

# BIKE FIT E SUA IMPORTÂNCIA NO CICLISMO

## BIKE FIT AND ITS IMPORTANCE IN CYCLING

Thiago Ayala Melo Di Alencar\*, Karinna Ferreira de Sousa Matias\*

\* Fisioterapeuta do Studio Bike Fit, graduado pela Universidade Estadual de Goiás (UEG) - Goiânia/GO  
e-mail: thiagoayala@hotmail.com

**Resumo:** O objetivo deste trabalho foi esclarecer ao ciclista e ao profissional de reabilitação sobre os principais ajustes dos componentes da bicicleta de forma a prevenir lesões musculoesqueléticas bem como proporcionar um melhor desempenho do conjunto ciclista-bicicleta. Foi realizado uma busca na base de dados Medline, SciSearch, Embase, Lilacs e Scielo, publicados entre 1989 e 2008. Foram encontrados 26 artigos que faziam referência ao tema e todos os selecionados estavam escritos em inglês. Os estudos apontam para uma elevada concordância da importância do bike fit no ciclismo, relatando favorecimento da eficiência, potência, conforto e deixando os ciclistas livre de lesões. O bike fit deve ser individualizado e realizado por um profissional capacitado, com experiência na biomecânica da atividade esportiva em questão. Pôde-se concluir que o conhecimento desta ciência pode ajudar profissionais que trabalham com ciclistas, visto que proporciona benefícios comprovados dentro desta modalidade esportiva.

**Palavras-chave:** ciclista, ciclismo, desempenho, lesão musculoesquelética, bike fit.

**Abstract:** The objective the study was to clarify the cyclist and to professional of rehabilitation about the main components of the bike settings in order to prevent injuries skeletal muscles and provide a better performance from all rider-bike. Was carried out a search in the database Medline, SciSearch, Embase, Lilacs and Scielo, published between 1989 and 2008. Were found 26 articles that made reference to the theme and all selected were written in English. The studies indicate a high agreement of the importance of bike fit in cycling, reporting fostering of efficiency, power, comfort and leaving cyclists free of injuries. The bike fit should be individualized and carried out by a skilled professional with experience in the biomechanics of sports activity in question. It was concluded that the knowledge that science can help professionals working with cyclists, as it provides proven benefits on this sports modality.

**Key-words:** cyclist, cycling, performance, musculoskeletal injury, bike fit.

### Introdução

O ciclismo como modalidade esportiva tem crescido em popularidade nos últimos anos. Tal crescimento tem sido estimulado pelo sucesso de Lance Armstrong, heptacampeão no *Tour de France*, e da crescente popularidade do *mountain bike*, cuja iniciativa como esporte olímpico deu-se nas olimpíadas de Atlanta, em 1996<sup>1</sup>.

Este esporte gera uma maior demanda sobre os membros inferiores, pois estes são responsáveis pela produção majoritária da energia transmitida à bicicleta. As altas forças reativas criada entre o pé e o pedal produzem cargas que muitas vezes afetam negativamente as articulações e músculos das pernas e pés, levando à lesões por overuse<sup>1</sup>. A incidência destas lesões tem aumentado muito nos últimos anos em decorrência do aumento de adeptos a esta modalidade esportiva<sup>2,3</sup>.

O ciclismo é uma modalidade esportiva cujo padrão de movimento é muito repetitivo. Um ciclista durante uma hora de treino pode ultrapassar cinco mil pedaladas<sup>4,1</sup>. Se associado a esta enorme quantidade de revoluções, o ciclista apresentar um ajuste pobre em relação aos componentes da bicicleta, desequilíbrio muscular ou erro no treinamento, a possibilidade de se desencadear uma lesão torna-se grande<sup>3-6</sup>. Para solucionar parte do problema, faz-se uso do *bike fit*, uma técnica que consiste em ajustar os componentes da bicicleta, baseando-se nos princípios da cinesiologia e biomecânica, de forma a proporcionar um melhor desempenho do conjunto ciclista-bicicleta e corroborando na prevenção de lesões musculoesqueléticas<sup>7,8</sup>.

Para adequar a bicicleta a um ciclista, o especialista no esporte pode proceder com o *bike fit* fazendo, a princípio, cinco ajustes: altura do selim, anteriorizar ou posteriorizar o selim, altura do guidão e sua distância do ciclista (comprimento da mesa), comprimento do braço do pé-de-vela e o posicionamento do pé<sup>9,10</sup>. No ciclismo, ajustes na distância do pedal ao topo do selim, ângulo do *seat tube* (Figura 1), e ângulo de flexão de tronco em relação ao solo, resultam em alterações nos ângulos da coxo-femoral, joelho e tornozelo, afetando assim o desempenho do atleta ou do praticante desta modalidade esportiva<sup>11</sup>.

Os profissionais da área da saúde, ou afins, que lidam com este esporte podem necessitar de uma

compreensão básica do *bike fit* e do modo com que os fatores biomecânicos e os erros do treinamento podem contribuir ao surgimento de lesões repetitivas por estresse<sup>2</sup>. Depois que os problemas são identificados e corrigidos, recomenda-se o retorno gradual à atividade a fim de evitar ferimentos adicionais e favorecer a melhoria do desempenho. Uma boa e adequada avaliação do *bike fit* promove boa postura, com músculos e articulações trabalhando em harmonia. Se isto não acontece, ciclistas provavelmente sentirão dor e estarão predispostos a lesões ou terão desempenho reduzido<sup>7</sup>.

O objetivo deste trabalho foi buscar na literatura existente o maior número de informações para esclarecer ao ciclista e ao profissional de reabilitação sobre os principais ajustes dos componentes da bicicleta de forma a deixá-lo a par da importância do *bike fit* como recurso, ciência, para prevenir lesões musculares esqueléticas bem como proporcionar um melhor desempenho do conjunto ciclista-bicicleta.

### Métodos

Foi desenvolvido o seguinte método para o levantamento da literatura correspondente: tipos de estudos – ensaios clínicos prospectivos e randomizados, artigos e livros publicados em datas compreendidas entre 1989 e 2008, que apresentaram informações relevantes e referentes à discussão em questão; estratégia de busca para identificação dos estudos: utilização de meios eletrônicos, incluindo a Medline, Scisearch, Embase, Lilacs e Scielo. A busca foi realizada nas línguas inglesa e portuguesa. Somente estudos passíveis de ser obtidos em sua íntegra foram analisados. Para isso, foram utilizadas as seguintes palavras chave, por lógica booleana (palavras combinadas por “AND”): ciclista (cyclist), ciclismo (cycling); desempenho (performance); lesão musculoesquelética (musculoskeletal injury) e bike fit.

Todos os resumos obtidos por meio das diferentes estratégias de busca foram avaliados e classificados em: a) elegíveis: estudos que apresentam relevância e têm possibilidade de ser incluídos na revisão; b) não elegíveis: estudos sem relevância, sem possibilidade de inclusão na revisão sistemática.

### Resultados

O primeiro levantamento das palavras-chave, por meio de pesquisa eletrônica e sem filtragem, indicou 3.550 artigos. Após primeira filtragem, foram obtidos 312 artigos. Após a aplicação de todos os critérios de elegibilidade, selecionou-se 36 artigos para serem analisados, e todos estavam escritos em inglês. Foram descartados 4 artigos por não apresentarem conteúdo relevante à pesquisa e outros 6 por não terem sido obtidos em sua íntegra.

Como resultado, foram encontrados 23 artigos que citavam a importância do *bike fit* na prática do ciclismo<sup>1-7,9-12,14,16-26</sup>, relatando favorecimento da eficiência, potência, conforto e deixando os ciclistas livres de lesões, e 3 analisando a repercussão de variáveis no ajuste de alguns componentes da bicicleta<sup>8,13,15</sup>.

### Discussão

Para o ciclista interessado no alto desempenho, segurança, conforto e prevenção de lesão, um adequado *bike fit* faz-se necessário. O adequado ajuste proporcionará eficiência, potência, conforto e deixará os ciclistas livres de lesões<sup>5,12</sup>. Para tanto é necessário que se conheça os componentes na bicicleta bem como as fases que compõem o ciclo da pedalada. O ciclo da pedalada é dividido em duas fases, a propulsiva (de 0° a 180°) e a recuperativa (de 180° a 360°), considerando o sentido horário, e 0° no ponto mais alto do ciclo da pedalada<sup>5,10,13</sup>.

O *bike fit* também é útil à pessoa que irá iniciar a prática do ciclismo, pois neste caso as dimensões apropriadas do quadro e componentes da bicicleta serão repassados ao usuário, a partir de suas características anatômicas<sup>14</sup>. A presença de um ortopedista e de um fisioterapeuta é indispensável quando o ciclista apresenta dor em qualquer que seja a estrutura musculoesquelética ou que deseja prevenir futuras lesões provocadas pelo esporte em questão. O ajuste do equipamento em caso de lesão já instalada é fundamental e indispensável, tão indispensável quanto procurar atendimento de um ortopedista para diagnosticar a disfunção adquirida, para então, encaminhar o atleta ao tratamento e reabilitação o quanto antes sob os cuidados do fisioterapeuta. Deixar de procurar tratamento pode fazer com que a lesão torne-se crônica, retardando, conseqüentemente, a reabilitação do atleta.

Um dos efeitos relacionados em se desviar a altura do selim de seu posicionamento ótimo, além da possibilidade de levar à lesão, é que mais oxigênio passa a ser consumido pelo ciclista e mais trabalho é exigido, o que significa uma perda de eficiência. Se uma determinada altura do selim obriga o joelho a se estender completamente quando o pedal estiver na posição de Ponto Morto Inferior (PMI) – isto é, posição mais baixa do pedal em relação ao ciclo da pedalada – não só os flexores do joelho (ísquios-tibiais e gastrocnêmio) deixam de funcionar em sua plena competência, mas também um bloqueio da articulação do joelho poderia ocorrer<sup>9</sup>.

No ciclismo os valores de algumas medidas antropométricas são necessários para se calcular a dimensão ideal da bicicleta. São elas: tronco, braço, antebraço, ombro, coxa, perna, cavalo e pé<sup>9</sup>.

Torna-se útil também conhecer a arquitetura geométrica da bicicleta (Figura 1). As partes que ganham destaque nesta apresentação são: *top tube* (tubo horizontal), o *seat tube* (tubo para encaixe do canote) e

o *head tube* (tubo da caixa de direção). Em casos em que o *top tube* apresenta-se inclinado, o comprimento deve ser mensurado tomando uma linha horizontal imaginária que vai desde sua origem no *head tube* até o canote. O grau de inclinação do *top tube*, denominado de *slope*, varia de um fabricante para o outro assim como o modo de medir o comprimento do *seat tube*. Para alguns o *seat tube* é mensurado partindo-se do centro do pé-de-vela até o centro do *top tube*, método denominado de centro-a-centro (c-c), enquanto outros vão do centro do pé-de-vela até o topo do *seat tube*, conhecido por centro-ao-topo (c-t)<sup>14</sup>.

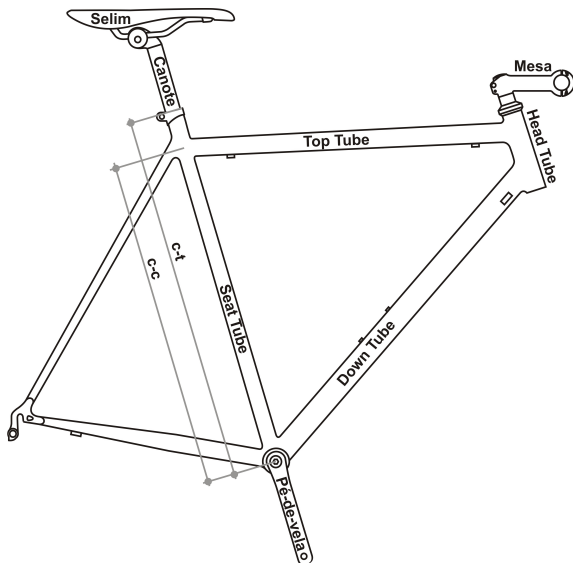


Figura 1. Representação esquemática do quadro e componentes. Fonte: do autor.

A proposta de *bike fit* inicia-se realizando a escolha/verificação do tamanho ideal do quadro da bicicleta. Para Burke & Pruitt<sup>12</sup>, o método para se determinar o tamanho dos quadros de *speed* e *mountain bike* obedecem à regras matemáticas diferentes. O mesmo ocorre com a escolha do *top tube* ideal e ângulo do *seat tube*. As bicicletas de *triathlon* apresentam medidas diferentes das de *speed* quanto ao tamanho do *top tube* e ângulo do *seat tube*<sup>15</sup>.

Para melhora do desempenho e prevenção de lesões é fundamental que o selim seja ajustado corretamente<sup>16</sup>. Determinar a melhor altura do selim é uma questão de encontrar um equilíbrio entre eficácia (potência de saída / força fornecida) e eficiência (força fornecida / energia utilizada), do movimento do ciclismo. Várias são as fórmulas elaboradas para se determinar esta altura e o principal objetivo é oferecer a posição de maior produção de força, mínimo gasto aeróbico, sem levar os membros inferiores ao estresse<sup>5,9</sup>.

Para determinar a altura do selim quatro métodos são conhecidos: o Método LeMond<sup>12,17,18,19</sup>, o Método Holmes, proposto por Holmes, Pruitt & Whalen<sup>4</sup>, o Método Hamley<sup>9,11,17</sup> e o Método Calcanhar-Pedal<sup>12,17,18,20</sup>.

O Método Holmes propõe uma angulação da articulação do joelho que reduz o estresse na região anterior do joelho pela redução da compressão fêmoro-patelar, e, portanto, trata-se de um método recomendado para diminuir o risco de lesão por *overuse*<sup>4,9,12,16,18,20,21</sup>. O Método Hamley estabelece a altura do selim, a partir do comprimento do cavalo, para aquisição de uma potência aeróbica ótima, e esta altura é definida como altura máxima do selim<sup>9,11</sup>.

Para Peveler, Pounders & Bishop<sup>19</sup>, o Método Hamley nem sempre proporciona a mesma angulação proposta pelo Método Holmes. Isto se deve provavelmente às variações pessoais do comprimento do fêmur, tíbia e pé. Estas variações não podem ser calculadas pela mensuração do cavalo isoladamente. Peveler, Pounders & Bishop<sup>19</sup> e Peveler et al.<sup>18</sup> revelaram em suas pesquisas que o Método Holmes é tão eficiente na prevenção de lesão como na melhora do desempenho.

Para Peveler et al.<sup>18</sup> o método cuja angulação mais se aproxima do Método Holmes é Método Calcanhar-Pedal (70%), seguido pelo LeMond (65%) e Hamley (55%). Para o autor o fato dos criadores do Método Hamley terem realizado sua pesquisa antes da invenção da sapatilha compromete as atuais mensurações do centro do eixo do pedal ao topo do selim podendo sofrer alterações.

Quanto à realização do *bike fit* em mulheres, observou-se que comparado ao sexo masculino, as mulheres tendem a demonstrar uma inclinação anterior do osso íliaco. Além disso, o arco púbico é mais amplo e a distância entre as tuberosidades isquiáticas aumentam o contacto entre o assoalho pélvico e o selim<sup>9</sup>.

Para Lowe, Schrader & Breitenstein<sup>22</sup> a pressão na região perineal é significativamente mais elevada, nos selins tradicionais, devido mais à influência da geometria e formato dos mesmos do que por suas propriedades de acolchoamento. Muitas bermudas de ciclismo apresentam acolchoamento para proteger a região de assoalho pélvico<sup>10</sup>.

Algumas mulheres preferem que a ponta do selim fique ligeiramente angulada para baixo para prevenir o aumento da pressão sobre a área perineal, enquanto que alguns homens preferem fazer o contrário, o que pode levá-los a desenvolver problemas urológicos, principalmente quando apresentam anteroversão de pelve<sup>12,17</sup>. Ciclistas praticantes de *triathlon* e *time trial* (contra-relógio), usuário de *aero bars*, procuram abaixar a ponta do selim para baixo para facilitar a posição aerodinâmica<sup>12</sup>.

Muitas das vezes que o ciclista de *speed* escolhe a posição de maior flexão de tronco visando aerodinâmica, faz-se necessário inclinar o selim ligeiramente para baixo na tentativa de reduzir a pressão sobre o períneo<sup>5</sup>.

Quanto ao ajuste ideal do guidão é importante posicioná-lo de modo que o ciclista apresente uma postura com o máximo de conforto ao praticar o esporte<sup>10,12</sup>.

O ajuste da extensão dos membros superiores é conseguido através da mudança do comprimento da mesa<sup>5</sup>. Contudo, a utilização de uma mesa inferior a 40 milímetros ou superior a 140 milímetros altera a estabilidade da bicicleta, por isso é de suma importância que o comprimento do *top tube* esteja tão próximo quanto possível do ideal para as características anatômicas do ciclista<sup>23</sup>.

O comprimento ideal do guidão para *speed* e *mountain bike* é calculado usando como parâmetro a distância acrómio a acrómio<sup>12,17,23</sup>. Guidão muito comprido no *mountain bike* torna-se desvantajoso na prática de *single track*, visto que fica mais fácil esbarrar nos troncos das árvores<sup>14</sup>.

Na atualidade, os fabricantes de quadros têm se preocupado cada vez mais com a geometria da bicicleta, pois esta está intimamente correlacionada à prática do *bike fit*. Os quadros são desenhados respeitando o método KOPS (*Knee Over the Pedal Spindle*)<sup>10,12,17</sup>.

Para as bicicletas de *triathlon* e contra-relógio criaram o *aero bars*, também denominados de *clip-on handlebars*, que compreende em um guidão com um extensor longitudinal para apoio dos antebraços. Foram desenvolvidos para reduzir a resistência do ar, por oferecer ao ciclista uma posição mais aerodinâmica. O uso deste acessório exige que o ciclista mantenha os antebraços próximos, tronco bem fletido, queixo abaixado e joelhos próximos<sup>12,17,24</sup>.

Cada vez mais um número crescente de triatletas e ciclistas de contra-relógio adota o posicionamento da patela em relação ao eixo do pedal de modo a contrariar o método KOPS (*Knee Over the Pedal Spindle*). Este estilo de pedalar requer um ajuste ântero-superior (altura) do selim para tentar compensar esta alteração, e, associado a esta circunstância faz-se necessário o uso de *aero handlebars*. Embora uma inclinação acentuada ao pedalar tenha provado ser útil no contra-relógio, não é aconselhável sua prática indiscriminada. Esta postura não só exige um *aero handlebars* para apoiar a parte superior do corpo, como pode levar a queixas de dor no ombro como consequência da transmissão do choque recebido pelo úmero diretamente na articulação acrómio-clavicular<sup>9</sup>.

O cálculo do comprimento apropriado do pé-de-vela é realizado usando a distância do chão ao trocânter maior<sup>10</sup>. Os braços dos pé-de-velas, normalmente disponível nas lojas de ciclismo, variam de 165 mm a 180 mm, com medidas adicionais de 2,5 mm dentro deste intervalo<sup>10,12</sup>. O fator mais importante a ser considerado quando se avalia o comprimento do pé-de-vela é o comprimento do membro inferior do ciclista. Se o tamanho indicado pelo uso da fórmula não resultar em um tamanho existente, o especialista na avaliação deve sugerir o pé-de-vela com comprimento imediatamente inferior<sup>10</sup>.

O comprimento do pé-de-vela determina o tamanho do círculo realizado pelo pé bem como o grau de flexo-extensão realizada tanto pelo joelho quanto pela coxo-femoral<sup>10</sup>. Braço do pé-de-vela comprido (170 mm a 180 mm) tem sido tradicionalmente usados para uma

maior alavancagem em subidas, enquanto que mais curto (160 mm a 170 mm) para alta cadência e rápida aceleração<sup>10,11,12</sup>. Embora a diferença entre um pé-de-vela de 165 mm e outra de 175 mm parece ser pequena (1 cm), um pé-de-vela excessivamente longo pode criar problemas consideráveis. Como regra geral, visando uma perspectiva preventiva, ciclistas estarão fazendo uma melhor escolha ao usar um pé-de-vela ligeiramente menor do que um muito longo<sup>10</sup>.

Pé-de-vela muito comprido, em relação ao ideal para cada ciclista, pode gerar uma sobrecarga no joelho, afetando principalmente o tendão patelar e quadricipital<sup>7</sup>. Forças de compressão fêmoro-patelar são particularmente aumentadas como resultado de combinação de grande ângulo de flexão de joelho com a alavanca produzida por um pé-de-vela muito comprido<sup>9</sup>. A troca do braço de pé-de-vela por outro de diferente comprimento, implica em reajuste da altura do selim, implicando em uma revisão do *bike fit*<sup>12,17</sup>.

O maior problema decorrente do uso de pé-de-vela muito longo é que o joelho deve passar por uma maior excursão e a tíbia deve percorrer uma distância maior em torno dos côndilos femorais. O joelho vai passar longe da bicicleta no Ponto Morto Superior (PMS) - isto é, posição mais alta do pedal no ciclo da pedalada - e mais próximo da bicicleta no PMI devido à disparidade no tamanho dos côndilos medial e lateral. Um pé-de-vela muito comprido também significa que o retináculo patelar deve percorrer grandes distâncias em torno do fêmur a cada ciclo de pedalada, o que proporciona uma maior oportunidade de problemas por atrito<sup>10</sup>.

Em 2003, Mileva & Turner<sup>25</sup> realizaram uma pesquisa onde relataram que a variação do comprimento do pé-de-vela (155 mm / 175 mm / 195 mm) ocasionou uma variação significativa no padrão de ativação de três dos quatro músculos analisados no ciclo da pedalada: tibial anterior, sóleo e bíceps femoral. O músculo reto femoral permaneceu sem alteração quanto ao padrão de ativação. A velocidade angular das articulações do joelho e tornozelo durante a extensão do primeiro foi fortemente dependente do comprimento do pé-de-vela.

Em uma antropometria específica ao ciclista, a variável que mais afeta o custo funcional do momento articular é a cadência seguida pelo comprimento do pé-de-vela, ângulo do *seat tube*, altura do selim e posição do pé no pedal. Todas as variáveis se interagem biomecanicamente, por isso igual atenção deve ser dada a todos os fatores que influenciam na harmonia do ciclista sobre a bicicleta<sup>26</sup>.

A maioria dos pedais de encaixe atualmente oferece ao taco até mais do que 5° de rotação em ambas as direções o que tem dispensado a necessidade de ajuste do taco pelo Dispositivo de Ajuste Rotacional (*Rotational Adjustment Device* - RAD), desenvolvido por Willian Ferral, da Academia Inglesa de Ciclismo<sup>10,12,17</sup>. O RAD apresentava grande empregabilidade quando os pedais mais antigos não permitiam a rotação do taco no plano transversal. Nesta circunstância sua função era de extrema importância, pois permitia ajustar o taco na sapatilha com máxima

precisão visto que era sensível à avaliação da rotação anormal do membro inferior<sup>10,12</sup>.


Ciclistas que fazem uso de pedal que não oferece rotação do taco no plano transversal encaixam-se em um grupo de risco de lesão, pois não apresentam rotação compensatória para a variação anatômica apresentada. Ciclistas com pronação marcante ou geno varo podem se beneficiar do uso de espaçadores entre o pedal e o braço do pé-de-vela ou pelo uso de órteses. Isto pode aliviar trauma ao maléolo medial em ciclistas com pronação excessiva e pode promover um alinhamento do pé com a cabeça do fêmur em caso de geno varo<sup>12</sup>.

### Conclusão

Este artigo procurou esclarecer e reforçar a importância do *bike fit* na prevenção de lesões musculoesqueléticas que ocorrem em ciclistas, sejam eles profissionais ou não, levando em consideração a vantagem biomecânica determinada pelo correto posicionamento de seus componentes, contribuindo desta forma para um saudável desempenho e conforto do atleta na modalidade praticada. Evidentemente existem diferentes escolas de *bike fit*, e algumas até defendem o posicionamento intuitivo. Cada atleta deve ter sua adequação individualizada, pois cada ciclista apresenta características anatômicas próprias. Cuidar de um ciclista de competição ou de “guerreiros de final de semana”, denominado em literatura de *weekend warriors*, requer conhecimento e habilidade para ajustar o complexo ciclista-bicicleta gerando instrumentos de formação úteis.

### Referências

- 1 Caselli MA, Rzonca EC, Rainieri JJ. Secrets to Treating Bicycling Injuries. Clin Sports Med 2005; 18(8): 108-12.
- 2 Kronisch RL. Mountain Biking Injuries: Fitting Treatment to the Causes. Phys Sportsmed 1998; 26(3): 1-5.
- 3 Bouché RT, Vincent PM, Sullivan K. Bike Fit Evaluation: Can it Help Diagnose and Prevent Cycling Injuries? Podiatry Today 2006; 19(12): 28-34.
- 4 Holmes JC, Pruitt AL, Whalen NJ. Lower Extremity Overuse in Bicycling. Clin Sports Med. 1994; 13(1): 187-203.
- 5 Silberman MR, Webner D, Collina S, Shiple BJ. Road Bicycle Fit. Clin J Sport Med 2005; 15(4): 271-6.
- 6 Callaghan MJ. Lower Body Problems and Injury in Cycling. Journal of Bodywork and Movement Therapies 2005; 9(3): 226-36.
- 7 Asplund C, St Pierre P. Knee Pain and Bicycling - Fitting Concepts for Clinicians. The Physician and Sportsmedicine 2004; 32(4): 23-30.
- 8 Abt JP, Smoliga JM, Brick MJ, Jolly JT, Lephart SM, Fu FH. Relationship Between Cycling Mechanics and Core Stability. J. Strength Cond. Res. 2007; 21(4): 1300-4.
- 9 Mestdagh K. de Vey. Personal perspective: in Search of an Optimum Cycling Posture. Applied Ergonomics 1998; 29(5): 325-34.
- 10 Sanner WH, O'Halloran WD. The Biomechanics, Etiology, and Treatment of Cycling Injuries. J Am Podiatr Med Assoc 2000; 90(7): 354-76.
- 11 Too D. Biomechanics of Cycling and Factors Affecting Performance. Sports Med. 1990; 10(5): 286-302.
- 12 Burke ER, Pruitt AL. Body Positioning for Cycling. In: Burke ER. High-Tech Cycling. 2ª ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2003, p. 69-92.
- 13 Timmer CAW. Cycling Biomechanics: A Literature Review. J Orthop Sports Phys Ther. 1991; (14)3: 106-14.
- 14 Zinn L. Mountain Bike Performance Handbook. 1ª Ed. MBI Publishing Company, 1998.
- 15 Ricard MD, Hills-Meyer P, Miller MG, Michael TJ. The Effects of Bicycle Frame Geometry on Muscle Activation and Power During a Wingate Anaerobic Test. J Sports Sci Med 2006; 5(1): 25-32.
- 16 Peveler WW. Effects of Saddle Height on Economy in Cycling. Journal of Strength and Conditioning Research 2008; 22(4): 1355-9.
- 17 Burke ER. Proper Fit of the Bicycle. Clin Sports Med 1994; 13(1): 1-14.

- 
- 18 Peveler W, Bishop P, Smith J, Richardson M, Whitehorn E. Comparing Methods for Setting Saddle Height In Trained Cyclists. *Journal of Exercise Physiology* 2005; 8(1): 51-5
  - 19 Peveler WW, Pounders JD, Bishop PA. Effects of Saddle Height on Anaerobic Power Production in Cycling. *J. Strength Cond. Res.* 2007; 21(4): 1023-27.
  - 20 Bailey, MP, Maillardet FJ, Messenger N. Kinematics of Cycling in Relation to Anterior Knee Pain and Patellar Tendinitis. *Journal of Sports Sciences* 2003; 21(8): 649-57.
  - 21 Wanich T, Hodgkins W, Columbier J-A, Muraski E, Kennedy JG. Cycling Injuries of the Lower Extremity. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 2007; 15(12): 748-56.
  - 22 Lowe BD, Schrader SM, Breitenstein MJ. Effect of Bicycle Saddle Designs on the Pressure to the Perineum of the Bicyclist. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2004; 36(6): 1055-1062.
  - 23 Asplund C, Webb C, Barkdull T. Neck and Back Pain in Bicycling. *Curr Sports Med Rep.* 2005; 4(5): 271-4.
  - 24 Sherman EA. Saddle Height Positioning for Triathletes Using Road Cyclist. Ypsilanti, 2005. Dissertação (Mestrado em Fisiologia do Exercício). School of Health Promotion and Human Performance, Eastern Michigan University.
  - 25 Mileva K, Turner D. Neuromuscular and Biomechanical Coupling in Human Cycling: Adaptations to Changes in Crank Length. *Exp. Brain Res.* 2003; 152(3): 393-403.
  - 26 Gonzalez H, Hull ML. Multivariable Optimization of Cycling Biomechanics. *J Biomechanics* 1989; 22(11-12): 1151-61.

