

Características cinemáticas de padrões motores no pular corda

Kinematic characteristics of motor patterns in rope skipping

Luiz Henrique da Silva ¹
Ana Maria Pellegrini ²

Resumo – O pular corda parece ser uma tarefa tão simples. Entretanto, se fizermos uma análise cuidadosa desta habilidade motora podemos verificar o quão complexa ela é. O objetivo deste estudo foi analisar variáveis cinemáticas dos padrões de saltar no pular corda em função da frequência da corda. Oito estudantes universitários do sexo masculino executaram sequência de 30 saltos no pular corda, em dois padrões de salto (apoio alternado e simultâneo dos pés no solo), em três frequências de batida da corda (1.5, 1.6 e 1.7Hz). As frequências eram determinadas por metrônomo digital e a corda era controlada pelo próprio executante. A performance no pular foi registrada por duas câmeras digitais para análise 3D. Marcadores passivos foram fixados na corda e nas articulações do tornozelo, joelho e quadril do executante para obtenção dos dados para as variáveis dependentes: fase relativa contínua, intervalo temporal entre a perda de contato dos pés com o solo e passagem da corda sob os pés do executante, altura do salto e altura da corda. Os resultados das ANOVAS mostraram que, no padrão com suporte alternado dos pés, o salto é executado com maior altura. Além disso, no salto com apoio simultâneo dos pés, os resultados do intervalo temporal revelaram haver atraso na retirada dos pés para a passagem da corda.

Palavras-chave: Habilidade; Controle; Adaptação.

Abstract – Rope skipping seems to be an easy task to be performed. However, careful analysis of this motor skill shows how complex the execution of this task is. The objective of this study was to examine kinematic variables of jump patterns as a function of skipping frequency. Eight male university students performed a sequence of 30 rope jumps using two jump patterns (alternating support of the feet and simultaneous support of the feet) at three skipping frequencies (1.5, 1.7, 1.9 Hz). Frequencies were determined with a digital metronome and the rope was turned by the student himself. Rope jumping performance was recorded with two digital cameras for 3D analysis. Passive markers were attached to the rope and to the ankle, knee and hip joints for collection of the following dependent variables: continuous relative phase, time interval between the loss of contact of the feet with the ground and cross of the rope under the feet of the volunteer, jump height, and rope height. ANOVA showed that for the pattern with alternating support of the feet the jump is executed at a lower height. In addition, analysis of the time interval revealed a delay in the withdrawal of the feet for crossing the rope in the case of the jump pattern with simultaneous support of the feet.

Key words: Skill; Control; Adaptation.

1 Universidade Estadual de Santa Cruz. Departamento de Ciências da Saúde. Curso de Educação Física. Ilhéus, BA, Brasil.

2 Universidade Estadual Paulista. Instituto de Biociências. Departamento de Educação Física. Rio Claro, SP, Brasil.

Recebido em 13/11/07
Revisado em 18/12/08
Aprovado em 04/03/09

INTRODUÇÃO

Na execução do pular corda, podemos identificar dois padrões distintos de saltar, o salto com os dois pés tocando o solo simultaneamente e o salto com os pés alternados, ou seja, ora um pé toca o solo, ora o outro¹. Após algumas sessões de prática desta habilidade motora, o executante estabelece um dos padrões motores citados acima, liberando espaço para que a corda passe sob seus pés. À medida que a prática progride o padrão motor se torna mais estável, havendo um menor gasto energético para execução da tarefa. Resultado este esperado quando da aquisição de uma habilidade motora². Se por um lado a literatura indica que ao pular corda o executante pode utilizar diferentes padrões motores de saltar¹, e que estes padrões podem ser modificados em decorrência da prática², há uma lacuna muito grande no que diz respeito aos mecanismos subjacentes ao controle motor diante de alterações da frequência da batida da corda.

A execução do pular corda é resultado de uma intrincada relação entre as restrições do organismo, ambiente e tarefa³ de modo que qualquer alteração em uma destas restrições acarretará alteração no sistema como um todo. Ao pular corda em uma sessão de atividades físicas, as restrições do organismo e as do ambiente são relativamente estáveis. Desta maneira, as alterações de maior impacto no desempenho desta habilidade referem-se a restrições da tarefa. A revisão de literatura indica que os mecanismos de controle da relação sujeito-corda levam a alterações no modo como a corda é batida⁴ (autocontrolada ou externamente controlada), como o salto é executado¹ (com apoio simultâneo dos pés ou com apoio alternado), a frequência de batida da corda⁴ em que este ato motor é realizado e os ajustes no saltar em função do peso da corda⁵.

O objetivo do presente estudo é analisar as características cinemáticas do padrão motor do saltar no pular corda, batida em diferentes frequências. Em específico, busca apontar as características cinemáticas de tais padrões que responderiam pelos ajustes quando a frequência da corda é alterada. Além disso, a relação espaço-temporal salto-corda também se constitui em foco de interesse.

Partiu-se do pressuposto que, em cada frequência de batida de corda, a relação espaço-temporal corda-salto permanece relativamente constante. Neste sentido, a descrição dos diferentes padrões motores ao pular corda fornece informação sobre o comportamento do sistema cujos valores do parâmetro de controle permanecem constantes, uma

vez que a frequência da corda não é alterada durante a execução da tarefa. O desenho experimental do presente estudo permite a obtenção de valores do parâmetro de ordem do sistema (fase relativa contínua - FRC) em estados estáveis em diferentes frequências, ou seja, com diferentes valores do parâmetro de controle.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Participaram deste estudo oito universitários do sexo masculino, com idade de 23,7 (\pm 1,5 anos) e média de altura de 181,12 (\pm 4,76 cm). Foram disponibilizadas cordas de vários comprimentos de modo que antes do início da coleta os participantes testavam qual seria a mais adequada para sua estatura. A tarefa consistia em executar 30 ciclos do pular corda em três frequências de batida da corda (1.5, 1.7 e 1.9Hz) e em dois diferentes padrões de saltar (salto com os pés tocando alternadamente o solo -SA e salto com os pés tocando simultaneamente o solo -SS). A corda era batida pelo próprio participante e a frequência determinada por metrônomo digital.

Através de duas câmeras digitais com frequência de captura ajustada para 120 Hz, foram obtidas imagens do executante a partir de uma vista lateral. Antes do início da filmagem, foi colocado um calibrador exatamente no local onde o participante realizaria a tarefa. Este calibrador continha 108 marcadores, sendo que as distâncias entre os mesmos eram conhecidas com precisão em milímetros. O sistema de referência utilizado neste estudo foi definido com o eixo "y" vertical, eixo "x" horizontal e perpendicular ao eixo "y", e eixo "z" como produto vetorial de "x" por "y"⁶.

A seguir, foi feito o desentrelaçamento dos quadros (obtenção de imagens nítidas com resolução de 120Hz), a digitalização dos marcadores passivos e a reconstrução das imagens em 3D através do software Dvideow⁷. As imagens dos calibradores também foram digitalizadas, e identificados os pontos a serem utilizados como referência. O conjunto de dados foi suavizado por um filtro digital Butterworth, quinta ordem, na frequência de corte de 5 Hz, definida pelo método de Winter, citado por Zatsiorski e Duarte⁸.

O procedimento para obtenção dos dados da variável altura do salto é mostrado na Figura 1A. Para análise estatística, foi obtida a média da altura dos saltos em cada sequência de saltos em cada condição. Já o procedimento para obtenção da variável altura da corda é mostrado na Figura

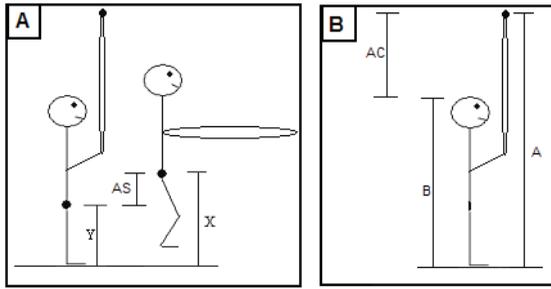


Figura 1. A) Representação das medidas para o cálculo da altura do salto. AS = altura do salto, X = altura máxima atingida na fase de vôo e Y = distância da marca fixada no trocater maior à superfície de contato com o participante na posição ereta. A altura do salto foi obtida pelo algoritmo $AS = X - Y$. B) Representação das medidas para o cálculo da altura da corda. AC = altura da corda. A = altura máxima atingida pela corda e B = altura do participante. A altura da corda foi obtida pelo algoritmo $AC = A - B$.

1B. Para análise estatística, foi obtida a média da altura da corda em cada sequência de saltos em cada condição.

No presente estudo, a Fase Relativa Contínua (FRC) foi definida como sendo a diferença de fase entre dois sinais oscilatórios, ou seja, o ponto de adiantamento de um sinal em relação ao outro dentro do mesmo ciclo. A FRC foi calculada seguindo o modelo proposto por Kelso⁹: $FRC = \phi \text{ corda} - \phi \text{ tornozelo}$; sendo que " $\phi \text{ corda}$ " corresponde ao espaço de fase da corda e " $\phi \text{ tornozelo}$ " ao espaço de fase do tornozelo. O cálculo da FRC foi desenvolvido em linguagem Matlab, tendo sido utilizadas as funções: a) "hilbert" para transformação dos dados discretos em contínuos, sendo que, neste processo, foram adicionados números complexos na matriz; b) a função "angle" para o cálculo do espaço de fase em radianos, de uma matriz com elementos complexos; c) a função "unwrap" para solucionar o problema da redundância em " π " e " 2π ". Para a transformação dos dados de radianos para graus, os mesmos foram multiplicados por $180/\pi$. Posteriormente, foi realizada, ponto a ponto, a subtração entre o espaço de fase da corda e o espaço de fase do tornozelo. A Figura 2 apresenta o deslocamento vertical da corda e do tornozelo numa sequência de saltos e os valores da FRC.

O intervalo temporal entre a perda de contato dos pés com o solo e a passagem da corda sob os pés do executante⁵ foi obtido através da soma do número de quadros da perda de contato dos pés com o solo, até a passagem da corda sob os pés do executante no eixo vertical, multiplicado pela duração do quadro em segundos. Dessa maneira, a

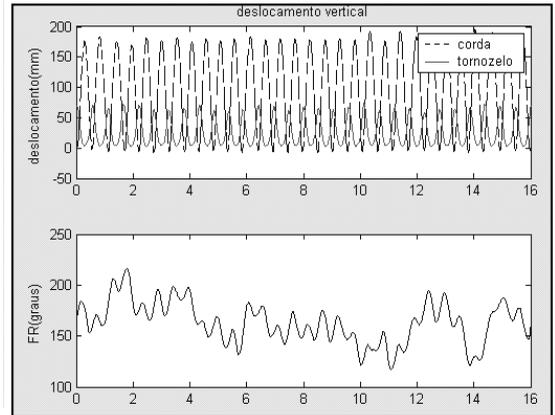


Figura 2. Na parte superior da figura, temos a representação gráfica do deslocamento vertical da corda e tornozelo durante uma seqüência no pular corda, e na parte inferior da figura está a FRC desta seqüência.

A Figura 3 exemplifica os pontos de referência para o cálculo do intervalo temporal.

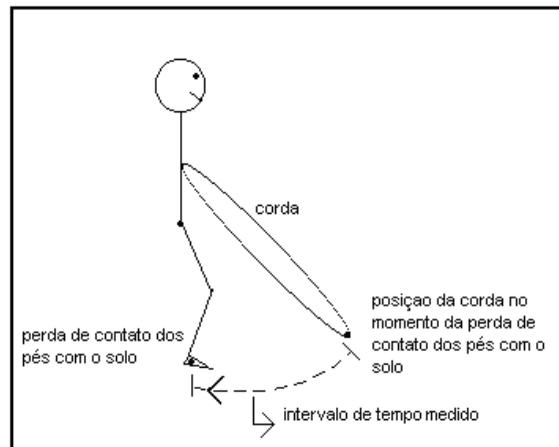


Figura 3. Representação esquemática do intervalo temporal entre a perda de contato dos pés com o solo e a passagem da corda sob os pés do executante.

RESULTADOS

Os resultados das Análises de Variância com medidas repetidas, nos fatores condição (2) e frequência (3) para cada uma das variáveis dependentes (FRC, intervalo temporal, altura da corda e altura do salto) são apresentados a seguir. Em cada uma das ANOVAs, quando necessário, foi utilizado o teste a posteriori de Scheffé ($p < .05$).

Altura do Salto

Os resultados indicaram ser a média da altura dos saltos com apoio alternado dos pés, significativamente, menor ($15,01 \pm 3,81 \text{ cm}$) do que a média da altura dos saltos na condição com apoio simultâneo dos pés ($17,11 \pm 4,11 \text{ cm}$), $F_{(1,7)} = 12,87$, $p < 0.05$.

Quanto ao fator principal frequência ($F_{(2,14)}=7,40$, $p<0,05$), os resultados indicaram que a altura do salto, na frequência de 1.7 Hz, foi maior do que na de 1.5 Hz (ver Fig. 4).

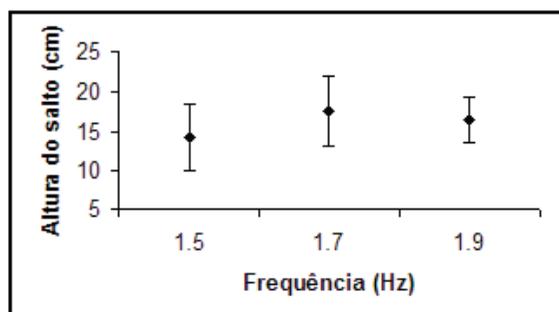


Figura 4. Média e desvio padrão da altura dos saltos em função da frequência da corda.

Altura da corda

Os resultados mostraram não haver diferença significativa no fator condição, $F_{(1,7)} = 4,41$, $p > .05$, ($19,6 \pm 14$ cm condição com saltos simultâneos e $14,9 \pm 10,6$ cm condição com saltos alternados). Entretanto, o fator frequência alcançou nível de significância, $F_{(2,14)}=7,019$; $p=0,007$. O teste a posteriori indicou que a média da altura da corda foi maior na frequência de 1.5 Hz, em comparação com as frequências de 1.7 e 1.9 Hz, não havendo diferença estatisticamente significativa entre as duas últimas (ver Figura 5).

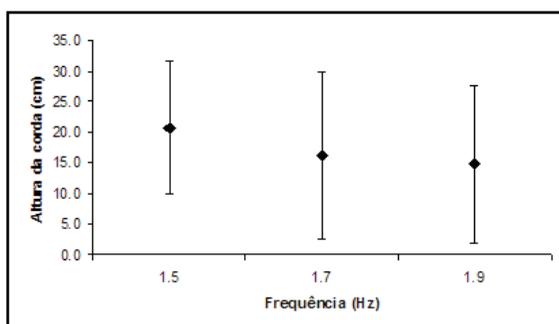


Figura 5. Média e desvio padrão da altura da corda em função da frequência de batida da corda.

Fase Relativa Contínua

Foram realizadas ANOVAS, sendo uma com os resultados da média da FRC e a outra do desvio padrão da FRC nas três tentativas. Os resultados da ANOVA com a média da FRC indicaram não ter nenhum dos fatores principais, nem a interação entre eles, alcançado nível de significância.

Na condição de saltos com apoio alternado dos pés, a média da FRC foi de $172,90^\circ \pm 17,56^\circ$ e na condição de saltos com apoio simultâneo dos pés de $164,11^\circ \pm 13,36^\circ$. As médias e desvio padrão da

fase relativa contínua, em função da frequência de batida da corda, foram $168,38^\circ \pm 10,40^\circ$; $165,93^\circ \pm 13,13^\circ$; $171,23^\circ \pm 22,65^\circ$; respectivamente para as frequências de 1.5, 1.7 e 1.9 Hz. Os resultados da ANOVA com o desvio padrão da FRC indicaram que, na condição de saltos com apoio alternado dos pés, a média do desvio padrão da FRC ($52,98^\circ$) foi significativamente superior à média do desvio padrão na condição com apoio simultâneo dos pés ($22,15^\circ$), $F_{(1,7)}=134,07$, $p<0,0001$.

Intervalo Temporal

Os resultados da ANOVA indicaram que apenas o fator condição alcançou nível de significância, $F_{(1,7)}=6,98$, $p<0,05$. A condição com apoio simultâneo nos pés apresentou maior intervalo de tempo ($0,13 \pm 0,02$ seg.) entre o momento de perda do contato dos pés com o solo e a passagem da corda sob os pés, do que na condição de saltos com apoio alternado dos pés ($0,11 \pm 0,02$ seg.).

DISCUSSÃO

Focalizaram-se, neste estudo, dois padrões de saltar no pular corda sobre os quais tínhamos pouquíssimas informações sobre protocolos experimentais, para estudo das características cinemáticas do saltar ao pular corda e da relação espaço-temporal intermembros. Esta falta de informação se constituiu num desafio e nos levou a estabelecer um protocolo experimental inovador. Consequentemente, isto dificultou a comparação dos resultados da presente pesquisa com trabalhos feitos em outros centros de investigação na área do controle motor. O protocolo experimental foi trabalhado em vários estudos desenvolvidos anteriormente, no mesmo laboratório de pesquisa, onde o presente estudo foi realizado.

Ajustes cinemáticos no pular corda em função da frequência da corda

No presente estudo, a análise cinemática foi feita para fins de comparação entre a altura da corda e a altura dos saltos em dois padrões de saltar e em três frequências de batida da corda. Os resultados do presente estudo mostram que a altura da corda foi semelhante nos dois padrões de saltar. Entretanto, o comportamento da altura da corda não foi o mesmo entre as três frequências de batida da corda, sendo menor na frequência de 1.5 Hz em relação às outras duas frequências (1.7 e 1.9 Hz). Não há na literatura relatos do comportamento da corda em função da frequência da batida da corda. Todavia, no estudo

de Bueno¹⁰, que utilizou procedimento para o cálculo da altura da corda similar ao do presente estudo, os participantes adultos executaram uma sequência do pular corda em uma frequência de batida da corda de, aproximadamente, 1.6 Hz, em uma altura média de 32 cm. No presente estudo, valores próximos foram observados na frequência de 1.5 Hz, como mostra a Figura 5. Ao relacionarmos os comportamentos da altura do salto (Figura 4) e altura da corda (Figura 5) fica evidente a relação inversa entre estas duas variáveis, ou seja, quanto maior a altura do salto mais próximo se encontra o topo da cabeça com a corda.

A análise da altura dos saltos mostrou que na condição com apoio alternado dos pés, o participante pode saltar com menor impulsão, sugerindo menor gasto energético e menor impacto dos pés com o solo. Resultados semelhantes foram encontrados no estudo de Pittenger, Maccaw e Thomas¹ em que os executantes apresentaram maior tempo de vôo no padrão de saltar com apoio simultâneo dos pés do que no padrão com apoio alternado, sugerindo maior altura no salto para o padrão simultâneo. O padrão das forças musculares e das forças reativas¹¹ são diferentes nestes dois padrões motores, o que gera alturas diferentes do saltar ao pular corda.

Em relação à altura dos saltos nas diferentes frequências, quando os resultados do presente estudo são comparados com o que é sugerido na literatura, verifica-se que ainda não há um consenso sobre a relação entre a altura do salto e a frequência de batida da corda. Em estudo realizado por Carvalho e Pellegrini⁴, a altura dos saltos foi menor na frequência mais alta dentre as três frequências empregadas (1.4, 1.6 e 1.8 Hz). No presente estudo, a altura do salto foi maior na frequência intermediária (1.7 Hz), sendo que esta altura foi apenas diferente da frequência mais baixa (1.5 Hz). As diferenças entre os resultados do presente estudo e de Carvalho e Pellegrini podem estar relacionadas com os diferentes protocolos experimentais adotados, sendo que no presente estudo foram investigados dois padrões de saltar (salto com apoio alternado e simultâneo dos pés) e no de Carvalho e Pellegrini⁴ apenas o salto com apoio simultâneo dos pés no solo. Em decorrência da estatística utilizada no presente estudo, os resultados da frequência de batida da corda retratam a altura dos saltos nos dois padrões de saltar.

Estabilidade da relação espaço-temporal entre corda e salto em função da frequência da corda

Para captar a relação entre corda e salto, foram

utilizadas duas variáveis dependentes: intervalo temporal, entre a perda de contato dos pés no solo e passagem da corda sob os pés do executante, e fase relativa contínua. Quais seriam as alterações no acoplamento entre corda e salto ao modificarmos a restrição da tarefa, alterando o padrão do salto ou a frequência de batida da corda? Os resultados da presente pesquisa respondem a este questionamento sugerindo que ao executar o pular corda com apoio alternado dos pés, o executante atrasa mais a retirada do pé de apoio do solo até a chegada da corda do que na condição com apoio simultâneo, ou seja, o intervalo de tempo é menor quando do salto com apoio alternado dos pés. Dessa maneira, em frequências mais altas de batida da corda, seria mais adequado utilizar o padrão de salto alternado em comparação ao padrão de salto simultâneo, uma vez que o padrão alternado exige um menor tempo de antecipação do salto em relação à corda. Além disso, os resultados também mostraram que este intervalo temporal é relativamente constante ao longo das frequências investigadas, ou seja, mesmo aumentando a frequência de batida da corda, o intervalo de tempo de antecipação de salto para que a corda passe por debaixo do executante não se altera. Semelhantes resultados de invariância do intervalo temporal entre diferentes frequências foram apresentados no estudo de Bueno¹⁰. Entretanto, para o executante, a dificuldade está em manter este intervalo temporal em frequências mais altas, sendo que a maioria dos iniciantes, no pular corda, apresentam grande dificuldade em executar esta habilidade motora em altas frequências de batida da corda.

Independente da condição e frequência de batida da corda, os resultados da FRC, no presente estudo, mostram que a média da FRC se mantém constante. Isto significa que, nas condições e frequências do presente estudo, para a execução do pular corda, existe uma amplitude no valor da FRC que os participantes têm que manter para executar com sucesso esta habilidade motora. A semelhança no valor da média da fase relativa contínua das condições não era por nós esperada, pois em estudo anterior, quando da análise da fase relativa discreta (FRD) em diferentes padrões motores de saltar¹², menores valores da FRD foram obtidos na condição com apoio alternado, em relação à condição com apoio simultâneo dos pés. As diferenças entre os resultados destes dois experimentos podem ser atribuídas aos procedimentos utilizados para cálculo da FRD naquele estudo e FRC no presente estudo. A principal diferença entre esses dois procedimentos é o número de pontos utilizados para o cálculo da

fase relativa, sendo que, no cálculo da FRD do pular corda, foram utilizados apenas os valores do pico máximo da altura da corda e tornozelo em cada ciclo¹². Já para cálculo da FRC, no presente estudo, foram utilizados os dados quadro a quadro da corda e tornozelo. Segundo Fuchs e colaboradores¹³, o baixo número de dados (pontos) utilizados para o cálculo da FRD pode “mascarar” o comportamento da fase relativa quando no estudo da coordenação bimanual, o que consideramos também se aplica quando do estudo do pular corda.

Com relação à estabilidade da relação corda-salto, os resultados do desvio padrão da FRC mostram que quando os participantes executam o pular corda na condição com apoio simultâneo dos pés, eles executam com menor variabilidade na relação salto-corda em comparação com a condição de apoio alternado dos pés. A maior variabilidade da fase relativa contínua no padrão com apoio alternado, pode dar margem a duas linhas de raciocínio, pois, segundo Newell e Slifkin¹⁴, a baixa variabilidade pode ser indício de um sistema muito rígido, que não apresenta flexibilidade frente a perturbações no sistema. Porém, quando o desvio padrão do movimento é grande, isto pode ser visto como instabilidade do sistema. De acordo com Souza e Cardoso¹⁵, quando particularmente do estudo de sistemas biológicos, um sistema é estável quando sua resposta frente a uma perturbação permanece pequena com o decorrer do tempo e este tipo de estabilidade é denominado de Estabilidade de Lyapunov¹⁶. No presente estudo, não foi provocada perturbação no sistema a fim de verificar a estabilidade descrita por Souza e Cardoso¹⁵, sendo que a execução do pular corda foi realizada sem alteração na frequência de batida da corda durante a tentativa. Desta maneira, o desvio padrão foi adotado como medida de estabilidade a variabilidade do sistema. Nos estudos da coordenação bimanual, a variabilidade da fase relativa expressa a consistência com que os segmentos corporais interagem, ou seja, como as mãos interagem^{17, 18}.

CONCLUSÃO

Diferenças cinemáticas no pular corda com apoio alternado dos pés e com apoio simultâneo dos pés foram evidenciadas no presente estudo. O saltar com apoio alternado dos pés é executado com menor altura e, provavelmente, com menor gasto energético. Os valores das variáveis altura da corda e fase relativa contínua não foram diferentes entre os dois padrões motores de pular corda, sugerindo

que a relação entre corda e salto é invariável para cada frequência de batida da corda. A FRC do padrão de salto alternado apresenta maior variabilidade do que no salto simultâneo. Os resultados do intervalo temporal revelaram ocorrer um atraso na retirada do pé de apoio para a passagem da corda no padrão de salto simultâneo, em relação ao salto com padrão alternado dos pés.

Este trabalho traz importante contribuição para a área do controle motor não só no que diz respeito ao desenho experimental construído para este estudo, mas também com relação ao corpo de conhecimento produzido sobre as características cinemáticas do saltar no pular corda e a relação corda-salto no controle de execução desta habilidade motora. Abre uma nova perspectiva para o estudo de habilidades complexas de coordenação entre membros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pittenger VM; Mccaw ST; THOMAS, DQ. Vertical Ground Reaction Forces of Children During One- and Two-Leg Rope Jumping. *RQES* 2002;73(4):445-449.
2. Pellegrini, A.M. Aprendizagem de habilidades motoras I: o que muda com a prática. *Rev Pau Edu Fis* 2000;(3):24-34.
3. Broderick, MP; Newell, KM. Coordination Patterns in Ball Bouncing as a Function of Skill. *J Mot Behav* 1999;31(2):165-188.
4. Carvalho, WRG, Pellegrini, AM. O padrão do pular corda sob diferentes condições de informação sensorial. *Bras J Mot Behav* 2006;1(1):73-81.
5. Silva, LH, Pellegrini, AM. Mecanismos de controle do pular corda em função de restrição da tarefa. *Bras J Mot Behav* 2007;2(1):31-39.
6. Barbieri, FA, Santiago, PR, Gobbi, LT, Cunha, SA. Análise cinemática da variabilidade do membro de suporte dominante e não dominante durante o chute no futsal. *Rev Port Cien Desp* 2008;8(1):61-76.
7. Barros, RML, Brenzikofer, R, Leite, NJ, Figueroa, P. Desenvolvimento e avaliação de um sistema para análise cinemática tridimensional de movimentos humanos. *Rev Bras Eng Biomed* 1999;15(12):79-86.
8. Zatsiorsky, VM, Duarte, M. Rambling and trembling in quiet standig. *Motor Control* 2000;4(2):185-200.
9. Kelso, JAS, Scholz, JP, Schöner, G. Nonequilibrium phase transition in coordinated biological motion: critical fluctuations. *Physics Letters* 1986;118(6):279-284.
10. Bueno, FCR. Padrão de Coordenação do Pular Corda: um estudo desenvolvimental. (Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciências da Motricidade) Rio Claro (SP): Universidade Estadual Paulista; 2004.
11. Turvey, MT. Coordination. *Am Psychol* 1990;45(8):935-953.
12. Silva, LH, Bueno FCR, Carvalho WRG, Pellegrini AM. Padrões motores no pular corda: sincronização com estí-

- mulo externo. Anais do 7º Colóquio Internacional Michel Debrun: Novas tendências das ciências cognitivas no século XXI. Campinas: UNICAMP, 2003. p 24.
13. Fuchs, A, Jirsa, VK, Haken H, Kelso JA. Extending the HKB model of coordinated movement to oscillators with different eigenfrequencies. *Biol Cybern* 1996;74(1):21-30.
 14. Newell KM, Slifkin AB. Variability and Noise in Continuous Force Production. *J Mot Behav* 2000;32(2):141-150.
 15. Souza GM, Cardoso VJM. Toward a hierarchical concept of plant stress. *Isr J Plant Sci* 2003;51(1):29-37.
 16. Leite, VJS, Oliveira, PJ, Ramos, DCW, Montagner, VF, Oliveira, RCLF, Peres, PLD. Estabilidade robusta de sistemas lineares através de desigualdades matriciais lineares. *Rev Controle & Automação* 2004;15(1):24-40.
 17. Liu, YT; Mayer-Kress, G, Newell, KM. Qualitative and quantitative change in the dynamics of motor learning. *J Exp Psychol Hum Percept Perform* 2006;32(2):380-393.
 18. Pellegrini, AM, Andrade, EC, Teixeira, L.A. Attending to the non-preferred hand improves bimanual coordination in children. *Hum Mov Sci* 2004;23(3-4):447-460.

Endereço para correspondência

Luiz Henrique da Silva
Departamento de Ciências da Saúde – Universidade Estadual de Santa Cruz
Rodovia Ilhéus-Itabuna Km 16
Bairro Salobrinho
CEP: 45662-000. Ilhéus – BA.
Email: professor_lhsilva@hotmail.com