

# METODOLOGIA DE ENSINO DA TÉCNICA DA PEDALADA NO CICLISMO ATRAVÉS DE UM SISTEMA DE FEEDBACK VISUAL AUMENTADO

Guilherme Garcia Holderbaum<sup>1</sup>, Rodrigo Rico Bini<sup>1</sup>, Eduardo Nabinger<sup>2</sup>, Antônio Carlos Stringhini Guimarães<sup>1</sup>

<sup>1</sup> UFRGS/Laboratório de Pesquisa do Exercício, Porto Alegre – RS; <sup>2</sup> UFRGS/Laboratório de Medições Mecânicas, Porto Alegre – RS.

**Abstract:** The aim of this study was to test a methodology to teach the pedalling technique of cycling using a visual augmented feedback system (AVF). Two subjects without experience in cycling were used. A pre-test was conducted to determine the maximal oxygen uptake ( $VO_{2máx}$ ), and to establish the work load to be used during the learning sessions which was defined to be the load that was associated with the 60% of  $VO_{2máx}$ . Three sessions were held. One subject was submitted to AVF and the other augmented feedback (AF). After the last learning session, a pos-test showed an increase of 24% in the index of effectiveness (IE) for the subject that received VAF and a reduction of 24% in the IE for the subject that received AF. VAF was found to be an appropriate tool in the process of learning the pedalling technique.

**Key Words:** cycling, pedalling technique, visual augmented feedback, instrumented pedal

## Introdução

O ciclismo tem sido um grande foco de estudo no esporte nos últimos anos. Recentemente pode ser percebida uma ênfase no estudo da técnica da pedalada no ciclismo, mais especificamente nas estratégias de como melhorar a mesma [1]. Isso se deve ao fato de ser o ciclismo um esporte altamente competitivo e extremamente técnico, portanto, necessita ser ensinado. Acredita-se que a reduzida ênfase no ensino da técnica da pedalada decorra especialmente da falta de conhecimento dos técnicos sobre este tema.

Uma forma interessante que pode influenciar o processo de aprendizagem é a utilização de feedback. Feedback são informações que aparecem como resultado do movimento que são repassadas ao executante. Entre os tipos de feedback, está o feedback visual aumentado (FVA) que consiste de informações transmitidas de forma visual ao aprendiz sobre o resultado do movimento, o qual é fornecido como um complemento à informação oral transmitida pelo professor [2].

O FVA é referido na literatura como um fator determinante no processo de ensino-aprendizagem, bem como na aquisição de resultados e na assimilação da técnica da pedalada no ciclismo [3].

Estudos têm mostrado que é possível caracterizar a técnica de pedalada de ciclistas mediante o conhecimento das forças aplicadas no pedal. Para que seja possível a mensuração destas forças, é necessário a utilização de um pedal instrumentado com sensores de força, o qual permite descrever as forças nele aplicadas [4].

A componente tangencial da força ( $F_x$ ) atua paralelamente à superfície do pedal, enquanto que a componente normal da força ( $F_y$ ) atua perpendicularmente à superfície do pedal. A partir destas duas componentes da força é possível calcular a força efetiva ( $F_E$ ), esta aplicada perpendicularmente ao pé-de-vela e considerada como a força geradora de propulsão da bicicleta [3, 5, 6, 7, 8, 9]. Pode-se analisar o ciclo de pedalada dividido-o em duas fases: a fase de propulsão (de 0° a 180°) e fase de recuperação (de 180° a 360°), ou em quatro quadrantes: o 1° de 0° a 90°, o 2° de 90° a 180°, o 3° de 180° a 270°, e o 4° de 270 a 360°. As variáveis magnitude, direção e sentido de aplicação de força no pedal possuem combinações diferenciadas nas duas fases e nos quatro quadrantes do ciclo da pedalada implicando diretamente na propulsão gerada. A literatura mostra que estas variáveis são utilizadas como base do FVA. Esta afirmação parte da idéia de que as forças musculares estão diretamente ligadas ao rendimento e o FVA destas forças seria uma forma apropriada para o controle das mesmas [3].

Para que seja possível ensinar aspectos técnicos sobre determinada modalidade é necessário que se desenvolva uma metodologia para transmitir as informações a respeito da técnica do indivíduo avaliado.

O objetivo deste estudo foi desenvolver e testar uma metodologia para ensinar a técnica de pedalada do ciclismo utilizando um sistema de FVA.

## Materiais e Métodos

Dois alunos (n=2) do Colégio Estadual Ivo Büller localizado no município de Montenegro/RS participaram deste estudo. Ambos do sexo masculino, 15 anos de idade, sem experiência em competições de ciclismo e nunca utilizaram pedaleiras em suas bicicletas.

Os indivíduos e seus responsáveis foram informados dos objetivos e procedimentos envolvidos no estudo e

deram seu consentimento por escrito para a sua participação no mesmo. Os indivíduos passaram por um processo de familiarização com as avaliações realizadas, bem como os protocolos e equipamentos.

### **Período Pré-experimento**

O período de pré-experimento foi dividido em dois dias de avaliações. No primeiro dia de avaliação, os indivíduos foram submetidos ao protocolo de rampa para determinação do consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ). Para este teste foi utilizado um cicloergômetro computadorizado ERGOFIT (Medical Graphics Corp., St. Louis, USA) que fornece a carga de trabalho de cada estágio e cadência, e um ergoespirômetro CPX/D (Medical Graphics Corp., St Louis, USA) que permite a medida direta do  $VO_2$ .

No segundo dia de avaliação, os indivíduos foram submetidos ao protocolo de identificação dos valores da carga de trabalho e frequência cardíaca a serem utilizadas nas sessões de aprendizagem o que correspondeu a 60% do  $VO_{2máx}$  de cada indivíduo, bem como aos registros dos sinais de dinamometria (forças) e eletrogoniometria (ângulos do pedal relativo ao movimento do pé-de-vela e do pé-de-vela). Para tanto foi utilizado o mesmo ergoespirômetro, já descrito anteriormente e um cicloergômetro da marca MONARK (modelo GIH – Stockholm, Sweden) com ajuste manual de carga. Para o registro das forças, utilizou-se um pedal-plataforma de força acoplado ao cicloergômetro e diretamente conectado a um condicionador de sinais ENTRAN MSC6 (Entran Ltd., England) com módulos MSC-A1 utilizando alimentação de ponte de 1V e ganho de 1K. O sistema fornece informações sobre as componentes da força normal e o outro sobre a componente da força tangencial. O condicionador de sinais estava conectado a um microcomputador Pentium II 200 HZ e a um conversor analógico-digital de 16 canais CODAS (Dataq Instruments, Inc., Akron, USA). Os procedimentos de calibração do pedal-plataforma adotados neste estudo estão de acordo com outros estudos referenciados na literatura [10].

Para o registro do ângulo do pedal relativo ao movimento do pé-de-vela utilizou-se um potenciômetro do tipo Spectrol 2k $\Omega$ , acoplado ao pedal-plataforma. O ângulo do pé-de-vela foi mensurado com o uso de um sensor eletromagnético do tipo *reed switch*, como já utilizado [11, 12]. Este consiste de um ímã fixado no início do ciclo da pedalada (zero graus do pé-de-vela) e outro fixado no pé-de-vela do cicloergômetro na mesma altura. Dessa forma, tem-se o início e o final do ciclo de pedalada (de 0 a 360°), possibilitando assim, o cálculo do ângulo do pé-de-vela.

A cadência de 60 rpm foi adotada tanto para o segundo dia de avaliação do período de pré-experimento quanto para as sessões de aprendizagem por se tratar de uma frequência de giro mais lenta, o que favorece a aprendizagem motora do gesto técnico do ciclismo [13]. Para o controle da cadência de pedalada foi utilizado um ciclo computador da marca ECHO-F2.

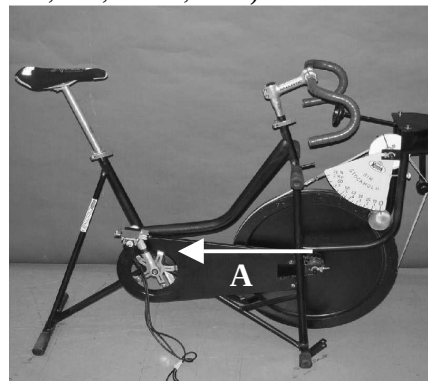
A carga correspondente a 60% do  $VO_{2máx}$  foi adotada por se tratar de um nível de intensidade moderada de exercício o que equivale a um treinamento para melhoria da capacidade aeróbica [14] e para estabelecer um critério de normalização fisiológica da carga de trabalho para os indivíduos.

A duração deste teste dependeu do tempo de estabilização do  $VO_2$ . Após este período, foi realizado o registro das forças aplicadas ao pedal, assim como dos ângulos do pedal relativo ao pé-de-vela e do ângulo do pé-de-vela durante um minuto. A frequência de amostragem foi de 2300 Hz para cada canal dos sinais de dinamometria e eletrogoniometria.

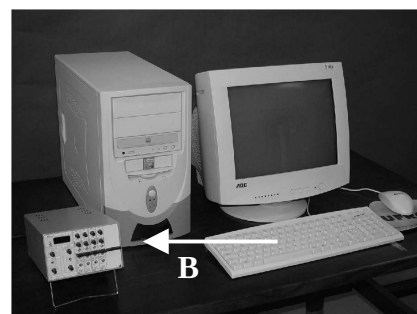
As sessões de aprendizagem tiveram início 48 horas após o término das avaliações do pré-experimento.

### **Sessões de Aprendizagem**

Para a aquisição dos sinais de dinamometria durante as sessões de aprendizagem foi utilizado o software Sistema de Aquisição de Dados SAD32v2p (versão 2.61.07mp, 2002) [15]. Para a realização das sessões de aprendizagem foram utilizados os mesmos cicloergômetro, pedal plataforma de força e condicionador de sinais já descritos anteriormente no período de pré-experimento. O condicionador de sinais estava conectado a um microcomputador Celeron 1000 HZ equipado com uma placa A/D (analógico-digital) de 16 canais CIO-DAS 16 / Jr / 330 /1600 Hz (Dataq Instruments, Inc., Akron, USA).



**Figura 1.** Cicloergômetro da marca MONARK (modelo GIH – Stockholm, Sweden) com ajuste manual de carga. A seta com a letra A indica o pedal-plataforma de força.



**Figura 2.** Condicionador de sinais (seta com a letra B) conectado ao computador Celeron 1000 Hz equipado com uma placa A/D CIO-DAS.

Foram realizadas três sessões de aprendizagem executadas ao longo de três dias, sendo realizada uma a cada dia. A sessão teve a duração de trinta e cinco minutos, onde os primeiros cinco minutos serviram como aquecimento e familiarização dos indivíduos com o equipamento. Nos trinta minutos restantes os indivíduos foram submetidos a um protocolo de sessões de aprendizagem para melhoria da técnica da pedalada no ciclismo com utilização de feedback aumentado (FA) para um dos indivíduos e FVA para o outro. Neste protocolo os indivíduos pedalavam 1 minuto e recebiam feedback correspondente àquele minuto que foi pedalado. Dessa forma, os sujeitos pedalavam um total de 15 minutos e receberiam um total de 15 orientações sobre sua técnica de pedalada por cada sessão de aprendizagem.

A carga correspondente a 60% do  $VO_{2máx}$  de cada indivíduo utilizada nas sessões de aprendizagem, foi mantida ao longo de toda sessão. Outro fator que auxiliou no controle do  $VO_2$  foi à utilização da relação entre o percentual de  $VO_{2máx}$  e o percentual de frequência cardíaca máxima [14]. Através desta relação é possível prever os valores percentuais de  $VO_{2máx}$  a partir de valores percentuais de frequência cardíaca máxima, o que tornou o controle do  $VO_2$  nas sessões de aprendizagem mais acessível, uma vez que a FC correspondente a 60% do  $VO_{2máx}$  foi identificada no teste máximo realizado no período de pré-experimento. Para tanto, foi utilizado um freqüencímetro da marca POLAR PACER (Heart View Tecnologia Desportiva LTDA, Finland).

Os indivíduos, quando submetidos às sessões de aprendizagem receberam a mesma instrução: (1) manter a cadência durante as séries de aprendizagem da técnica da pedalada e (2) aumentar a aplicação de força efetiva na fase de propulsão e diminuir a presença de forças retrógradas na fase de recuperação bem como, melhorar o índice de efetividade na fase de propulsão e recuperação do ciclo da pedalada.

As informações verbais fornecidas aos indivíduos foram relacionadas ao direcionamento das forças aplicadas ao pedal e foram transmitidas aos mesmos nos intervalos das séries de prática durante a sessão de aprendizagem da seguinte forma:

1º quadrante: Empurra o pedal para baixo e para frente.

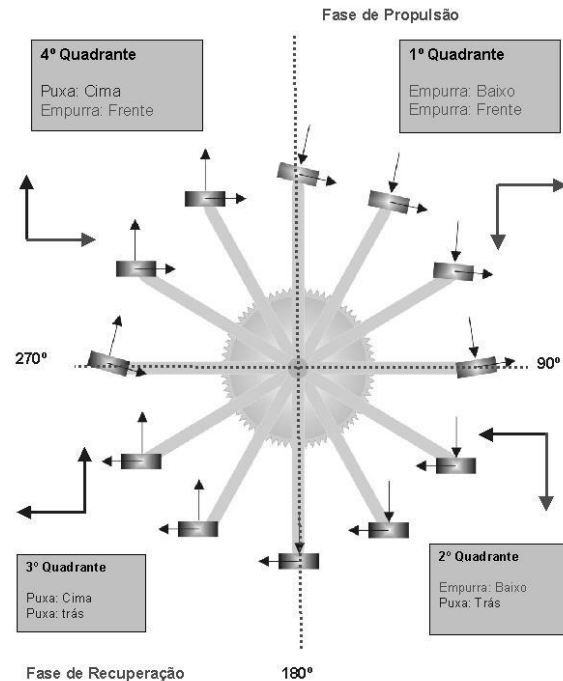
2º quadrante: Empurra o pedal para baixo e puxa para trás.

3º quadrante: Puxa o pedal para cima e para trás.

4º quadrante: Puxa o pedal para cima e empurra para frente.

Estas mesmas informações também foram transmitidas de forma visual através de uma transparência exposta para os indivíduos na forma de *slide* por meio de um retroprojetor conforme a FIGURA 3. Esta transparência permitiu ao avaliador explicar de forma clara para onde o indivíduo devia direcionar a força. Desse modo, a interação do avaliador com os avaliados foi de forma verbal e visual onde o avaliador

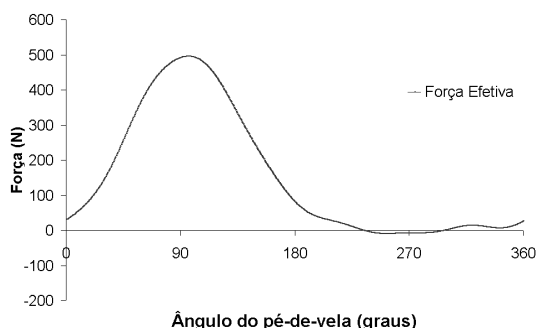
forneceu informações padronizadas a respeito da técnica do indivíduo.



**Figura 3.** Transparência sobre a orientação das forças ao longo do ciclo da pedalada apresentada ao indivíduo nos intervalos da série de aprendizagem durante a interação do avaliador com o avaliado.

A diferença entre o treinamento dos dois indivíduos está na presença do FVA. O primeiro indivíduo recebeu FA. O FA consistiu de informações transmitidas ao indivíduo a respeito da sua técnica, de orientações sobre o direcionamento das forças no pedal transmitidas através da transparência e de instruções para que o mesmo pudesse utilizar estas duas fontes para corrigir sua técnica. O segundo indivíduo recebeu FVA. Este, além de utilizar as mesmas ferramentas do FA, utilizou também a imagem representativa da técnica da pedalada apresentada ao indivíduo no monitor do computador no intervalo das séries de aprendizagem.

As instruções verbais e a imagem gráfica representativa da técnica de pedalada foram apresentadas ao indivíduo ao final da aquisição dos sinais de dinamometria e eletrogoniometria, ou seja, no intervalo entre as séries de aprendizagem. A imagem gráfica apresentada ao indivíduo foi a sua curva de FE. A curva do indivíduo foi sobreposta a uma curva de referência. A curva de referência utilizada como meta a ser atingida pelo indivíduo foi produzida por um atleta profissional de ciclismo integrante da Federação Gaúcha de Ciclismo, avaliado no Laboratório de Pesquisa no Exercício (LAPEX) da Escola de Educação Física (ESEF) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Esta curva de referência está ilustrada na FIGURA 4.



**Figura 4.** Curva de força efetiva de referência

Durante as sessões de aprendizagem, o indivíduo recebeu FVA de forma alternada, para não comprometer o aprendizado, pois o fornecimento integral do FVA pode aumentar o desempenho, entretanto pode prejudicar a aprendizagem uma vez que a integralidade desta informação pode causar dependência ao aprendiz, dificultando ou até mesmo impossibilitando a execução da habilidade quando a tarefa for executada sem o auxílio do FVA [16, 3, 17, 18, 1, 13, 2].

Após o registro das forças aplicadas ao pedal pelo indivíduo, os dados foram processados através de uma rotina de processamento de dados elaborada especificamente para este estudo e a curva de FE foi obtida e apresentada no monitor do computador. Em seguida a curva era analisada pelo avaliador e apresentada ao indivíduo sobreposta a curva de referência. Assim, era possível que o indivíduo visualizasse o quão próximo ou distante estava a sua curva em relação à curva de referência. Em seguida a apresentação da curva ao indivíduo, foi apresentada ao mesmo, a transparência e as informações sobre o direcionamento das forças no pedal. As informações sobre a curva bem como as informações sobre o direcionamento das forças no pedal foram apresentadas ao indivíduo no intervalo das séries de aprendizagem, ou seja, dentro do tempo de um minuto no qual o indivíduo esteve parado (sem pedalar).

O tempo de processamento das informações depois de adquiridas foi de aproximadamente 2 segundos. Desta forma, a informação foi fornecida ao sujeito, 2 segundos após a gravação, restando o tempo de 58 segundos para que fosse mostrada a representação gráfica do seu padrão de pedalada (curva de força efetiva) e transmitidas às informações para que o mesmo pudesse aprimorá-la.

#### Período Pós-experimento

Foi utilizado como pós-teste a última curva (décima quinta curva) de força obtida de cada indivíduo no terceiro dia das sessões de aprendizagem. Esta curva foi comparada com a curva de força obtida no pré-teste.

#### Processamento dos dados

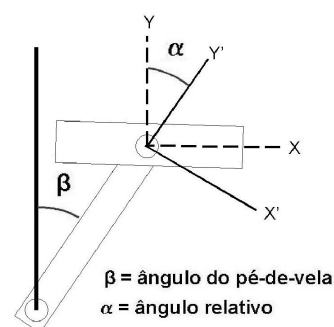
A análise dos sinais de dinamometria e eletrogoniometria foi realizada utilizando-se rotinas de

processamento implementadas para o software SAD32v2p [15]. Os dados dos indivíduos foram submetidos a uma comparação de pré e pós-teste do indivíduo que recebeu FA com o indivíduo que recebeu FVA.

Realizou-se a análise dos dados a partir da realização da média dos dez primeiros ciclos alternados de pedalada.

A partir da decomposição das forças normal ( $F_y$ ) e tangencial ( $F_x$ ) em relação ao pé-de-vela, foi possível a realização do cálculo da força efetiva (FE) (equação 1) que consiste na soma das componentes de força normal ( $F_y$ ) e tangencial ( $F_x$ ) perpendiculares ao pé-de-vela, utilizando o ângulo do pedal relativo ao pé-de-vela [12].

$$FE = Fy^{\perp} + Fx^{\perp} \quad (1)$$



**Figura 5.** ( $\alpha$ ) ângulo do pedal relativo ao pé-de-vela e ( $\beta$ ) ângulo do pé-de-vela.

A força resultante aplicada ao pedal também foi calculada a partir da decomposição das forças normal ( $F_y$ ) e tangencial ( $F_x$ ) (equação 2). O pedal instrumentado utilizado neste estudo não permite a mensuração da componente de força médio-lateral, logo, esta força resultante aplicada ao pedal representa a força total aplicada no plano sagital.

$$FR = \sqrt{Fy^2 + Fx^2} \quad (2)$$

Posteriormente foram calculados os impulsos das forças efetiva (IFE) e resultante (IFR) (equações 3 e 4 respectivamente [20]).

$$IFE = \int_0^x dtFE \quad (3)$$

$$IFR = \int_0^x dtFR \quad (4)$$

A técnica de pedalada do indivíduo ao longo do ciclo foi analisada através do índice de efetividade (IE). Este consiste na razão entre o impulso da força efetiva (IFE) e o impulso da força resultante IFR (equação 5). O IE indica o quanto da FR foi direcionada como FE, ou seja, utilizada para a propulsão da bicicleta [20, 21].

$$IE = \int_0^x dtFE / \int_0^x dtFR \quad (5)$$

Foi utilizado também para análise da técnica da pedalada, a taxa de efetividade (TE), que consiste na razão entre as forças efetiva (FE) e resultante (FR) ao longo do ciclo (equação 6).

$$TE = FE / FR \quad (6)$$

Neste estudo foi analisado o índice e a taxa de efetividade de cada indivíduo antes e depois das sessões de aprendizagem.

## Resultados

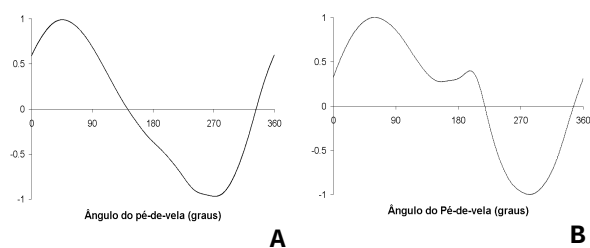
Na tabela I são apresentados os resultados do índice de efetividade dos dois grupos da amostra.

**Tabela 1.** Índice de efetividade (IE) expresso em percentuais do impulso da força resultante para os dois grupos avaliados.

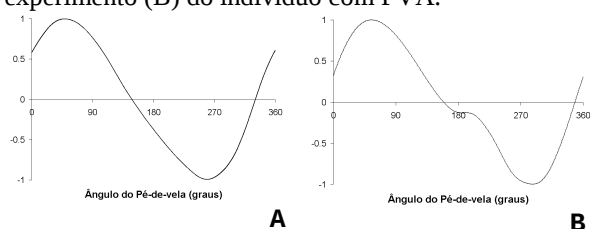
| Tipo de Feedback | Pré-experimento | Pós-experimento |
|------------------|-----------------|-----------------|
| FVA              | 29              | 36              |
| FA               | 30              | 23              |

O indivíduo que recebeu FVA apresentou uma melhora no seu índice de efetividade, ou seja, melhorou seu padrão de aplicação de força no pedal em 24%, já o indivíduo que recebeu FA apresentou uma diminuição no seu padrão de aplicação de força de 24%.

Nas figuras 5 e 6 são apresentados os gráficos da taxa de efetividade (E%) ao longo do ciclo da pedalada dos dois indivíduos avaliados no pré e pós-experimento.



**Figura 5.** Taxa de efetividade do pré (A) e pós-experimento (B) do indivíduo com FVA.



**Figura 6.** Taxa de efetividade do pré (A) e pós-experimento (B) do indivíduo com FA.

## Discussão

O nível de aprendizagem motora do indivíduo melhora com a prática e é, freqüentemente, inferido pela observação de níveis relativamente estáveis no desempenho motor do indivíduo [2].

Pode-se observar um aumento de 24% no IE do indivíduo que recebeu FVA, e também, uma melhora na sua TE no final do segundo e no início do terceiro quadrante.

Segundo alguns autores [1, 13, 18], o desempenho é um comportamento observável, que se refere à execução de uma habilidade num determinado instante e/ou situação. Já a aprendizagem é definida como uma alteração na capacidade do indivíduo em desempenhar uma habilidade, o que significa uma melhora relativamente permanente no desempenho devido à prática ou à experiência. Contudo, é possível inferir, a partir de uma primeira análise, que o indivíduo que recebeu FVA melhorou o seu desempenho no que diz respeito ao seu padrão de aplicação de força no pedal, embora ainda seria necessário avaliar se este aumento no desempenho está relacionado com a aprendizagem.

O FVA apresenta-se como uma ferramenta adequada na obtenção da meta de uma habilidade, pois fornece informação sobre o sucesso da habilidade que acabou de ser completada, assim, o aprendiz pode determinar se o movimento realizado mostrou-se apropriado para desempenhar corretamente a habilidade. O FVA permite ao indivíduo atingir a habilidade desejada mais fácil e rapidamente, pois desempenha um papel importante na motivação do aprendiz, uma vez que pode ser utilizado na comparação do seu próprio desempenho com o desempenho da meta a ser alcançada [1, 3].

Embora alguns estudos afirmem que FA pode favorecer a aprendizagem motora [13, 16, 17, 18], os resultados aqui obtidos com apenas um indivíduo sendo submetido a três sessões voltadas à aprendizagem da técnica de pedalada do ciclismo não corroboram com a literatura, pois o indivíduo que recebeu FA apresentou uma diminuição no IE de 24%. Este fenômeno pode estar relacionado com a tentativa de readaptação do engrama motor [2, 16].

Para que seja possível inferir sobre o nível de aprendizagem dos indivíduos é necessário realizar após o período de pós-experimento um teste de retenção, com um intervalo de sete dias onde os indivíduos não estariam pedalando e nem utilizando o FVA para avaliar o quanto deste gesto técnico permaneceu na memória do indivíduo, o que caracteriza a aprendizagem motora [1, 3].

## Conclusão

Após a realização deste estudo preliminar foi possível constatar que o FVA mostrou-se efetivo como ferramenta a ser utilizada para ensinar a técnica da pedalada no ciclismo. Pode-se constatar também que para se obter resultados consistentes de aprendizagem

são necessários a realização de estudos mais detalhados, com um tempo maior de treinamento e com testes de retenção para realmente avaliar o nível de aprendizagem do indivíduo.

## Referências

- [1] BROKER, J. P.; GREGOR, R. J. & SCHMIDT, R.A. Extrinsic Feedback and the Learning of Kinetic Patterns in Cycling. *Journal of Applied Biomechanics*. 9: 111-123, 1993.
- [2] SCHMIDT, R. A. & WRISBERG, C. A. *Aprendizagem e performance motora: Uma abordagem da aprendizagem baseada no problema*. Porto Alegre: Artmed Editora, 2. ed, 2001.
- [3] SANDERSON DJ & CAVANAGH PR. Use of augmented feedback for the modification of the pedaling mechanics of cyclists. *Can. J. Sport Sci.*, 15(1): 38-42, 1990.
- [4] ÁLVAREZ, G. & VINYOLAS, J. A New Bicycle Oedal Design for On-Road Measurements of Cycling Forces. *J. Applied Biomechanics*. 12: 131-141, 1996.
- [5] HULL, M. L. & WOOTTEN, D. An Improved Accuracy Six-Load Component Pedal Dynamometer for Cycling. *J. Biomechanics*. 29(8): 1105 – 1110, 1996.
- [6] HULL, M. L. & DAVIS, R. R. Measurement of Pedal Loading in Bicycling: I Instrumentation. *J. Biomechanics*. 14(12): 843 – 856, 1981.
- [7] DAVIS, R. R. & HULL, M. L. Measurement of Pedal Loading in Bicycling: II Analysis and Results. *J. Biomechanics*. 14(12): 857 – 872, 1981.
- [8] BROOKE, J. D.; HOARE, J.; ROSENROT, P. & TRIGGS, R. Computerized System for Measurement of Force Exerted Within Each Pedal Revolution During Cycling. *Physiol. Behav.* 26 (1) 139-143, 1981.
- [9] CANDOTTI, C. T. Características Fisiológicas e Biomecânicas da pedalada de ciclistas e triatletas. *Tese de Doutorado*. PPGCMH - Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, 2003.
- [10] NETO CD, SCHMIDT G, CANDOTTI CT, LOSS JF, ZARO MA, CERVIERI A & GUIMARÃES ACS. Desenvolvimento de uma plataforma de força em pedal de ciclismo. *Revista Brasileira de Biomecânica / Brazilian J. Biomech.*, 3: 39-44, 2001.
- [11] WELBERGEN E, CLIJSEN LPVM. “The influence of body position on maximal performance in cycling”. *Euro.J.Appl.Physiol.* 61: 138-142, 1990.
- [12] HUG F, DECHERCHI P, MARQUESTE T, JAMMES Y. “EMG versus oxygen uptake cycling exercise in trained and untrained subjects”. *J.Electro.Kinesiol.* 14 (2): 187-195, 2003.
- [13] MAGILL, R. A. *Aprendizagem motora: conceitos e aplicações*. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 2000.
- [14] McARDLE, W. D.; KATCH, F. I. & KATCH, V. L. *Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição e Desempenho Humano*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A. 3º ed, 1992.
- [15] Laboratório de Medições Mecânicas da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - [www.ufrgs.com.br/lmm](http://www.ufrgs.com.br/lmm) acessado em 25/01/2004.
- [16] MAGILL, R. A. *Aprendizagem motora: conceitos e aplicações*. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 1984.
- [17] MAGILL, R. A. *Motor Learning: Concepts and Applications*. Boston: McGraw-Hill, 5º ed, 326 p. 1997.
- [18] ROSE, D. J. *A Multilevel Approach to Study of Motor Control and Learning*. Boston: Allyn & Bacon, 315 p., 1997.
- [19] NABINGER E. *Desenvolvimento de um sistema de medição para análise biomecânica da pedalada de um ciclista, Faculdade de Engenharia da UFRGS*: 1997.
- [20] LAFORTUNE MA & CAVANAGH, PR. “Effectiveness and Efficiency during bicycle riding”. In: MATSUI & KOBASHI. K (Ed): *Biomechanics VIII-B*. Champaign, IL, Human Kinetics, pp. 928-936, 1983.
- [21] SANDERSON DJ. “The influence of cadence and power output on the biomechanics of force application during steady-state cycling in competitive and recreational cyclists”. *J.Sport.Sci.* 9: 191-203, 1991.

## e-mail dos autores:

[ghgarcia@ibest.com.br](mailto:ghgarcia@ibest.com.br)

[rbini@via-rs.net](mailto:rbini@via-rs.net)

[acsguima@esef.ufrgs.br](mailto:acsguima@esef.ufrgs.br)

