes critérios de inclusão: investigar as propriedades da raquete de tênis e suas implicações na demanda sobre os membros superiores do tenista, e se tratar de um estudo descritivo, analítico transversal ou longitudinal. Os estudos publicados sem o texto completo foram excluídos.

3 RESULTADOS

A busca inicial encontrou 86 artigos, dentre os quais 13 estudos foram considerados relevantes ao assunto, de acordo com os critérios de inclusão. Dentre os estudos não selecionados, a maioria buscou acrescentar informações acerca das lesões em tenistas, sem qualquer relação com as propriedades da raquete de tênis. Um artigo foi excluído por não apresentar texto completo. Assim, o resultado do presente estudo foi constituído de 12 estudos que estavam de acordo com os critérios de inclusão e de exclusão determinados.

4 DISCUSSÃO

O presente estudo investigou a relação entre as propriedades da raquete de tênis e a sobrecarga de membros superiores. Os principais resultados sugerem uma associação entre algumas propriedades da raquete e o aumento da demanda em membros superiores. Um estudo demonstrou a influência do peso da raquete na ativação de músculos do membro superior (ROGOWSKI *et al.*, 2009). Dois estudos concluíram que o uso da raquetes com maior momento polar aumenta a tolerância de bolas batidas fora do centro da raquete (CREVEAUX *et al.*, 2013; ROGOWSKI *et al.*, 2014). Três deles apresentaram que algumas propriedades da raquete (tamanho da cabeça e rigidez) e a tensão da corda estão diretamente ligadas a vibração recebida pelo tenista a cada contato da raquete com a bola (HENNIG *et al.*, 1992; ENGEL *et al.*, 1995; KNUDSON, 1991;). Apesar de um artigo (HATCH *et al.*, 2006) não encontrar relação entre o tamanho da empunhadura na ativação de músculos do antebraço, quatro estudos mostraram que o tamanho da empunhadura e a distribuição do peso na raquete também podem indiretamente aumentar as cargas vibratórias no braço do tenista (ROSSI *et al.*, 2014; HENNIG, 2007; ENGEL *et al.*, 1995; GRUCHOW *et al.*, 1979), já que podem fazer com que o tenista aumente a força de preensão aplicada no cabo da raquete. O antivibrador (equipamento preso nas cordas da raquete) teoricamente diminuiria tais vibrações. O seu uso foi investigado em dois estudos que não encontraram evidências científicas que suportassem o uso de antivibrador com o objetivo de reduzir o desconforto do impacto raquete-bola e proporcionar alguma vantagem mecânica ao jogador (STROEDE *et al.*, 1999; LI *et al.*, 2004). O controle da vibração transmitida ao tenista deve ser, portanto, feito com a escolha da raquete, de acordo com suas propriedades.

O tamanho da cabeça da raquete tem influência em diversos aspectos do jogo de tênis, principalmente em tenistas recreacionais. Raquetes com a cabeça maior parecem transmitir menor impacto aos membros superiores, através da redução da vibração, em conjunto com o aumento da velocidade de reação da bola ao bater nas cordas de uma raquete com maior superfície de contato (ELLIOT *et al.*, 1980). Uma das explicações está na sua associação com o momento polar, ou seja, com a resistência da raquete à torção, quando uma bola bate fora do centro da cabeça da

raquete (KOTZE *et al.*, 2000; BRODY, 1985). Diversos autores confirmam que raquetes com a cabeças maiores, tem maior resistência à torção e, conseqüentemente, menor vibração e maior estabilidade (FISHER, 1977; BRODY, 1985; ELLIOT *et al.*, ., 1980; KNUDSON, 1991). Hennig *et al.* (1992) sugerem que a explicação está na localização relativa do golpe nas cordas raquete. Isso significa que, para uma mesma distância entre o contato da bola e o centro de duas raquetes de diferentes tamanhos, a posição da bola na raquete de menor cabeça estará mais próxima do aro, o que aumentaria a tendência de torção da raquete.

O impacto de bolas fora do centro também tem relação direta com a rigidez da raquete. Hennig *et al.* (1992) afirmam que, para duas raquetes similares, que se diferenciam apenas pela rigidez, o deslocamento da cabeça da raquete será maior na raquete menos rígida. Portanto, a vibração dessa raquete terá uma amplitude maior, criando um aumento das forças de oscilação na mão do tenista. A idéia de que as raquetes mais rígidas possuem menor deslocamento da cabeça também foi confirmada por Baker *et al.* (1978). Os autores desse estudo indicam que o uso raquetes mais rígidas e, portanto, com menor deslocamento da cabeça, resulta em maiores velocidades da bola após o impacto bola/raquete. Sendo assim, pode-se sugerir que, para atingir um golpe de mesma velocidade, o tenista que utiliza uma raquete com maior rigidez necessitaria de menor geração de força e menor demanda do sistema musculoesquelético.

Segundo Hennig (2007), outra estratégia que pode ser utilizada com o objetivo de aumentar a velocidade da bola é a redução da tensão das cordas. O autor sugere que isso leva à um “efeito trampolim”, aumentando o tempo de de contato da bola com as cordas, e expulsando-a com maior velocidade. Por outro lado, o uso de altas tensões na corda aumentaria o impacto dessas bolas, apesar de proporcionar maior precisão dos golpes. Dessa forma, para atingir a mesma velocidade de golpe comparáveis, o tenista deveria imprimir maior velocidade para aumentar a impulsão da bola, diminuindo tempo de contato entre ela e a raquete. Ao atingir maiores picos de força nos golpes, as forças de impacto transmitidas para a mão tendem a aumentar, especialmente quando o contato da bola com a raquete se dá fora do centro. Baker *et al.* (1978) investigaram a relação entre a tensão das cordas e a velocidade da bola. Os resultados demonstraram uma tensão ótima de 50 lb. Isto é, foram encontradas maiores velocidades para raquetes flexíveis e de rigidez moderada com tensão de 50 lb, quando comparadas às mesmas raquetes

encordoadas com 40 lb e 60 lb. Engel *et al.* (1995) avaliaram a influência da tensão das cordas no pico de reação, que representa a deformação das cordas, após o impacto da bola. Foram usadas as mesmas raquetes, encordoadas com tensão de 45 lb (200 N) e 65 lb (289 N). As raquetes com menor tensão nas cordas tiveram valores de pico de reação maiores, indicando maior deformação, após o contato da bola com a raquete. Outros autores sugerem o uso de raquetes com menor tensão nas cordas, com o objetivo de reduzir a sobrecarga nos membros superiores. Da mesma forma, Knudson (1991) sugere que pacientes com epicondilite lateral devem ser estimulados a reduzir a tensão nas cordas, afim de minimizar os impactos de bolas batidas fora do centro da raquete e, assim a sobrecarga de membros superiores.

Os estudos demonstraram que a força de preensão varia de acordo com o tamanho da empunhadura e da distribuição de peso na raquete (NIRSCHL, 1992; ROSSI *et al.*, 2014; ROSSI *et al.*, 2015; ADELSBERG, 1986). Tamanhos de empunhadura grandes ou pequenos, aumentam a força de preensão no cabo da raquete. Isso sugere que existe um tamanho ideal, que permite ao tenista realizar os golpes com menor força de preensão. Da mesma forma, raquetes com o centro de massa localizado perto do cabo, também aumentam a força de preensão. Provavelmente, essa é uma estratégia adotada pelo tenista para manter o controle da raquete, principalmente nos golpes mais afastados do centro das cordas e, dessa forma, minimizar a tendência de torção da raquete. O aumento da sobrecarga no antebraço ocorre devido à necessidade de aumentar a força empregada pelos flexores dos dedos para segurar o cabo da raquete. Essas forças de flexão induzem uma flexão do punho, que devem ser equilibradas pelos extensores dessa articulação (SNIJDERS *et al.*, 1987).

Na tentativa de amortecer o impacto gerado após o contato das bolas com as raquetes e proporcionar melhor conforto durante os golpes, os antivibradores se tornaram muito populares entre os tenistas. Entretanto, o efeito proposto pelos fabricantes e desejado pelos jogadores, ainda não é comprovado. Um estudo realizado por Li *et al.* (1999), examinou o efeito de vários antivibradores na vibração transferida para o punho e cotovelo, durante impactos estáticos. Os resultados sugerem que nenhum deles foi capaz de atenuar essas vibrações de baixa frequência e alta amplitude. Os antivibradores também não afetaram significativamente a força de preensão usada durante os impactos, assim como a

ativação eletromiográfica dos músculos do antebraço. Strode *et al.* (1999) também não encontraram resultados que suportem o uso de antivibradores para reduzir o desconforto do impacto. Os autores concluem que há uma redução na vibração das cordas com o uso do dispositivo, entretanto, não há efeito nas vibrações de baixa frequência e alta amplitude da raquete, que são as transmitidas para as mãos do tenista. Em concordância, Timme *et al.* (2009) demonstraram que o uso do antivibrador promove redução da vibração da raquete em algumas frequências, apesar de admitir que esse efeito pode não ser significativo no jogo.

Tenistas devem ser orientados a utilizar raquetes com algumas características específicas, de acordo com seus objetivos e necessidades. Há evidências de que o uso de raquetes com a cabeça maior, de maior rigidez, com menor tensão nas cordas, equilibrada e com tamanho de empunhadura adequado, minimizam o impacto e a demanda em membros superiores gerada pelos golpes do tenista. Isto não significa que todos os jogadores devem utilizar raquetes com essas exatas propriedades. As características do jogador e a técnica dos golpes devem ser levadas em consideração, para que haja uma combinação entre esses fatores. Dessa forma, o tenista conseguirá explorar o máximo de seu desempenho com uma menor sobrecarga no seu sistema musculoesquelético.

5 CONCLUSÃO

Os resultados desse estudo sugerem que a sobrecarga dos membros superiores durante o jogo de tênis, sofre influência de algumas características da raquete. O tamanho da cabeça da raquete, a rigidez da raquete e a tensão ds cordas, foram as propriedades com maior suporte de evidências científicas. Apesar das repercussões do aumento da sobrecarga refletirem nos membros superiores como um todo, a epicondilite lateral foi a única lesão associada às propriedades da raquete. Mais estudos são necessários para esclarecer a relação direta entre algumas dessas propriedades e a incidência de outras lesões no punho, cotovelo e ombro. Na presença de poucos artigos experimentais, essa revisão foi composta, em sua maioria, por estudos descritivos. Considerando que a maioria dos estudos incluídos encontrou associação entre a raquete e o aumento do potencial de lesão do jogador, sugere-se que a escolha da raquete seja feita com base nas suas propriedades, considerando a prevenção e o tratamento das lesões do tenista.

REFERÊNCIAS

ADELSBERG S. The tennis stroke: an EMG analysis of selected muscles with rackets of increasing grip size. **Am J Sports Med**, v.14, p.139–142, 1986.

B. C. ELLIOTT , B. A. BLANKSBY & R. ELLIS. Vibration and Rebound Velocity Characteristics of Conventional and Oversized Tennis Rackets, *Research Quarterly for Exercise and Sport*, v.51, n.4, p.608-615, 1980. DOI: 10.1080/02701367.1980.10609321

BERNHANG, A.M., DEHNER, W., FOGARTY, C. Tennis elbow: a biomechanical approach. **Journal of Sports Medicine**, v.2, p.235–260, 1974.

CLAIRE L. STROEDE , LARRY NOBLE & HUGH S. WALKER. The effect of tennis racket string vibration dampers on racket handle vibrations and discomfort following impacts, **Journal of Sports Sciences**, v.17, n.5, p.379-385, 1999.

CREVEAUX, R.; DUMAS, L.; CHÈZE, P.; MACÉ & I. ROGOWSKI. Influence of racket polar moment on joint loads during tennis forehand drive, **Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering**, v.16, sup1, p.99-101, 2013. DOI: 10.1080/10255842.2013.815922

CROSS R. Customising a tennis racket by adding weights. **Sports Engineering** v.4, p.1-14, 2001.

DINES JS, BEDI A, WILLIAMS PN, DODSON CC, ELLENBECKER TS, ALTCHER DW, WINDLER G, DINES DM. Tennis injuries: epidemiology, pathophysiology, and treatment. **J Am Acad Orthop Surg**, v.23, n.3, p.181-9, 2015.

FISHER, A. Super racket ± is this the shape of things to come in tennis? **Popular Science**, v.44, p.150, 1977.

F-X LI, D FEWTRELL & M JENKINS: String vibration dampers do not reduce racket frame vibration transfer to the forearm, **Journal of Sports Sciences**, v.22, n.11-12, p.1041-1052, 2004.

GRUCHOW, H.W.; PELLETIER, D. An epidemiologic study of tennis elbow. Incidence, recurrence, and effectiveness of prevention strategies. **Am J Sports Med**. v.7, p.234-238, 1979.

H. BRODY. The moment of inertia of a tennis racket. **The Physics Teacher**, v. 23, n.4, p.213-216, 1985.

HATCH GF 3RD, PINK MM, MOHR KJ, SETHI PM, JOBE FW. The effect of tennis racket grip size on forearm muscle firing patterns. **Am J Sports Med**, v.34, n.12, p.1977-83. Epub 2006 Jul 21, 2006 Dec.

HENNIG, E., D. ROSENBAUM, AND T.L. MILANI. The transfer of tennis racket vibrations onto the human forearm. **Med. Sci. Sports Exerc**, v.24, p.1134Y1140, 1992.

HENNIG, E.M. Influence of racket properties on injuries and performance in tennis. **Exerc. Sport Sci. Rev.**, v.35, n.2, p. 62Y66, 2007.

ILFELD FW. Can stroke modification relieve tennis elbow? **Clin Orthop Relat Res**. v.276, p.182-6, 1992 Mar.

J. ROSSI, E. BERTON & L. VIGOUROUX. Effects of racket weight distribution on forehand strokes in tennis, **Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering**, v.18, sup1, p.2044-2045, 2015. DOI: 10.1080/10255842.2015.1070592

JOEL ENGEL, MD, TEL AVIV, ISRAEL. Tennis: Dynamics of Racket-Grip Interaction. **The Journal of Hand Surgery**, v. 20A, n.3, Part 2, May 1995.

JOHN A. W. BAKER & BARRY D. WILSON. The Effect of Tennis Racket Stiffness and String Tension on Ball Velocity after Impact, Research Quarterly. **American Alliance for Health, Physical Education and Recreation**, v.49, n.3, p.255-259, 1978.

KELLEY JD1, LOMBARDO SJ, PINK M, PERRY J, GIANGARRA CE. Electromyographic and cinematographic analysis of elbow function in tennis players with lateral epicondylitis. **Am J Sports Med**, v.22, n.3, p.359-63, 1994 May-Jun.

KNUDSON D J. Factors affecting force loading on the hand in the tennis forehand. **Sports Med Phys Fitness**, v.31, n.4, p.527-31, Dec., 1991.

KOTZE, J., MITCHELL, S. R. AND ROTHBERG, S. J. The role of the racket in high-speed tennis serves. **Sports Engineering**, v.3, p.67–84, 2000. doi: 10.1046/j.1460-2687.2000.00050.x

MARX, R.G.; SPERLING, J.W.; CORDASCO, F.A. Overuse injuries of the upper extremity in tennis players. **Clin Sports Med** v.20, p.439–451, 2001.

NIRSCHL RP. Arm Care. Arlington, Va: **Medical Sports Publishing**, 1981.

NIRSCHL RP. Elbow tendinosis/tennis elbow. **Clin Sports Med**, v.11, n.4, p.851-70, 1992 Oct

ROGOWSKI I, CREVEAUX T, FAUCON A, ROTA S, CHAMPELY S, GUILLOT A, HAUTIER C. Relationship between muscle coordination and racket mass during forehand drive in tennis. **Eur J Appl Physiol**, v.107, n.3, p.289-98, 2009. doi: 10.1007/s00421-009-1124-4.

ROGOWSKI I, CREVEAUX T, TRIQUIGNEAUX S, MACÉ P, GAUTHIER F, SEVREZ. Tennis Racket Vibrations and Shock Transmission to the Wrist during Forehand Drive. **PLoS ONE**, v.10, n.7, e0132925, 2015.

ROGOWSKI, I.; CREVEAUX, T.; CHE`ZE, L.; MACE,´ P.; DUMAS, R. Effects of the Racket Polar Moment of Inertia on Dominant Upper Limb Joint Moments during Tennis Serve. **PLoS ONE** v.9, n.8, e104785, 2014. doi:10.1371/journal.pone.0104785

ROSSI J, VIGOUROUX L, BARLA C, BERTON E. Potential effects of racket grip size on lateral epicondylalgia risks. **Scand J Med Sci Sports**, v.24, n.6, p.462-470, 2014. doi: 10.1111/sms.12204.

SNIJDERS CJ, VOLKERS AC, MECHELSE K, VLEEMING A. Provocation of epicondylalgia lateralis (tennis elbow) by power grip or pinching. **Med Sci Sports Exerc**, v.19, p.518–523, 1987.

TIMME N. AND MORRISON A. The mode shapes of a tennis racket and the effects of vibration dampers on those mode shapes. **J Acoust Soc Am**, v.125, n.6, p.3650-56, 1987. doi: 10.1121/1.3126343.