

A prática constante-aleatória e o processo adaptativo de aprendizagem motora: efeitos da quantidade de prática constante¹

CDD. 20.ed. 152.3

Umberto Cesar CORRÊA*
José Augusto de Camargo BARROS*
Marcela MASSIGLI*
Lúcia Afonso GONÇALVES*
Go TANI*

*Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo.

Resumo

O objetivo desse trabalho foi investigar os efeitos de diferentes quantidades de prática constante anteriormente à prática aleatória no processo adaptativo de aprendizagem motora, manipulando-se conjuntamente aspectos perceptivos e motores da tarefa. Os participantes foram 33 crianças de ambos os sexos com idades entre 10 e 12 anos. A tarefa consistiu em tocar cinco alvos em uma seqüência fazendo com que o último toque coincidissem com a chegada de um estímulo visual. O delineamento constou de três grupos de diferentes quantidades de prática constante e de duas fases (estabilização e adaptação). A prática aleatória e a perturbação envolveram a manipulação da velocidade do estímulo luminoso e do padrão de movimento. As variáveis dependentes foram os erros absoluto, variável e constante e as medidas relativas ao padrão de movimento (tempo de reação, tempo de movimento, timing relativo, pico de força, pico relativo de força, tempo de contato e tempo relativo de contato). Os resultados permitiram concluir que a prática constante, anteriormente à prática variada aleatória, é mais benéfica para o processo adaptativo de aprendizagem motora quando realizada até o alcance do desempenho-critério. E, que esse benefício é diminuído progressivamente de acordo com o aumento na quantidade de prática.

UNITERMOS: Aprendizagem motora; Processo adaptativo; Estrutura de prática; Prática constante-aleatória; Quantidade de prática.

Introdução

O presente estudo foi desenvolvido sob um modelo de processo adaptativo de aprendizagem de habilidades motoras (CHOSHI, 2000; TANI, 2005). Nesse modelo, a aprendizagem de habilidades motoras é explicada por meio de duas fases: estabilização e adaptação. A fase de estabilização diz respeito à estabilização funcional alcançada por meio de “feedback” negativo, ou seja, é a fase em que os movimentos tornam-se mais precisos e padronizados. A fase de adaptação ou adaptativa refere-se à adaptação da habilidade adquirida a novas situações ou tarefas motoras, mediante sua reorganização. De acordo com o TANI (2005), a adaptação pode ser alcançada por meio da própria flexibilidade do sistema (adaptação paramétrica),

da reorganização da estrutura (adaptação estrutural) e, ainda, pela formação de uma estrutura completamente nova (auto-organizacional).

Em função de suas proposições, esse modelo tem suscitado duas linhas pesquisa. A primeira, cujo objetivo é testar o próprio modelo (BENDA, 2001; CATTUZZO, 2007; TANI, 1995; UGRINOWITSCH, 2003), tem mostrado que a adaptação é dependente do estado do sistema e, portanto, do momento em que a instabilidade (perturbação) é inserida. Nesse caso, as evidências mostram que o processo de estabilização é um pré-requisito para aquele de adaptação e que a adaptação é dependente do tipo/nível de instabilidade, sendo a perturbação maior quando parâmetros perceptivos/temporais e motores/espaciais da tarefa

são alterados simultaneamente e menor quando apenas o parâmetro perceptivo/temporal é alterado, estando a alteração do parâmetro motor/espacial no nível intermediário.

Esses achados têm implicado, no mínimo, em dois aspectos: as investigações envolverem duas fases experimentais (estabilização e adaptação) em seus delineamentos e, também, de a adaptação ser investigada em relação de três parâmetros: perceptivo, motor e perceptivo e motor conjuntamente.

A segunda linha de pesquisa refere-se à investigação da aquisição de habilidades motoras em função da manipulação dos fatores “feedback” (MEIRA JÚNIOR, 2005; TANI, MEIRA JÚNIOR & GOMES, 2005; UGRINOWITSCH, TERTULIANO, COCA, PEREIRA & GIMENEZ, 2003) e prática (BARROS, 2006; CORRÊA, 2001; CORRÊA, BENDA, MEIRA JÚNIOR & TANI, 2003; CORRÊA, BENDA & TANI, 2001). Em relação ao fator “feedback”, o conjunto de resultados ainda é inconclusivo. No entanto, concernente à prática, os resultados permitem sugerir que o processo adaptativo é favorecido pela prática constante seguida da prática variada aleatória, mais especificamente, pela estrutura constante-aleatória.

Esses resultados têm sido explicados no sentido de, num primeiro momento, a prática constante possibilitar à formação da estrutura da habilidade e, de a prática variada aleatória, posteriormente, permitir a diversificação dessa estrutura, o que possibilitaria flexibilidade à habilidade e, por conseguinte, capacidade de adaptação (CORRÊA & TANI, 2005).

Essas explicações motivaram a realização de pesquisas que questionaram o tipo de prática variada após aquela constante (CORRÊA, 2007; PAROLI, 2004) e pesquisas preocupadas em como a combinação constante-variada aleatória poderia ser manipulada (CORRÊA, GONÇALVES, BARROS & MASSIGLI, 2006; CORRÊA, MASSIGLI, GONÇALVES, & BARROS, no prelo). Especificamente, essas últimas foram realizadas com base na seguinte pergunta: haveria uma quantidade ótima de prática constante anteriormente à prática variada aleatória?

Para responder a essa pergunta, a pesquisa de CORRÊA et al. (2006) envolveu a participação de crianças de ambos os sexos que realizaram uma tarefa de “timing” coincidente (tocar cinco alvos em uma seqüência pré-estabelecida de forma que o último toque coincidissem com o acendimento de um diodo-alvo). O experimento envolveu um delineamento com as fases de estabilização e adaptação e, também, com três grupos de prática constante-variada aleatória. Na fase de estabilização o primeiro grupo executou a prática

constante até o alcance de um desempenho-critério; o segundo grupo executou 33% de tentativas adicionais na prática constante além das tentativas executadas até o desempenho-critério; e, para o terceiro grupo, a quantidade de tentativas adicionais na prática constante foi de 66% da quantidade executada até o alcance do desempenho-critério. Após isso, todos os grupos executaram a prática variada aleatória (36 tentativas). Na fase de adaptação, todos os grupos também realizaram 36 tentativas, contudo, em uma condição diferente daquelas da fase de estabilização e sem CR. Nesse estudo a prática variada aleatória e o tipo de perturbação foram manipulados em relação a aspectos do padrão de movimento (seqüência de toques). Os resultados mostraram que os três grupos se adaptaram semelhantemente em termos de precisão, consistência e direção do desempenho. E, com relação ao padrão de movimento observou-se que o grupo com maior quantidade de prática constante (66%) efetuou uma adaptação estrutural (alterou dois componentes de sua estrutura).

O estudo de CORRÊA et al. (no prelo) foi similar àquele anterior em relação aos participantes, tarefa, delineamento e medidas. A diferença esteve no aspecto da tarefa manipulado na prática variada aleatória e na perturbação: perceptivo. Especificamente, eles manipularam a velocidade do estímulo visual numa tarefa de “timing” coincidente. Novamente, os resultados mostraram que os três grupos se adaptaram semelhantemente em termos de precisão, consistência e direção do desempenho, mas que o fizeram diferentemente em relação ao padrão de movimento. Verificou-se que o grupo com menor quantidade de prática constante adaptou-se via alteração da magnitude do pico relativo de força; o grupo com quantidade intermediária de prática constante adaptou-se por meio da modificação da variabilidade e da magnitude do pico relativo de força; e, o grupo com maior quantidade de prática constante adaptou-se através da alteração da magnitude do “timing” relativo.

Os resultados desses dois estudos levaram os autores sugerirem que a prática constante poderia ser conduzida suficientemente até a formação de uma estrutura (padrão), inferida por meio do alcance do desempenho-critério, não havendo necessidade de se estender a quantidade de tentativas na prática constante. Contudo, ainda permanece um problema: em ambos os estudos houve a manipulação de aspectos perceptivos e motores da tarefa em separado, e a literatura tem mostrado que a adaptação em aprendizagem motora implica em

maiores exigências quando a alteração na tarefa envolve ambos os aspectos conjuntamente. Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi investigar os efeitos de diferentes quantidades de prática

constante anteriormente à prática aleatória no processo adaptativo de aprendizagem motora, manipulando-se na tarefa conjuntamente aspectos perceptivos e motores.

Método

Os participantes foram 33 crianças voluntárias de ambos os sexos com idades entre 10 e 12 anos. Apenas as crianças cujo responsável legal emitiu autorização por escrito participaram do experimento.

A tarefa de aprendizagem foi de “timing” coincidente: tocar cinco alvos em uma seqüência pré-determinada fazendo com que o último toque coincidisse com a chegada de um estímulo visual luminoso (CORRÊA & TANI, 2004). Semelhantemente às pesquisas anteriores (CORRÊA et al., 2006, no prelo), adotou-se como critério de estabilização a execução de três tentativas consecutivas dentro de um patamar de 50 ms de erro. Essa tarefa foi viabilizada por um aparelho composto por uma canaleta de 200

centímetros de comprimento, 10 centímetros de largura e 10 centímetros de altura. Sobre a canaleta estão dispostos, em linha reta, 100 diodos (“leds”) distantes um centímetro uns dos outros. O equipamento era composto, também, de uma mesa de madeira de 70 centímetros de comprimento, 90 centímetros de largura e seis centímetros de altura, sobre a qual estarão dispostos cinco sensores metálicos medindo cinco centímetros de largura e 15 centímetros de comprimento e uma caixa de 10 centímetros de comprimento, 20 centímetros de largura e dois centímetros de altura com cinco “leds” que informavam o erro referente ao “timing” coincidente ao executante (“feedback”).

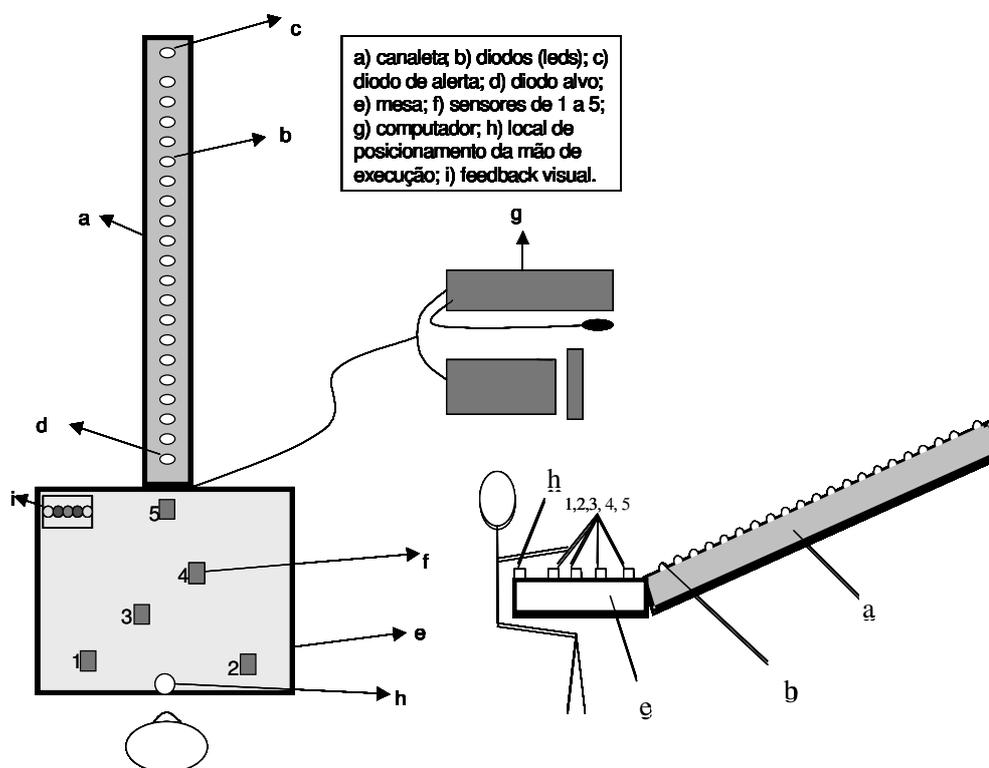


FIGURA 1 - Ilustração do aparelho de “timing” coincidente em tarefas complexas.

O delineamento constou de três grupos que diferiram na quantidade de prática constante (C-A, C-A33% e C-A66%) e de duas fases (estabilização e adaptação) (FIGURA 2). Na fase de estabilização, os indivíduos do C-A realizaram a prática constante apenas até o alcance do critério de estabilização; os indivíduos do C-A33% realizaram a prática constante 33% além da quantidade de tentativas executadas até o critério de estabilização; e, os indivíduos do C-A66% realizaram a prática constante 66% além da quantidade de tentativas executadas até o critério de estabilização. Entretanto, diferentemente dos estudos citados anteriormente, nesse experimento velocidade de estímulo visual e seqüência de toques

nos sensores foram manipuladas na prática variada aleatória. Portanto, na fase de estabilização, quando a prática era constante os indivíduos executavam a tarefa em apenas uma velocidade do estímulo visual numa seqüência de toques nos sensores ($V1 = 142,2$ cm/s - $SQ1 = 1-2-4-3-5$), e quando a prática era aleatória as tentativas eram realizadas em três diferentes velocidades e seqüências ($V1 = 142,2$ cm/s, $V2 = 165,7$ cm/s, $V3 = 124,5$ cm/s - $SQ1 = 1-2-4-3-5$, $SQ2 = 1-3-2-4-5$, $SQ3 = 1-4-2-3-5$). Na fase de adaptação, todos os grupos executaram as tentativas em uma única seqüência de toques e mesma velocidade do estímulo ($V4 = 104,9$ cm/s - $SQ4 = 1-4-3-2-5$), diferentemente daquelas praticadas na fase de estabilização.

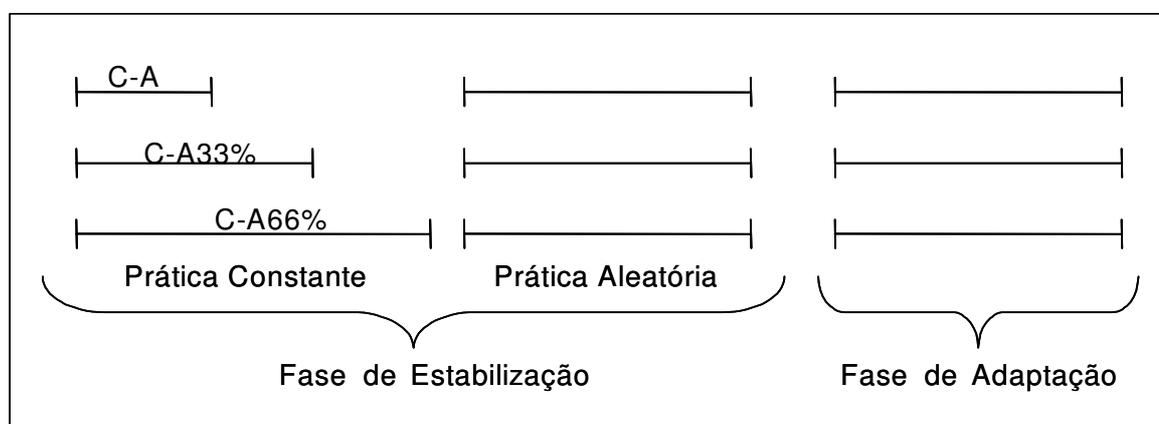


FIGURA 2 - Delineamento experimental contendo grupos (C-A, C-A33% e C-A66%) e fases (estabilização e adaptação).

Resultados

Os resultados foram analisados em blocos de nove tentativas. Em virtude de os indivíduos realizarem diferentes quantidades de prática constante, utilizou-se para análise apenas as últimas tentativas da fase de estabilização e todas aquelas da fase de adaptação, portanto, cinco blocos de tentativas.

As análises envolveram medidas que refletem o desempenho em termos de coincidência (erros absoluto, constante e variável) e medidas que refletem o padrão de execução (tempo de reação, tempo total de movimento, "timing" relativo, tempo total de toque, tempo relativo de toque, pico total de força e pico relativo de força).

Medidas de desempenho

Foi realizada uma análise de variância a dois fatores (3 grupos x 5 blocos de tentativas), com medidas repetidas no segundo fator (ANOVA "two-way"), para comparar os efeitos das diferentes estruturas de prática constante-aleatória intra e entre grupos. As médias dos erros absoluto, variável e constante de cada grupo são ilustradas na FIGURA 3.

No tocante ao erro absoluto, a ANOVA encontrou diferenças significantes apenas no fator blocos [$F(4;108) = 5,12$, $p = 0,00$]. O teste de Tukey HSD identificou diferença entre o último bloco de

tentativas da fase de estabilização e o segundo e o último bloco de tentativas da fase de adaptação ($p = 0,00$). Dessa forma, pode-se inferir que os grupos obtiveram o mesmo nível de precisão do desempenho, sendo que o mesmo foi modificado (aumentou) na fase de adaptação. Para o fator grupo foi encontrado $F(2;27) = 0,55$ $p = 0,58$ e para interação $F(8;108) = 1,19$, $p = 0,31$.

Concernente ao erro variável, a ANOVA encontrou diferenças significantes apenas no fator blocos [$F(4;108) = 3,24$, $p = 0,01$]. O teste de Tukey HSD identificou diferença entre o último bloco de tentativas da fase de estabilização e o último bloco da fase de adaptação ($p = 0,02$). Para o fator grupo foi encontrado $F(2;27) = 0,69$ $p = 0,51$ e para interação $F(8;108) = 0,79$, $p = 0,61$.

E, em relação ao erro constante, a ANOVA encontrou diferenças significantes apenas no fator blocos [$F(4;108) = 14,08$, $p = 0,00$]. Excetuando-se o terceiro bloco de tentativas da fase de adaptação, o teste de Tukey HSD identificou diferença entre o último bloco da fase de estabilização e os demais blocos da fase de adaptação ($p = 0,00$). O “post hoc” mostrou diferenças, também, entre o primeiro e o terceiro blocos de tentativas da fase de adaptação ($p = 0,00$) e entre o terceiro e o quarto blocos dessa mesma fase ($p = 0,00$). Isso indica que após a perturbação (modificação da velocidade de seqüência de toques) o desempenho tendeu a mudar de “atrasado” para “adiantado”. Para o fator grupo foi encontrado $F(2;27) = 0,99$ $p = 0,38$ e para interação $F(8;108) = 0,32$, $p = 0,95$.

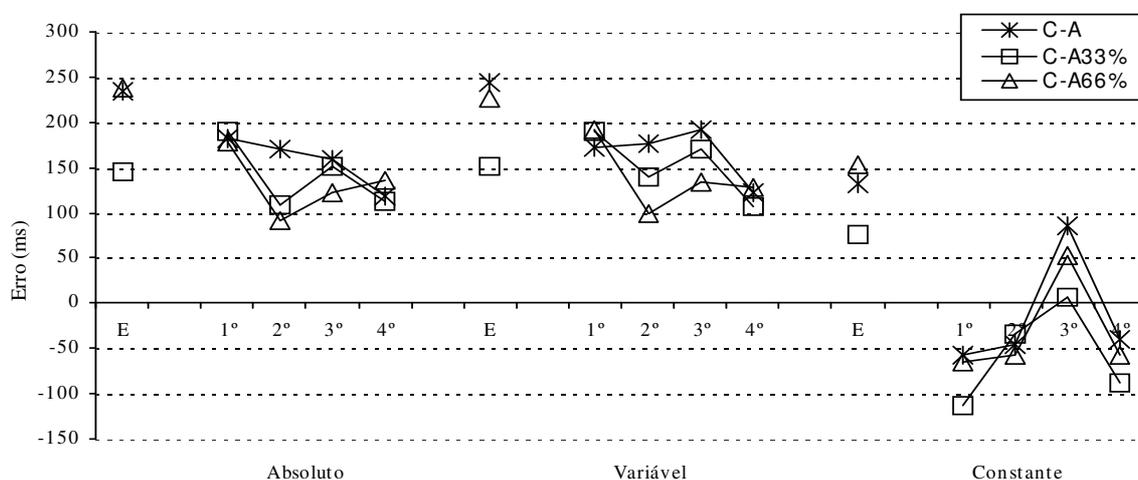


FIGURA 3 - Médias dos erros absoluto, variável e constante (ms) em blocos de nove tentativas, do último bloco da fase de estabilização (E) e dos blocos da fase de adaptação (10., 20., 30. e 40.), dos três grupos experimentais (C-A, C-A33% e C-A66%).

Medidas relativas ao padrão de execução

Tempo de reação

O tempo de reação refere-se ao tempo entre o início do estímulo visual e o início do movimento. Ele foi analisado em termos de magnitude e de variabilidade, respectivamente, por meio da média aritmética e do desvio padrão em blocos de nove tentativas (FIGURA 4). Efetuou-se, uma análise de variância a dois fatores (3 grupos x 5 blocos de tentativas), com medidas repetidas no segundo fator (ANOVA “two-way”), para comparar os efeitos das diferentes estruturas de prática constante-aleatória intra e entre grupos.

A ANOVA encontrou diferenças significantes apenas no fator blocos [$F(4;120) = 10,97$, $p = 0,00$].

O teste de Tukey HSD identificou diferença entre o último bloco de tentativas da fase de estabilização e todos aqueles da fase de adaptação ($p = 0,00$). Para o fator grupo foi encontrado $F(2;30) = 0,81$ $p = 0,45$ e para interação $F(8;120) = 0,48$, $p = 0,86$. Com relação à variabilidade do tempo de reação, a ANOVA não encontrou diferenças em nenhum dos fatores: grupos $F(2;30) = 0,02$, $p = 0,98$, blocos $F(4;120) = 2,15$, $p = 0,08$, e interação $F(8;120) = 0,96$, $p = 0,47$. Interessante notar que, com o aumento no tempo de duração do estímulo visual (o que reflete na duração do movimento), houve um aumento no tempo de reação, mesmo com o acréscimo de uma nova seqüência de toques.

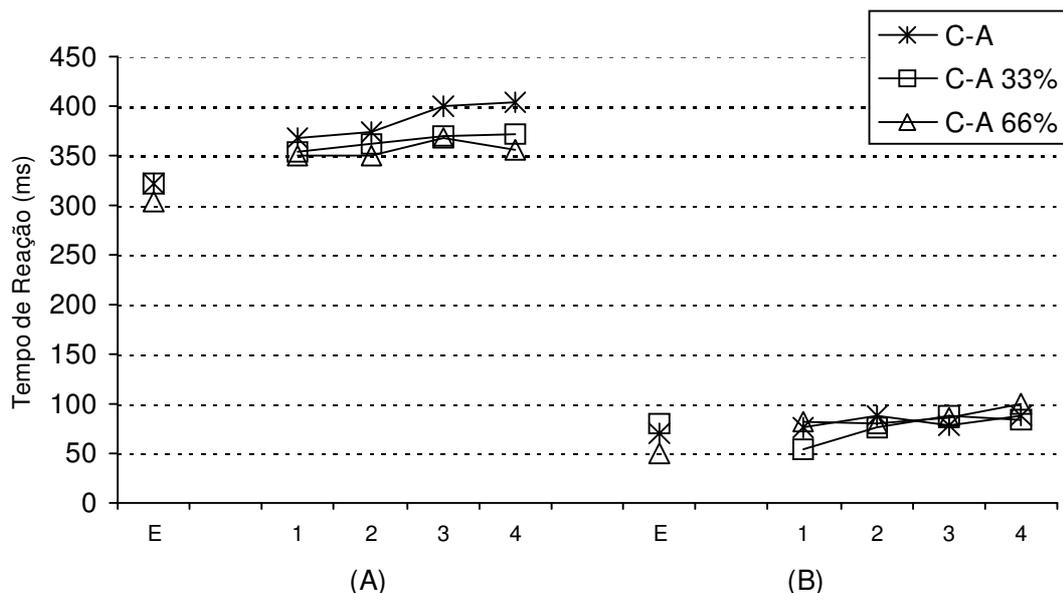


FIGURA 4 - Médias da magnitude (A) e da variabilidade (B) do tempo de reação (ms) em blocos de nove tentativas, do último bloco de tentativas da fase de estabilização (E) e da fase de adaptação (1, 2, 3 e 4), dos três grupos experimentais.

Tempo de movimento

O tempo de movimento refere-se ao tempo gasto entre o início do movimento e o toque no último alvo. Uma vez que o tempo de execução era influenciado pela duração do estímulo visual, essa medida foi calculada em relação à sua variabilidade (desvio padrão do tempo de realização da tarefa em

blocos de nove tentativas) (FIGURA 5). Efetuouse, uma análise de variância a dois fatores (3 grupos x 5 blocos de tentativas), com medidas repetidas no segundo fator (ANOVA “two-way”), para comparar os efeitos das diferentes estruturas de prática constante-aleatória intra e entre grupos.

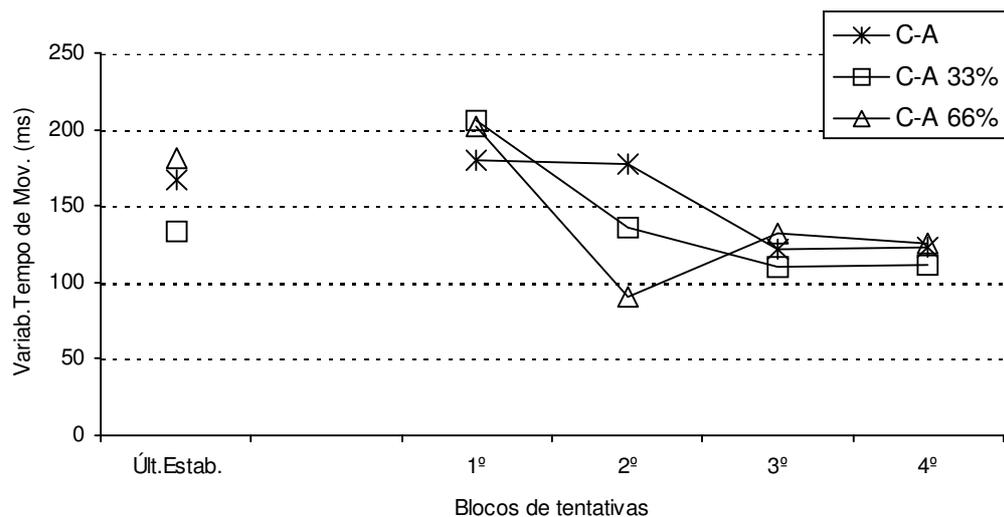


FIGURA 5 - Médias da variabilidade do tempo de movimento (ms) em blocos de nove tentativas, do último bloco de tentativas da fase de estabilização (Últ. Estab.) e da fase de adaptação (1, 2, 3 e 4), dos três grupos experimentais.

A ANOVA encontrou diferenças significantes apenas no fator blocos [$F(4;120) = 3,25, p = 0,01$]. O teste de Tukey HSD identificou diferença entre o primeiro bloco de tentativas da fase de adaptação e o segundo e o quarto bloco dessa mesma fase ($p = 0,00$). Esses resultados indicam que os grupos mantiveram o mesmo nível de variabilidade do tempo de execução, e que houve uma diminuição desse nível na fase de adaptação. Para o fator grupo foi encontrado $F(2;30) = 0,08, p = 0,92$ e para interação $F(8;120) = 1,13, p = 0,34$.

“Timing” relativo

O “timing” relativo refere-se à proporção de tempo entre cada toque (componente) e o tempo total de movimento. Ele foi analisado em termos absoluto (magnitude) e variável (consistência), por meio da média aritmética e do desvio padrão, respectivamente (FIGURA 6). Para tanto, efetuou-se em cada grupo uma análise de variância multivariada (MANOVA) com os dados do último bloco de tentativas da fase de estabilização e o primeiro bloco da fase de adaptação.

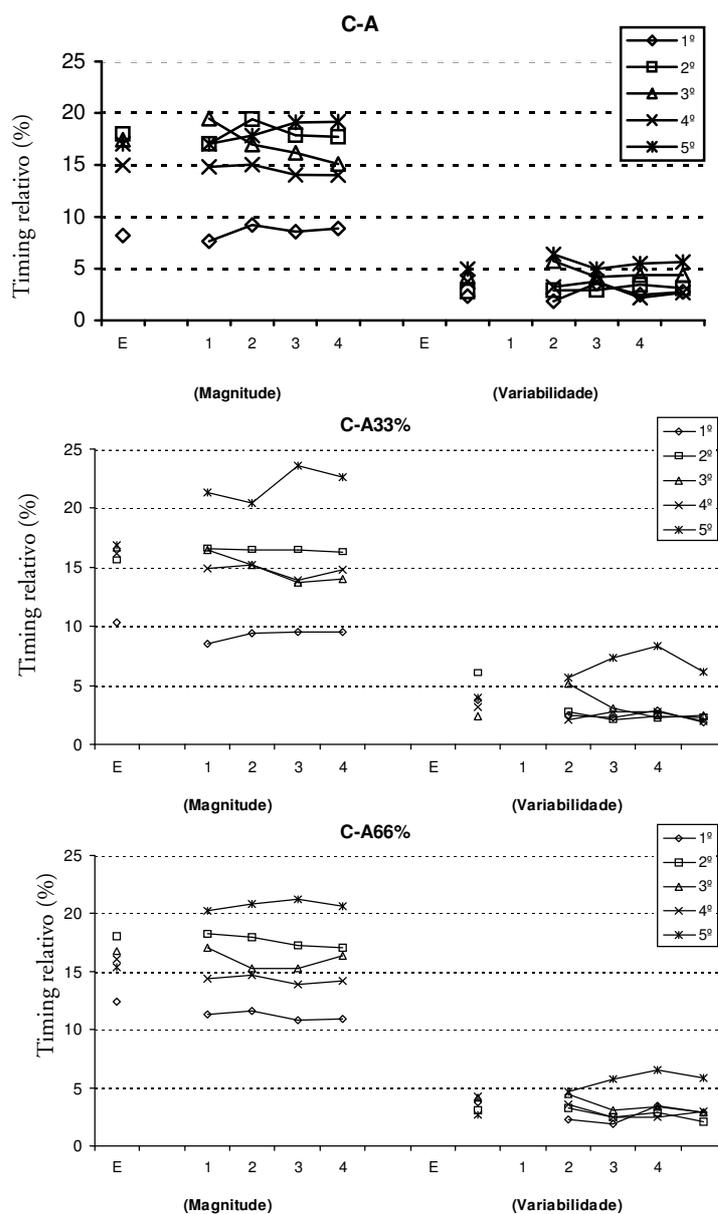


FIGURA 6 - Médias da magnitude e da variabilidade do “timing” relativo (%) dos cinco componentes (10., 20., 30., 40. e 50.) dos grupos C-A, C-A33% e C-A66%, do último bloco da fase de estabilização (E) e dos blocos da fase de adaptação (1, 2, 3 e 4), por bloco de nove tentativas.

A MANOVA não encontrou diferenças significantes na magnitude do “timing” relativo dos componentes do C-A [Wilks' Lambda = 0,70, Rao's (5;6) = 0,53, $p = 0,07$], tampouco em sua variabilidade [Wilks' Lambda = 0,50, Rao's (5;6) = 1,21, $p = 0,40$]. Contudo, a MANOVA encontrou diferenças significantes na magnitude do “timing” relativo dos componentes do C-A 33% [Wilks' Lambda = 0,10, Rao's (5;6) = 11,10, $p = 0,01$], sendo que a análise univariada aplicada em cada componente encontrou diferença apenas no quinto componente [$F(1,10) = 12,50$, $p = 0,01$]. Para a variabilidade do “timing” relativo do C-A 33% a MANOVA encontrou Wilks' Lambda = 0,44, Rao's (5;6) = 1,53, $p = 0,31$. A MANOVA também encontrou diferenças significantes na magnitude do timing relativo dos componentes do C-A 66% [Wilks' Lambda = 0,16, Rao's (5;6) = 6,10, $p = 0,02$], sendo que a análise univariada aplicada em cada componente encontrou diferença no primeiro ($F(1,10) = 4,73$, $p = 0,05$) e no quinto componente

($F(1,10) = 11,30$, $p = 0,01$). Para a variabilidade do “timing” relativo do C-A 66% a MANOVA encontrou Wilks' Lambda = 0,28, Rao's (5;6) = 3,02, $p = 0,11$. Em síntese, pode-se dizer que o C-A adaptou-se sem modificação dos componentes; o C-A 33% adaptou-se modificando a magnitude do quinto componente; e, que o C-A 66% adaptou-se modificando a magnitude do terceiro e do quinto componentes.

Pico de força

O pico de força refere-se ao valor máximo de força aplicado durante o contato com o sensor. Para essa análise foram somados os picos de força de cada sensor (pico total de força). Ele foi analisado em termos de magnitude e variabilidade, respectivamente média e desvio padrão em blocos de nove tentativas (FIGURA 7). A análise inferencial foi realizada por meio de uma análise de variância fatorial (3 grupos x 5 blocos de tentativas), com medidas repetidas no fator blocos.

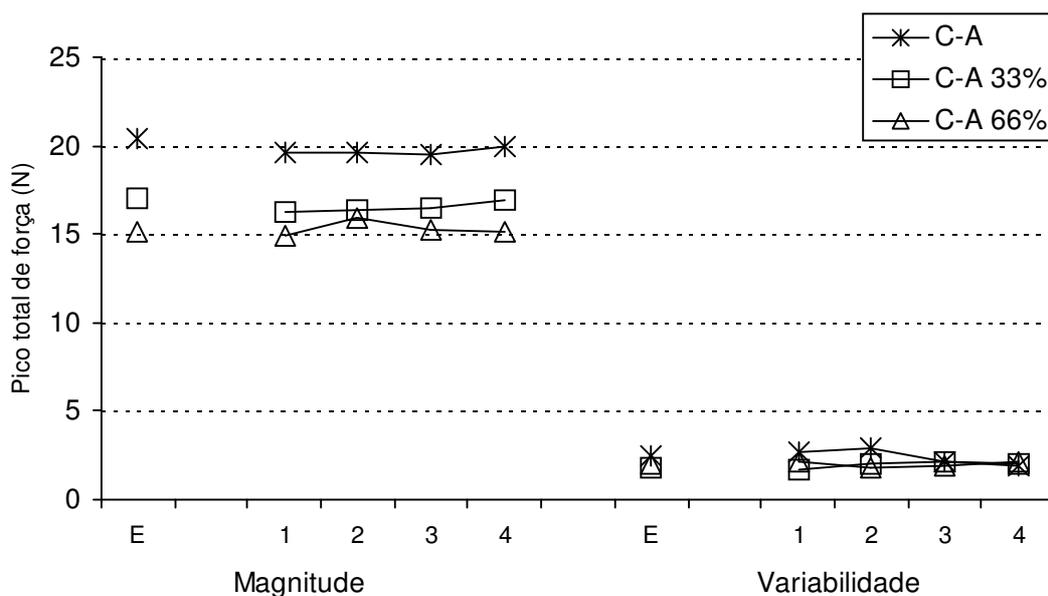


FIGURA 7 - Médias da magnitude e da variabilidade do pico de força (N) em bloco de nove tentativas, do último bloco de tentativas da fase de estabilização (E) e da fase de adaptação (1, 2, 3 e 4), dos três grupos experimentais.

Para a magnitude do pico total de força a ANOVA encontrou $F(2;30) = 1,92$, $p = 0,16$ para grupos, $F(2;120) = 0,55$, $p = 0,70$ para blocos e $F(8;120) = 3,83$, $p = 0,95$ para interação. Com relação à variabilidade do pico total de força, foram encontrados os seguintes resultados: $F(2;30) = 2,29$, $p = 0,11$ para grupos, $F(2;120) = 0,35$, $p = 0,84$ para blocos e $F(8;120) = 1,20$, $p = 0,31$ para interação. Pode-se inferir, com esses resultados, que

os grupos obtiveram pico total de força semelhante, tanto em termos de magnitude quanto de variabilidade, e que o mesmo foi mantido em todos os blocos de tentativas.

Pico relativo de força

O pico relativo de força refere-se à proporção do pico de força em cada sensor (componente) em

relação ao pico total de força. Ele foi analisado em termos absoluto (magnitude) e variável (consistência), por meio da média aritmética e do desvio padrão, respectivamente (FIGURA 8). Para

tanto, efetuou-se em cada grupo uma análise de variância multivariada (MANOVA) com os dados do último bloco de tentativas da fase de estabilização e o primeiro bloco da fase de adaptação.

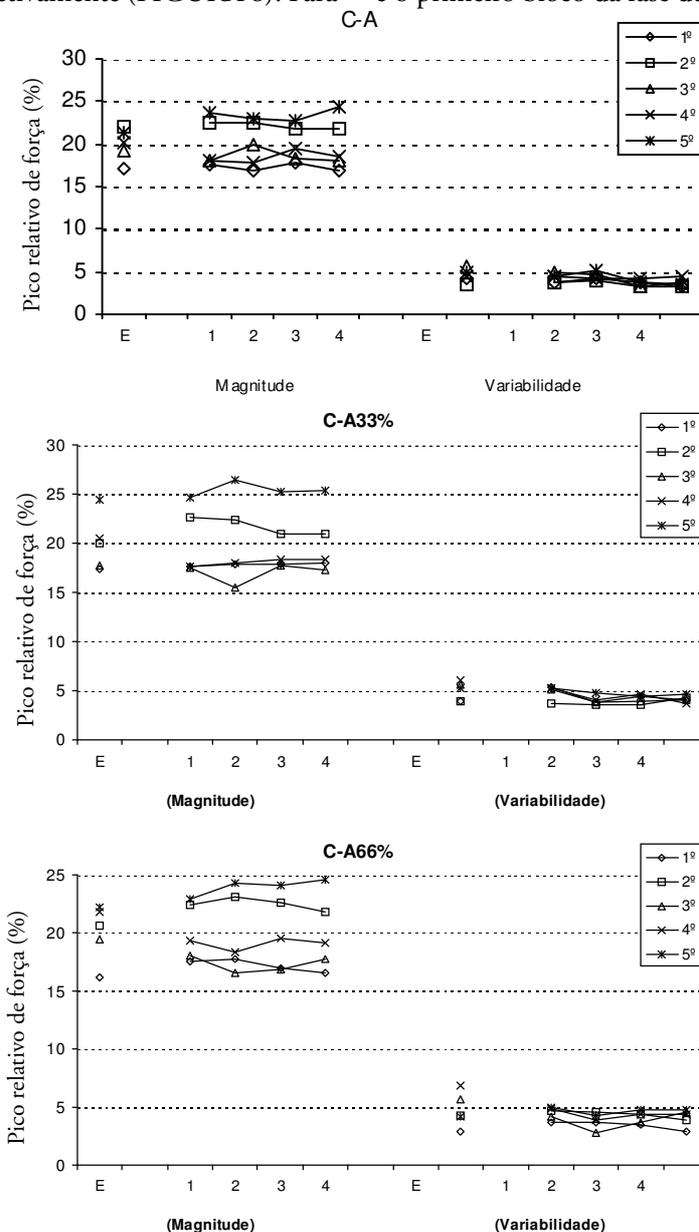


FIGURA 8 - Médias da magnitude e da variabilidade do pico relativo de força (%) dos cinco componentes (1o., 2o., 3o., 4o. e 5o.), do último bloco de tentativas da fase de estabilização (E) e da fase de adaptação (1, 2, 3 e 4), por blocos de nove tentativas.

A MANOVA não encontrou diferenças significantes em nenhum dos aspectos analisados dos três grupos (C-A - Wilks' Lambda = 0,64, Rao's (5;6) = 0,68, $p = 0,66$, para magnitude; Wilks' Lambda = 0,59, Rao's (5;6) = 0,84, $p = 0,57$, para variabilidade; C-A 33% - Wilks' Lambda = 0,32, Rao's (5;6) = 2,56, $p = 0,14$, para magnitude; Wilks'

Lambda = 0,49, Rao's (5;6) = 1,25, $p = 0,39$, para variabilidade; C-A 66% - Wilks' Lambda = 0,46, Rao's (5;6) = 1,40, $p = 0,34$, para magnitude; Wilks' Lambda = 0,64, Rao's (5;6) = 0,68, $p = 0,66$, para variabilidade). Esses resultados permitem inferir que, no que se refere ao pico relativo de força, a modificação na tarefa foi insuficiente para alterações

tanto em termos de magnitude quanto em termo de variabilidade.

Tempo de contato

O tempo de contato refere-se à duração do toque, ou seja, do contato da mão do indivíduo com

o sensor. Nessa análise considerou-se a somatória do tempo de contato (tempo total de contato) dos cinco sensores (componentes). Essa medida foi analisada em termos de sua magnitude e variabilidade, através de uma análise de variância fatorial (3 grupos x 5 blocos de tentativas), com medidas repetidas no fator blocos (FIGURA 9).

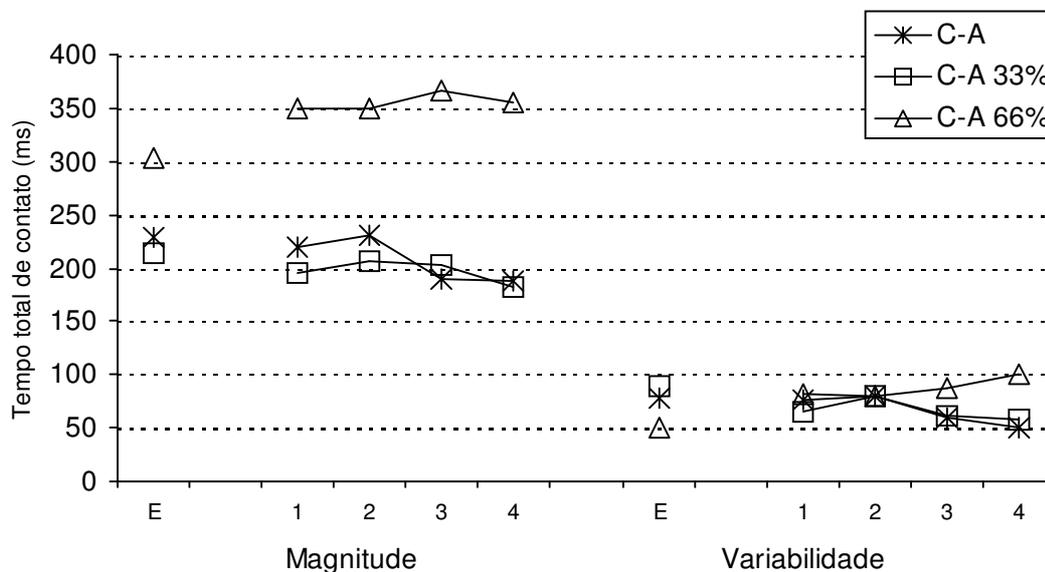


FIGURA 9 - Médias da magnitude e da variabilidade do tempo total de contato (ms), do último bloco de tentativas da fase de estabilização (E) e da fase de adaptação (1, 2, 3 e 4), dos três grupos experimentais, por blocos de nove tentativas.

Com respeito à magnitude do tempo total de contato, a ANOVA encontrou $F(2;30) = 0,33$, $p = 0,71$ para grupos, $F(2;120) = 1,56$, $p = 0,18$ para blocos e $F(8;120) = 0,72$, $p = 0,67$ para interação. Com relação à variabilidade do tempo total de contato, foram encontrados os seguintes resultados: $F(2;30) = 0,02$, $p = 0,97$ para grupos, $F(2;120) = 0,41$, $p = 0,79$ para blocos e $F(8;120) = 0,58$, $p = 0,80$ para interação. Portanto, é possível dizer que os grupos obtiveram mesmo nível tanto em termos de magnitude quanto em termos de variabilidade. Além disso, o referido nível foi mantido por entre os blocos de tentativas.

Tempo relativo de contato

O tempo relativo de contato refere-se à proporção do tempo de contato em cada sensor (componente) em relação ao tempo total de contato. Ele foi analisado em termos absoluto (magnitude) e variável (consistência), por meio da média aritmética e do desvio padrão, respectivamente (FIGURA 10). Para tanto, efetuou-se em cada grupo uma análise de variância multivariada (MANOVA) com os dados do

último bloco de tentativas da fase de estabilização e o primeiro bloco da fase de adaptação.

A MANOVA não encontrou diferenças significantes em nenhum dos aspectos analisados do C-A [magnitude, Wilks' Lambda = 0,79, Rao's (5;6) = 0,31, $p = 0,89$; variabilidade, Wilks' Lambda = 0,41, Rao's (5;6) = 1,70, $p = 0,26$], do C-A 33% [magnitude, Wilks' Lambda = 0,67, Rao's (5;6) = 0,60, $p = 0,70$; variabilidade, Wilks' Lambda = 0,43, Rao's (5;6) = 1,61, $p = 0,29$], mas, o fez para o C-A 66%. Para este grupo verificou-se diferenças significantes na magnitude do tempo relativo de contato [Wilks' Lambda = 0,18, Rao's (5;6) = 5,32, $p = 0,03$], sendo que a análise univariada identificou tais diferenças no quarto componente [$F(1,10) = 6,38$, $p = 0,03$]. Para a variabilidade do tempo relativo de contato, a MANOVA encontrou Wilks' Lambda = 0,29, Rao's (5;6) = 2,91, $p = 0,11$. Esses resultados mostram que com a introdução de uma nova velocidade de estímulo e uma nova seqüência de toques o C-A 66% modificou a magnitude do quarto componente para se adaptar, diferentemente dos demais grupos que não alteraram nenhum componente.

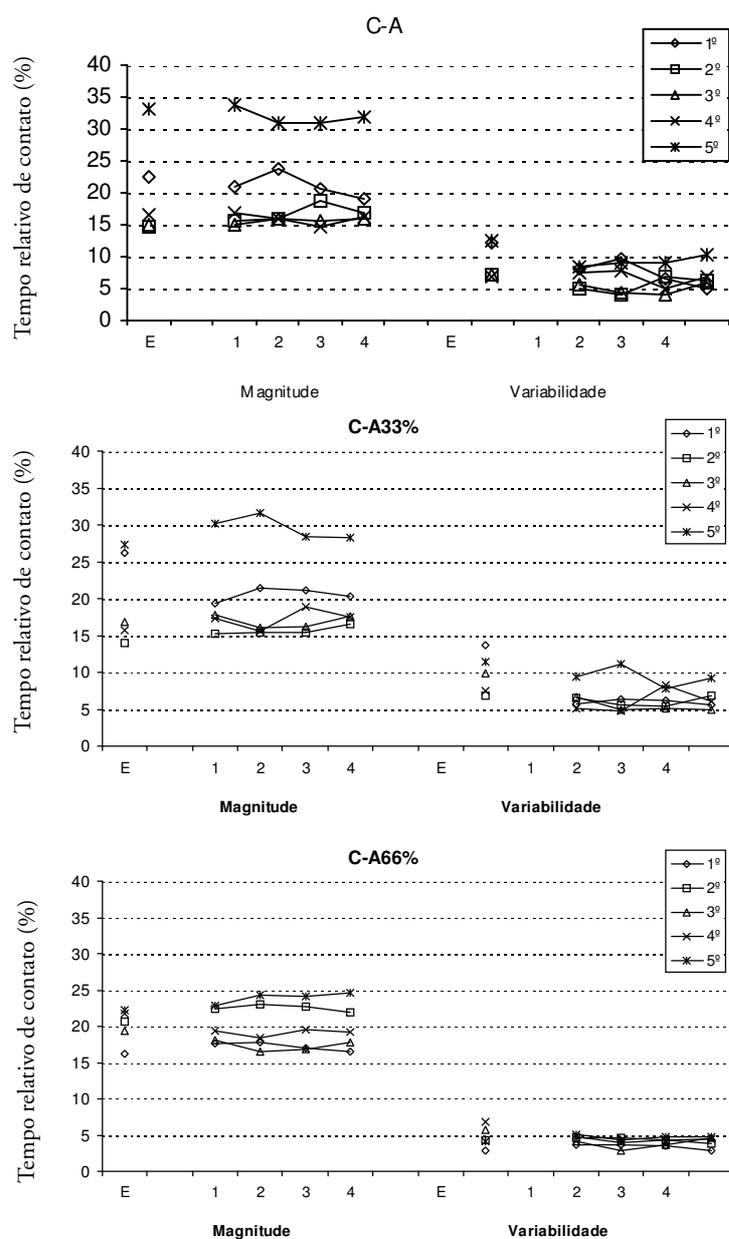


FIGURA 10 - Médias da magnitude e da variabilidade do tempo relativo de contato (%) dos cinco componentes (10., 20., 30., 40. e 50.), do último bloco de tentativas da fase de estabilização (E) e da fase de adaptação (1, 2, 3 e 4), por blocos de nove tentativas.

Discussão e conclusão

Recentes resultados de pesquisas têm apontado para a combinação das práticas constante e aleatória, mais especificamente a prática constante seguida pela prática aleatória, como aquela mais eficaz no processo adaptativo de aprendizagem motora do que as práticas constante, aleatória e aleatória-constante (BARROS, 2006; CORRÊA, 2001; CORRÊA,

BENDA & TANI, 2001; CORRÊA et al., 2003). As explicações atribuídas a tais resultados referiram-se a, durante o processo de estabilização funcional, a prática constante possibilitar a formação de um padrão de interação entre os componentes do sistema e, após isso, a prática variada aleatória possibilitar um aumento na quantidade de componentes.

Esse último aspecto é denominado de diversificação do comportamento (TANI, 1987). De outra forma, a prática constante possibilitaria a formação “inicial” do padrão ou, ainda, a formação da estrutura da habilidade e, posteriormente, a prática variada aleatória, conduziria à sua diversificação.

A pergunta que fizemos foi: a partir de que momento no processo de estabilização a prática aleatória poderia ser introduzida? Ou, até que momento da estabilização a prática constante deveria ser conduzida? Isso porque, a consideração de que o processo adaptativo de aprendizagem motora é beneficiado quando no processo precedente houve formação da estrutura e sua diversificação, com a prática constante-aleatória, implica em se investigar em qual nível de estabilização a diversificação poderia ser promovida, o que poderia implicar, também, na existência de um nível “ótimo” de estabilização para que ocorra diversificação da habilidade.

Muito bem, os resultados dos três experimentos permitem responder que a prática constante pode ser conduzida suficientemente até a formação de um padrão de movimento, ou seja, até a formação de um padrão de interação entre os componentes do sistema, não havendo necessidade de que tal padrão se torne cada vez mais consistente. Os resultados permitem tal resposta, uma vez que não houve diferenças estatisticamente significantes entre os grupos em nenhuma das medidas de desempenho (erros absoluto, variável e constante). De uma forma mais simples, poderia ser dito que os resultados mostram que tanto faz a praticar de forma constante até a formação da estrutura, ou melhor, da habilidade (C-A), ou um pouco além disso (C-A 33%), ou mesmo até bem além disso (C-A 66%). Esses dizeres ganham suporte adicional nas pesquisas de CORRÊA et al. (2006, no prelo), cujos resultados foram similares.

Ainda, a análise dos resultados das medidas de padrão de movimento permitem tirar conclusões adicionais. Eles permitem concluir que a prática constante além do alcance do desempenho-critério é progressivamente prejudicial. Isso porque se verificou uma hierarquia na adaptação: quando a tarefa foi modificada: o C-A adaptou-se sem alteração de qualquer aspecto, o C-A 33% alterou uma medida (“timing” relativo) e o C-A 66% alterou duas medidas (“timing” relativo e tempo relativo de contato). É importante destacar que a “alteração de medidas” tem implicações na forma como ocorre a adaptação. Portanto, esse último grupo teve que

lançar mão de mais recursos do que o grupo C-A 33% para se adaptar, o qual, por sua vez, o fez mais do que o C-A.

Interessante destacar que esses resultados foram diferentes daqueles de CORRÊA et al. (2006, no prelo), os quais não evidenciaram a citada hierarquia. A análise dos resultados do presente estudo e daqueles de CORRÊA et al. (2006, no prelo) permitem, no mínimo, duas conclusões. A primeira é que a adaptação a modificações na tarefa de aspectos perceptivo-motores é diferente daquelas que envolvem esses aspectos isoladamente. A segunda é que essa diferenciação não implica em hierarquia (CORRÊA, 2001; TANI, 1995; UGRINOWITSCH, 2003). Pôde-se notar que o C-A adaptou-se via alteração de duas medidas (tempo relativo de contato e pico relativo de contato) no experimento de CORRÊA et al. (no prelo) e, sem alterações nos demais experimentos; o C-A 33%, no experimento de CORRÊA et al. (no prelo), alterou o pico relativo de força; no experimento de CORRÊA et al. (2006) não efetuou alterações e no presente experimento alterou o “timing” relativo; e, o C-A 66% alterou o “timing” relativo e o tempo relativo de contato no experimento de CORRÊA (no prelo), o “timing” relativo no experimento de CORRÊA et al. (2006) e o “timing” relativo e o tempo relativo de contato no presente experimento. Parece que o trabalho de CORRÊA et al. (2006), que envolveu a variação e modificação de aspectos motores, foi aquele em que menos se observou alterações.

Em conclusão, o objetivo desse trabalho foi investigar os efeitos de diferentes quantidades de prática constante anteriormente à prática aleatória no processo adaptativo de aprendizagem motora, manipulando-se na tarefa conjuntamente aspectos perceptivos e motores. Os resultados permitem concluir que a prática constante, anteriormente à prática variada aleatória, é mais benéfica para o processo adaptativo de aprendizagem motora quando conduzida até o alcance do desempenho-critério. E, que esse benefício é diminuído progressivamente de acordo com o aumento na quantidade de prática. A partir disso, e, considerando que o foco das investigações está na combinação constante-variada aleatória, outras perguntas podem ser elaboradas: se há uma quantidade ótima de prática constante, haveria, também, uma quantidade ótima de prática variada aleatória? O quanto de prática aleatória seria suficiente para promover a diversificação da habilidade?

Abstract

The constant-random practice and the adaptive process of motor learning: effects of constant practice amount

The objective of this work was to investigate the effects of different amount of constant practice, prior to random practice, on the adaptive process of motor learning with manipulation of motor and perceptive requirements of task. Thirty-three children aged between 10 and 12 of both sex. The task consisted of pressing five buttons sequentially in coincidence with visual stimulation. The design evolved three groups of different amounts of constant practice, and two phases (stabilization and adaptation). Different movement patterns and speeds of visual stimulation were performed during the random practice and on perturbation. The dependent variables were the absolute, variable and constant errors, and measures of movement pattern (reaction time, movement time, relative time, peak of force, relative peak of force, touch time, and relative time of touch). The results permitted to conclude that the constant practice prior random practice is more beneficial to adaptive process of motor learning when it is realized until to criterion of performance. And, that this beneficial is progressively reduced with the increase of amount of practice.

UNITERMS: Motor learning; Adaptive process; Practice schedule; Constant-random practice; Amount of practice.

Notas

1. FAPESP 01/12258-5 e 01/12260-0.

Referências

- BARROS, J.A.C. **Estrutura de prática e processo adaptativo em aprendizagem motora: efeitos da especificidade da tarefa.** 2006. Tese (Doutorado) - Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- BENDA, R.N. **Variabilidade e processo adaptativo na aquisição de habilidades motoras.** 2001. Tese (Doutorado) - Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- CATTUZZO, M.T. **O ciclo instabilidade-estabilidade-instabilidade no processo adaptativo em aprendizagem motora.** 2007. Tese (Doutorado) - Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- CHOSHI, K. Aprendizagem motora como um problema mal-definido. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, p.17-23, 2000. Suplemento n.3.
- CORRÊA, U.C. **Estrutura de prática e processo adaptativo na aquisição de habilidades motoras.** 2001. Tese (Doutorado) - Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- _____. **A prática constante-variada e a aquisição de habilidades motoras: efeitos da quantidade e do tipo de prática variada.** 2007. Tese (Livre-Docência) - Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- CORRÊA, U.C.; TANI, G. Aparelho de timing coincidente em tarefas complexas. P.I. no. 0.403.433-4 de 03/08/2004. **Revista da Propriedade Industrial** . RPI n.1763, p.178, 19 out. 2004.
- _____. Estrutura de prática e processo adaptativo em aprendizagem motora: por uma nova abordagem da prática. In: TANI, G. (Ed.). **Comportamento motor: desenvolvimento e aprendizagem.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005. p.141-61.
- CORRÊA, U.C.; BENDA, R.N.; MEIRA JÚNIOR, C.M.; TANI, G. Practice schedule and adaptive process in the acquisition of a manual force control task. **Journal of Human Movement Studies**, London, v.44, p.121-38, 2003.
- CORRÊA, U.C.; BENDA, R.N.; TANI, G. Estrutura de prática e processo adaptativo na aprendizagem do arremesso de dardo de salão. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, Campinas, v.22, n.2, p.69-84, 2001.
- CORRÊA, U.C.; GONÇALVES, L.A.; BARROS, J.A.C.; MASSIGLI, M. Prática constante-aleatória e aprendizagem motora: efeitos da quantidade de prática constante e da manipulação de exigências motoras da tarefa. **Brazilian Journal of Motor Behavior**, Rio Claro, v.1, n.1, p.41-52, 2006.

- CORRÊA, U.C.; MASSIGLI, M.; GONÇALVES, L.A.; BARROS, J.A.C. Constant-random practice and adaptive process in motor learning: effects of different amounts of constant practice. *Journal of Human Movement Studies*, London. (no prelo).
- MEIRA JÚNIOR, C.M. **Conhecimento de resultados no processo adaptativo em aprendizagem motora**. 2005. Tese (Doutorado) - Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- PAROLI, R. **Efeito da estrutura de prática na aquisição de uma habilidade motora**. 2004. Dissertação (Mestrado) - Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- TANI, G. Educação física na pré-escola e nas quatro primeiras séries do ensino de primeiro grau: uma abordagem desenvolvimentista I. *Kinesis*, Santa Maria, v.3, n.1, p.19-41, 1987.
- _____. **Hierarchical organization of human motor behaviour**. Sheffield: University of Sheffield, 1995. (Unpublished Technical Report).
- _____. Processo adaptativo: uma concepção de aprendizagem motora além da estabilização. In: TANI, G. (Ed.). **Comportamento motor: desenvolvimento e aprendizagem**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005. p.60-70.
- TANI, G.; MEIRA JÚNIOR, C.M.; GOMES, F.R.F. Frequência, precisão e localização temporal de conhecimento de resultados e o processo adaptativo na aquisição de uma habilidade motora de controle da força manual. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, Porto, v.5, n.1, p.59-68, 2005.
- UGRINOWITSCH, H. **Efeito do nível de estabilização do desempenho e do tipo de perturbação no processo adaptativo em aprendizagem motora**. 2003. Tese (Doutorado) - Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- UGRINOWITSCH, H.; TERTULIANO, I.W.; COCA, A.A.; PEREIRA, F.A.S.; GIMENEZ, R. Frequência de feedback como um fator de incerteza na aprendizagem de uma tarefa de preensão. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, São Caetano do Sul, v.11, n.2, p.41-7, 2003.

ENDEREÇO

Umberto Cesar Corrêa
Laboratório de Comportamento Motor
Escola de Educação Física e Esporte - USP
Av. Prof. Mello Moraes, 65
05508-030 - São Paulo - SP - BRASIL
e-mail: umbertoc@usp.br

Recebido para publicação: 15/05/2008
Aceito: 00/05/2008